Ministério da Educação – MEC
Secretaria de Educação Superior – SESu
Programa de Educação Tutorial – PET

Universidade Federal Fluminense – UFF
Escola de Engenharia – TCE
Grupo PET do Curso de Eng. de Telecomunicações – PET-Tele

Tutoriais PET-Tele

Grupo de estudos sobre o computador de dimensões reduzidas Raspberry Pi e suas possíveis aplicações.

(Versão: A2024M01D18)

Autores: Pedro Miguel Cardoso Moreira
Pedro Henryque Barbosa da Silva e Kriz

Tutor: Alexandre Santos de la Vega

Niterói – RJ
Janeiro / 2024

Sumário

1 Introdução **2**
- 1.1 PET e grupo PET-Tele . . . 2
- 1.2 Motivações . . . 2
- 1.3 Objetivo . . . 3
- 1.4 Metodologia . . . 3
- 1.5 Resultados esperados . . . 3
- 1.6 Organização do documento . . . 3

2 Introdução aos computadores de placa única **4**
- 2.1 Introdução . . . 4
- 2.2 Variedades de placas . . . 5
- 2.3 Exemplos de placas . . . 5
  - 2.3.1 Raspberry Pi Zero 2W . . . 5
  - 2.3.2 Orange Pi Zero 2W . . . 7
  - 2.3.3 Raspberry Pi 2B . . . 8
  - 2.3.4 Orange Pi PC V1 . . . 9
  - 2.3.5 Raspberry Pi 5 . . . 10
  - 2.3.6 Orange Pi 5B . . . 11

3 Sistema operacional **12**
- 3.1 Introdução . . . 12
- 3.2 Definição de um sistema operacional . . . 12
- 3.3 Sistemas operacionais compatíveis . . . 13
  - 3.3.1 ArmBian . . . 13
  - 3.3.2 Ubuntu . . . 13
  - 3.3.3 Android . . . 13

4 Instalação do sistema operacional **14**
- 4.1 Introdução . . . 14
- 4.2 Obtenção dos arquivos de instalação do SO . . . 14
- 4.3 Configuração do SO no Orange Pi PC . . . 17

5 Aplicação da placa Raspberry Pi no PET-Tele **21**
- 5.1 Introdução . . . 21
- 5.2 Máquinas para aulas de laboratório . . . 21
- 5.3 Máquinas para estudo e trabalho . . . 21

Referências bibliográficas **22**

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo trata da introdução do presente documento. Inicialmente, o PET e o grupo PET-Tele são brevemente descritos. Em seguida, são apresentados as motivações, o objetivo e os resultados esperados, deste trabalho. Por fim, a organização do documento é definida.

1.1 PET e grupo PET-Tele

O Programa de Educação Tutorial (PET) [Min] exige que os bolsistas dos seus grupos, ao serem submetidos a uma formação complementar, desenvolvam atividades que possuam, conjuntamente, itens relativos às áreas de Pesquisa, Ensino e Extensão, que consigam algum tipo de penetração no curso ao qual pertencem e que realizem trabalhos de cooperação com outros grupos, ligados ou não ao seu curso de origem. Logo, o PET busca atitudes inovadoras em Educação. Procurando atender aos requisitos do Programa, o PET-Tele [Gru], grupo PET do Curso de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense, realiza atividades em diversas linhas do conhecimento, de acordo com o interesse e as competências de seus integrantes.

1.2 Motivações

Desde de 2012, a Fundação Raspberry Pi desenvolve uma série de computadores de dimensões reduzidas, de placa única, que aceita diferentes sistemas operacionais, sob a denominação comum de Raspberry Pi, objetivando facilitar a inclusão digital. No entanto, devido às suas dimensões reduzidas, bem como às suas interfaces de comunicação, eles também podem ser empregados em uma variedade inumerável de tipos de projetos. Formações antigas de bolsistas do grupo tiveram experiência com o Raspberry Pi, em grupos de estudos, na produção de material autoral, em projetos e até mesmo no seu uso em projeto de TCC. A formação atual precisa ser treinada não apenas para adquirir conhecimento necessário sobre o dispositivo e para dar manutenção em material já produzido sobre versões antigas do Raspberry Pi, como também para experimentar o seu uso como computador de trabalho, que é a proposta original dos seus desenvolvedores.

1.3 Objetivo

O objetivo desta atividade é desenvolver um trabalho com as placas Raspberry Pi e documentar o trabalho realizado, de modo a facilitar o entendimento sobre os computadores de placa única em geral; entender suas funcionalidades e aplicações em projetos e dia-a-dia; além de aprender o passo a passo de uma instalação do sistema operacional em tais dispositivos.

1.4 Metodologia

Deverão ser cumpridos os seguintes itens:

- Realizar pesquisa sobre as placas Raspberry Pi.
- Organizar e estudar os dados obtidos.
- Realizar experimentos com os dispositivos que o grupo possui.
- Produzir um material autoral textual atualizado, resumindo a pesquisa, o estudo e os experimentos realizados.
- Disponibilizar o material autoral no *website* do grupo.

1.5 Resultados esperados

Espera-se que, de posse deste documento, o leitor consiga instalar um sistema operacional em qualquer dos computadores de placa única abordados, além de diferenciá-las e julgar qual tipo de placa é mais adequada para a sua aplicação.

1.6 Organização do documento

Além deste primeiro capítulo, que trata da introdução do presente documento, o restante do texto possui a seguinte organização. No Capítulo 2, é apresentada uma breve introdução à história e às utilidades dos computadores de placa única. No Capítulo 3, fala-se sobre o que é um sistema operacional e quais deles são compatíveis com as placas apresentadas neste documento. No Capítulo 4, trata-se de um tutorial, passo-a-passo, da instalação do sistema operacional *Armbian* [Wika] na placa Orange Pi PC [Oraa]. O Capítulo 5 apresenta as aplicações que o grupo PET-TELE experimentou, com a utilização das placas no seu dia-a-dia.

Capítulo 2

Introdução aos computadores de placa única

Nesse capítulo, é apresentado um resumo sobre os computadores em placa única, com ênfase nas placas Raspberry Pi e Orange Pi. Para a elaboração do texto, foram consultadas as seguintes referências: [Ras], [Orac], [Wikb]

2.1 Introdução

Raspberry PI e Orange Pi são marcas dos denominados computadores de placa única (*single bord computers*), tendo seu tamanho extremamente reduzido e um preço acessível. A primeira versão de tais dispositivos, baseados em um *System-on-a-Chip* (ou *System-on-Chip* ou SoC) [Wikb] foi lançada em 2012 pela Raspberry Pi e, desde o início, a pioneira continua nos destaques do mercado.

As placas foram desenvolvidas com o intuito de facilitar o acesso à educação no ramo da computação. Porém, hoje em dia, devido às suas características, tornou-se um dispositivo versátil e, por isso, são utilizadas em diversas situações, tal como no desenvolvimento de pequenos e grandes projetos, podendo até serem utilizados como servidores mais complexos. Elas possuem as mesmas características de um computador normal, exceto memória não volátil, sendo necessária a anexação de um *micro-SD card* [Ras] [Oraa].

Esse tipo de dispositivo apresenta diversas vantagens em relação a outras placas voltadas ao desenvolvimento geral, devido às suas funcionalidades extras, tais como: a possibilidade de serem utilizadas como um computador do tipo *desktop*; terem conectividade à Internet, por meio de uma porta LAN dedicada; disponibilidade de portas USB de uso geral; saída de áudio; entrada para câmera; além de serem muito mais potentes no quesito processamento de dados e na elaboração de elementos gráficos.

2.2 Variedades de placas

Atualmente, há uma grande oferta de diversas placas comerciais similares à pioneira placa Raspberry Pi.

Algumas das atuais marcas de placas similares são as seguintes:

- Raspberry Pi;
- Orange Pi;
- Banana Pi;
- Le Potato;
- Odroid N2.

