

**FACULDADE DE ENGENHARIA SÃO PAULO**

**F E S P**

**ANTEPROJETO DE PESQUISA**

**APLICAÇÃO DE RÁDIO DEFINIDO POR SOFTWARE  
PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS DO SATÉLITE NOAA**

**AUTORES:**

**Diego Silva Viana dos Santos -21480**

**Matheus Lopes Ogata - 21512**

**SÃO PAULO**

**2019**

**FACULDADE DE ENGENHARIA SÃO PAULO**

**F E S P**

**ANTEPROJETO DE PESQUISA**

**APLICAÇÃO DE RÁDIO DEFINIDO POR SOFTWARE  
PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS DO SATÉLITE NOAA**

**AUTORES:**

**Diego Silva Viana dos Santos -21480**

**Matheus Lopes Ogata - 21512**

**Orientador: Prof. Dr. Plínio Francisco dos Santos Rodrigues**

**Anteprojeto de Pesquisa Apresentado ao Programa de Trabalho de  
Conclusão de Curso - TCC da Faculdade de Engenharia São Paulo**

**F E S P**

**São Paulo**

**2019**

## **Sumário**

<b>1. Objetivos:</b>	<b>1</b>
1.2.1. Objetivo Específico 1:	1
1.2.2. Objetivo Específico 2:	1
1.2.3. Objetivo Específico 3:	1
1.2.4. Objetivo Específico 4:	1
1.2.5. Objetivo Específico 5:	2
1.2.6. Objetivo Específico 6:	2
1.2.7. Objetivo Específico 7:	2
1.2.8. Objetivo Específico 8:	2
<b>2. Justificativa:</b>	<b>3</b>
<b>3. Objeto da Pesquisa:</b>	<b>4</b>
<b>4. Metodologia:</b>	<b>5</b>
4.1. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 1:	5
4.2. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 2:	5
4.3. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 3:	5
4.4. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 4:	5
4.5. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 5:	5
4.6. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 6:	6
4.7. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 7:	6
4.8. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 8:	6
<b>5. Anúncio dos Assuntos:</b>	<b>7</b>

<b>6. Cronograma:</b>	<b>8</b>
<b>7. Bibliografia:</b>	<b>9</b>
<b>8. Fichamento Bibliográfico:</b>	<b>11</b>

## **1. Objetivos:**

### **1.1. Objetivo Geral:**

Pesquisar acerca das quatro partes integrantes deste projeto, as quais são, antena, SDR dongle, software de aquisição de dados e satélite, explorando cada setor e subsetores a fim de concluir com a integração das partes estudadas.

### **1.2. Objetivos Específicos:**

#### **1.2.1. Objetivo Específico 1:**

Estudar os modelos de antenas adequadas à comunicação passiva com o satélite selecionado, sejam elas comerciais ou confeccionadas artesanalmente.

#### **1.2.2. Objetivo Específico 2:**

Estudar os materiais para confecção de antenas e suas características elétricas, confeccionando a antena, submetendo-a a testes de impedância, bem como fazendo a simulação de suas características mecânicas e elétricas em softwares dedicados e providenciando eventuais correções de impedância para casamento com a linha de recepção.

#### **1.2.3. Objetivo Específico 3:**

Estabelecer os conectores e cabos coaxiais adequados à comunicação via VHF.

#### **1.2.4. Objetivo Específico 4:**

Estudar o chip RTL-SDR, seu histórico de desenvolvimento, periféricos, conversores e aplicações.

**1.2.5. Objetivo Específico 5:**

Testar o SDR dongle, juntamente com seu programa, com um gerador de função senoidal padrão, verificando possíveis desvios e estabelecendo seus erros associados a medição em seu uso no projeto.

**1.2.6. Objetivo Específico 6:**

Adquirir o conhecimento e explorar os recursos do software “SDR#” e roteirizar seu modo de instalação e as bibliotecas adicionais necessárias para o seu pleno funcionamento em conjunto com o “Dongle” RTL-SDR.

**1.2.7. Objetivo Específico 7:**

Explorar as características dos satélites NOAA 18/19, como, protocolo, modulação, órbita, carga útil, tempo previsto restante para operação e seu histórico (desenvolvimento, lançamento e empresa ou países responsáveis).

