

Introdução ao RTL-SDR e Radiofrequência

drwxr

drwxr.org



Novembro/2016

Índice

Objetivo	2
O que é o RTL-SDR	2
Aplicações do RTL-SDR	3
Instalação	4
Instalando o driver	4
Programas	7
Instalando o Gqrx (General Purpose Radio/Spectrum Analyzer):	7
ADS-B - Rastreamento de Aeronaves com Dump1090:	9
Captando sinais Infravermelhos (IR) com RTL	11
Espectro de frequências	12
RTL_IR	13
Audacity	16
Próximos passos	17

Objetivo

O objetivo desta oficina é proporcionar aos participantes, através de teoria e prática, uma familiarização com o assunto de radiofrequência, suas aplicações e permitir através do uso do RTL-SDR uma experiência prática com a área de radiofrequência, sendo assim um passo inicial para esta fascinante área tecnológica.

O que é o RTL-SDR

Software Defined Radio (SDR) ou em português, Rádio Definido por Software é o termo usado para rádios em que a maioria das funções associadas à camada física (Physical Layer - PHY) anteriormente implementadas com componentes de hardware é implementada via software fazendo uso de técnicas de Processamento de Sinais.

Apesar de SDR não ser um conceito novo, ele se tornou acessível apenas recentemente devido a redução do custo dos componentes necessários para tal e também devido ao aumento da capacidade de processamento dos computadores e dispositivos embarcados disponíveis para o público em geral, sendo que antigamente se restringia aos centros de pesquisa e áreas militares.

Tipicamente o RTL-SDR é composto de um dispositivo USB e uma antena. Originalmente estes dispositivos USB foram criados para captar sinais de TV Digital (Circuito Integrado RTL2832U, daí o termo RTL), no entanto foi descoberto que estes dispositivos poderiam ser usados como receptores genéricos de radiofrequência e conseqüentemente em aplicações de SDR.



(Dongle RTL-SDR)

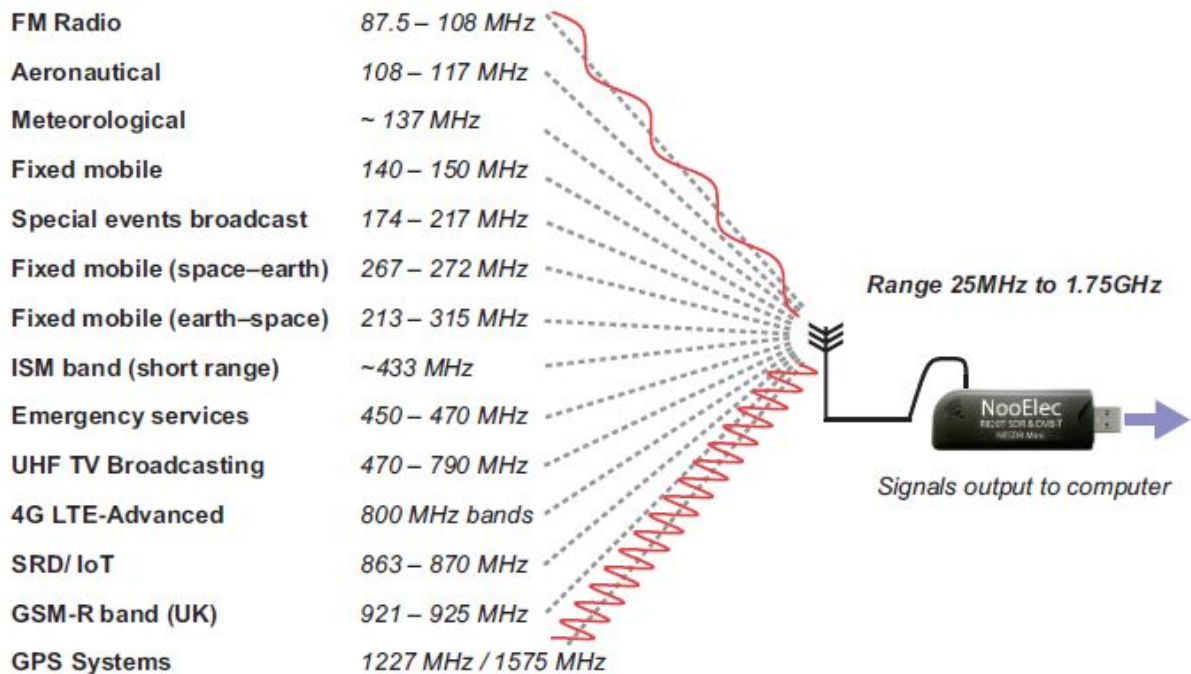
Devido a possibilidade de criação de um receptor de radiofrequência de baixo custo, o RTL-SDR é um grande motivador para aqueles que querem conhecer um pouco melhor o universo das comunicações, principalmente a comunicação sem-fio que está presente no nosso dia a dia desde os primórdios da radiodifusão e com perspectivas de crescimento exponencial com o maior uso para Internet das Coisas.