Algumas das atuais versões de placas Raspberry Pi são as seguintes:

- Raspberry Pi 1 A+;
- Raspberry Pi Zero 2W;
- Raspberry Pi 2B;
- Raspberry Pi 4B.

Algumas das atuais versões de placas Orange Pi são as seguintes:

- Orange Pi 3B;
- Orange Pi Zero 2W;
- Orange Pi PC V1;
- Orange Pi 5B.

Algumas destas placas serão brevemente descritas a seguir.

2.3 Exemplos de placas

Algumas placas muito utilizadas são brevemente descritas a seguir.

2.3.1 Raspberry Pi Zero 2W

Esse é o modelo mais básico atual da empresa, sendo uma versão atualizada de seu antecessor Zero W. Seu tamanho reduzido oferece outras possibilidades de projetos mais básicos e versáteis, sendo portáteis ou não.

A Tabela 2.1 apresenta algumas especificações técnicas do Raspberry Pi Zero 2W.

A Figura 2.1 apresenta uma imagem de uma placa Raspberry Pi Zero 2W.

Item	Especificação
Processador	1 GHz quad-core 64-bits Arm Cortex-A53
Memória volátil	512 MB SDRAM
Memória não volátil	Micro-SD card slot
Interface gráfica	OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
Codificação de vídeo	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30)
Conexão de vídeo	Mini HDMI® port and micro USB On-The-Go (OTG) port
Conexão de rede	2.4 GHz 802.11 b/g/n wireless LAN
Conexão sem fio	Bluetooth 4.2, Bluetooth Low Energy (BLE), onboard antenna
Conexão de câmera	CSI-2 camera connector
Alimentação	Micro USB power
Placa	HAT-compatible 40-pin header footprint
Dimensões	65 mm vs 30 mm

Fonte: *Website* original da Raspberry Pi [Ras].

Tabela 2.1: Algumas especificações técnicas do Raspberry Pi Zero 2W.

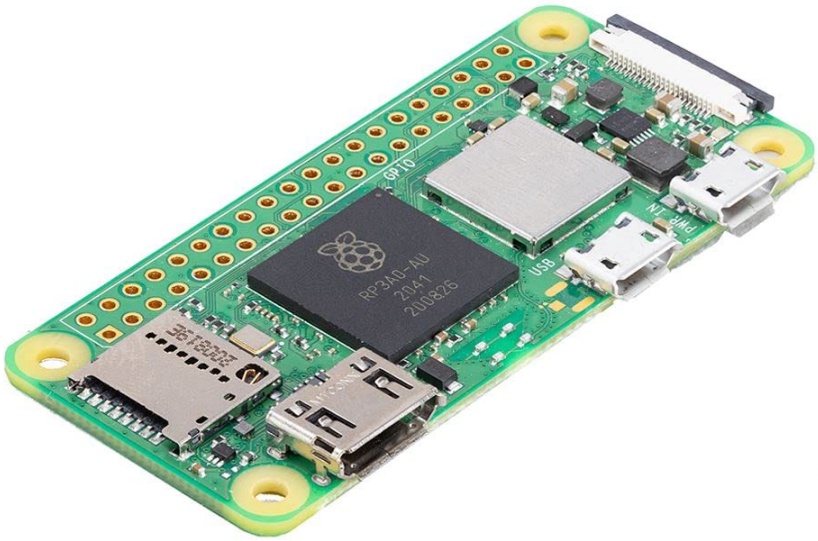

Figura 2.1: Imagem de uma placa Raspberry Pi Zero 2W.

2.3.2 Orange Pi Zero 2W

É uma versão atualizada do Raspberry Pi Zero 2W, com opções de mais memória RAM, um processador mais rápido e mais portas USB. Com ele, é possível o desenvolvimento de projetos de pequeno porte e/ou portáteis.

A Tabela 2.2 apresenta algumas especificações técnicas do Orange Pi Zero 2W.

A Figura 2.2 apresenta uma imagem de uma placa Orange Pi Zero 2W.

Item	Especificação
Processador	H618 (4x Cortex-A53 de 1.5GHz)
Memória volátil	LPDDR4 de 1 GB, 1.5 GB, 2 GB ou 4 GB
Conexão sem fio	Wi-Fi 5 e Bluetooth 5.0 (suporte ao BLE)
Conexão de vídeo	Micro HDMI TX 2.0 (até 4K 60 fps)
Saída de áudio	Via 24 pinos 2x USB-C 2.0
Alimentação	10 W (5 V - 2 A) via USB-C
Dimensões	30 vs 65 vs 1,2 mm

Fonte: *Website* original do Orange Pi [Oraa].

Tabela 2.2: Algumas especificações técnicas do Orange Pi Zero 2W.

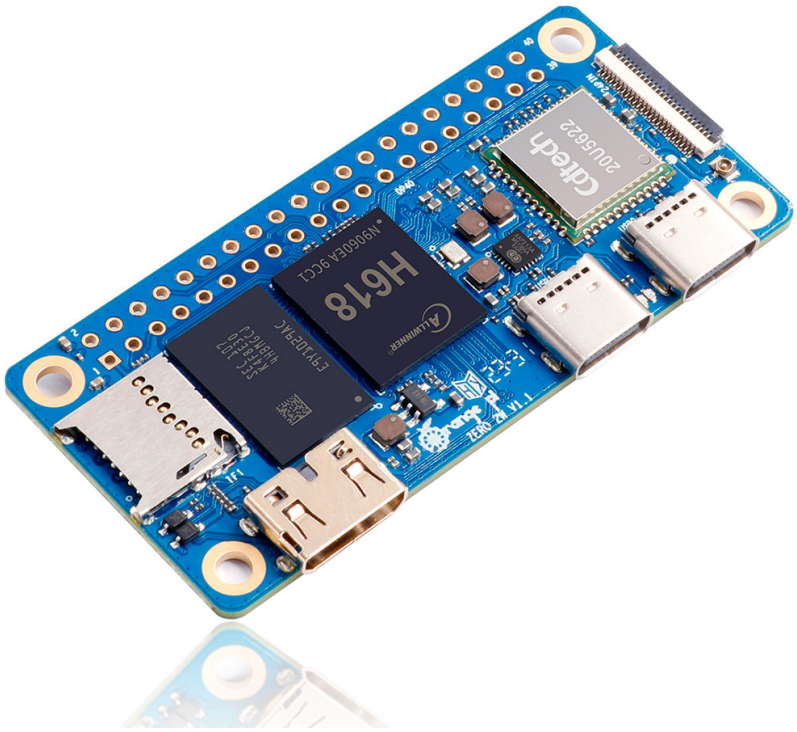

Figura 2.2: Imagem de uma placa Orange Pi Zero 2W.

2.3.3 Raspberry Pi 2B

Lançada em 2015, esta placa se equipara ao Orange Pi PC V1, que é a placa na qual este tutorial foi baseado. É um modelo padrão da marca e é otimizado para ser usado como um computador do tipo *desktop*. O seu preço oficial é de aproximadamente US$ 35 [Can]

A Tabela 2.3 apresenta algumas especificações técnicas do Raspberry Pi 2B.

A Figura 2.3 apresenta uma imagem de uma placa Raspberry Pi 2B.

Item	Especificação
Processador	900 MHz quad-core ARM Cortex-A7
Memória volátil	1 GB RAM
Memória não volátil	Micro-SD card slot
Conexão de vídeo	Full HDMI® port
Conexão de rede	100 Mb Ethernet
Portas	4 USB ports
Pinos de I/O	40 GPIO pins
Áudio	3.5 mm audio jack and composite video

Fonte: *Website* original da Raspberry Pi [Ras].

Tabela 2.3: Algumas especificações técnicas do Raspberry Pi 2B.

