

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

Etec TRAJANO CAMARGO

**Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em
Eletroeletrônica**

Enzo Ferian Copato

Henrique Santos Araújo

João Pedro Arantes de Andrade

**ASSISTENTE DE VOZ COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZANDO
RASPBERRY PI**

Limeira

2025

Enzo Ferian Copato

Henrique Santos Araújo

João Pedro Arantes de Andrade

**ASSISTENTE DE VOZ COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL UTILIZANDO
RASPBERRY PI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Eletroeletrônica da Etec Trajano Camargo, orientado pelo Prof. Carlos Alberto Serpeloni Barros, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Eletroeletrônica.

Limeira

2025

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Entrada USB tipo C do Raspberry Pi 5.....	8
Figura 2 - Entradas USB do Raspberry Pi 5.....	8
Figura 3 - Entrada Ethernet do Raspberry Pi 5.....	9
Figura 4 - Conexão correta de um cartão Micro SD no Raspberry Pi.....	9
Figura 5 - Tela inicial do Sistema Operacional Raspbian.....	10
Figura 6 - Microfone corretamente conectado ao Raspberry Pi.....	11
Figura 7 - Ícone do LXTerminal no Raspberry Pi.....	12
Figura 8 - Comando change directory sendo utilizado no LXTerminal.....	13
Figura 9 - Pasta “raspberry-pi” e seus principais arquivos.....	13
Figura 10 - Criação do virtual environment no terminal.....	14
Figura 11 - Ativação do virtual environment no terminal.....	14
Figura 12 - Inicialização do Assistente de Voz, Iso, no terminal.....	15
Figura 13 - Mensagem “Diga Hey Iso”, indicando o funcionando do assistente.....	15
Figura 14 - Opções relacionadas ao Bluetooth no Raspberry Pi.....	20
Figura 15 - Exemplo de aparelho disponível para conexão.....	20
Figura 16 - Mensagem de pareamento correto.....	20
Figura 17 - Etapas finais no pareamento do dispositivo Bluetooth.....	21
Figura 18 - Raspberry Pi 5.....	26
Figura 19 - Alto-Falante USB SP-303.....	27
Figura 20 - Microfone USB CMTECK Cm-003.....	28
Figura 21 - Cabo Ethernet.....	29
Figura 22 - Fonte de alimentação 5.1V 27W.....	30
Figura 23 - Cartão Micro SD de 64GB.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 DADOS DE INSTALAÇÃO.....	7
2.1 Componentes necessários para o funcionamento.....	7
2.2 Instalação e conexão correta com o Raspberry Pi.....	7
2.2.1 Conexão da fonte de alimentação.....	8
2.2.2 Conexão de alto-falantes e microfones USB.....	8
2.2.3 Conexão do cabo de rede ethernet.....	9
2.2.4 Conexão do cartão Micro SD.....	9
2.3 Verificação das conexões.....	10
2.4 Inicialização e utilização do assistente de voz.....	11
3 OPERAÇÃO / USO.....	12
3.1 Inicialização manual do assistente de voz.....	12
3.1.1 Abertura do LXTerminal.....	12
3.1.2 Comando “Change Directory”.....	12
3.1.3 Ativação do “Virtual Environment”.....	13
3.1.4 Inicialização do programa do assistente de voz.....	14
3.2 Programação em python para funcionamento do assistente de voz.....	15
3.3 Conexão de dispositivos Bluetooth com o assistente.....	19
4 MANUTENÇÃO.....	22
4.1 Manutenção Corretiva.....	22
4.2 Manutenção Preventiva.....	24
4.3 Pequenos Reparos.....	25
5 LISTA DE MATERIAIS.....	26
5.1 Raspberry Pi 5.....	26
5.2 Alto-Falante C3Tech SP-303 USB.....	27
5.3 Microfone de Conferência USB Cmteck Cm-003.....	28
5.4 Cabo de Conexão Ethernet.....	29
5.5 Fonte de alimentação 5.1V 27W.....	30
5.6 Cartão Micro SD.....	30
6 SUPORTE.....	32
7 TREINAMENTO.....	33
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2022, com o lançamento de refinados modelos de Inteligência Artificial, o mundo presenciou o começo de um movimento revolucionário na tecnologia. Lançado em novembro de 2022, o “*Chat GPT*” tornou as inteligências artificiais conhecidas ao redor de todo o mundo. É possível afirmar que esse lançamento marcou o início da Primavera da Inteligência Artificial, que se caracteriza principalmente pela expansão contínua dessa tecnologia, possibilitando muitas possibilidades inovadoras e que jamais eram esperadas anteriormente.

O ChatGPT, o popular chatbot da OpenAI, atingiu 100 milhões de usuários ativos mensais em janeiro, apenas dois meses após o lançamento, tornando-se o aplicativo de consumo de crescimento mais rápido da história, de acordo com comentário do banco suíço UBS. “Em 20 anos seguindo o espaço da internet, não podemos nos lembrar de uma rampa mais rápida de adoção de um aplicativo voltado ao consumidor”, escreveram analistas do UBS. (FORBES, 2023).

Com o desenvolvimento acelerado de novos modelos de inteligência artificial, tecnologias inovadoras como o text-to-speech (texto para fala), LLMs (modelos de IA geradores de textos), generative AI (IA generativa), e várias outras, surgiram e revolucionaram o meio digital. Hoje, grande parte da população faz uso diário dessas tecnologias e elas representam um marco desse século.

Nesse contexto, diversos modelos de inteligência artificial disponibilizam suas respectivas APIs (Application Programming Interface, Interface de Programação de Aplicação), que permitem a comunicação entre dois componentes de software diferentes, utilizando um conjunto de definições e protocolos. Por exemplo, o sistema de software do instituto meteorológico contém dados meteorológicos diários. A aplicação para a previsão do tempo em seu telefone “fala” com esse sistema por meio de APIs e mostra atualizações meteorológicas diárias no telefone. (AMAZON WEB SERVICES, 2025).

Um meio para a implementação dessa tecnologia seria a utilização de um Raspberry Pi. O Raspberry Pi é um microcomputador de placa única, criado pela Raspberry Pi Foundation. Além do seu fácil manuseio o tornar ideal para aprendizado em programação, ele é totalmente capaz de realizar a integração de diversos projetos diversificados, como a automação de tarefas, robótica, emulação de videogames e diversas outras aplicações extremamente relevantes.

Com o objetivo de tornar a inteligência artificial mais presente no nosso dia-a-dia e levar a mesma para toda a população, além de auxiliar em tarefas do nosso cotidiano; iremos criar um assistente de voz com inteligência artificial. Para isso, iremos fazer uso de uma Interface de Programação de Aplicação de uma IA, além do microcomputador conhecido como “Raspberry Pi”.

Este projeto visa tornar a utilização da inteligência artificial uma coisa mais difundida e fácil de ser compreendida através de um assistente de voz, além de proporcionar funcionalidades úteis e únicas de Inteligências Artificiais para o nosso cotidiano. Através deste assistente, qualquer pessoa será capaz de interagir com uma inteligência artificial de maneira prática.

2 DADOS DE INSTALAÇÃO

A instalação correta do Assistente de Voz com Inteligência Artificial utilizando o Raspberry Pi é essencial para que o mesmo funcione da forma correta e esperada. Nesta seção, poderão ser observadas algumas instruções para a instalação correta do assistente de voz, visando o seu funcionamento correto.

2.1 Componentes necessários para o funcionamento

Para que o assistente funcione da forma correta, é necessário que os componentes a seguir estejam disponíveis e funcionando corretamente:

- Fonte de alimentação 5.1V 25W;
- Alto-falante USB;
- Microfone USB;
- Raspberry Pi 5 8GB RAM;
- Cartão Micro SD;
- Cabo de rede ethernet.

Vale ressaltar que, o alto-falante e o microfone USB originais desse produto podem ser substituídos por peças alternativas, desde que possuam conexão USB ou tenham tecnologia Bluetooth.