Aplicações do RTL-SDR

Abaixo listamos algumas das muitas aplicações que o RTL-SDR pode ser utilizado:

- Acompanhamento das posições dos aviões decodificando o ADS-B.
- Acompanhamento das posições de embarcações marítimas decodificando AIS.
- Utilizar o RTL-SDR no Android como um scanner de rádio portátil.
- Receber imagens dos satélites meteorológicos NOAA.
- Procura de fontes de ruído RF.
- Sniffing de frequência como exemplo a 433mhz.

Essas são algumas das milhares possibilidades de aplicação do RTL-SDR. Uma imagem seguinte ilustra uma comparação dos serviços disponíveis dentro dos limites de frequência em que o RTL-SDR pode receber:



(Frequências que o RTL-SDR aborda)

Instalação

Para fazer com que o dispositivo RTL-SDR funcione em um computador com Linux é relativamente rápido e fácil.

Essas instruções foram criadas para funcionar em distribuições linux e foram testadas nas distribuições Debian, Ubuntu e Raspbian.

Instalando o driver

1. Abra o terminal e tenha certeza que você está no diretório home.

2. Atualize sua distribuição linux:

```
sudo apt-get update
```

3. Instale as ferramentas necessárias como: git , cmake, build-essential

```
sudo apt-get install git
```

```
sudo apt-get install cmake
```

```
sudo apt-get install build-essential
```

4. Instale a biblioteca libusb-1.0-0-dev a qual fornece acesso a dispositivos usb.

```
sudo apt-get install libusb-1.0-0-dev
```

5. Baixe e instale o RTL2832U direto do fornecedor:

```
git clone git://git.osmocom.org/rtl-sdr.git
cd rtl-sdr/
mkdir build
cd build
cmake ../ -DINSTALL_UDEV_RULES=ON
make
sudo make install
sudo ldconfig
sudo cp ../rtl-sdr.rules /etc/udev/rules.d/
```

6. Crie uma "blacklist" para o driver padrão, o qual carrega automaticamente usando o dispositivo RTL-SDR como um receptor de TV e não é essa funcionalidade que desejamos utilizar.

A. Acesse como administrador o diretório `/etc/modprobe.d`

B. Crie um novo arquivo chamado "`blacklist-rtl.conf`" e adicione a seguinte linha no arquivo:

```
blacklist dvb_usb_rtl28xxu
blacklist rtl2832
blacklist rtl2830
```

C. Salve o arquivo e reinicie a máquina.

7. Após reiniciar a máquina, teste se o dispositivo está realmente funcionando digitando o seguinte comando no terminal:

```
rtl_test -t
```

```
root@drwxr: ~  
File Edit View Search Terminal Help  
root@drwxr:~# rtl_test -t  
Found 1 device(s):  
 0: Realtek, RTL2838UHIDIR, SN: 00000001  
  
Using device 0: Generic RTL2832U OEM  
Detached kernel driver  
Found Rafael Micro R820T tuner  
Supported gain values (29): 0.0 0.9 1.4 2.7 3.7 7.7 8.7 12.5 14.4 15.7 16.6 19.7  
 20.7 22.9 25.4 28.0 29.7 32.8 33.8 36.4 37.2 38.6 40.2 42.1 43.4 43.9 44.5 48.0  
 49.6  
[R82XX] PLL not locked!  
Sampling at 2048000 S/s.  
No E4000 tuner found, aborting.  
Reattached kernel driver  
root@drwxr:~#
```

(Executando o comando "rtl_test -t")

Não se preocupe com mensagens como **"PLL not locked"** ou **"No E4000 tuner found, aborting"**.

Se você está vendo essas mensagens acima é sinal que seu driver e seu dispositivo estão funcionando perfeitamente e você está pronto para instalar alguns aplicativos.