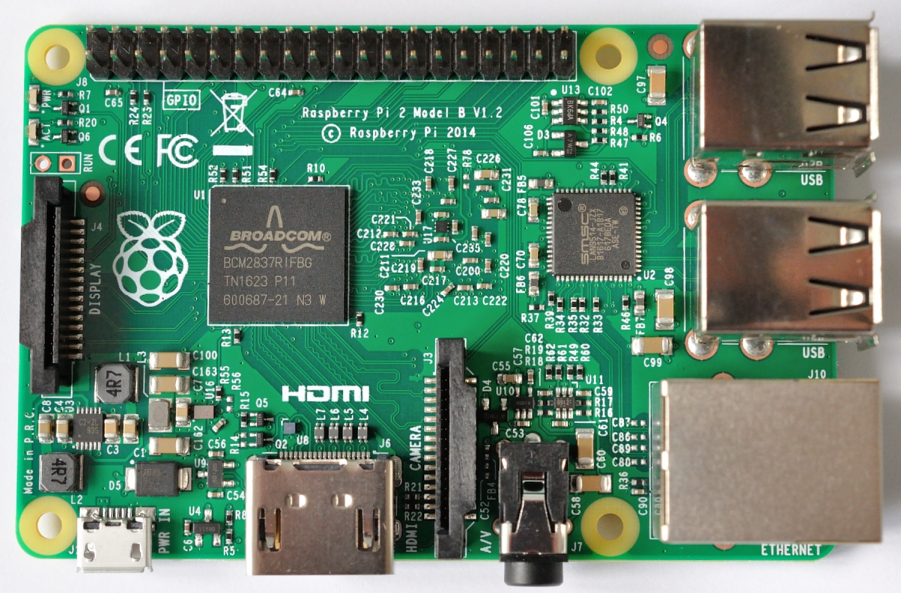

Figura 2.3: Imagem de uma placa Raspberry Pi 2B.

2.3.4 Orange Pi PC V1

Este é o modelo de placa convencional da Orange Pi. Sua aplicação primária é o seu uso como um computador do tipo *desktop*, de onde se origina o nome Orange Pi "PC". O seu preço oficial é de aproximadamente US$ 40 [Orab].

A Tabela 2.4 apresenta algumas especificações técnicas do Orange Pi PC V1.

A Figura 2.4 apresenta uma imagem de uma placa Orange Pi PC V1.

Item	Especificação
Processador	H3 quad-core Cortex-A7 H.265/HEVC 4K
Memória volátil	1 GB DDR3
Memória não volátil	Micro-SD card slot
Interface gráfica	OpenGL ES 2.0
Codificação de vídeo	HDMI CEC, CVBS)
Conexão de vídeo	Mini HDMI® port
Conexão de rede	10/100M Ethernet RJ45
Conexão de câmera	CSI-2 camera connector
Alimentação	DC
Placa	40 pinos
Dimensões	85 mm vs 55 mm

Fonte: *Website* original do Orange Pi [Oraa].

Tabela 2.4: Algumas especificações técnicas do Orange Pi PC V1.

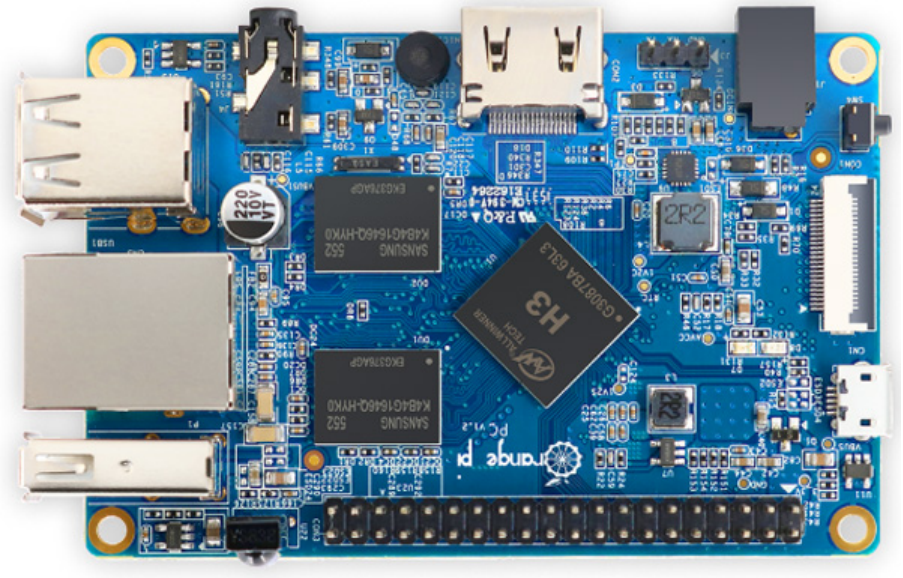

Figura 2.4: Imagem de uma placa Orange Pi PC V1.

2.3.5 Raspberry Pi 5

É a placa mais recente da fabricante, lançada em Outubro de 2023, com o *hardware* mais atualizado do mercado, que é três vezes mais potente quando comparada com sua versão anterior. Isto expande suas possibilidades de utilização, sendo capaz de processar imagens em alta resolução. É voltada para projetos que necessitam de alto poder de processamento. Os preços para as versões de 4GB e 8GB são, respectivamente: US$ 60 e US$ 80.

A Tabela 2.5 apresenta algumas especificações técnicas do Orange Pi PC V1.

A Figura 2.5 apresenta uma imagem de uma placa Orange Pi PC V1.

Item	Especificação
Processador	2.4 GHz quad-core 64-bits Arm Cortex-A76
Memória volátil	4 GB, 8 GB
Memória não volátil	Micro-SD card slot
Interface gráfica	OpenGL ES 3.1, Vulkan 1.2
Codificação de vídeo	4Kp60 HEVC decoder
Conexão de vídeo	2x mini-HDMI® port
Conexão de rede	1000Mb Ethernet + Dual-band Wi-Fi®6
Bluetooth	Bluetooth 5.3
Conexão de periféricos	PCIexpress 2.0
Conexão de câmera	2x 4-lane MIPI
Alimentação	27 W USB-C
Placa	40 pins
Dimensões	85 mm vs 55 mm

Fonte: *Website* original do Raspberry Pi [Ras].

Tabela 2.5: Algumas especificações técnicas do Raspberry Pi 5.

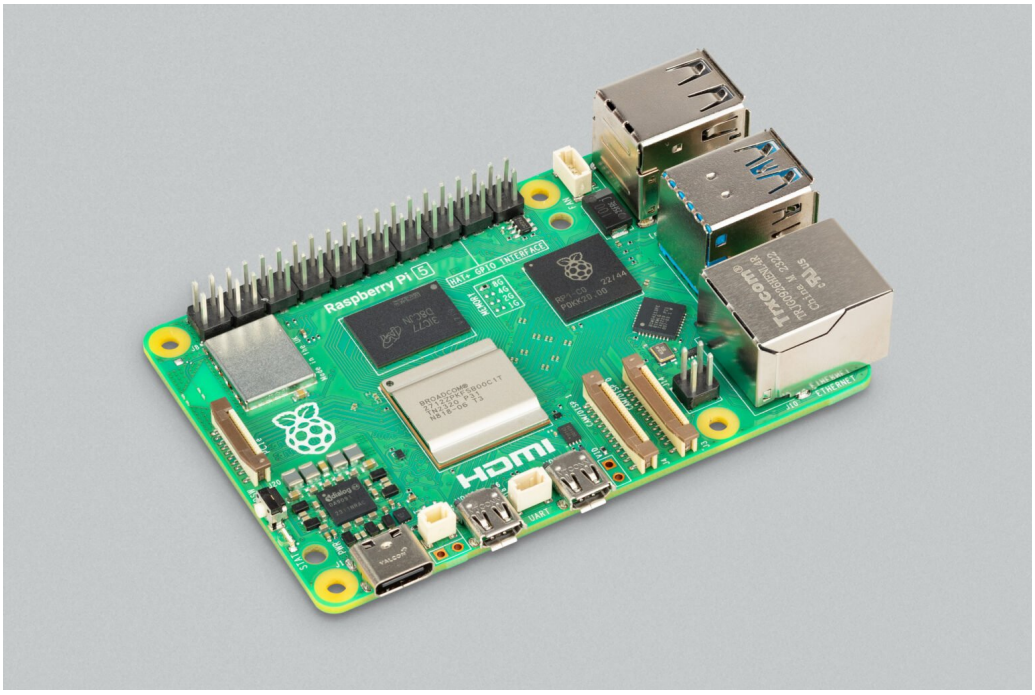

Figura 2.5: Imagem de uma placa Raspberry Pi 5.

