



Sistemas operacionais para utilização do Raspberry Pi como substituto a computadores tradicionais

Guilherme Godoy de Oliveira

Especialista em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas de Informação. Professor do Instituto Federal Fluminense campus Itaperuna (IFF)/RJ – Brasil. E-mail: guileoliveira@gmail.com

Eduarda Pains Campos

Estudante do Ensino Médio Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal Fluminense campus Itaperuna (IFF)/RJ – Brasil. E-mail: painseduarda@gmail.com

Nathan Guedes Pessoa

Estudante do Ensino Médio Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal Fluminense campus Itaperuna (IFF)/RJ – Brasil. E-mail: nathanguedespessoa2001@gmail.com

Abstract. Raspberry Pi is a small computing device, gathering features previously found only on traditional computers. The purchase price of a Raspberry Pi is very low when compared to other computers. This work, aiming to prove its viability to replace basic traditional computers, performed tests using Raspbian, Ubuntu, Q4OS and Fedora operating systems. The results showed that the device does not present serious problems, and it can be said that replacing a traditional computer with a Raspberry Pi, besides being technically feasible, can save big money in times of resource scarcity.

Keywords: Raspberry Pi, Operating Systems, Computers.

Resumo. O Raspberry Pi é um dispositivo computacional com tamanho reduzido, reunindo recursos antes encontrados somente em computadores tradicionais. O valor de aquisição de um Raspberry Pi é muito baixo, quando comparado a outros computadores. Este trabalho visando comprovar sua viabilidade de utilização para substituição de computadores tradicionais básicos, efetuou testes usando os sistemas operacionais Raspbian, Ubuntu, Q4OS e Fedora. Os resultados demonstraram que o dispositivo não apresenta problemas graves, e que é possível afirmar que a substituição de um computador tradicional por um Raspberry Pi, além de viável tecnicamente, pode representar grande economia, em tempos de escassez de recursos.

Palavras-chave: Raspberry Pi, Sistemas Operacionais, Computadores.

1. Introdução

O Raspberry Pi é um dispositivo computacional do tamanho aproximado de um cartão de crédito, formado por uma única placa que reúne diversos recursos que eram encontrados somente em dispositivos maiores como os notebooks e desktops tradicionais. A Fundação Raspberry Pi é a responsável pela criação e desenvolvimento do computador de mesmo nome. (FUNDAÇÃO RASPBERRY PI, 2018a).

O projeto é relativamente recente e o dispositivo teve sua primeira versão lançada no ano de 2012 (UPTON; HALFACREE, 2013, p. 8). Durante este período a fundação responsável pelo projeto lançou vários modelos do Raspberry Pi. A diferença básica entre os

modelos está na capacidade computacional e no propósito de uso de cada um, porém todos são compatíveis entre si, já que utilizam a mesma arquitetura SoC baseada em processadores ARM (MENESES et al., 2016, p. 3).

Além de sua vocação para uso educacional, o dispositivo poderia ser utilizado também em ambientes corporativos ou uso pessoal. A sua utilização poderia reduzir custos em aquisição de hardware e software, na medida em que poderia substituir, por exemplo, notebooks e desktops tradicionais. Com suas medidas diminutas, o dispositivo poderia ser acoplado aos próprios monitores fazendo com que houvesse um ganho de espaço físico considerável.

Além disso, em se tratando de software, há economia também pelo fato do dispositivo ser compatível com softwares livres e gratuitos, como várias distribuições do sistema operacional Linux e aplicativos como o pacote de aplicativos de escritório LibreOffice. (UPTON; HALFACREE, 2013, p. 52).

A economia de recursos é o principal benefício que o Raspberry Pi oferece, considerando que seu valor de aquisição gira em torno de R\$ 300,00 (trezentos reais) para o modelo 3 B. Com este valor, o uso do Raspberry Pi poderia gerar uma grande redução de gastos para seus utilizadores, considerando, por exemplo, o custo médio de R\$ 1.000,00 (mil reais) para um computador de mesa básico, poderia se comprar três dispositivos Raspberry Pi.

O objetivo principal deste trabalho é realizar um estudo comparativo entre sistemas operacionais a fim de identificar a melhor combinação de sistema operacional e seus respectivos conjuntos de aplicativos nativos para permitir uso otimizado do Raspberry Pi modelo 3B na substituição de computadores tipo desktop ou notebooks em tarefas básicas.

