

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO**

Ricardo Leite de Freitas

**O INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE COMO PROPULSOR DA TECNOLOGIA
APRS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Campos dos Goytacazes

2021

2021	RICARDO LETTE DE FREITAS	MPSAEG/IFF
-------------	---------------------------------	-------------------

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO**

RICARDO LEITE DE FREITAS

**O INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE COMO PROPULSOR DA TECNOLOGIA
APRS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Renato Gomes Sobral Barcellos
(Orientador)

Dissertação do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Campos dos Goytacazes, RJ

Março de 2021

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

F866i Freitas, Ricardo Leite de
O INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE COMO PROPULSOR DA
TECNOLOGIA APRS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO / Ricardo
Leite de Freitas - 2021.
113 f.: il. color.

Orientador: Renato Gomes Sobral Barcellos

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Campos dos
Goytacazes, RJ, 2021.
Referências: f. 108 a 113.

1. APRS. 2. Defesa Civil. 3. Instituto Federal Fluminense. I. Barcellos,
Renato Gomes Sobral , orient. II. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À
ENGENHARIA E GESTÃO

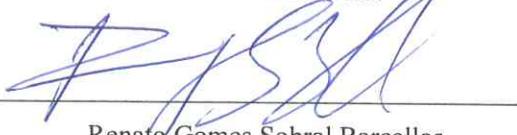
Ricardo Leite de Freitas

O INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE COMO PROPULSOR DA TECNOLOGIA
APRS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Dissertação do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Aprovado(a) em 19 de março de 2021.

Banca Examinadora:



Renato Gomes Sobral Barcellos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
(Orientador)

Rogério Atem de Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Suzana da Hora Macedo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Dedico este trabalho a minha família e amigos: minhas duas filhas Maria Cristina e Ana Lis e a minha companheira de todas as horas Janaína, vocês são a razão de tudo. Meu pai e minha mãe por toda a dedicação para que eu chegasse até aqui. Meu irmão Bruno por todo apoio logístico para que eu conseguisse assistir às aulas e ao meu irmão Rafael pela ajuda com sua experiência no curso. Minha sogra, meu sogro e meu cunhado pelo apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força para que eu pudesse vencer os obstáculos encontrados durante a realização do doutorado.

A minha família pela paciência e compreensão durante todo esse período.

Ao professor Dr. Renato Gomes Sobral Barcellos, pela sua paciência e dedicação na orientação da pesquisa que deu origem a esta dissertação.

Ao professor Dr. Rogério Atem de Carvalho pelo seu apoio e orientação.

à professora Dra. Suzana Macedo da Hora pelo seu apoio e orientação.

A todos os professores e alunos da SAEG 2019 que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Aos radioamadores Eudoxio de Jesus Mondego (PY1EU) e Fábio de Oliveira Converso (PY5FOC) pelo apoio e compartilhamento de conhecimento.

Aos amigos servidores e alunos do Instituto Federal Fluminense que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

Ao Instituto Federal Fluminense, a instituição que proporcionou a realização deste sonho.

RESUMO

Introdução: A ocorrência dos desastres naturais vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas. A Defesa Civil é um grupamento de ações preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas, que visam impedir e mitigar os desastres e seus efeitos à população. As tecnologias de comunicação via rede APRS, somadas a outras ferramentas agregadas ao sistema, têm oferecido suporte a atuações conjuntas com os radioamadores. **Objetivo:** Projetar uma infraestrutura de *Digipeaters* e *I-gates* com tecnologia *Automatic Packet Reporting System*, a partir dos *campi* do Instituto Federal Fluminense, de forma a auxiliar os municípios sedes e vizinhos. **Revisão Bibliográfica:** O uso de tecnologias da informação e comunicação é imprescindível em situações de emergência, pois podem gerar dados em curto espaço de tempo e com custo reduzido, além de auxiliar na elaboração de tarefas preventivas e suporte a tomadas de decisão em situações de calamidades. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão bibliográfica em artigos, livros e sites especializados, além de estudo na legislação brasileira e regulamentação do IFF. **Discussão:** Será desenvolvido um projeto de infraestrutura, ensino, pesquisa e extensão para fomentar o desenvolvimento da tecnologia no instituto. **Conclusão:** Acredita-se que esse trabalho possibilitará o desenvolvimento da tecnologia no interior do estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: APRS, Defesa Civil, Instituto Federal Fluminense