Programas

Nesta seção é mostrado como realizar a instalação e a utilização dos principais programas para uso das funcionalidades do RTL-SDR:

Instalando o Gqrx (General Purpose Radio/Spectrum Analyzer) :

Gqrx é um software de código aberto e é um receptor de SDR, desenvolvido pela GNU Radio e Qt graphical.

Para a instalação do GQRX basta executar o seguinte comando no terminal:

```
sudo apt-get install gqrx-sdr
```

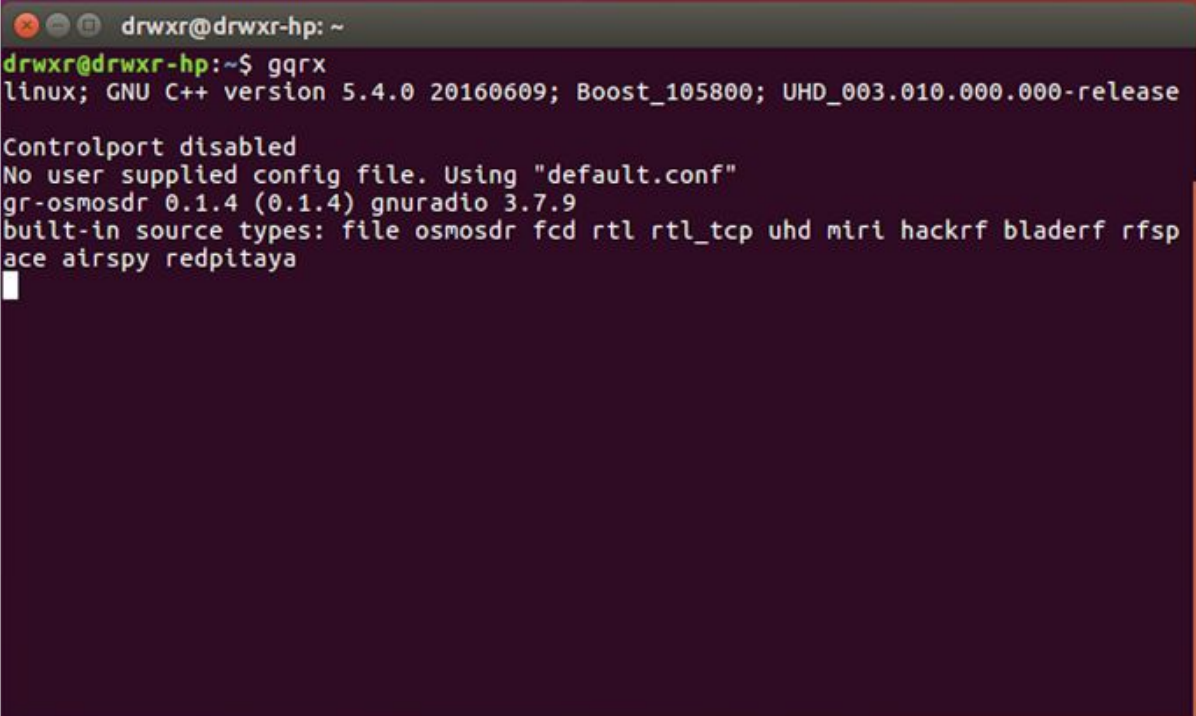
No link abaixo você vai encontrar mais informações sobre a instalação do GQRX:

<http://gqrx.dk/download/install-ubuntu>

Após instalar, digite no terminal:

```
gqrx
```

Conforme imagem abaixo:

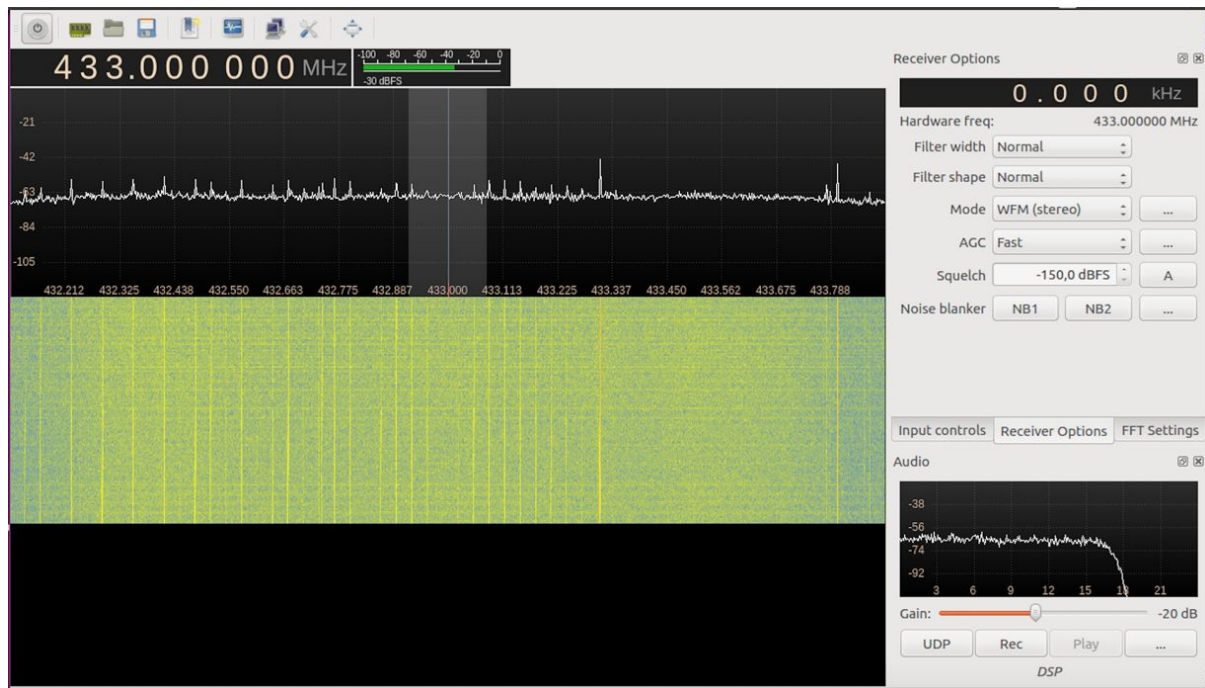
A terminal window with a dark background and light text. The prompt is 'drwxr@drwxr-hp: ~'. The user has entered 'gqrx'. The output shows the version of GNU C++ and Boost, followed by 'Controlport disabled', 'No user supplied config file. Using "default.conf"', and a list of built-in source types: 'gr-osmosdr 0.1.4 (0.1.4) gnuradio 3.7.9', 'file osmosdr fcd rtl rtl_tcp uhd miri hackrf bladerf rfsp ace airspy redpitaya'.

```
drwxr@drwxr-hp: ~  
drwxr@drwxr-hp:~$ gqrx  
linux; GNU C++ version 5.4.0 20160609; Boost_105800; UHD_003.010.000.000-release  
  
Controlport disabled  
No user supplied config file. Using "default.conf"  
gr-osmosdr 0.1.4 (0.1.4) gnuradio 3.7.9  
built-in source types: file osmosdr fcd rtl rtl_tcp uhd miri hackrf bladerf rfsp  
ace airspy redpitaya  
█
```

(Iniciando o GQRX)

Após digitar "gqrX" pela primeira vez, você irá ver uma tela para configurar o I/O device.

Os valores padrões estão geralmente corretos, apenas tenha certeza que o seu dispositivo RTL esteja selecionado e então clique em "Ok", e o gqrX será aberto conforme imagem abaixo:



(Interface do GQRX)

Clique no botão "Power" no canto esquerdo superior para começar a receber as frequências.

Coloque a frequência desejada e em "Modo" selecione o demodulador apropriado (exemplo Narrow FM para NOAA Weather Radio).

ADS-B - Rastreamento de Aeronaves com Dump1090:

ADS-B é o acrônimo para "Automatic dependent surveillance-broadcast" que é um sistema de surveillance em que as aeronaves transmitem em forma de broadcast suas informações de navegação para auxiliar tanto o controle de tráfego aéreo quanto outras aeronaves para auxiliar e melhorar questões de tráfego aéreo. Estas informações são enviadas via radiofrequência e são possíveis de serem captadas com o RTL-SDR.

O Dump1090 é um bom ADS-B decoder e também é um dos mais utilizados atualmente.

Originalmente foi criado por Antirez, porém vários desenvolvedores (malcolrobb, mutability e tedsluis) modificaram o código original para realizar algumas melhorias.