O dispositivo poderia ser utilizado, assim, em diversos ambientes como nas empresas, em seus trabalhos administrativos, nos laboratórios e “micródromos” de instituições de ensino, ou mesmo em residências, tendo como grande benefício uma considerável economia de recursos aos usuários.

2. Raspberry Pi 3 modelo B

O Raspberry Pi 3 B, é um computador constituído por uma única placa de silício onde todos os componentes são montados, tendo como dispositivo principal o chip modelo BCM2837 da empresa Broadcom dotada de um processador ARM Cortex-A53 com 1.2GHz de frequência, 64-bits com 4 núcleos de processamento, possuindo, também embutida, a placa de vídeo Broadcom VideoCore IV de 400MHz de frequência, e 1 GB de memória RAM tipo DDR2.

Figura 1. Raspberry Pi 3 Modelo B



Com relação às conexões, o dispositivo possui quatro portas USB versão 2.0, conexões de rede com fio e sem fio, *Bluetooth* e ainda HDMI como saída de imagem. (FUNDAÇÃO RASPBERRY PI, 2016)

Conforme pode ser observado na figura 1, trata-se de um computador de tamanho reduzido. O modelo 3 B tem 8,5 cm de comprimento, 5,6 cm de largura e 1,7 cm de altura (MENESES *et al.*, 2016, p. 2). Apesar de seu tamanho, o dispositivo oferece possibilidade de executar demandas que normalmente são executadas por dispositivos maiores. Este tipo de computador de placa única é uma segmentação do modelo *System On Chip* (SoC). Segundo Null e Lobur, “SoC é uma peça única de silício que contém todos os circuitos para fornecer um conjunto de funções”. (2009 *apud* BEVILAQUA 2015, p. 16)

A alimentação elétrica do Raspberry Pi é feita através de uma fonte cinco volts e três amperes ligada a um conector MicroUSB, semelhante ao encontrado nos celulares, levando a um baixo consumo energético em comparação a um dispositivo maior como um computador desktop tradicional (EBERMAM; PESENTE; RIOS; PULINI, 2017, p. 30).

Com relação ao armazenamento de dados, os dispositivos da família Raspberry não possuem memória secundária interna, como disco rígido, assim, para que o sistema operacional e os arquivos sejam acessados deve-se utilizar um cartão micro SD. (UPTON; HALFACREE, 2013, p. 35)

3. Sistemas operacionais

Um importante item de qualquer dispositivo computacional é o sistema operacional a ser utilizado, pois a escolha do sistema tem influência no dispositivo como um todo, conforme nos ensina Tanenbaum (2009, p. 1):

[...] Por isso, os computadores têm um dispositivo de software denominado sistema operacional, cujo trabalho é fornecer aos programas do usuário um modelo de computador melhor, mais simples e mais limpo e lidar com o gerenciamento de todos os recursos mencionados.

Existem diversos sistemas operacionais, porém na maioria das vezes um sistema operacional vendido com seu código fonte fechado somente pode ser utilizado em um número reduzido de dispositivos pois não permite que seu código seja alterado dificultando assim sua modificação para adaptação em outros dispositivos (UPTON; HALFACREE, 2013, p. 28). Contudo, existem sistemas operacionais com código fonte aberto, que se enquadram como softwares livres, conforme definição:

Por “software livre” devemos entender aquele software que respeita a liberdade e senso de comunidade dos usuários. Grosso modo, isso significa que os usuários possuem a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o software. (GNU, 2018)

4. Metodologia

O modelo principal, e mais potente, da família *Raspberry* era, até então, o modelo Raspberry Pi 3 modelo B. No dia 14 de março de 2018, foi lançada uma atualização do modelo 3 que ganhou o nome de Raspberry Pi 3 modelo B+ (FUNDAÇÃO RASPBERRY PI, 2018b). Como o modelo mais novo ainda não estava disponível, este trabalho utilizou o modelo anterior, o Raspberry Pi 3 modelo B.