2.2 Instalação e conexão correta com o Raspberry Pi

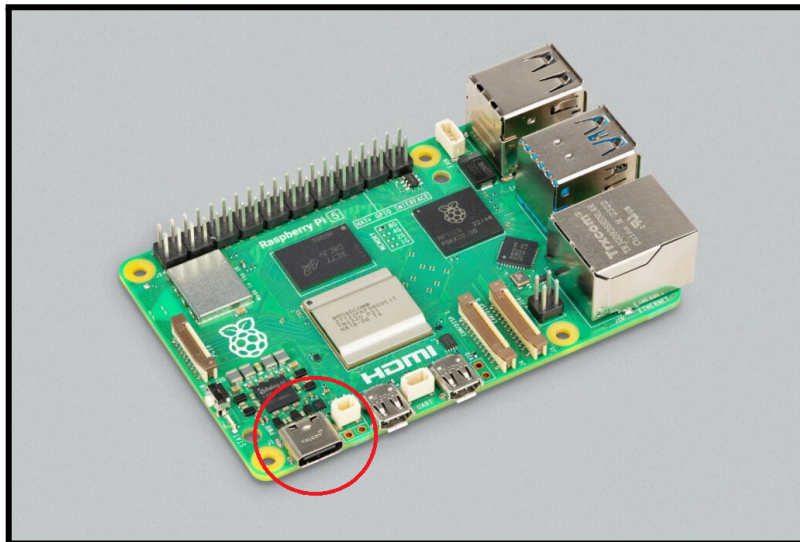
A conexão correta dos componentes com o Raspberry Pi é de extrema importância, visto que erros nessa etapa irão ocasionar na falha do funcionamento do produto. Para seguir os passos a seguir é necessário ter todos os componentes listados anteriormente em mãos e em pleno funcionamento, a fim de garantir uma instalação correta e segura. Os tópicos a seguir mostram um passo-a-passo na conexão dos componentes do produto e os cabos essenciais para o seu funcionamento.

CUIDADO: O Raspberry Pi é o componente mais importante para o funcionamento do produto. Danos causados no mesmo podem causar falha total no funcionamento do assistente de voz. Manuseie o microcomputador com cuidado e atenção, nunca segurando o mesmo fazendo contato direto com os seus componentes internos e trilhas da placa PCB.

2.2.1 Conexão da fonte de alimentação

Para o funcionamento do Raspberry Pi, é necessário realizar a conexão da sua fonte de alimentação na sua entrada USB tipo C. A imagem a seguir demonstra onde deve ser feita essa conexão:

Figura 1 - Entrada USB tipo C do Raspberry Pi 5

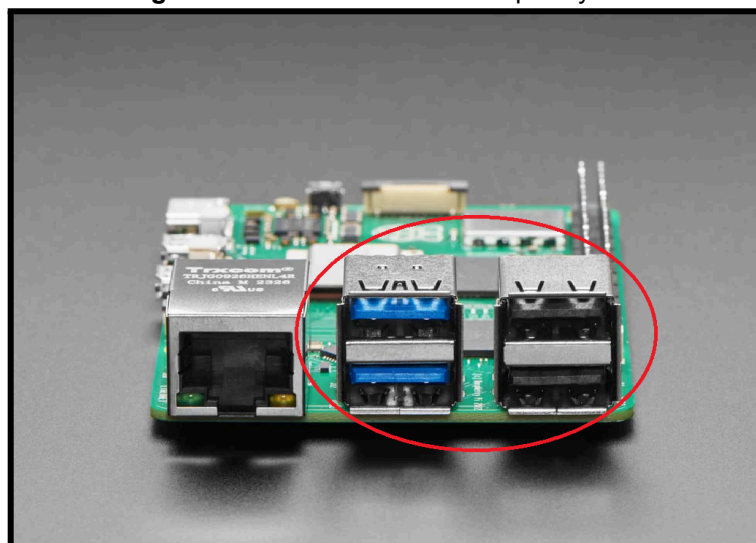


Fonte: adaptado de RASPBERRY PI, 2023.

2.2.2 Conexão de alto-falantes e microfones USB

A saída e entrada de áudio são aspectos essenciais na comunicação entre o assistente de voz e o usuário. Para realizar a conexão desses componentes com o Raspberry Pi, devem ser realizadas conexões nas entradas USB indicadas abaixo:

Figura 2 - Entradas USB do Raspberry Pi 5

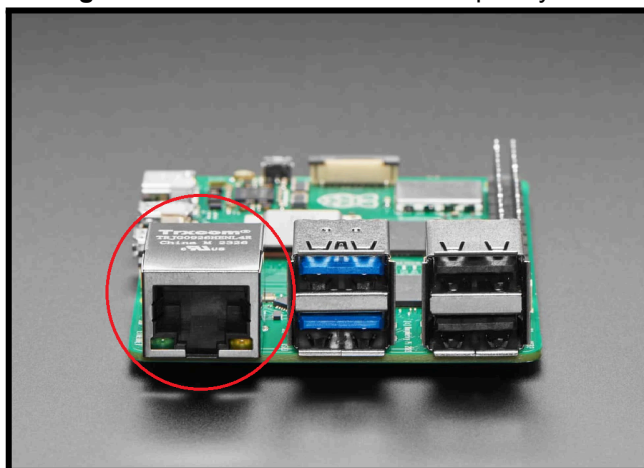


Fonte: adaptado de CIRCUITROCKS, [s.d].

2.2.3 Conexão do cabo de rede ethernet

Para o funcionamento do assistente de voz, é necessário algum tipo de conexão com a internet. A maneira mais confiável e fácil para realizar essa conexão é utilizando um cabo de rede diretamente conectado com o seu roteador. A conexão com o Raspberry Pi deve ser feita na entrada indicada a seguir:

Figura 3 - Entrada Ethernet do Raspberry Pi 5

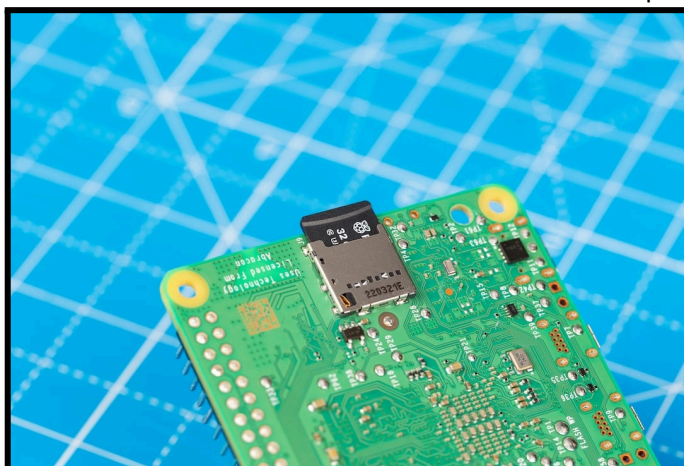


Fonte: adaptado de CIRCUITROCKS, [s.d].

2.2.4 Conexão do cartão Micro SD

O cartão Micro SD carrega em seu armazenamento o sistema operacional Raspbian, além de ter toda a programação para o funcionamento do assistente de voz. A conexão deve ser feita como indicada na imagem abaixo:

Figura 4 - Conexão correta de um cartão Micro SD no Raspberry Pi



Fonte: RASPBERRY PI, [s.d].

CUIDADO: Nosso produto possui um cartão Micro SD com toda a programação necessária para o funcionamento do nosso assistente de voz. A conexão correta do

mesmo é essencial para que ele funcione da forma devida. Danos causados a esse cartão podem causar perda total de dados relacionados ao assistente, portanto o manuseio correto desse componente é crucial para o funcionamento do produto.

2.3 Verificação das conexões

A fim de ter certeza que o Raspberry Pi está com todos seus componentes devidamente conectados, pode-se realizar a verificação utilizando um cabo de conexão HDMI x micro HDMI. Basta conectar o micro HDMI no Raspberry PI e o HDMI em algum monitor que suporte essa entrada. Com o Raspberry Pi conectado à tela do monitor, você terá acesso a todo o sistema operacional do microcomputador.