ABSTRACT

Introduction: The occurrence of natural disasters has grown considerably in recent decades. Civil Defense is a group of preventive, relief, assistance and recovery actions, which aim to prevent and mitigate disasters and their effects on the population. Communication technologies via the APRS network, added to other tools added to the system, have offered support for joint actions with radio amateurs. **Objective:** Design an infrastructure of Digipeaters and I-gates with *Automatic Packet Reporting System* technology, from the campuses of the Federal Fluminense Institute, in order to assist the host and neighboring municipalities. **Bibliographic Review:** The use of information and communication technologies is essential in emergency situations, as they can generate data in a short time and at a reduced cost, in addition to assisting in the preparation of preventive tasks and support to decision making in disaster situations . **Methodology:** A bibliographic review was carried out on articles, books and specialized websites. In addition to studying Brazilian law and IFF regulations. **Discussion:** An infrastructure, teaching, research and extension project will be developed to promote the development of technology at the institute. **Conclusion:** It is believed that this work will enable the development of technology in the interior of the state of Rio de Janeiro.

Keyword: APRS, Civil Defense, Instituto Federal Fluminense

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa com representação das frequências utilizadas	24
Figura 2: Conexão típica de uma rede APRS	24
Figura 3: Ícones utilizados no sistema APRS	27
Figura 4: Pacote padrão AX.25	28
Figura 5: Exemplo de mensagem com seu respectivo pacote AX.25	29
Figura 6: Estação Base	32
Figura 7: Estação Móvel	33
Figura 8: <i>Tracker</i> com TNC e <i>Tracker</i> com <i>smartphone</i>	34
Figura 9: Aplicação da técnica WIDEn-N em <i>Digipeaters</i>	35
Figura 10: Equipamentos e armário instalados em uma torre	36
Figura 11: <i>I-gate</i> interligando uma estação e a internet	36
Figura 12: <i>I-gate</i> construído com <i>Raspberry Pi</i>	37
Figura 13: Estrutura comum de um TNC	38
Figura 14: Principais Servidores e Concentradores da Rede APRS-IS	40
Figura 15: Distribuição da Rede Tier2 no ano de 2011	41
Figura 16: Estiagem nos municípios com campus do IFF	45
Figura 17: Enxurradas nos municípios com campus do IFF	46
Figura 18: Inundações nos municípios com campus do IFF	47
Figura 19: Tela do site aprs.fi com os dados de uma Estação Meteorológica	49
Figura 20: Site aprs.fi com os detalhes de uma Estação Meteorológica	50
Figura 21: Integração entre o Sahana Eden e a Rede APRS	52
Figura 22: Interligação entre a Estação de Campo e a Estação de Monitoramento	53
Figura 23: Teste do protótipo em um rio	53
Figura 24: Tela do aprs.fi com um alerta de nível do rio	54
Figura 25: Mapa do Estado do Rio de Janeiro com os <i>campi</i> do IFFluminense	56
Figura 26: Fluxograma representado a seleção dos trabalhos	59
Figura 27: Aba de configuração do diretório com os mapas de relevo.	66
Figura 28: Aba de configuração do diretório com os mapas de relevo.	67
Figura 29: Configuração para visualizar a cobertura de uma estação	68
Figura 30: Cobertura da Estação do IFF Bom Jesus do Itabapoana	69

	11
Figura 31: Cobertura da Estação do IFF Cambuci	70
Figura 32: Cobertura da Estação da Rampa de Voo Livre de Cambuci	71
Figura 33: Cobertura da Estação do IFF Itaperuna	72
Figura 34: Cobertura da Estação do Cristo Redentor na cidade de Itaperuna	73
Figura 35: Cobertura da Estação do IFF Santo Antônio de Pádua	74
Figura 36: Cobertura da Estação do IFF Campos-Centro	75
Figura 37: Cobertura da Estação do Morro do Itaoca	76
Figura 38: Cobertura da Estação do Polo de Inovação	77
Figura 39: Cobertura da Estação do IFF São João da Barra	78
Figura 40: Cobertura da Estação do IFF Quissamã	79
Figura 41: Cobertura da Estação do IFF Macaé	80
Figura 42: Cobertura da Estação do IFF Cabo Frio	81
Figura 43: Cobertura da Estação do IFF Maricá	82
Figura 44: Cobertura da Estação do Polo de Inovação	83
Figura 45: Cobertura da Estação do Pico do Couto	84
Figura 46: Cobertura da Estação de Santa Maria Madalena	85
Figura 47: Síntese da Cobertura da Rede do IFFluminense	86