Foi realizado um estudo da viabilidade técnica de hardware e software, com a execução de testes de sistemas operacionais, seguido da seleção do melhor conjunto de sistema operacional e aplicativos nativos para o dispositivo, e sua compatibilidade com os

recursos de *software* já existentes em um "micródro" de uma instituição de ensino, local escolhido, por ter sido selecionado pelos gestores da instituição como possível ambiente para uma futura substituição dos computadores de mesa ali instalados por modelos do Raspberry Pi.

Este trabalho priorizou softwares livres e gratuitos, a fim de se obter maior economia de recursos e permitir mais controle do sistema como um todo. Foi feita uma listagem de sistemas operacionais para o Raspberry Pi, e dentro desta lista foram selecionados quatro sistemas operacionais para que fossem utilizados neste trabalho. O critério de seleção destes sistemas levou em conta a existência de uma interface gráfica, que a mesma já estivesse disponível desde a instalação, e que estivesse traduzida para português por padrão ou que pudesse ser atualizada para português imediatamente após a instalação.

Foram selecionadas quatro distribuições do sistema operacional Linux todas elas softwares livres e gratuitas: Raspbian, Lubuntu, Q4OS e o Fedora. Foram usadas as seguintes versões dos sistemas: Raspbian 2.5, o Lubuntu 16.04.2, o Fedora 27.1 e o Q4OS 2.6.

O Raspbian é o sistema operacional oficial do Raspberry Pi, sendo uma distribuição Linux livre e gratuita, baseada em outra distribuição Linux, o Debian, e compilada para ser executada com a maior eficiência possível no dispositivo, segundo Matt Richardson e Shawn Wallace (2013, p. 27).

A distribuição Lubuntu é baseada no Ubuntu que por sua vez é baseada também no Debian, oferecendo compatibilidade total entre elas. (FINSTERBUSCH, 2015, p.20)

A distribuição Q4OS é uma distribuição baseada no Raspbian, porém com modificações visuais com foco na facilitação de aprendizagem para usuários que usam ambiente Windows. (Q4OS, 2018).

Já a distribuição Fedora é a única não baseada no Debian, e sim na distribuição Red Hat, (FILHO, 2007, p. 62) e foi escolhida justamente para investigar se compatibilidade entre diferentes distribuições do Linux no dispositivo funcionaria na prática no Raspberry Pi.

Para que fosse comprovada a viabilidade de utilização do Raspberry Pi em ambientes de trabalho, foram testados três aspectos principais: verificação da compatibilidade entre hardware e software, a velocidade de execução e a estabilidade do sistema e aplicativos. A análise foi feita através de testes práticos no dispositivo criando-se relatórios.

Os testes incluíram algumas das principais funções que um sistema operacional atual oferece. Foram testados os tempos de inicialização e desligamento dos sistemas operacionais, bem como a experiência de uso de cada um dos sistemas. Foi testada também a abertura de arquivos no formato PDF, JPEG, além dos formatos de compactação de arquivos ZIP e RAR.

A compatibilidade de arquivos oriundos dos aplicativos Microsoft Word 2007, Microsoft Excel 2007 e Microsoft Power Point 2007 também foi testada a partir da criação de arquivos em computadores tradicionais e a abertura destes mesmos arquivos no Raspberry Pi. Neste caso, foi utilizado no dispositivo o pacote LibreOffice, por ser um software livre, gratuito e possuir versões para vários sistemas operacionais (LIBREOFFICE, 2018).

A função de navegação em páginas da internet foi testada utilizando os navegadores Chromium e Firefox. Foi elaborada uma lista de cinco sites: Portal UOL, Portal G1, Portal de Periódicos Capes, Portal da CNN em inglês e Google.

A compatibilidade dos navegadores foi verificada através da análise da página de internet aberta verificando se todos os elementos, como HTML, e scripts da página foram exibidos de forma correta.

Foi feita ainda uma análise geral do funcionamento do Raspberry Pi no decorrer dos testes. Todas as análises foram feitas utilizando a instalação padrão de cada sistema operacional, usando os recursos e aplicativos nativos de cada sistema.

5. Resultados

O primeiro sistema operacional testado foi o Raspbian, seguidos pelo Q4OS, Lubuntu e Fedora. Os testes com os sistemas foram feitos após uma instalação nova e padrão dos mesmos seguida da instalação dos aplicativos complementares como o Firefox, Chromium, compactadores de arquivos e o pacote LibreOffice, conforme citado anteriormente.