**1.2.8. Objetivo Específico 8:**

Adquirir o conhecimento do programa “WxToIMG”, que servirá à decodificação das imagens recebidas, explorando seus recursos e demonstrando as áreas principais que serão utilizadas para a aquisição das imagens, abrindo seu código fonte a fim de investigar o protocolo de recepção.

## **2. Justificativa:**

A presente pesquisa envolvendo rádios definidos por softwares busca integrar conceitos e práticas do estudo do eletromagnetismo e processamento de sinais, permitindo a visualização e aplicação destes a fim de permitir ao usuário destes recursos a consolidação das teorias que as envolvem.

Aproximar o estudante de engenharia da tecnologia e incentivá-lo à prática do tema, bem como, servir de fonte de informação para hobistas da área de rádio amadorismo com dados técnicos e método científico, a fim de agregar valor e confiabilidade nos resultados.

Portanto, este trabalho propõe o exercício da prática da teoria de sinais, envolvendo a recepção de um sinal, seu tratamento via hardware e software, a aquisição e armazenagem dos dados, bem como a compreensão de sua importância em aplicações específicas de um subsistema espacial.

### **3. Objeto da Pesquisa:**

A evolução da tecnologia da informação tem sido uma constante nas últimas décadas, e uma das responsáveis para isto, além a de atender as demandas das necessidades sociais, é a de compreender seu funcionamento e otimizar as tecnologias envolvidas a fim de permitir que os veículos responsáveis pela transmissão e recepção de dados estejam cada vez mais acessíveis.

O desenvolvimento de SDR's para investigação, estudo e aplicação em transmissão e recepção de dados é um grande passo para simplificação, acesso e redução de custos de uma tecnologia, até então, de acesso restrito a grandes empresas e institutos de pesquisa.

Como estudo inicial base, o objeto principal de pesquisa estabelece um link de comunicação com satélites NOAA18/19, por meio de um segmento solo, estabelecido via recursos simples e acessíveis, como antena de dipolo, dongle SDR e software para aquisição e tratamento dos dados recebidos. A dinâmica se dará no desenvolvimento de cada segmento, culminando na integração das partes e estabelecendo uma estação espacial em solo muito barata e funcional, aproximando o estudante de engenharia de uma área pouco explorada e o auxiliando a visualizar na prática a teoria compreendida em sala de aula.



#### **4. Metodologia:**

##### **4.1. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 1:**

Estudo dos modelos de antenas, através de literatura específica, tutoriais fornecidos via internet (vídeos, blogs) e consultas com profissionais da área.

##### **4.2. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 2:**

Consulta com especialistas da área, estudo das propriedades elétricas do alumínio e cobre via literatura específica, simulação de modelos de antenas no Matlab com biblioteca “Antenna ToolBox”, sendo que a análise de impedância das antenas será feita em laboratório (Poli-USP e/ou IPT) com equipamentos específicos.

##### **4.3. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 3:**

Consulta em bibliografias e catálogos de fabricantes, bem como, consultas via internet e compra dos componentes.

##### **4.4. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 4:**

Estudar e consultar via internet, artigos, blogs e vídeos sobre o chip RTL-SDR. A metodologia específica será experimental e os resultados coletados serão devidamente registrados a fim de concluir com a integração com os demais periféricos.

##### **4.5. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 5:**

A metodologia aplicada para testar o SDR Dongle será experimental em laboratório com instrumentos padrões, a fim de conhecer as incertezas de medição, ou seja, seus desvios de repetitividade e reprodutibilidade.

**4.6. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 6:**

O conhecimento do software “SDR#” se dará por consultas aos manuais do desenvolvedor, abertura do código fonte e testes com recepção das modulações disponíveis no programa e nas respectivas bandas.

**4.7. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 7:**

Consultas aos sites do governo responsável pelo satélite, estudo de sua órbita e pesquisa da carga útil, seus respectivos fabricantes, bem como suas características.

**4.8. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 8:**

O conhecimento do software “WxToIMG se dará por consultas aos manuais do desenvolvedor, abertura do código fonte e testes com recepção de imagens em várias passagens, tanto do satélite NOAA18 como NOAA19.

.

## **5. Anúncio dos Assuntos:**

- Resumo.
  - Abstract.
1. Introdução.
  2. Segmento solo, um subsistema espacial.
  3. O Rádio Definido por Software - SDR
  4. Estudo e confecção da antena.
  5. Software “SDR#”.
  6. Software de aquisição “WXtoIMG”.
  7. Satélites NOAA18/19.
  8. Integração e Testes Iniciais.
  9. Avaliação dos Resultados com Estação Funcional.
  10. Considerações Finais
  11. Conclusões.
  12. Bibliografia.