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: SSID e suas respectivas aplicações	25
Tabela 2: Identificadores de tipo de dados APRS	30
Tabela 3: Especificações do rádio na simulação do <i>Radio Mobile</i> .	63
Tabela 4: Especificações do rádio na simulação do <i>Radio Mobile</i> .	64
Tabela 5: Custo médio de uma estação <i>Digipeater</i>	87
Tabela 6: Custo médio de uma estação <i>I-gate</i>	88
Tabela 7: Custo médio da rede APRS do IFFluminense	89
Tabela 8: Matriz Curricular do Curso Técnico em Telecomunicações	90
Tabela 9: Matriz Curricular do Curso Superior	94
Tabela 10: Matriz Curricular do Curso de Pós-graduação <i>Lato Sensu</i>	98
Tabela 11: Programação do Seminário	100
Tabela 12: Programação do Seminário	101

LISTA DE SIGLAS

AFSK – *Audio Frequency Shift Keying*

AM – *Amplitude Modulation*

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

APRN – *Automatic Picture Relay Network*

APRS – *Automatic Position/Packet Reporting System*

APRS-IS – *Automatic Packet Reporting System - Internet Service*

ARCAM – Associação dos Radioamadores de Campos dos Goytacazes

AVRS – *Automatic Voice Relay System*

AWS – *Automatic Weather Station*

CEFET-Campos – Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos

CETS – *Connectionless Emergency Traffic System*

CINDACTA I – Primeiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo

CITI – Congresso Integrado da Tecnologia da Informação

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COER – Certificado de Operador de Estação de Radioamador

CONDEC – Conselho Nacional de Defesa Civil

CONEPE – Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão

CONFICT – Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica

CONINF – Congresso de Interdisciplinaridade do Noroeste Fluminense

CONPG – Congresso Fluminense de Pós-Graduação

CPU – *Central Process Unit*

CRC - *Cyclic Redundancy Check*

DIGI – *Digipeater*

DTCEA-PCO – Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Pico do Couto

DTMF – *Dual-Tone Multi-Frequency*

EMBRAPII – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

EMP – Bolsa Fomento ao Empreendedorismo

ETFC - Escola Técnica Federal de Campos

EXPOCIT – Exposição de Ciência e Tecnologia

FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

FCS - *Frame Check Sequence*

FM – *Frequency Modulation*

FTP – *File Transfer Protocol*

FUNCAP – Fundo Especial para Calamidades Públicas

GPS – *Global Positioning System*

HDLC – *High-level Data Link Control*

HF – *High Frequency*

HT – *Hand-Talk*

ICJ – Iniciação Científica Junior

ID – Identificador

IEEE – *Institute of Electrical and Electronic Engineers*

IFF – Instituto Federal Fluminense

IFFluminense – Instituto Federal Fluminense

IP – *Internet Protocol*

JT – Jovem Talentos

KISS – *Keep It Simple Stupid*

LSB – *Low Significant Bit*

ME – Bolsa de Mestrado

MSB – *Most Significant Bit*

OSI – *Open Systems Interconnection*

PIBIC – Bolsa de Iniciação Científica

PIBITI – Bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

PNPDEC – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

S2Id – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SACAIFF – Semana de Divulgação Científica e Cultural

SEDEC - Secretaria Nacional de Defesa Civil

SINDEC – Sistema Nacional de Defesa Civil

SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*

SSID – *Service Set Identifier*

SSTV – *Slow-Scan Television*

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TNC – *Terminal Node Controller*

TV – *Television*

UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UHF – *Ultra High Frequency*