2.3.6 Orange Pi 5B

Esta é a placa mais recente da marca, sendo a equivalente à sua rival "Raspberry Pi 5". Seu poder de processamento é aproximadamente duas vezes maior em relação à sua anterior. O preço varia de acordo com a quantidade de memória volátil e não volátil. Mais informações podem ser encontradas no URL `https://amazon.com/dp/B0BZ42SP5T?ref=myi_title_dp&th=1` .

A Tabela 2.6 apresenta algumas especificações técnicas do Orange Pi 5B.

A Figura 2.4 apresenta uma imagem de uma placa Orange Pi 5B.

Item	Especificação
Processador	4x Cortex-A76 2.4 GHz and 4x Cortex-A55 1.8 GHz.
Memória volátil	4 GB/8 GB/16 GB LPDDR4/4X
Memória não volátil	32 GB/64 GB/128 GB/256 GB eMMC and Micro-SD card slot
Interface gráfica	OpenGL ES1.1/2.0/3.2, OpenCL 2.2 and Vulkan 1.2
Codificação de vídeo	Arm Mali-G610 MP4
Conexão de vídeo	HDMI® 2.1 - 8K 60 Hz, DP1.4 - 8K 30 Hz, 2x MIPI D-PHY TX
Conexão de rede	Dual-band 802.11ac Wi-Fi®
Bluetooth	Bluetooth 5.0 / Bluetooth Low Energy (BLE)
Conexão de periféricos	PCIexpress 2.0
Conexão de câmera	MIPI CSI 4Lane 2x MIPI D-PHY RX 4Lane
Alimentação	20 W USB-C
Placa	40 pins
Dimensões	85 mm vs 55 mm

Fonte: *Website* original do Orange Pi [Oraa].

Tabela 2.6: Algumas especificações técnicas do Orange Pi 5B.

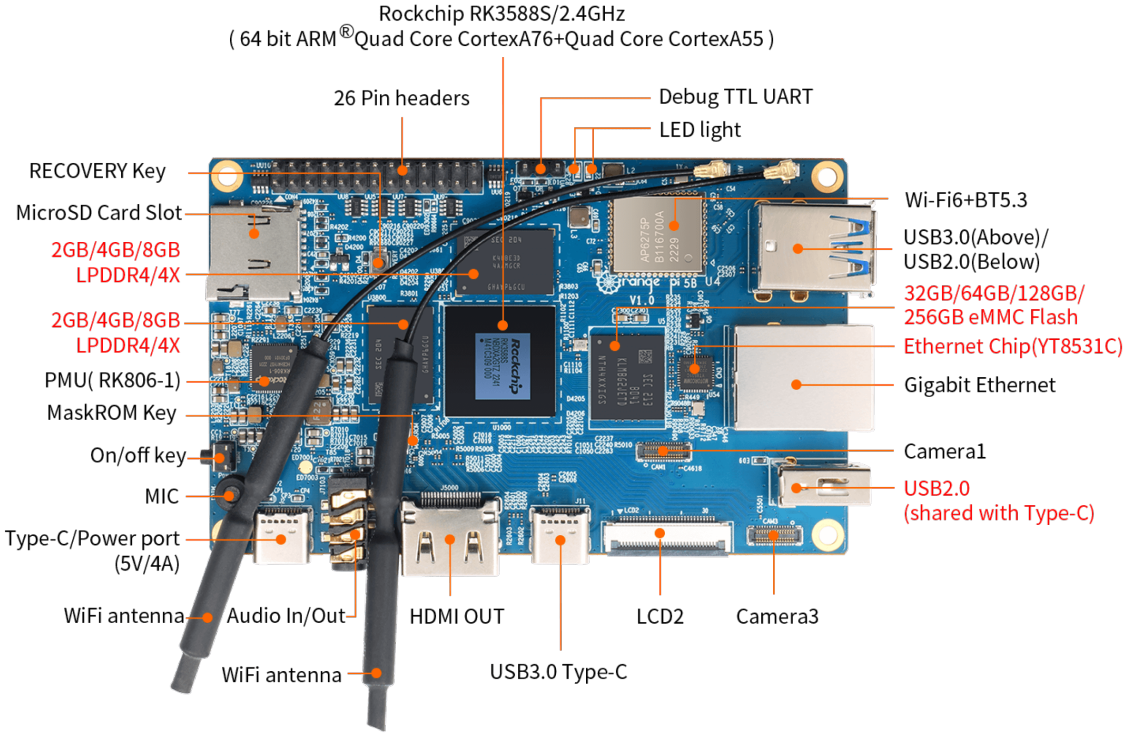

Figura 2.6: Imagem de uma placa Orange Pi 5B.

Capítulo 3

Sistema operacional

Para a elaboração do texto, foram consultadas as seguintes referências: [Orac], [Ras], [Wika].

3.1 Introdução

Para que seja possível a utilização dos *Single Board Computers*, é necessária a instalação de um sistema operacional (SO). Todas as placas citadas no Capítulo 2 possuem um processador baseado na arquitetura ARM [Oraa] [Ras] Logo, é necessário um SO desenvolvido para tal arquitetura. Dentre os mais famosos sistemas utilizados para este fim, são as distribuições do Linux, principalmente o Ubuntu e uma versão adaptada do Android para processadores ARM.

3.2 Definição de um sistema operacional

O Sistema operacional é um *software* com a função de gerenciar e administrar recursos de um determinado *hardware*. Ele faz o intermédio entre o *hardware* e o usuário, transformando, por exemplo, comandos do *mouse* (sobre ícones) e do teclado (em linhas de comando) em solicitações ao sistema.

Nem todos os sistemas operacionais possuem uma interface gráfica, pois estas requerem um alto nível de processamento gráfico para executar tarefas simples. Os sistemas operacionais que não possuem interface gráfica podem ser encontradas em servidores ou em máquinas mais simples, recebendo solicitações referentes às suas operações por meio de linhas de comando, em um terminal de vídeo (*display*).

Dentre as funções básicas dos computadores de uso geral, podem-se citar as seguintes:

- Gerenciamento da interface com o usuário;
- Compartilhamento de *hardware* entre usuários;
- Compartilhamento de dados entre usuários;
- Gerenciamento dos dispositivos de entrada e saída;
- Tratamento e recuperação de erros.

3.3 Sistemas operacionais compatíveis

3.3.1 ArmBian

O ArmBian é uma distribuição do Linux projetada especialmente para placas com processadores ARM, com arquitetura aarch64, x86 e 64 *bits*. É baseada em uma versão estável do Debian ou do Ubuntu, incluindo uma variedade de ferramentas adicionais ao padrão do Debian, as quais facilitam os usuários mais avançados a realizarem adaptações aos seus projetos. Ela também possui suporte para aceleração de vídeo 3D.

Nos experimentos associados a este tutorial, foi utilizado o ArmBian, instalado em uma placa Orange Pi PC V1. Ele foi escolhido pela sua fácil instalação, bem como pela sua interface gráfica simples e completa, apresentando um melhor desempenho em tais placas.