## 6. Cronograma:

Tarefa	Duração	Início	Fim
Entrega do Tema e dos Nomes dos Integrantes dos Grupos de Pesquisa	36 dias	07/02/2019	15/03/2019
Entrega de 1 Anteprojeto de Pesquisa Provisório, Digitado e em Espiral.	49 dias	15/03/2019	03/05/2019
Entrega de 1 Anteprojeto de Pesquisa Definitivo, Digitado e em Espiral.	28 dias	03/05/2019	31/05/2019
Entrega de 1 Via do Projeto de Pesquisa Provisório, Digitado e em Espiral.	105 dias	31/05/2019	13/09/2019
Entrega de 3 Vias do Projeto de Pesquisa Definitivo, Digitado e em Espiral.	21 dias	13/09/2019	04/10/2019
Entrega das Lâminas do Projeto de Pesquisa Definitivo em PowerPoint.	21 dias	04/10/2019	25/10/2019
Apresentação do Projeto de Pesquisa Definitivo em PowerPoint.	06 dias	26/10/2019	01/11/2019
Entrega de 2 Vias do Projeto de Pesquisa Corrigido pela Banca, sendo uma via em Espiral e a outra via em Capa Dura.	21 dias	01/11/2019	22/11/2019

## 7. Bibliografia:

### A) Livros e Revistas:

BALANIS, Constantine A. **Antenna Theory Analysis and Design**. Ohio: Wiley-Interscience, Edição 3. ISBN 978.04.7166.782.7 2005.

BUCK, Jhon A. e HAYT, Jr. William H. **Eletromagnetismo**. Porto Alegre: Amgh LTDA, Edição 8. ISBN 978.85.8055.154.9 2013.

EDMINISTER, Joseph A. e NAHVI, Mahmood. **Eletromagnetismo**. Porto Alegre: Bookman, Edição 3. ISBN 978.85.6583.714.9 2012.

FERNÁNDEZ, José Raúl Machado. **Software Defined Radio: Basic Principles and Applications**. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. 2015.

FIRMANSYAH, Teguh; KHOIRUSSOLIH, Muhammed; MUTTAKIN, Imamul; ROHANA, Neneng e WIRYADINATA, Romi. **Image Data Acquisition for NOAA 18 and NOAA 19 Weather Satellites Using QFH Antenna and RLT-SDR**. Cilegon, Indonesia: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. 2018.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Os Satélites e Suas Aplicações**. São José dos Campos: SindCT. ISBN 978.85.62042.00.3 2008.

HAYKIN, Simon e VEEN, Barry Van. **Sinais e Sistemas**. Porto Alegre: Bookman. ISBN: 978.85.7307.741.4. 2003.

LATHI, B.P. **Sinais e Sistemas Lineares**. Porto Alegre: Bookman, Edição 2. ISBN 978.85.6003.113.9 2006.

SAUNDERS, Simon R. e ZAVALA, Alejandro Aragón. **Antennas and Propagation for Wireless Communication System**. West Sussex: Wiley, Edição 2. ISBN 978.04.7084.879.1 2007.

YOUNGBLOOD, Gerald. **A Software-Defined Radio for The Masses, part 1, 2, 3 and 4**. Texas: A Forum for Communications Experimenters, 2002.

### B) Sites de Internet:

ARRL THE NATIONAL ASSOCIATION FOR AMATEUR RADIO. **Amateur Radio**. <http://www.arrl.org/>. 13/05/2019, 20:07.

CALIFORNIA STATE UNIVERSITY NORTHRIDGE. **CSUN/EAFB Software Defined Radio (SDR) Senior Project**. [www.csun.edu](http://www.csun.edu). 30/04/2019, 15:07 Horas.

COPPENS, J. **Quadrifilar Helicoidal Antenna**. <http://jcoppens.com/index.php>. 15/05/2019, 18:57.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Noaa Satellites.**  
[www.nesdis.noaa.gov](http://www.nesdis.noaa.gov). 13/05/2019, 20:46.

RTL-SDR. **About RLT-SDR.** [www.rtl-sdr.com](http://www.rtl-sdr.com). 13/05/2019, 19:46 Horas.