Ao seguir esses passos, desde que você tenha um mouse e teclado à disposição, você poderá fazer manutenções e reparos diretamente no sistema operacional do microcomputador. Além disso, poderá acionar o assistente de voz de forma manual.

Figura 5 - Tela inicial do Sistema Operacional Raspbian



Fonte: acervo pessoal, 2025.

Para realizar a verificação das conexões feitas no Raspberry, basta observar o canto superior direito da tela para observar se as conexões foram feitas da forma esperada:

Figura 6 - Microfone corretamente conectado ao Raspberry Pi



Fonte: acervo pessoal, 2025.

Outro meio de acessar o sistema operacional do Raspberry Pi é utilizar aplicativos como o VNC viewer, disponível em: <https://www.realvnc.com/pt/connect/download/viewer/>, ou o Raspberry Pi Connect, disponível em: <https://www.raspberrypi.com/software/connect/>.

2.4 Inicialização e utilização do assistente de voz

Depois de seguir todos os passos anteriores da forma correta, você agora conseguirá utilizar o seu mais novo Assistente de Voz: Iso. Para que o Assistente de Voz comece a sua conversa, basta chamar por ele, dizendo: “Hey Iso!”. Ao dizer a frase de ativação, ele deve começar a funcionar e ser o seu ajudante no dia-a-dia.

A seção a seguir irá detalhar a sua operação e uso, indicando como ligar o assistente de forma manual e mostrando um pouco da sua programação.

3 OPERAÇÃO / USO

Com a montagem e instalação correta de todos os componentes em junção com o Raspberry Pi, você finalmente será capaz de utilizar o seu assistente de voz.

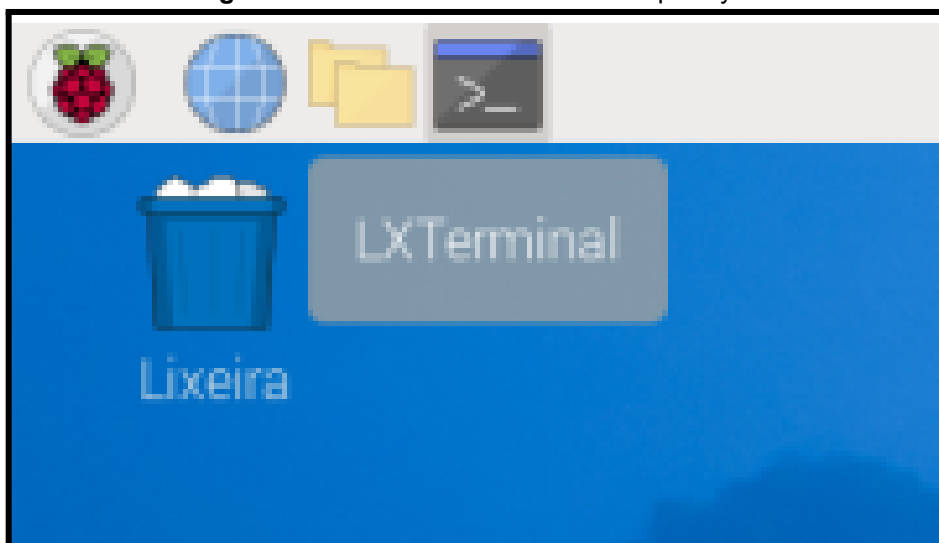
3.1 Inicialização manual do assistente de voz

Para a inicialização manual do assistente de voz, você precisará ter acesso ao sistema operacional do Raspberry Pi, assim como descrito na seção “Verificação das Conexões”. Tendo acesso ao Sistema Operacional do Raspberry Pi, você deverá seguir o seguinte passo a passo para ativar o seu assistente:

3.1.1 Abertura do LXTerminal

No canto superior esquerdo da tela inicial do SO do Raspberry Pi, você encontrará o LXTerminal, que é o terminal de comandos onde será realizada a ativação do assistente de voz.

Figura 7 - Ícone do LXTerminal no Raspberry Pi



Fonte: acervo pessoal, 2025.

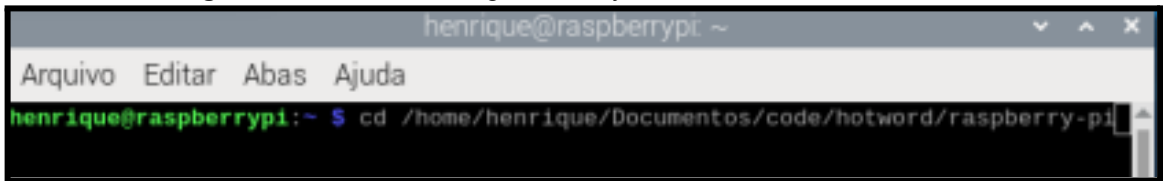
3.1.2 Comando “Change Directory”

Com o terminal aberto, você deverá escrever o seguinte comando:

```
“cd /home/henrique/Documentos/code/hotword/raspberry-pi”
```

O comando “cd” significa change directory, ou seja, mudar diretórios. Ele serve para realizar a navegação entre os documentos do microcomputador. Nesse caso, a pasta localizada em */home/henrique/Documentos/code/hotword/raspberry-pi* contém os arquivos necessários para o funcionamento do nosso assistente de voz.

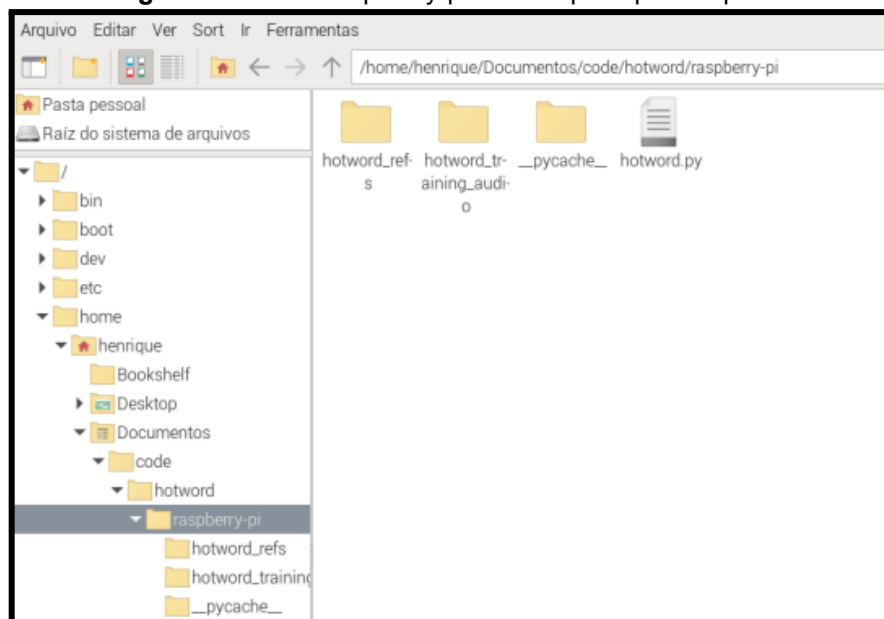
Figura 8 - Comando change directory sendo utilizado no LXTerminal



Fonte: acervo pessoal, 2025.

Essa pasta contém os seguintes arquivos: *hotword_refs*, *hotword_training_audio*, *__pycache__* e *hotword.py*. Esses arquivos podem ser observados na imagem a seguir:

Figura 9 - Pasta “raspberrypi” e seus principais arquivos



Fonte: acervo pessoal, 2025.