3.3.2 Ubuntu

O Ubuntu é a mais famosa distribuição do *kernel* do Linux, sendo baseado na distribuição Debian. Sua aplicação é parecida com o ArmBian, resultando em apenas algumas diferenças de interface e aplicativos pré-instalados.

3.3.3 Android

O Android é um sistema operacional também baseado em Linux. É amplamente utilizado em dispositivos móveis, como *smartphones e tablets*. Ele é conhecido por ser um *software* pronto, de baixo custo e altamente personalizável. Por isso, é atualmente o *software* para dispositivos móveis mais utilizado no mundo. Sua aplicação nas placas SoC oferece uma experiência parecida com um dispositivo móvel, podendo fazer parte de projetos na categoria “portátil”.

Capítulo 4

Instalação do sistema operacional

4.1 Introdução

Nesse capítulo, será apresentado como realizar a instalação do sistema operacional Armbian na placa Orange Pi PC V1 [Oraa].

4.2 Obtenção dos arquivos de instalação do SO

O primeiro passo é baixar o *software* gratuito Balena Etcher em um computador, com SO Windows ou Linux. Este *software* é responsável pela gravação de arquivos de imagem (arquivos de instalação) e por configurar um dispositivo de armazenamento (*pen-drive* ou cartão micro-USB) de forma que estes se tornem dispositivos *bootáveis*. Ele pode ser acessado pelo seguinte URL: `https://etcher.balena.io/` . Em seguida, deve-se selecionar o arquivo de *download* adequado para o *hardware* desejado.

Para este tutorial, foi usado o sistema operacional Armbian. Para obtê-lo, deve-se acessar o seguinte URL: `http://www.orangepi.org/html/hardWare/computerAndMicrocontrollers/service-and-support/Orange-Pi-PC.html`. Em seguida, deve-se escolher a opção *Armbian*, selecionar o arquivo com nome *Armbian 23.02.2 Orangepipc jammy versão para desktop* e fazer o *download*.

Finalizado o *download*, deve-se executar o Balena Etcher e conectar o cartão micro-SD no computador. Se houver dados importantes no cartão micro-SD, deve-se fazer um *backup*, antes de usá-lo, pois todos os dados serão perdidos após a instalação do sistema.

Ao acessar o aplicativo, clicar no botão *"Flash from file"* e selecionar o arquivo imagem (".ISO"), baixado previamente. Esse processo é ilustrado na Figura 4.1.

Em seguida, clicar em *"Select target"* e selecionar o cartão micro-SD. Isso é mostrado nas Figuras 4.2 e 4.3.

Finalizando, clicar em *"Flash"* e esperar o programa instalar o sistema no cartão micro-SD. Isso é mostrado na Figura 4.4.

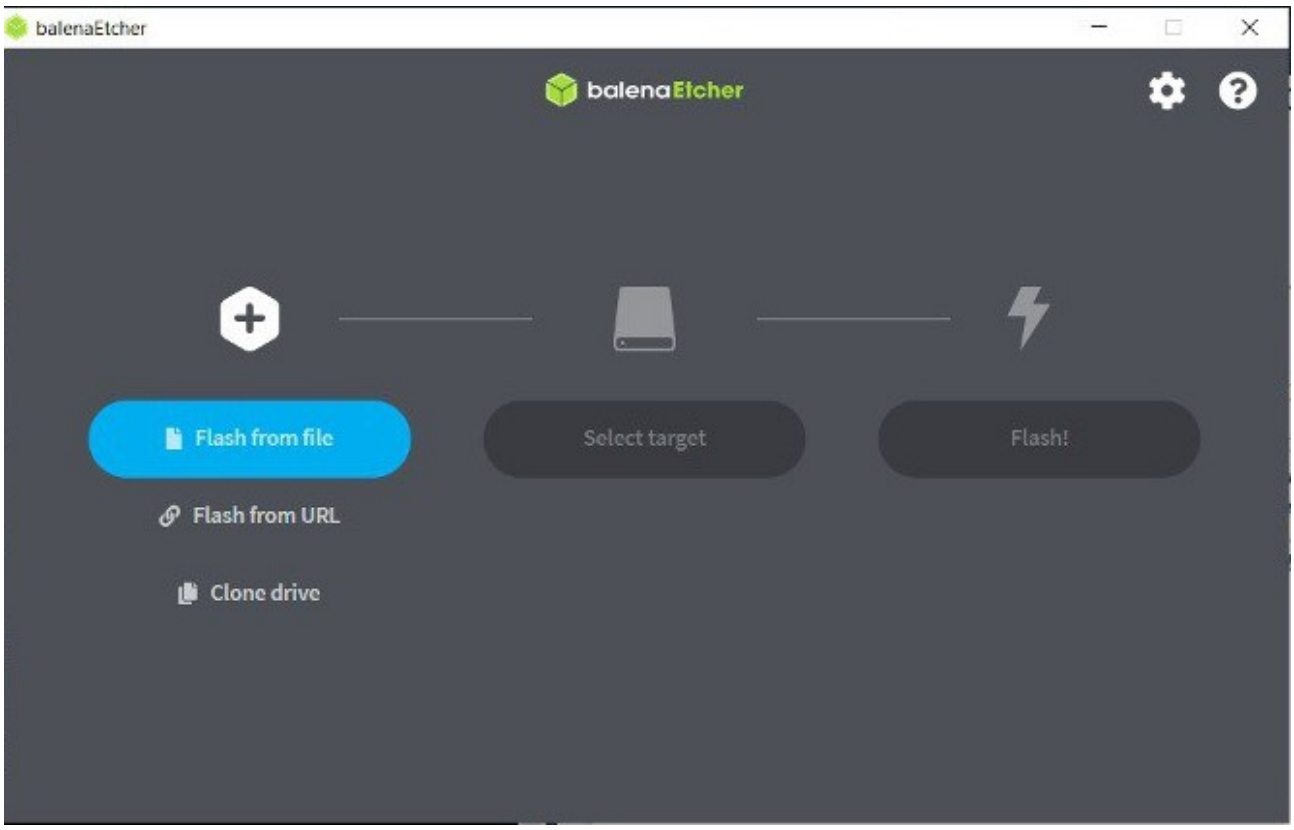

Figura 4.1: Imagem da página inicial do aplicativo Balena Etcher.