## 8. Fichamento Bibliográfico:

### A) Livros e Revistas:

<b>Título Genérico</b>	<b>Teoria de Antenas.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Desenvolvimento e Análise de Antenas.</b>
<b>Título</b>	<b>Antenna Theory Analysis and Design.</b>
<b>Autor</b>	BALANIS, Constantine A.
<b>Local</b>	Ohio: Wiley-Interscience, Edição 3.
<b>ISBN e Ano</b>	ISBN 978.04.7166.782.7 2005.
<b>Resumo</b>	O livro aborda assuntos como desenvolvimento, aplicação e análise de antenas.

<b>Título Genérico</b>	<b>Eletromagnetismo.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Teoria do eletromagnetismo.</b>
<b>Título</b>	<b>Eletromagnetismo.</b>
<b>Autor</b>	BUCK, Jhon A. e HAYT, Jr. Willian H.
<b>Local</b>	Porto Alegre: Amgh LTDA
<b>ISBN e Ano</b>	ISBN 978.85.8055.154.9 2013.
<b>Resumo</b>	Este livro contempla a teoria de eletromagnetismo, desde campo elétricos estacionários á campos variantes no tempo e propagação de ondas.

<b>Título Genérico</b>	<b>Eletromagnetismo Aplicado.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Teoria e Exemplos de Fenômenos do Eletromagnetismo.</b>
<b>Título</b>	<b>Eletromagnetismo.</b>
<b>Autor</b>	EDMINISTER, Joseph A. e NAHVI, Mahmood.
<b>Local</b>	Porto Alegre: Bookman, Edição 3.
<b>ISBN e Ano</b>	ISBN 978.85.6583.714.9 2012.
<b>Resumo</b>	O livro trata da teoria de eletromagnetismo com auxílio de exemplos teóricos que auxiliam na consolidação do conteúdo estudado.

<b>Título Genérico</b>	<b>Conceitos Básicos de SDR.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Conceitos Iniciais de SDR e Aplicações.</b>
<b>Título</b>	<b>Software Defined Radio: Basic Principles and Applications.</b>
<b>Autor</b>	FERNÁNDEZ, José Raúl Machado.
<b>Local</b>	La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría.
<b>ISBN e Ano</b>	2015.
<b>Resumo</b>	Este artigo aborda os conceitos básicos do Software Defined Radio e materializa com exemplos práticos.



<b>Título Genérico</b>	<b>Aquisição de dados por SDR.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Recepção de dados de imagem do satélite NOAA.</b>
<b>Título</b>	<b>Image Data Acquisition for NOAA 18 and NOAA 19 Weather Satellites Using QFH Antenna and RLT-SDR</b>
<b>Autor</b>	FIRMANSYAH, Teguh; KHOIRUSSOLIH, Muhammed; MUTTAKIN, Imamul; ROHANA, Neneng e WIRYADINATA, Romi.
<b>Local ISBN e Ano</b>	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Indonesia 2018.
<b>Resumo</b>	O artigo descreve como foi elaborada a experiência de aquisição de dados de imagem provenientes do satélite NOAA.

<b>Título Genérico</b>	<b>Teoria de Satélites.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Conceitos Básicos Sobre Satélites.</b>
<b>Título</b>	<b>Os Satélites e Suas Aplicações.</b>
<b>Autor</b>	FLORENZANO, Teresa Gallotti.
<b>Local ISBN e Ano</b>	São José dos Campos: SindCT. ISBN 978.85.62042.00.3 2008.
<b>Resumo</b>	Neste livro são apresentadas teorias e aplicações relacionadas aos satélites.

<b>Título Genérico</b>	<b>Teoria de Sinais.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Conceitos de Sinais e Sistemas de Comunicação.</b>
<b>Título</b>	<b>Sinais e Sistemas.</b>
<b>Autor</b>	HAYKIN, Simon e VEEN, Barry Van.
<b>Local</b>	Porto Alegre: Bookman.
<b>ISBN e Ano</b>	ISBN: 978.85.7307.741.4. 2003.
<b>Resumo</b>	Neste livro é possível encontrar conceitos teóricos de sinais de comunicação e sistemas responsáveis por transmiti-los.