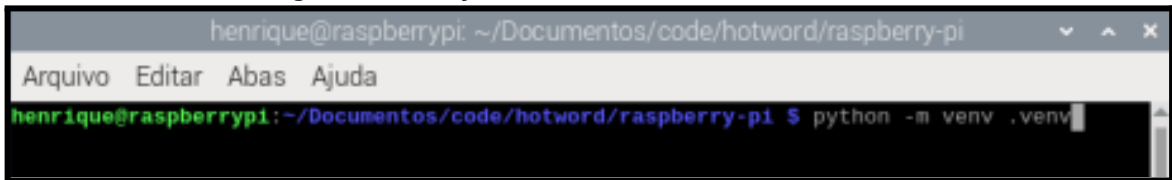
As duas primeiras pastas “*hotword_refs*” e “*hotword_training_audio*” são as pastas com os arquivos necessários para a detecção da frase de ativação . Nelas, estão os áudios de referência e o treinamento para a Inteligência Artificial conseguir identificar a frase: “Hey Iso!”.

3.1.3 Ativação do “*Virtual Environment*”

Para que o programa não interfira com nenhuma outra atividade ocorrendo dentro do microcomputador e funcione de forma plena e eficiente, será criado um “Espaço Virtual” no Raspberry Pi. Esse “Espaço Virtual”, é criado executando o seguinte comando:

“python -m venv .venv”

Figura 10 - Criação do virtual environment no terminal

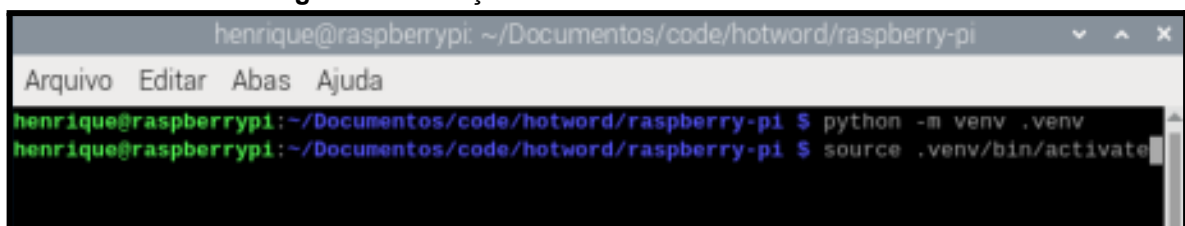
A terminal window on a Raspberry Pi. The title bar shows 'henrique@raspberrypi: ~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi'. The menu bar contains 'Arquivo', 'Editar', 'Abas', and 'Ajuda'. The terminal prompt is 'henrique@raspberrypi:~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi \$'. The command 'python -m venv .venv' has been entered and executed, with a cursor at the end of the line.

Fonte: acervo pessoal, 2025.

Depois de criar o virtual environment, você precisa ativar o mesmo utilizando o seguinte comando:

“source .venv/bin/activate”

Figura 11 - Ativação do virtual environment no terminal

A terminal window on a Raspberry Pi, similar to Figure 10. The title bar and menu bar are the same. The terminal prompt is 'henrique@raspberrypi:~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi \$'. The first command 'python -m venv .venv' has been executed. The second command 'source .venv/bin/activate' has been entered and executed, with a cursor at the end of the line.

Fonte: acervo pessoal, 2025.

Agora, todos os pacotes e bibliotecas utilizados em nosso assistente de voz estarão protegidos e devidamente isolados do restante do Sistema Operacional, evitando que conflitos relacionados a versões de arquivos ocorram. A partir de agora, os comandos colocados no terminal terão a indicação (.venv), comprovando que o *virtual environment* foi ativado e está funcionando devidamente.

3.1.4 Inicialização do programa do assistente de voz

Agora que o espaço virtual foi ativado, podemos finalmente executar o programa do assistente de voz. Para fazer isso, devemos antes exportar duas variáveis relacionadas à API do nosso assistente de voz. Para fazer isso, digite os seguintes comandos no terminal:

“export

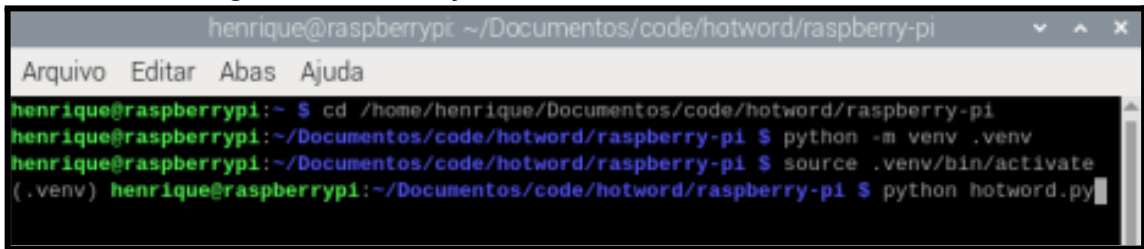
ELEVENLABS_API_KEY=b38214f80b574f4c62d8a9acc164c31406c642be9db3da5c30617512a18cfd9a

export ELEVENLABS_AGENT_ID=agent_5301k7fzk0h5fspa1tja73py56p0”

Com as variáveis devidamente atribuídas, basta executar o seguinte comando no LXTerminal para que o assistente de voz comece a funcionar:

“python hotword.py”

Figura 12 - Inicialização do Assistente de Voz, Iso, no terminal

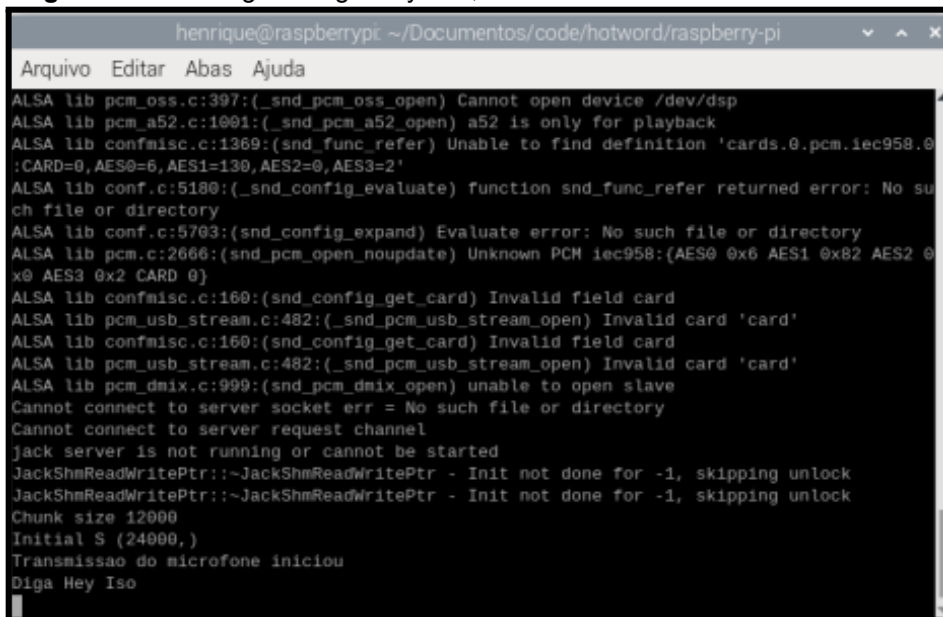


```
henrique@raspberrypi: ~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi
Arquivo Editar Abas Ajuda
henrique@raspberrypi:~$ cd /home/henrique/Documents/code/hotword/raspberry-pi
henrique@raspberrypi:~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi$ python -m venv .venv
henrique@raspberrypi:~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi$ source .venv/bin/activate
(.venv) henrique@raspberrypi:~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi$ python hotword.py
```

Fonte: acervo pessoal, 2025.

Depois de executar esse comando deverá aparecer no seu terminal, como última mensagem, a frase “Diga Hey Iso” juntamente com “Transmissão do microfone iniciou”. Ela indica que o assistente de voz está ativo, e basta dizer essas palavras para que ele te responda de forma rápida e eficaz!