Cada derivação é chamada de "fork". Você pode instalar qual você quiser, basta certificar-se de que cada "fork" esteja em sua própria pasta. Não deve ser instaladas diferentes em uma mesma pasta.

Nós iremos utilizar a versão do Ted Sluis pois esta versão costuma detectar mais aeronaves e fornece mais informações. Ela também tem características interessantes, tais como cores para determinadas faixas e altitudes, dez estilos de mapas e gráficos.

No site abaixo você poderá ter mais informações:

<http://github.com/tedsluis>

Para a instalação, abra o terminal e digite:

```
git clone git://github.com/tedsluis/dump1090.git dump1090
cd dump1090
make
```

Após a instalação, digite a linha abaixo para dar início a coleta de dados via ads-b:

```
./dump1090 --interactive --net --enable-agc
```

Após digitar os comandos acima, irá aparecer uma lista de aeronaves no terminal, conforme imagem abaixo:

```

drwxr@drwxr-hp: ~/Desktop/dump1090
Hex   Mode  Sqwk  Flight  Alt   Spd   Hdg   Lat     Long  RSSI  Msgs  Tl\
-----
E48CE3 S      PPEMO  15800  302  342  -23.584 -47.115 -33.4  10  17
3C706D S      11075  312  213  -23.527 -47.256 -33.7  7  20
E4926A S    3653  AZU2604 22550  374  280  -23.527 -47.256 -34.1 161  0
E48DC5 S      TAM3169 26900  471  252  -23.930 -47.644 -33.9 496  39

```

(RTL recebendo dados das aeronaves via ADS-B)

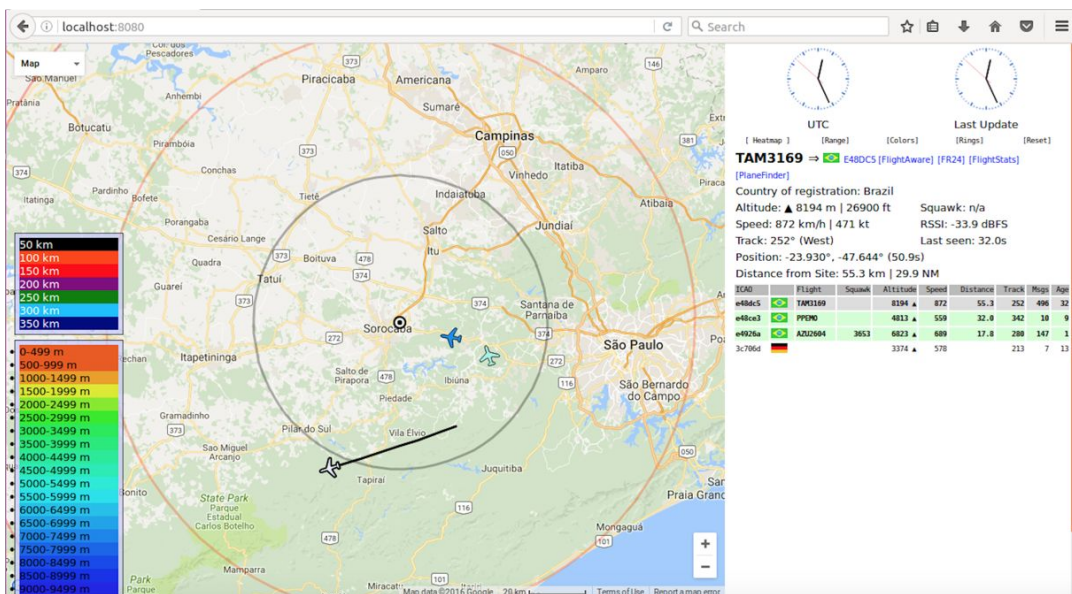
Abra o navegador e acesse o seguinte endereço:

<http://localhost:8080>

Ao acessar o site acima, você irá ver o mapa e os aviões plotados nele.

Pode ser necessário atualizar o site no navegador, uma ou duas vezes para os aviões aparecerem plotados.

Abaixo uma imagem da interface web do dump1090:



(Aviões plotados com as informações obtidas via ADS-B)

Captando sinais Infravermelhos (IR) com RTL

O RTL-SDR é um receptor de TV Digital via conexão USB para Computador, que pode ser utilizado também como Rádio para captar Ondas Eletromagnéticas.

Geralmente estes receptores contém uma antena e um controle remoto infravermelho (IR), que é utilizado para ligar/desligar, mudar de canais, configurações de volume, etc.