Em se tratando da experiência de uso no sistema operacional, os dispositivos não apresentaram grandes problemas quanto ao travamento do sistema e necessidade de reinicialização. Todos os sistemas, com exceção do Fedora, estavam com interface e menus em português do Brasil desde a instalação padrão. O Fedora pôde ser atualizado para português após a instalação. Com relação à inicialização e desligamento do dispositivo, foram obtidos tempos em segundos de cada sistema operacional, logo após as respectivas instalações dos mesmos. O sistema operacional Q4OS se mostrou o mais rápido tanto no desligamento como na inicialização. Os resultados podem ser melhor observados no quadro 1.

Quadro 1. Tempos de inicialização e desligamento dos sistemas operacionais

Sistema Operacional	Tempo de Inicialização (segundos)	Tempo de desligamento (segundos)
Raspbian	18,44	8,91
Q4OS	15,95	8,00
Lubuntu	17,43	11,15
Fedora	20,10	11,57

Fonte: Próprios autores

5.1. Abertura de arquivos em PDF

Os testes com arquivos no formato PDF foram realizados com a abertura dos mesmos no gerenciador de arquivos padrão dos sistemas operacionais sem a instalação de nenhum aplicativo adicional, ou seja, usando o aplicativo nativo de cada um dos sistemas, verificando, assim, a capacidade padrão do sistema em lidar com este tipo de arquivo. Neste caso, todos os sistemas conseguiram abrir corretamente os arquivos em PDF, conforme demonstrado no quadro 2.

Quadro 2. Possibilidade de abertura de arquivos em PDF

Sistema Operacional	Possibilidade de abertura de PDF (Sim/Não)
Raspbian	Sim
Q4OS	Sim
Lubuntu	Sim
Fedora	Sim

Fonte: Próprios autores

5.2. Compactação e extração de arquivos compactados

Uma função bastante importante com a popularização das transferências de arquivo via internet é a compactação de arquivos. Foram testados compactadores nativos dos sistemas operacionais, utilizando os formatos de compactação ZIP e RAR.

Conforme exibido no quadro 3, o único sistema que ofereceu suporte aos dois

formatos de compactação testados foi o Q4OS, sendo que os demais sistemas suportaram nativamente apenas o formato ZIP.

Quadro 3. Possibilidade de compactação de extração de arquivos ZIP e RAR

Sistema Operacional	Formato ZIP	Formato RAR
Raspbian	Compactação e Extração	Sem suporte nativo
Q4OS	Compactação e Extração	Compactação e Extração
Lubuntu	Compactação e Extração	Sem suporte nativo
Fedora	Compactação e Extração	Sem suporte nativo

Fonte: Próprios autores

5.3. Abertura de arquivos de imagem JPEG

O teste de abertura de arquivos de imagem em formato JPEG também utilizou somente recursos nativos dos sistemas operacionais. E, também neste caso, todos os sistemas foram capazes de realizar a abertura e exibição das imagens com resolução Full HD e 4K sem perda de qualidade e de forma nativa.

Quadro 4. Possibilidade de abertura de arquivos de imagem em formato JPEG

Sistema Operacional	Possibilidade de abertura de JPEG (Sim/Não)
Raspbian	Sim
Q4OS	Sim
Lubuntu	Sim
Fedora	Sim

Fonte: Próprios autores

5.4. Compatibilidade com arquivos do Microsoft Office

Os testes com aplicativos de planilhas eletrônicas, processador de texto e editor de apresentações foram feitos utilizando o LibreOffice versão 5.3 no dispositivo. O modo de execução foi igual aos demais testes, com a abertura dos arquivos através do gerenciador de arquivos padrão de cada sistema operacional.

O aplicativo LibreOffice Writer, equivalente ao Word do pacote Microsoft Office, não apresentou nenhum problema com relação à compatibilidade de arquivos criados em versões diferentes do LibreOffice para computadores tradicionais ou do Microsoft Office.

Com relação ao editor de apresentação LibreOffice Impress, equivalente ao Microsoft Power Point não apresentou problemas em nenhum dos critérios analisados nos sistemas Raspbian, Q4OS e Lubuntu. Entretanto, a versão para Fedora não pôde ser instalada devido a conflitos entre pacotes. Mesmo após várias tentativas de reinstalação de todo o sistema, o aplicativo não foi instalado corretamente, impossibilitando assim a realização do respectivo teste.