Figura 13 - Mensagem “Diga Hey Iso”, indicando o funcionamento do assistente



```
henrique@raspberrypi: ~/Documentos/code/hotword/raspberry-pi
Arquivo Editar Abas Ajuda
ALSA lib pcm_oss.c:397:(snd_pcm_oss_open) Cannot open device /dev/dsp
ALSA lib pcm_a52.c:1001:(snd_pcm_a52_open) a52 is only for playback
ALSA lib confmisc.c:1369:(snd_func_refer) Unable to find definition 'cards.0.pcm.iec958.0
: CARD=0, AES0=6, AES1=130, AES2=0, AES3=2'
ALSA lib conf.c:5180:(snd_config_evaluate) function snd_func_refer returned error: No su
ch file or directory
ALSA lib conf.c:5703:(snd_config_expand) Evaluate error: No such file or directory
ALSA lib pcm.c:2666:(snd_pcm_open_noupdate) Unknown PCM iec958:(AES0 0x6 AES1 0x82 AES2 0
x0 AES3 0x2 CARD 0)
ALSA lib confmisc.c:160:(snd_config_get_card) Invalid field card
ALSA lib pcm_usb_stream.c:482:(snd_pcm_usb_stream_open) Invalid card 'card'
ALSA lib confmisc.c:160:(snd_config_get_card) Invalid field card
ALSA lib pcm_usb_stream.c:482:(snd_pcm_usb_stream_open) Invalid card 'card'
ALSA lib pcm_dmix.c:999:(snd_pcm_dmix_open) unable to open slave
Cannot connect to server socket err = No such file or directory
Cannot connect to server request channel
jack server is not running or cannot be started
JackShmReadWritePtr::~JackShmReadWritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
JackShmReadWritePtr::~JackShmReadWritePtr - Init not done for -1, skipping unlock
Chunk size 12000
Initial S (24000,)
Transmissao do microfone iniciou
Diga Hey Iso
```

Fonte: acervo pessoal, 2025.

3.2 Programação em python para funcionamento do assistente de voz

O programa a seguir é o executável “hotword.py”, em python. É o programa responsável pelo funcionamento do agente de voz e é onde ocorre a comunicação entre o programa e a Interface de Programação de Aplicação. O código utilizado para o funcionamento do assistente de voz é o seguinte:

```
import os
```

```
import signal
```

```

import time

from eff_word_net.streams import SimpleMicStream

from eff_word_net.engine import HotwordDetector

from eff_word_net.audio_processing import Resnet50_Arc_loss

from elevenlabs.client import ElevenLabs

from elevenlabs.conversational.ai.conversation import Conversation, ConversationInitiationData

from elevenlabs.conversational.ai.default_audio_interface import DefaultAudioInterface

conva1_active = False

elevenlabs = ElevenLabs()

agent_id = os.getenv("ELEVENLABS_AGENT_ID")

api_key = os.getenv("ELEVENLABS_API_KEY")

dynamic_vars = {
    'user_name': 'Henrique',
    'greeting': 'Hey'
}

config = ConversationInitiationData(
    dynamic_variables=dynamic_vars
)

base_model = Resnet50_Arc_loss()

eleven_hw = HotwordDetector(
    hotword="hey_eleven",
    model=base_model,
    reference_file=os.path.join("hotword_refs", "hey_eleven_ref.json"),
    threshold=0.7,
    relaxation_time=2
)

def create_conversation():
    """Create a new conversation instance"""
    return Conversation(
        # API client and agent ID.

```

```

    elevenlabs,
    agent_id,
    config=config,
    requires_auth=bool(api_key),
    audio_interface=DefaultAudioInterface(),
    callback_agent_response=lambda response: print(f"Agent: {response}"),
    callback_agent_response_correction=lambda original, corrected: print(f"Agent: (original) ->
(corrected)"),
    callback_user_transcript=lambda transcript: print(f"User: {transcript}"),
)
def start_mic_stream():
    """Start or restart the microphone stream"""
    global mic_stream
    try:
        mic_stream = SimpleMicStream(
            window_length_secs=1.5,
            sliding_window_secs=0.75,
        )
        mic_stream.start_stream()
        print("Transmissão do microfone iniciou")
    except Exception as e:
        print(f"Erro ao iniciar transmissão do microfone: {e}")
        mic_stream = None
        time.sleep(1) # Wait a bit before retrying
def stop_mic_stream():
    """Stop the microphone stream safely"""
    global mic_stream
    try:
        if mic_stream:
            mic_stream = None

```

```

        print("Transmissão do microfone parou")
    except Exception as e:
        print(f"Erro ao parar transmissão do microfone: {e}")

mic_stream = None

start_mic_stream()

print("Diga Hey Iso ")

while True:
    if not conva1_active:
        try:
            if mic_stream is None:
                start_mic_stream()
                continue

            frame = mic_stream.getFrame()
            result = eleven_hw.scoreFrame(frame)

            if result is None:
                continue

            if result["match"]:
                print("Wakeword uttered", result["confidence"])
                stop_mic_stream()
                print("Iniciar sessão da IA conversacional")
                conva1_active = True
                conversation = create_conversation()
                conversation.start_session()

            def signal_handler(sig, frame):
                print("Sinal de interrupção recebido, encerrando sessão...")

                try:
                    conversation.end_session()

                except Exception as e:
                    print(f"Erro encerrando a sessão: {e}")

            signal.signal(signal.SIGINT, signal_handler)

```

```

        conversation_id = conversation.wait_for_session_end()

        print(f"Conversation ID: {conversation_id}")

    except Exception as e:

        print(f"Erro durante conversa: {e}")

    finally:

        conva1_active = False

        print("Conversa acabou, limpando...")

        time.sleep(1)

        start_mic_stream()

        print("Pronto para nova frase de ativação...")

    except Exception as e:

        print(f"Erro na detecção da frase de ativação: {e}")

        mic_stream = None

        time.sleep(1)

        start_mic_stream()

```

Caso o assistente de voz apresente um mau funcionamento, esse código pode ser utilizado como base para conferir se o mesmo se encontra intacto no Micro SD do Raspberry Pi. Como já mencionado na seção “Comando *Change Directory*”, o programa em linguagem python se encontra no seguinte caminho de diretórios: */home/henrique/Documentos/code/hotword/raspberry-pi*.

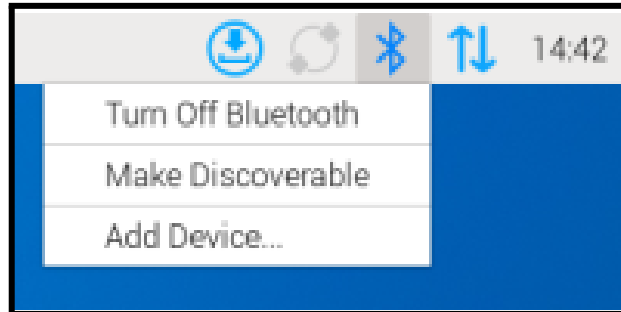
Alterações indevidas neste código podem fazer com que o assistente não funcione corretamente, ou até mesmo nem ligar. Portanto, é crucial que ele esteja no mesmo estado encontrado nessa seção, para que o programa funcione da forma ideal e não apresente erros.

3.3 Conexão de dispositivos Bluetooth com o assistente

Se for da vontade do usuário, você poderia substituir o alto-falante USB e o microfone USB por alternativas Bluetooth. A possibilidade de conectar dispositivos com a tecnologia Bluetooth do Raspberry Pi faz com que o assistente se torne ainda mais versátil. Siga o passo a passo a seguir para fazer essa conexão:

- 1) Clique no ícone de bluetooth encontrado no canto superior esquerdo da tela inicial do Raspberry Pi;

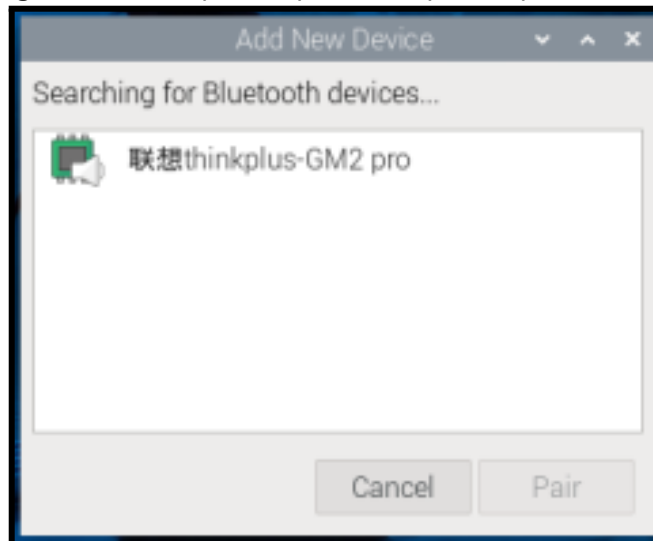
Figura 14 - Opções relacionadas ao Bluetooth no Raspberry Pi



Fonte: acervo pessoal, 2025.