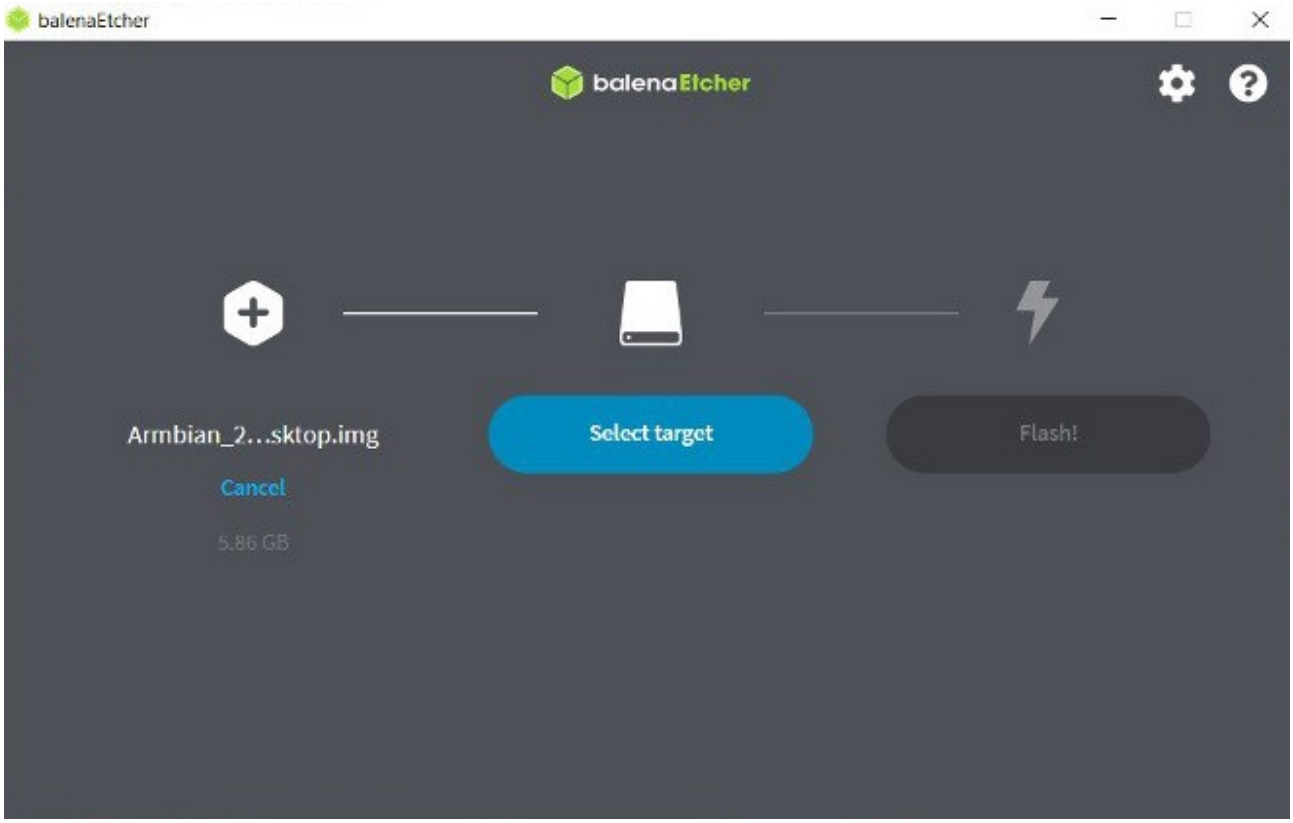

Figura 4.2: Imagem da seleção do arquivo.img .

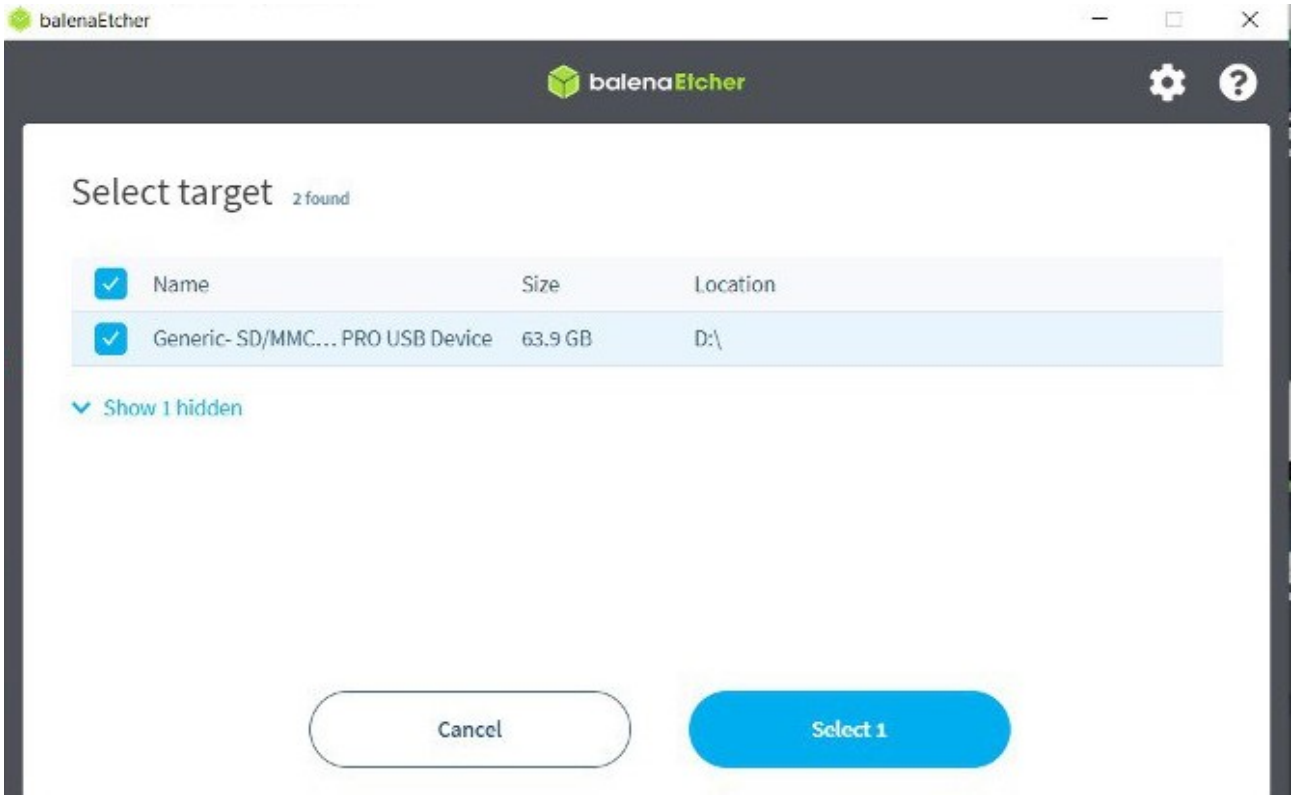

Figura 4.3: Imagem da seleção do micro-SD.