Isso quer dizer que o equipamento contém um receptor de Infravermelho (IR), além do receptor de radiofrequência da TV digital.

O receptor infravermelho do dongle RTL é surpreendentemente poderoso, ele é capaz de captar sinais de controles remotos dentre outros aparelhos que utilizam IR, retornando os dados brutos (raw) para decodificação.

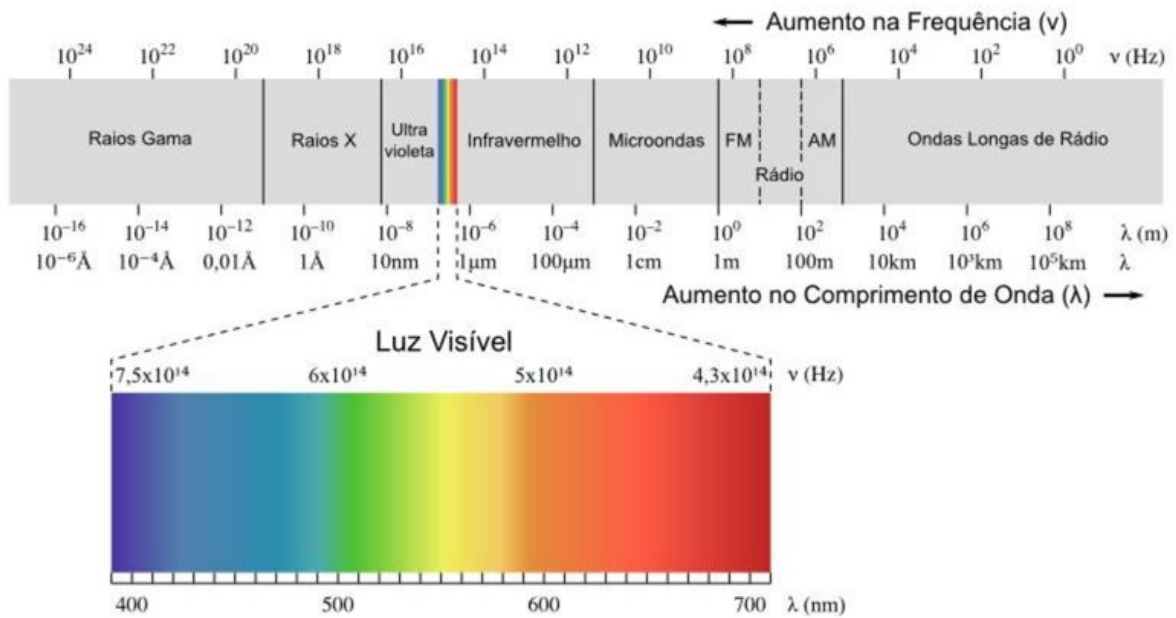


(Receptor Infravermelho do RTL-SDR)

Espectro de frequências

O RTL que utilizamos (Realtek RTL2838 DBV-T) pode sintonizar dentro de 24 MHz - 1.7 GHz, ou seja 2.4×10^7 Hz até 1.7×10^9 Hz.

Abaixo o espectro de frequência completo:



(Espectro de frequência)

Em frequências mais altas, ou comprimentos de onda mais curtos, temos a luz infravermelha visível, ultravioleta, entre outras.

A radiação infravermelha é uma radiação eletromagnética cujo comprimento de onda é maior do que o da luz visível, e por consequência não é visível para os seres humanos.

O comprimento de onda do infravermelho possui tamanho aproximadamente de 750 nm a 1mm. Estes comprimentos de onda estão muito além da faixa de frequência de sintonizador de a RTL-SDR ou qualquer SDR comum.

O sensor infravermelho, que é um componente separado do adaptador RTL-SDR, pode receber esses sinais.

RTL_IR

Existe uma ferramenta, que faz parte de uma lib específica, chamada librtlsdr, a qual contém alguns códigos para trabalhar com os receptores do dispositivo RTL.

A princípio estas ferramentas foram criadas para trabalho com o receptor Rafael Micro R820T (ou similares, que recebem 24 MHz - 1.7 GHz).

Recentemente foi incorporado ao repositório arquivos que possibilitam a captação de infravermelho do dispositivo (r1t_ir).