- 2) Selecione a opção "Add Device", para adicionar o dispositivo Bluetooth ao Raspberry Pi

Figura 15 - Exemplo de aparelho disponível para conexão



Fonte: acervo pessoal, 2025.

- 3) Clique em "Pair", para parear o dispositivo Bluetooth ao Raspberry Pi

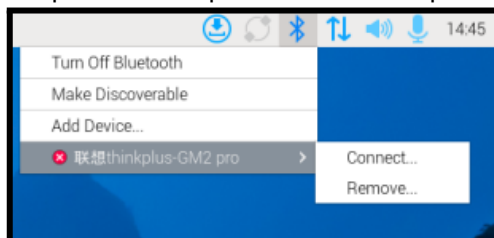
Figura 16 - Mensagem de pareamento correto



Fonte: acervo pessoal, 2025.

- 4) Finalmente, clique no ícone de Bluetooth novamente e selecione o dispositivo pareado. Clique em “Connect” e o dispositivo estará pronto para uso.

Figura 17 - Etapas finais no pareamento do dispositivo Bluetooth



Fonte: acervo pessoal, 2025.

4 MANUTENÇÃO

A manutenção do Assistente de Voz com Inteligência Artificial utilizando o Raspberry Pi é essencial para um funcionamento contínuo, estável e seguro do sistema. Além de garantir um bom funcionamento do produto, a manutenção proporciona uma maior vida útil ao equipamento. A seguir, serão listadas as ações necessárias para realizar a manutenção desse equipamento.

4.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é realizada sempre que ocorre uma falha ou mau funcionamento no sistema, comprometendo o desempenho do assistente. Com o objetivo de adotar práticas efetivas em casos de falha ou mau funcionamento de nosso assistente de voz, elaboramos algumas práticas para correções do seu funcionamento. Entre os principais procedimentos corretivos, destacam-se:

Substituição de componentes danificados: Caso equipamentos como cabos, o microfone, o alto-falante ou cartão Micro SD, demonstrem problemas claros em seu funcionamento, deve-se realizar a troca dos mesmos.

Reinstalação do sistema operacional Raspbian: O funcionamento do Sistema Operacional do Raspberry Pi tem imensa importância para o funcionamento do assistente de voz. Caso o software apresente erros críticos, lentidão excessiva ou falhas de inicialização.

Revisão do código em Python: É possível que devido a algum problema relacionado ao armazenamento e às dependências necessárias ao funcionamento do Raspberry Pi, o código se perca de alguma forma ou se corrompa.

A fim de garantir que o código se encontra como esperado, acesse o programa `hotword.py` no Raspberry Pi e confira o código do assistente de voz. Caso o código esteja diferente do indicado na seção “Programação em Python para funcionamento do assistente de voz”, corrija-o e deixe ele conforme o indicado na mesma seção.

Reinstalação/Atualização das dependências necessárias:

Para que haja compatibilidade entre o sistema operacional e os pacotes utilizados na execução do assistente, é necessário que as dependências estejam devidamente instaladas. Caso alguma mensagem no terminal indicar a falta de

alguma dependência utilizada no programa do assistente de voz, siga os seguintes passos:

- 1) Acesse o LXTerminal do Raspberry Pi
- 2) Digite os seguintes comandos no terminal:

“sudo apt-get update” - Comando responsável por atualizar o sistema operacional do Raspberry Pi para sua versão mais recente e atualizada;

“sudo apt-get install libportaudio2 libportaudiocpp0 portaudio19-dev libasound-dev libsndfile1-dev -y” - Comando responsável pela instalação das bibliotecas de áudio e som.

CASO AS MENSAGENS DE ERRO SIGAM APARECENDO:

- 1) Acesse o LXTerminal do Raspberry Pi;
- 2) Use o comando “Change Directory” para ir ao endereço `/home/henrique/Documentos/code/hotword/raspberry-pi`
- 3) Realize a ativação do “Virtual Environment” (Consultar a seção “Inicialização manual do assistente de voz”)
- 4) Execute o seguinte comando no terminal:

“pip install tflite-runtime

pip install librosa

pip install EfficientWord-Net

pip install elevenlabs

pip install "elevenlabs[pyaudio]"

Dessa forma, todas as dependências necessárias para o funcionamento do assistente de voz estarão devidamente instaladas e o assistente de voz deverá funcionar da forma esperada.

CUIDADO: Essas ações devem ser realizadas por alguém com conhecimento básico em hardware e software do Raspberry Pi, para evitar danos permanentes ao sistema.

4.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva tem como objetivo evitar falhas e preservar o bom desempenho do equipamento ao longo do tempo.

As ações preventivas recomendadas são:

Limpeza periódica dos componentes físicos: A fim de evitar o acúmulo de sujeira no produto, realize a limpeza periódica do mesmo. Esse tipo de impecilho pode afetar no funcionamento do produto, assim como causar problemas para o mesmo. Faça essa limpeza utilizando pano seco e evitando o acúmulo de poeira, especialmente nas portas USB e de ventilação.

Verificação regular das conexões elétricas e de rede: É necessário garantir que as conexões entre os componentes estejam firmes e funcionais, sem apresentar maiores problemas. Outro ponto muito importante é o estados dessas conexões. Garantir que os fios de conexão estejam em um bom estado é essencial para evitar problemas com o produto.

Backup dos arquivos e códigos do assistente: Realizar um procedimento de backup com os dados do cartão Micro SD garante que danos causados durante pequenos reparos possam ser contornados, além de ser uma alternativa segura para manter os arquivos e código do assistente protegidos.

Atualização frequente do sistema operacional e bibliotecas Python: A frequente atualização do sistema operacional Raspbian e das bibliotecas e dependências utilizadas no projeto garante o funcionamento do produto a longo prazo.

Evitar o superaquecimento do Raspberry Pi: É necessário garantir que o Raspberry Pi se encontre nas condições ideais para o funcionamento do assistente de voz. Aplicações como a utilização de IA's com o microcomputador podem causar aquecimento indesejado, portanto, mantenha o mesmo num lugar com boa ventilação e que seja arejado.

A adoção dessas práticas ajuda a reduzir a necessidade de intervenções corretivas e assegura a longevidade do produto.

4.3 Pequenos Reparos

Pequenos reparos podem ser realizados pelo próprio usuário, desde que com cuidado e seguindo as recomendações de segurança. Essas ações visam corrigir falhas simples e manter o bom funcionamento do assistente.

Entre elas, destacam-se:

Troca de cabos danificados (USB, Ethernet ou de alimentação): cabos com mau contato ou desgaste podem causar falhas na comunicação. Substitua-os por novos de boa qualidade.

Substituição do cartão Micro SD: caso o sistema não inicie ou apresente erros de leitura, troque o cartão e reinstale o sistema operacional

Ajuste de conexões frouxas: verifique se os cabos do microfone, alto-falante e fonte estão firmemente conectados.

Reinstalação do software do assistente: se o assistente não responder, reinstale o programa localizado em `/home/henrique/Documentos/code/hotword/raspberry-pi`.

Reinicialização do sistema: em casos de travamentos ou lentidão, desligue corretamente o Raspberry Pi e reinicie o sistema.