Por fim, o Calc, editor de planilhas eletrônicas do LibreOffice, equivalente do Microsoft Excel apresentou estabilidade, velocidade e compatibilidade com os arquivos sem apresentar nenhum tipo de problema em todos os sistemas operacionais instalados.

Os resultados obtidos neste teste estão demonstrados de forma sintética através do quadro 5.

Quadro 5. Compatibilidade com arquivos do Microsoft Office usando LibreOffice 5.3

Sistema Operacional	Word (.docx)	Excel (.xlsx)	Power Point (.pptx)
Raspbian	Abertura e Edição	Abertura e Edição	Abertura e Edição
Q4OS	Abertura e Edição	Abertura e Edição	Abertura e Edição
Lubuntu	Abertura e Edição	Abertura e Edição	Abertura e Edição
Fedora	Lentidão	Abertura e Edição	Incompatibilidade técnica

Fonte: Próprios autores

5.5. Navegadores

Considerando testes com navegadores de internet, o navegador Firefox apresentou problemas em alguns sistemas. No sistema Raspbian estas falhas se resumiram a alguns travamentos de abas com páginas abertas, porém todos os elementos HTML e scripts foram exibidos corretamente. Nos sistemas Lubuntu e Fedora o Firefox não pôde ser instalado devido a conflitos entre pacotes, semelhante aos erros apresentados pelo LibreOffice Impress mesmo após diversas tentativas de reinstalação do sistema operacional.

Entretanto, no sistema Q4OS o navegador Firefox funcionou corretamente e sem travamentos que merecessem destaques.

O navegador Chromium funcionou de maneira satisfatória em todos os sistemas operacionais, não apresentando nenhum tipo de problema que merecesse registro em relação aos critérios estabelecidos. O quadro 6 exhibe os resultados obtidos com o uso do navegador Firefox e Chromium.

Quadro 6. Utilização de navegadores de internet Firefox e Chromium

Sistema Operacional	Firefox	Chromium
Raspbian	Execução com travamentos	Execução sem falhas
Q4OS	Execução sem falhas	Execução sem falhas
Lubuntu	Incompatibilidade técnica	Execução sem falhas
Fedora	Incompatibilidade técnica	Execução sem falhas

Fonte: Próprios autores

5.6. Limitações do *hardware*

Em se tratando do *hardware* do Raspberry Pi 3B, foram observados alguns problemas de ordem técnica, como por exemplo, o aumento da temperatura do dispositivo quando utilizado por muito tempo ou com a execução de aplicativos que demandam alto poder de processamento. O dispositivo, nestes casos, exibe na tela um símbolo de um termômetro indicando a necessidade de refrigeração ou de uma diminuição do processamento. Cabe ressaltar que o dispositivo não vem de fábrica com um sistema de refrigeração, *coolers* ou dissipadores como nos computadores de mesa e *notebooks*.

Dissipadores e demais acessórios podem ser adquiridos separadamente em lojas na internet, e pelo que foi avaliado, são recomendáveis se o equipamento ficar em funcionamento por longos períodos.

Já com relação ao cartão de memória microSD, foi observado que o dispositivo funciona bem somente com cartões classe 10 de boa qualidade. Quando foram utilizados cartões de baixa qualidade ou de classe inferior, o dispositivo apresentou grande lentidão nos sistemas ou sequer instalava o sistema operacional no cartão.

6. Conclusão

Com os resultados obtidos nos testes, conclui-se que os sistemas operacionais testados, em sua maioria, se mostraram evoluídos suficientes para a execução de tarefas computacionais básicas em ambientes de trabalho, com destaque para o sistema Q4OS, que ofereceu interface gráfica conhecida pelos usuários, além de ter apresentado os melhores resultados nos testes.

Em termos gerais, o aspecto econômico é o principal atrativo do dispositivo, pois se forem comparados os custos médios de um Raspberry Pi em torno de trezentos reais e de um computador de mesa básico em torno de mil reais, pode-se comprar três dispositivos Raspberry Pi contra apenas um computador tradicional. O custo energético do Raspberry também é muito menor em comparação aos computadores de mesa.

