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**

[**1. Objetivos: 1**](#_Toc9111046)

[**1.2.1. Objetivo Específico 1: 1**](#_Toc9111047)

[**1.2.2. Objetivo Específico 2: 1**](#_Toc9111048)

[**1.2.3. Objetivo Específico 3: 1**](#_Toc9111049)

[**1.2.4. Objetivo Específico 4: 1**](#_Toc9111050)

[**1.2.5. Objetivo Específico 5: 2**](#_Toc9111051)

[**1.2.6. Objetivo Específico 6: 2**](#_Toc9111052)

[**1.2.7. Objetivo Específico 7: 2**](#_Toc9111053)

[**1.2.8. Objetivo Específico 8: 2**](#_Toc9111054)

[**2. Justificativa: 3**](#_Toc9111055)

[**3. Objeto da Pesquisa: 4**](#_Toc9111056)

[**4. Metodologia: 5**](#_Toc9111057)

[**4.1. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 1: 5**](#_Toc9111058)

[**4.2. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 2: 5**](#_Toc9111059)

[**4.3. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 3: 5**](#_Toc9111060)

[**4.4. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 4: 5**](#_Toc9111061)

[**4.5. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 5: 5**](#_Toc9111062)

[**4.6. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 6: 6**](#_Toc9111063)

[**4.7. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 7: 6**](#_Toc9111064)

[**4.8. Metodologia para Alcançar o Objetivo Específico 8: 6**](#_Toc9111065)

[**5. Anúncio dos Assuntos: 7**](#_Toc9111066)

[**6. Cronograma: 8**](#_Toc9111067)

[**7. Bibliografia: 9**](#_Toc9111068)

[**8. Fichamento Bibliográfico: 11**](#_Toc9111069)

# Objetivos:

* 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. **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 à aquisição das imagens, abrindo seu código fonte a fim de investigar o protocolo de recepção.

# 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.

# 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. Willian 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. 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:**

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Título Genérico** | **Eletromagnetismo.** |
|  |  |
| **Assunto** | **Teoria do eletromagnetismo.** |
|  |  |
| **Título** | **Eletromagnetismo.** |
| **Autor** | BUCK, Jhon A. e HAYT, Jr. Willian H. |
| **Local** | Porto Alegre: Amgh LTDA |
| **ISBN e Ano** | ISBN 978.85.8055.154.9 2013. |
|  |  |
| **Resumo** | Este livro contempla a teoria de eletromagnetismo, desde campo elétricos estacionários á campos variantes no tempo e propagação de ondas. |
|  |  |  |
|  |  |  |
| **Título Genérico** | **Eletromagnetismo Aplicado.** |
|  |  |
| **Assunto** | **Teoria e Exemplos de Fenômenos do Eletromagnetismo.** |
|  |  |
| **Título** | **Eletromagnetismo.** |
| **Autor** | EDMINISTER, Joseph A. e NAHVI, Mahmood. |
| **Local** | Porto Alegre: Bookman, Edição 3. |
| **ISBN e Ano** | ISBN 978.85.6583.714.9 2012. |
|  |  |
| **Resumo** | O livro trata da teoria de eletromagnetismo com auxilio de exemplos teóricos que auxiliam na consolidação do conteúdo estudado. |
|  |  |  |

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

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Título Genérico** | **Teoria de Satélites.** |
|  |  |
| **Assunto** | **Conceitos Básicos Sobre Satélites.** |
|  |  |
| **Título** | **Os Satélites e Suas Aplicações.** |
| **Autor** | FLORENZANO, Teresa Gallotti. |
| **Local** | São José dos Campos: SindCT. |
| **ISBN e Ano** | ISBN 978.85.62042.00.3 2008. |
|  |  |
| **Resumo** | Neste livro são apresentadas teorias e aplicações relacionadas aos satélites. |
|  |  |  |
|  |  |  |
| **Título Genérico** | **Teoria de Sinais.** |
|  |  |
| **Assunto** | **Conceitos de Sinais e Sistemas de Comunicação.** |
|  |  |
| **Título** | **Sinais e Sistemas.** |
| **Autor** | HAYKIN, Simon e VEEN, Barry Van. |
| **Local** | Porto Alegre: Bookman. |
| **ISBN e Ano** | ISBN: 978.85.7307.741.4. 2003. |
|  |  |
| **Resumo** | Neste livro é possível encontrar conceitos teóricos de sinais de comunicação e sistemas responsáveis por transmiti-los. |
|  |  |  |

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

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

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

**B) Sites de Internet:**

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

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

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Título Genérico** | **Site NESDIS.** |
|  |  |
| **Assunto** | **Administração de Atmosfera e Oceano.** |
|  |  |
| **Título** | **Noaa Satellites.** |
| **Autor** | NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. |
| **Local** | [www.nesdis.noaa.gov](http://www.nesdis.noaa.gov). |
| **Data / Hora** | 13/05/2019, 20:46. |
|  |  |
| **Resumo** | O site apresenta diversos artigos e novas informações sobre os satélites NOAA. |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Título Genérico** | **Site RTL-SDR.** |
|  |  |
| **Assunto** | **Sobre Dispositivos SDR.** |
|  |  |
| **Título** | **About RLT-SDR.** |
| **Autor** | RTL-SDR |
| **Local** | [www.rtl-sdr.com](http://www.rtl-sdr.com). |
| **Data / Hora** | 13/05/2019, 19:46 Horas. |
|  |  |
| **Resumo** | O site contempla diversos temas relacionados ao desenvolvimento, aplicação e evolução dos SDR´s. |
|  |  |  |