<b>Título Genérico</b>	<b>Teoria de Sinais e Sistemas Lineares.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Sinais e Sistemas de Comunicação.</b>
<b>Título</b>	<b>Sinais e Sistemas Lineares.</b>
<b>Autor</b>	LATHI,B.P.
<b>Local</b>	Porto Alegre: Bookman, Edição 2.
<b>ISBN e Ano</b>	ISBN 978.85.6003.113.9 2006.
<b>Resumo</b>	Neste livro é possível encontrar conceitos teóricos de sinais e sistemas de comunicação.

<b>Título Genérico</b>	<b>Comunicação Sem Fio.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Propagação de Sinais e Antenas.</b>
<b>Título</b>	<b>Antennas and Propagation for Wireless Communication System.</b>
<b>Autor</b>	SAUNDERS, Simon R. e ZAVALA, Alejandro Aragón.
<b>Local</b>	West Sussex: Wiley, Edição 2.
<b>ISBN e Ano</b>	ISBN 978.04.7084.879.1 2007.
<b>Resumo</b>	O livro aborda sistemas de comunicação sem fio e modelagem e projetos de antenas.

<b>Título Genérico</b>	<b>Conceitos de SDR.</b>
<b>Assunto</b>	<b>Amplios Conceitos e Componentes do SDR.</b>
<b>Título</b>	<b>A Software-Defined Radio for The Masses, part 1, 2, 3 and 4.</b>
<b>Autor</b>	YOUNGBLOOD, Gerald.
<b>Local</b>	Texas: A Forum for Communications Experimenters.
<b>ISBN e Ano</b>	2002.
<b>Resumo</b>	O artigo desbrava amplamente os componentes e etapas de funcionamento de um SDR.

## B) Sites de Internet:

<b>Título Genérico</b>	Site ARRL.
<b>Assunto</b>	Assuntos Relacionados ao Rádio Amadorismo.
<b>Título</b>	Amateur Radio.
<b>Autor</b>	ARRL THE NATIONAL ASSOCIATION FOR AMATEUR RADIO.
<b>Local</b>	<a href="http://www.arrl.org/">http://www.arrl.org/</a> .
<b>Data / Hora</b>	13/05/2019, 20:07.
<b>Resumo</b>	O site apresenta assuntos relacionados ao rádio amadorismo e SDR.

<b>Título Genérico</b>	Site CSUN.
<b>Assunto</b>	Projetos de SDR e sistemas de comunicação.
<b>Título</b>	CSUN/EAFB Software Defined Radio (SDR) Senior Project
<b>Autor</b>	CALIFORNIA STATE UNIVERSITY NORTHRIDGE.
<b>Local</b>	<a href="http://www.csun.edu/~skatz/katzpage/sdr_project/sdrproject.html">http://www.csun.edu/~skatz/katzpage/sdr_project/sdrproject.html</a> .
<b>Data / Hora</b>	30/04/2019 - 15:07 Horas.
<b>Resumo</b>	Este site apresenta tutoriais, exemplos e matérias para elaborar projetos de SDR.

<b>Título Genérico</b>	Site Jcoppens.
<b>Assunto</b>	Cálculo de Antenas Helicoidais.
<b>Título</b>	Quadrifilar Helicoidal Antenna.
<b>Autor</b>	COPPENS, J.
<b>Local</b>	<a href="http://jcoppens.com/index.php">http://jcoppens.com/index.php</a> .
<b>Data / Hora</b>	15/05/2019, 18:57.
<b>Resumo</b>	Este site auxilia no projeto e confecção de antenas helicoidais.

<b>Título Genérico</b>	Site NESDIS.
<b>Assunto</b>	Administração de Atmosfera e Oceano.
<b>Título</b>	Noaa Satellites.
<b>Autor</b>	NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION.
<b>Local</b>	<a href="http://www.nesdis.noaa.gov">www.nesdis.noaa.gov</a> .
<b>Data / Hora</b>	13/05/2019, 20:46.
<b>Resumo</b>	O site apresenta diversos artigos e novas informações sobre os satélites NOAA.

<b>Título Genérico</b>	Site RTL-SDR.
<b>Assunto</b>	Sobre Dispositivos SDR.
<b>Título</b>	About RLT-SDR.
<b>Autor</b>	RTL-SDR
<b>Local</b>	<a href="http://www.rtl-sdr.com">www.rtl-sdr.com</a> .
<b>Data / Hora</b>	13/05/2019, 19:46 Horas.
<b>Resumo</b>	O site contempla diversos temas relacionados ao desenvolvimento, aplicação e evolução dos SDR's.