AVISO: Se o problema persistir após essas verificações, recomenda-se entrar em contato com o suporte técnico indicado na seção 6.

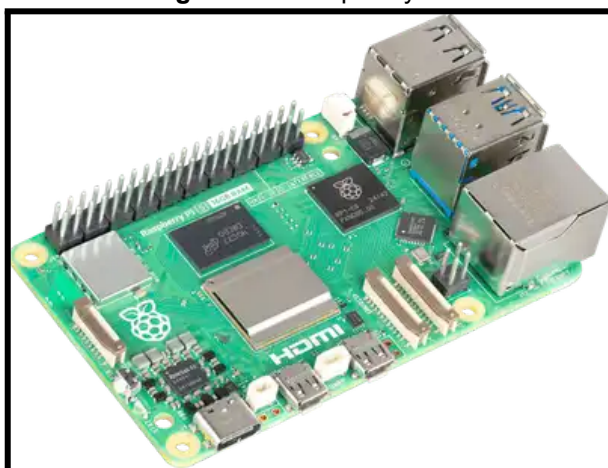
5 LISTA DE MATERIAIS

Os materiais e componentes utilizados para a montagem do nosso assistente de voz, auxiliando tanto na montagem prática quanto na parte da programação do mesmo, estão listados abaixo:

5.1 Raspberry Pi 5

É o componente de maior importância do projeto. O Raspberry Pi, diferentemente de microcontroladores como o Arduino ou Esp, possui um poder de processamento infinitamente superior, além de conter muitas outras funções que não podem ser encontradas nesses outros microcontroladores de baixo custo.

Figura 18 - Raspberry Pi 5



Fonte: RASPBERRY PI, [s.d].

As especificações técnicas do Raspberry Pi utilizado são as seguintes:

Processador: Broadcom BCM2712, CPU Arm Cortex-A76 quad-core de 64 bits a 2,4 GHz, com extensões de criptografia, 512 KB de cache L2 por núcleo e 2 MB de cache L3 compartilhado.

GPU: GPU VideoCore VII, com suporte a OpenGL ES 3.1 e Vulkan 1.3.

Saída de vídeo: Saída dupla HDMI® 4Kp60, com suporte a HDR.

Decodificador de vídeo: Suporte a decodificação HEVC 4Kp60.

Memória RAM: LPDDR4X-4267 SDRAM com 8GB RAM

Conectividade sem fio: Wi-Fi® de banda dupla 802.11ac.

Bluetooth: Versão 5.0 / Bluetooth Low Energy (BLE).

Armazenamento: Slot para cartão microSD, com suporte ao modo de alta velocidade SDR104.

Portas USB: 2 portas USB 3.0 (com operação simultânea de 5 Gbps) e 2 portas USB 2.0.

Rede: Ethernet Gigabit, com suporte a PoE+ (requer HAT PoE+ separado).

Interfaces MIPI: 2 transceptores MIPI de 4 vias para câmera e display.

Expansão PCIe: Interface PCIe 2.0 x1 para periféricos de alta velocidade (requer HAT M.2 ou outro adaptador).

Alimentação: Entrada DC 5 V/5 A via USB-C, com suporte a Power Delivery.

Conector GPIO: Cabeçalho padrão Raspberry Pi de 40 pinos.

Relógio em tempo real (RTC): Alimentado por bateria externa.

Botão de energia: Integrado à placa para ligar/desligar o dispositivo.

5.2 Alto-Falante C3Tech SP-303 USB

O alto-falante USB SP-303 da C3Tech foi essencial para o nosso projeto, sendo a principal saída de áudio para o nosso protótipo. A comunicação via USB se torna essencial para que a caixa de som fosse fácil de ser utilizada com o raspberry pi.

Figura 19 - Alto-Falante USB SP-303



Fonte: CHIPART, [s.d].

As especificações técnicas do alto-falante utilizado são as seguintes:

Potência de saída: 3 W RMS.

Sistema de áudio: 2.0 canais (dois alto-falantes sem subwoofer) para uso em notebooks e desktops.

Alimentação: via porta USB (5 V DC $\pm 10\%$) — sem necessidade de fonte externa adicional.

Conexão de áudio: P2 3,5 mm estéreo (entrada padrão para computador) + cabo de alimentação USB.

Impedância: 4 Ω (Ohms) para cada unidade ou para o par (dependendo da ambiguidade da descrição).

Relação sinal-ruído (SNR): 80 dB.

Faixa de frequência: de 20 Hz até 16 kHz.

Dimensões (aproximadas): 78 × 78 × 75 mm (altura × largura × profundidade).

Peso típico: cerca de ~ 306 g na lista de fábrica

Corrente máxima: 100 mA (via USB).

5.3 Microfone de Conferência USB Cmteck Cm-003

Responsável pela entrada de áudio para o assistente de voz, o microfone de conferência Cm-003 da CMTECK foi muito importante na confecção do nosso projeto. O assistente necessita de uma entrada de áudio de qualidade, para que não haja erros na compreensão da palavra de ativação. O microfone cm-003 conseguiu cumprir esse requisito sem problema algum.

Figura 20 - Microfone USB CMTECK Cm-003



Fonte:AMAZON, [s.d].

As especificações técnicas do microfone utilizado são as seguintes:

Comprimento do cabo USB incluído: aproximadamente 1,8 m.

Botão de mudo (“mute”) integrado ao microfone, com LED indicativo (verde para conectado, verde piscando em operação, vermelho em mudo)..

Sensibilidade: cerca de 4,5 mV/Pa (1 kHz).

Alcance de captação: até cerca de 2 m em ambiente de conferência com captação omnidirecional.

Frequência de resposta aproximada: faixa entre 20 Hz a 20 kHz.

Impedância aproximada: informada como ~ 2200 Ω (ohms) em alguma fonte.

Peso: aproximadamente 200 g segundo anúncio brasileiro.

Cancelamento de ruído / Eco: contém chip “CMTECK CCS2.0 SMART CHIP” para bloquear ruído e reduzir eco, segundo descrição do fabricante.

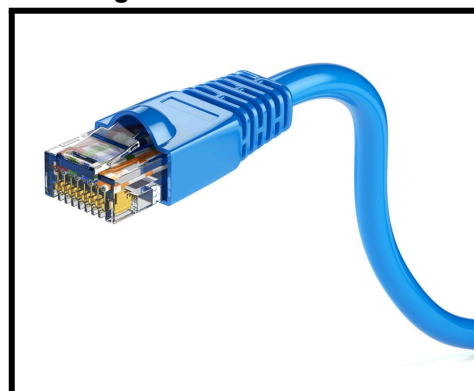
Padrão polar: Omnidirecional (captação em todas as direções).

Alimentação: via USB (alimentação pelo computador) — não exige fonte externa.

5.4 Cabo de Conexão Ethernet

Para a comunicação do Raspberry Pi com a API da Eleven Labs, é necessário que haja uma conexão estável com a internet. A utilização do cabo ethernet é essencial nesse sentido e possibilita que o projeto funcione de maneira estável e confiável.

Figura 21 - Cabo Ethernet



Fonte: BUSCAPE, 2021.

5.5 Fonte de alimentação 5.1V 27W

O Raspberry Pi necessita de uma alimentação de Corrente Contínua de 5V, via USB tipo C. A fonte de alimentação realiza esse papel fornecendo energia para o microcomputador, além de ser responsável pela alimentação dos outros componentes, como o alto-falante, o microfone, etc.

Figura 22 - Fonte de alimentação 5.1V 27W



Fonte: ALIEXPRESS, [s.d].

As especificações técnicas da fonte de alimentação utilizada são as seguintes:

Entrada (Input): AC 100–240 V.

Saída (Output): 5.1 V / 5 A

Potência: 27W

Plugue: Padrões EU, US e UK (compatível com diferentes regiões).

Cor: Branca.

Comprimento do cabo: Aproximadamente 1,2 m.

Interface: Conector USB Tipo-C.