Comandos para instalação

Abaixo um breve tutorial para realizar a instalação:

```
git clone https://github.com/librtlsdr/librtlsdr.git  
cd librtlsdr  
mkdir build  
cd build  
cmake ../  
make  
sudo make install  
sudo ldconfig
```

Para que usuários normais (sem privilégios de root) possam utilizar, deve ser executado também a instrução abaixo:

```
cmake ../ -DINSTALL_UDEV_RULES=ON
```


Audacity

O Audacity é um gravador de som e editor de áudio multi-track. Possui versões para diversos ambientes como MacOSX, Linux, Windows. Nós utilizaremos ele para fazer análise das ondas gravadas através do nosso dispositivo RTL-SDR.

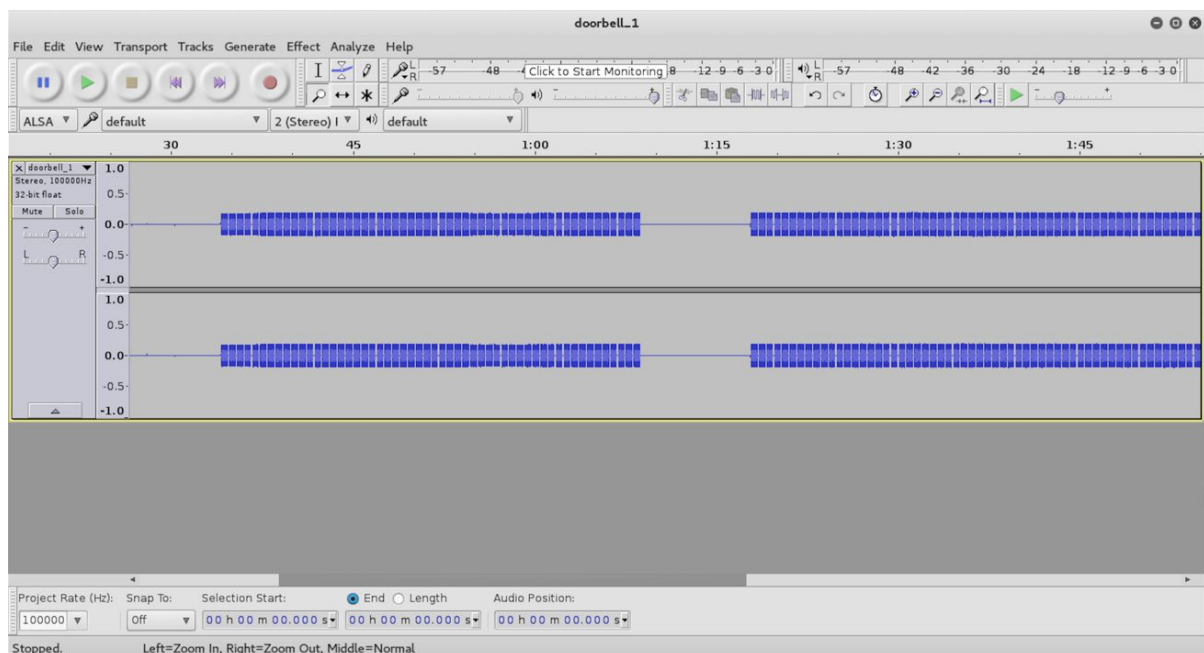
Podemos realizar o download do Audacity através do seguinte site:
<http://www.audacityteam.org/download/>

O editor de áudio Audacity está disponível nos repositórios padrão do Ubuntu.

Abaixo segue instruções para instalação do Audacity no Ubuntu:

1. Abra um terminal
2. Adicione o repositório do programa com este comando:
sudo add-apt-repository ppa:audacity-team/daily
3. Atualize o APT:
sudo apt-get update
4. Instale o Audacity:
sudo apt-get install audacity

Abaixo uma tela do Audacity no momento de uma análise:



(Análise utilizando Audacity)

Próximos passos

Para você que pretende seguir estudando sobre radiofrequência, SDR, rtl-sdr, radio, etc.

Sugerimos que acompanhe as seguintes fontes de informação pois são sempre atualizados com conteúdos novos e também pode encontrar outras pessoas dispostas a cooperar com o estudo e aprendizado nesta área.

- www.drwxr.org
- twitter.com/drwxr
- facebook.com/drwxrcrew
- www.rtl-sdr.org
- www.teske.net.br/lucas/
- Grupo SDR Brasil no Telegram - <https://telegram.me/sdrbr>