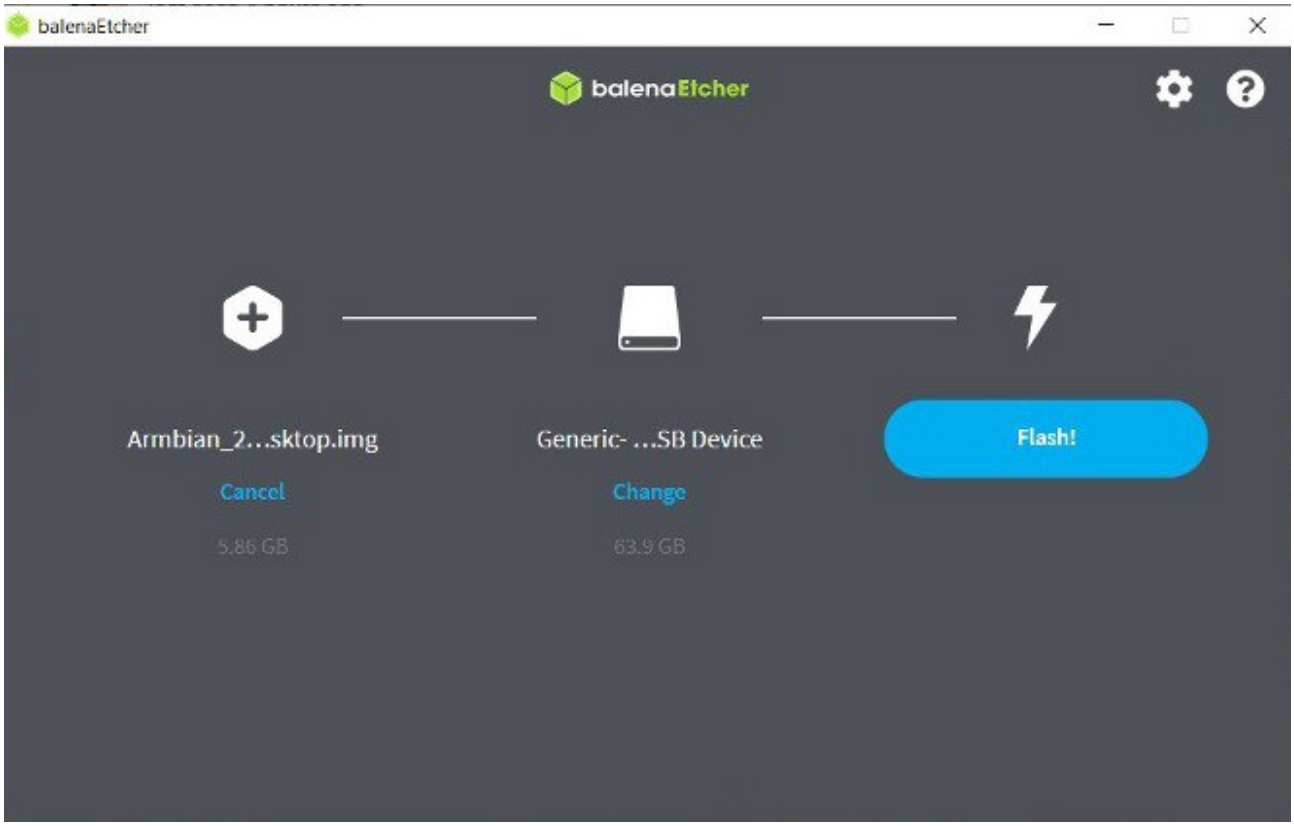

Figura 4.4: Imagem da última etapa do aplicativo Balena Etcher.

4.3 Configuração do SO no Orange Pi PC

Após ter efetuado todos os passos da Seção 4.2, a próxima etapa é realizar a configuração inicial na placa Orange Pi. Para isso, deve-se inserir o cartão micro-SD no qual o sistema foi instalado e energizar a placa.

O primeiro passo é a criação da senha do usuário *root* (super-usuário). É muito importante guardar esta senha, pois a mesma será usada diversas vezes no sistema. A imagem da tela de criação da senha do usuário *root* é apresentada na Figura 4.5.

Em seguida, deve-se criar um usuário comum. Para isso, selecionar o comando *bash*, escrever o nome de usuário desejado e criar a senha do usuário. Deve-se notar que o sistema não aceita espaços e travessões. Isso é ilustrado na Figura 4.6. Para finalizar a criação, informar o seu nome real do usuário.

Ao concluir o processo, se a placa estiver conectada à Internet, com acesso à Web, o sistema detecta o fuso horário automaticamente. Caso contrário, ele pode ser selecionado manualmente pelo usuário. A seleção de fuso horário é mostrada na Figura 4.7.

Ao concluir todos os passos, o sistema será instalado com sucesso. A tela inicial do sistema operacional Armbian é mostrada na Figura 4.8.

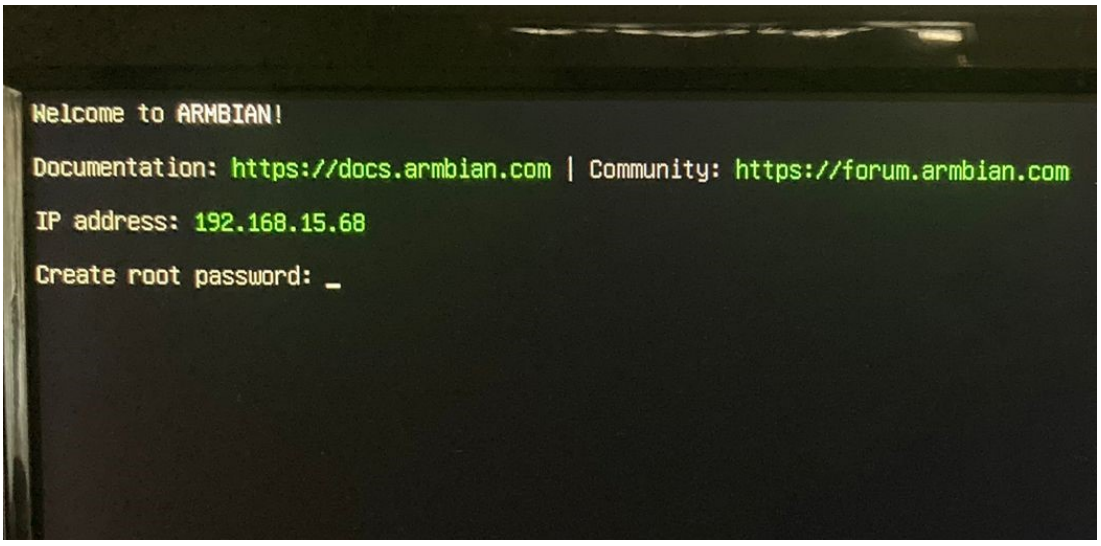

Figura 4.5: Imagem da tela de criação da senha do usuário *root*.

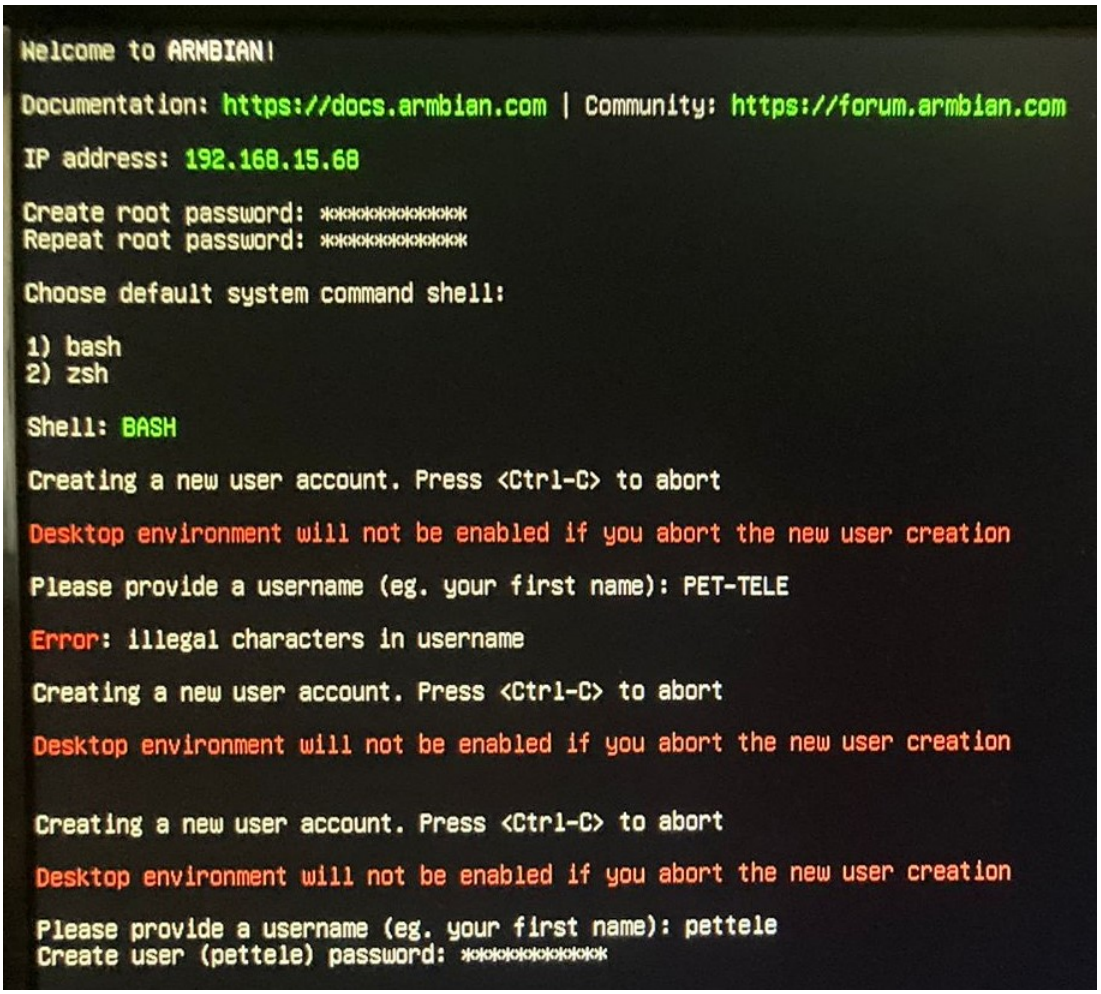

Figura 4.6: Imagem da tela de criação de um usuário comum.