5.6 Cartão Micro SD

O cartão Micro SD apresenta enorme importância na elaboração deste trabalho. É onde o sistema operacional é armazenado, além de toda a programação e treinamento para ativação da frase de ativação. O cartão Micro SD disponibilizado

com o nosso produto é muito importante, visto que carrega toda a informação necessária para o funcionamento do nosso assistente de voz.

Figura 23 - Cartão Micro SD de 64GB



Fonte: PATOLOCO, [s.d].

As especificações técnicas do cartão Micro SD utilizado são as seguintes:

Capacidade: 64 GB.

Tipo / Interface: microSDXC UHS-I.

Velocidade máxima de leitura: Até aprox. 100 MB/s.

Velocidade de gravação mínima (rating): Classe de vídeo V10 (isto implica pelo menos ~10 MB/s contínuos) para esta capacidade de 64 GB.

Dimensões do cartão microSD: Aproximadamente 11 mm × 15 mm × 1 mm.

Tensão de operação: 3,3 V.

Temperatura de operação: de -25 °C até +85 °C.

Durabilidade / Resistência: Projetado para ambiente rigoroso — resistente à água, vibração, choque e raios-X.

6 SUPORTE

Caso as orientações para pequenos reparos, encontradas na seção de Manutenção, não sejam suficientes para a resolução dos problemas encontrados no assistente de voz, você pode entrar em contato conosco através dos seguintes meios:

Telefone: (19) 99481-7376 / (19) 97158-1792 / (19) 99706-5596

WhatsApp: (19) 99481-7376 / (19) 97158-1792 / (19) 99706-5596

Além de recorrer diretamente para nossos número de contato, você pode entrar em contato com o suporte do próprio fabricante dos componentes:

Suporte do raspberry pi: Utilizar o próprio site oficial do microcomputador, tendo acesso a toda documentação disponível e, em casos onde isso não solucione o problema, enviar uma mensagem através do link abaixo.

→ <https://www.raspberrypi.com/contact/>

Suporte do alto falante: Entrar em contato com a empresa C3 Technology, através dos seguintes meios:

→ **Telefone:** (11) 2197-8400

→ **E-mail:** contato@coletek.com.br

Suporte do microfone: Entrar em contato com a empresa CMTECK, através do seu e-mail de suporte:

→ **E-mail:** support@cmteck.com

7 TREINAMENTO

O treinamento para usar o assistente de voz Iso é bastante simples e direto, pois para começar a usá-lo, basta dizer a frase de ativação: "Hey Iso!". Para o uso no dia a dia, é só ligar o dispositivo e interagir com ele através da voz. Entretanto, para conseguir fazer pequenos consertos, manutenções ou para iniciar o assistente de forma manual, é muito útil que o usuário ou a equipe tenha um conhecimento básico em certos aspectos.

O código principal do assistente é o arquivo "*hotword.py*". Saber um pouco de Python ajuda a conferir e corrigir o código caso ele apresente alguma falha no funcionamento. A compreensão do funcionamento do Raspberry Pi é importante, visto que conhecer o seu *Hardware e Software* se tornam armas cruciais na prevenção de problemas para o assistente de voz, além de serem importantes para verificar todas as conexões, acessar o sistema operacional e fazer manutenções diretamente no aparelho.

Conhecer os componentes que fazem parte do produto (como o Raspberry Pi, microfone, alto-falante, cabos e fonte) será uma grande ajuda para diagnosticar onde está o problema e realizar pequenos reparos ou a substituição de peças.

Portanto, para que o usuário comum se familiarize totalmente com o produto, é crucial que ele tenha um conhecimento básico da linguagem de programação em python, conheça um pouco melhor sobre o sistema operacional e o hardware do Raspberry Pi e, por fim, confira a seção "Lista de Materiais", a fim de conhecer mais dos componentes que fazem parte do produto e são essenciais no seu funcionamento.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto Assistente de Voz com Inteligência Artificial utilizando Raspberry Pi proporcionou a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso técnico em Eletroeletrônica, unindo conceitos de programação, automação e integração de sistemas eletrônicos.

Durante a elaboração do projeto, foi possível compreender de forma mais detalhada o funcionamento de um assistente de voz e a importância da Inteligência Artificial na execução de tarefas cotidianas. A utilização do microcomputador Raspberry Pi se mostrou uma alternativa eficiente e acessível para a criação de sistemas inteligentes, permitindo explorar o potencial da comunicação entre hardware e software.

Apesar dos bons resultados obtidos, o protótipo ainda necessita de ajustes e melhorias, especialmente relacionados à estabilidade do sistema, à sensibilidade da detecção de voz e à otimização das respostas geradas pela IA. Esses ajustes são fundamentais para garantir maior precisão e eficiência no funcionamento do assistente.

Mesmo com essas pendências, o projeto atingiu seus principais objetivos e demonstrou a viabilidade da proposta, contribuindo para o aprendizado prático dos integrantes e evidenciando o impacto das novas tecnologias no campo da eletrônica e da automação.

REFERÊNCIAS

AMAZON. **Microfone para conferência CMTECK CM-003**. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Microfone-para-confer%C3%Aancia-CMTECK-CM-003/dp/B07C2YX4T1>. Acesso em: 7 out. 2025.

ALIEXPRESS. **Cartão de Memória 64GB Kingston Canvas Select Plus MicroSD Classe 10 com Adaptador**. Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/i/1005006427393722.html>. Acesso em: 7 out. 2025.

AMAZON WEB SERVICES. **O que é uma API?** Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/api/>. Acesso em: 27 mai. 2025.

BUSCAPÉ. **Melhor cabo Ethernet RJ-45: veja como escolher o ideal**. Disponível em: <https://www.buscape.com.br/notebook/conteudo/melhor-cabo-ethernet-rj-45>. Acesso em: 7 out. 2025.

CHIPART. **Caixa de som C3Tech SP-303BK Speaker 2.0 P2 3.5mm USB preto**. Disponível em: <https://www.chipart.com.br/produto/perifericos/caixa-de-som/com-fio/office/caixa-de-som-c3tech-sp303bk-speaker-2.0-p2-3.5mm-usb-preto/18622>. Acesso em: 7 out. 2025.

CIRCUIT ROCKS. **Raspberry Pi 5 (8GB) Board**. Disponível em: <https://circuit.rocks/products/raspberry-pi-5-8gb-board>. Acesso em: 3 jun. 2025.

ELEVENLABS. **Exemplos de uso do ElevenLabs**. GitHub, 2025. Disponível em: <https://github.com/elevenlabs/elevenlabs-examples>. Acesso em: 10 set. 2025.

FORBES BRASIL. **ChatGPT tem recorde de crescimento da base de usuários**. 2023. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2023/02/chatgpt-tem-recorde-de-crescimento-da-base-de-usuarios/>. Acesso em: 27 mai. 2025.

PATOLÔCO. **Cartão de memória Kingston Canvas Select Plus MicroSD 64GB Classe 10 com adaptador**. Disponível em: <https://patoloco.com.br/cartao-de-memoria-kingston-canvas-select-plus-microsd-64gb-classe-10-com-adaptador-para-cameras-automaticas-dispositivos-android-sdcs2-64gb#caracteristicas>. Acesso em: 7 out. 2025.

RASPBERRY PI. **Raspberry Pi 5**. Disponível em: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/>. Acesso em: 7 out. 2025.

RASPBERRY PI. **SD cards – documentation**. Disponível em: <https://www.raspberrypi.com/documentation/accessories/sd-cards.html>. Acesso em: 3 jun. 2025.

STANFORD UNIVERSITY. ***AI Spring: Four takeaways from major releases of foundation models.*** Stanford HAI, 2024. Disponível em: <https://hai.stanford.edu/news/ai-spring-four-takeaways-major-releases-foundation-models>. Acesso em: 27 mai. 2025.

YOUTUBE. ***Vídeo: Build a Raspberry Pi Voice Assistant with ElevenLabs Conversational AI.*** Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=OrRIN_gUFRg. Acesso em: 10 set. 2025.