Há de se levar em consideração, também, aspectos físicos e de mobilidade do Raspberry Pi que possui tamanho muito reduzido, podendo ser carregado no bolso de uma calça, como um celular, por exemplo, ou ainda podem ser presos ao próprio monitor ou na mesa de trabalho.

Esta economia que o dispositivo oferece é importante especialmente para o setor público, considerando a atual escassez de recursos de investimentos para o setor.

Novos estudos técnicos mais detalhados podem ser feitos utilizando o sistema operacional Q4OS de forma a avaliar melhor o desempenho do dispositivo, utilizando para isso, softwares de *benchmarking*, testes de aplicativos que demandam maior poder de processamento, como aplicativos de edição de multimídia, além de sua compatibilidade com *hardwares* específicos, como impressoras entre outros, além de avaliação quantitativa e qualitativa por parte dos usuários.

Considerando as funções básicas de um dispositivo computacional atual, e com base nos testes efetuados no contexto de uso de um "micródro" de uma instituição de ensino, é possível concluir sobre viabilidade da utilização do Raspberry Pi para substituição de computadores tradicionais em muitas de suas funções, como, por exemplo, navegação na internet e utilização de aplicativos de escritório, oferecendo, ao mesmo tempo, economia de recursos financeiros e desempenho satisfatório, especialmente utilizando o sistema Q4OS para realização destas atividades.

7. Referências

BEVILAQUA, Vinicius Aurélio. *Análise dos frameworks Eclipse Kura, The Thing Box e WebIOPi no desenvolvimento de aplicações da Internet das Coisas (IoT)*. Ijuí/RS. 2015. Disponível em: http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3291/tcc_vinicius_bevilaqua.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 set. 2018.

EBERMAM, Elivelto; PESENTE, Guilherme; RIOS, Renan Osório; PULINI, Igor Carlos. *Programação para leigos com Raspberry Pi*. João Pessoa/PB: IFPB, 2017.

FILHO, João Eriberto Mota. *Descobrendo o Linux*. São Paulo: Novatec, 2007.

FINSTERBUSCH, Anderson. *Estudo de viabilidade de uso de cubietruck como Servidor para pequenas empresas*. Pato Branco/RS: 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6108>. Acesso em: 01 nov. 2018.

FUNDAÇÃO RASPBERRY PI. *Raspberry Pi Model B*. 2016. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/> Acesso em: 02 set. 2018.

FUNDAÇÃO RASPBERRY PI. *Raspberry Pi*. 2018a. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/>. Acesso em: 03 maio 2018.

FUNDAÇÃO RASPBERRY PI. *Raspberry Pi 3 model b+*. 2018b. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>. Acesso: 03 maio 2018.

GNU. *O que é o software livre?*. 2018. Disponível em: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.pt-br.html>. Acesso em: 20 ago. 2018.

LIBREOFFICE. *LibreOffice*. 2018. Disponível em: <https://pt-br.libreoffice.org/baixar/libreoffice-novo/>. Acesso em: 12 ago. 2018.

MENESES, Ronaldy Alves; BENEDITO, Gustavo Almeida; DIAS, Wanderson Roger Azevedo; MORENO, Edward David. *Raspbian vs Ubuntu Mate Um Paralelo do Desempenho na Raspberry Pi*. 2016. Aracajú/SE. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Wanderson_Dias/publication/312191835_Raspbian_vs_Ubuntu_Mate_-_Um_Paralelo_do_Desempenho_na_Raspberry_Pi/links/58754eb408aebf17d3b3f6de/Raspbian-vs-Ubuntu-Mate-Um-Paralelo-do-Desempenho-na-Raspberry-Pi.pdf. Acesso em: 20 set. 2018

Q4OS. *Q4OS Application install howto, general recommendations*. Disponível em: <https://q4os.org/dqa002.html>. Acesso em: 05 ago. 2018.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas Operacionais Modernos*. 2. ed. São Paulo/SP: Pearson, 2009.

UPTON, Eben; Gareth HALFACREE. *Raspberry Pi - Manual do Usuário*. São Paulo/SP: Novatec, 2013.

WALLACE, Shawn; RICHARDSON, Matt. *Primeiros Passos com o Raspberry Pi*. São Paulo/SP: Novatec, 2013.