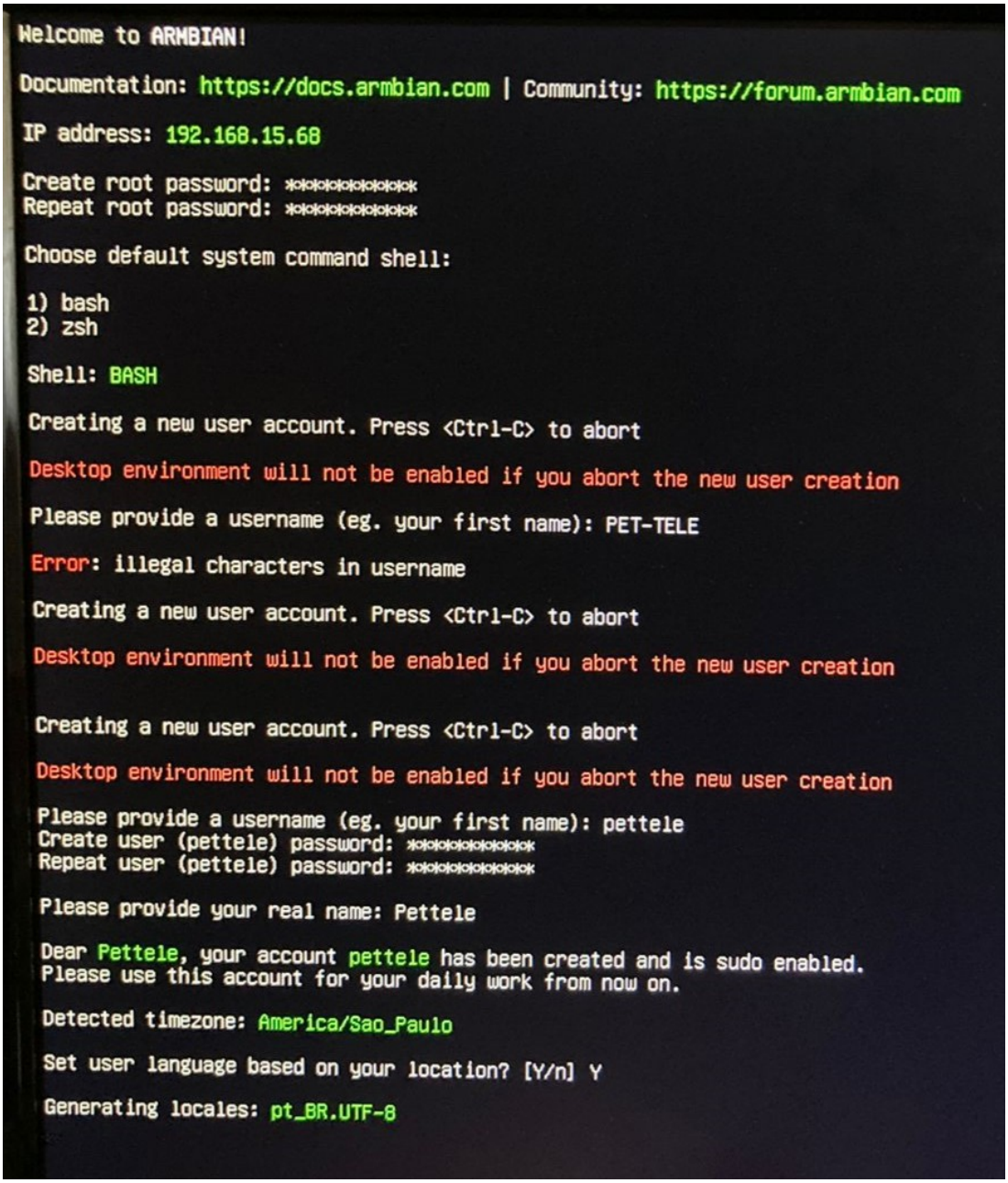

Figura 4.7: Imagem da tela de seleção de fuso horário.

Figura 4.8: Imagem da tela inicial do sistema operacional Armbian.

Capítulo 5

Aplicação da placa Raspberry Pi no PET-Tele

5.1 Introdução

Nesse capítulo, será comentado como os computadores de placa única, mais especificamente as placas Orange Pi, foram utilizados pelo grupo PET-Tele.

5.2 Máquinas para aulas de laboratório

A disciplina optativa "TET-00.319 – Introdução ao *kit* de desenvolvimento Arduino I" [Ard] possui caráter prático e é lecionada com a participação do grupo PET-Tele em Iniciação à Docência. Para que as aulas de laboratório sejam executadas adequadamente, é necessário que se tenha uma unidade completa de um computador (com gabinete, teclado, *mouse* e monitor), bem como o ambiente de desenvolvimento integrado (*Integrated Development Environment* ou IDE) do Arduino instalado, para cada aluno ou para cada dupla de aluno. Porém, alguns computadores do grupo não operavam de forma mínima para que fosse possível a realização destas aulas. Assim sendo, havia uma necessidade urgente de novos computadores. Diante da impossibilidade de compra de novos computadores, o grupo precisava de uma solução de baixo custo. Em caráter experimental, foram introduzidos os computadores de placa única, que se mostraram totalmente capazes de suprir as necessidades do grupo. Atualmente, após o desenvolvimento deste trabalho, o grupo conta com três unidades da placa Orange Pi PC V1, cada uma com *mouse*, teclado e monitor próprios, e todas com o sistema operacional Armbian e o IDE Arduino instalados.

5.3 Máquinas para estudo e trabalho

Além de viabilizar as aulas de Arduino, os computadores de placa única possibilitam seu uso como máquinas de estudo e trabalho, com acesso à *Web*. Sua implementação no grupo foi de extrema importância, pois possibilitam aos alunos que não têm recursos financeiros para adquirirem um computador pessoal a acessarem a *Web* e realizar seus estudo e trabalhos pessoais dentro da universidade.

Referências bibliográficas

[Ard] Arduino. *Website oficial*. URL: https://www.arduino.cc/. Acesso em: 18/01/2024.

[Can] CanaKit. *Website oficial*. URL: https://www.canakit.com/raspberry-pi-2.html?cid=usd&src=raspberrypi. Acesso em: 18/01/2024.

[Gru] Grupo PET-Tele. *PET-Tele / UFF*. URL: http://www.telecom.uff.br/pet/. Acesso em: 18/01/2024.

[Min] Ministério da Educação (MEC). *Programa de Educação Tutorial (PET)*. URL: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480. Acesso em: 18/01/2024.

[Oraa] Orange Pi. *Website oficial*. URL: http://www.orangepi.org/html/hardWare/computerAndMicrocontrollers/details/Orange-Pi-Zero-2W.html. Acesso em: 18/01/2024.

[Orab] Orange Pi. *Website oficial*. URL: https://www.amazon.com/dp/B07ZYZ4SPR?th=1. Acesso em: 18/01/2024.

[Orac] Orange Pi Provider. *Website do Orange Pi*. URL: http://www.orangepi.org/. Acesso em: 18/01/2024.

[Ras] Raspberry Pi Provider. *Website do Raspberry Pi*. URL: https://www.raspberrypi.com/. Acesso em: 18/01/2024.

[Wika] Wikipedia. *Website oficial*. URL: https://pt.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi. Acesso em: 18/01/2024.

[Wikb] Wikipedia. *Website oficial*. URL: https://pt.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi. Acesso em: 18/01/2024.