UNED-Macaé – Unidade Descentralizada de Ensino de Macaé

UPEA – Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental

VHF – *Very High Frequency*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	APRS	23
2.1.1	<i>Amateur X.25</i>	27
2.1.2	Estações APRS	31
2.1.2.1	Estação Base	31
2.1.2.2	Estação Móvel.....	32
2.1.2.3	Estação Portátil (<i>Tracker</i>).....	33
2.1.2.4	<i>Digipeater</i>	34
2.1.2.5	<i>I-gate</i>	36
2.1.3	TNC	37
2.1.4	APRS-IS.....	39
2.2	Defesa Civil	41
2.2.1	Desastres	43
2.2.1.1	Estiagem e Seca	44
2.2.1.2	Enxurradas	45
2.2.1.3	Inundações	46
2.2.1.4	Outros.....	47
2.3	Ferramentas APRS para defesa civil e controle de desastres	48
2.3.1	Estação Meteorológica Automática	48
2.3.2	Sahana Eden.....	51
2.3.3	Monitoramento de Inundação	52
2.3.4	Telemetria	54
2.4	O IFFluminense	55

	18
3 METODOLOGIA	58
3.1 Classificação da Pesquisa	58
3.2 Pesquisa Bibliográfica	59
3.3 Pesquisa em sites especializados	60
3.4 Grupos de discussão.....	60
3.5 Legislação da Defesa Civil	61
3.6 Regulamentações do IFFluminense	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
4.1 Projeto da Rede APRS do IFFluminense.....	62
4.1.1 Simulação através de <i>software</i>	63
4.1.2 Previsão de investimento	86
4.2 Projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão e Inovação;	89
4.2.1 Ensino	89
4.2.1.1 Curso Técnico em Telecomunicações	90
4.2.1.2 Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações...	93
4.2.1.3 Pós-graduação <i>Lato Sensu</i> em Redes de Computadores e Telecomunicações	98
4.2.2 Seminário	99
4.2.3 Pesquisa e Extensão	100
4.2.3.1 Defesa Civil	104
4.2.3.2 Radioamadores locais	105
5 CONCLUSÃO	106
6 REFERÊNCIAS	108

1 INTRODUÇÃO

A ocorrência dos desastres naturais vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas. Além do aumento na periodicidade, a intensidade com que esses fenômenos atingem o território nacional, provoca perdas e estragos cada vez mais agudos (CEPED UFSC, 2013).

O Estado do Rio de Janeiro é formado por 92 municípios divididos em oito regiões, com uma população de 15,99 milhões de pessoas, de acordo com o Censo de 2010. O Estado registrou diversos desastres naturais nos últimos anos, como os deslizamentos e enchentes na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011, o deslizamento do morro do Bumba em 2010 na cidade de Niterói e os deslizamentos em Angra dos Reis na passagem de 2009 para 2010. Entre os anos de 2009 e 2013, cerca de 70 municípios declararam ter sofrido deslizamentos, 68 deles passaram por enchentes e outros 69 tiveram enxurradas. Quase todas as prefeituras declararam ter passado por algum tipo de evento accidental. Essas tragédias trouxeram profundas rupturas sociais e institucionais, com impactos para a dinâmica demográfica e social de tais localidades (DA SILVA, 2016).

A Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010 define como defesa civil um grupamento de ações preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas. Esse conjunto de práticas visa impedir e mitigar os desastres e seus efeitos à população.

A responsabilidade pela prevenção e tratamento a situações de desastres é dividida entre Municípios, Estados e União. As definições de suas atribuições foram determinadas pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que entre outras regras, estabelece que a União deve estimular o desenvolvimento de núcleos de pesquisa, extensão e ensino para auxiliar e instrumentalizar os órgãos de Defesa Civil. Aos estados cabe mapear e equipar áreas de risco para acompanhamento de fenômenos da natureza. Aos municípios cabe executar o plano e ações no âmbito local; detectar, mapear e acompanhar áreas de risco; declarar calamidade pública ou situação de emergência; realizar obras de prevenção e auxiliar na evacuação das comunidades afetadas; oferecer abrigos provisórios aos desalojados; entre outras obrigações. Cabe também aos municípios também estimular e habilitar radioamadores para apoio em momentos de necessidade.

O Serviço de Radioamador, segundo a Resolução nº 449, de 17 de novembro de 2006, é um serviço de telecomunicações sem fins lucrativos ou comerciais. Operadores amadores de rádio autorizados pela Anatel, podem usar a radiocomunicação para seu próprio treinamento, pesquisas técnicas e intercomunicação. Para operar legalmente, o radioamador deve possuir o Certificado de Operador de Estação de Radioamador, COER, que é concedido aos requerentes que concluírem com êxito um exame de avaliação (ANATEL, 2006).

O COER é dividido em três classes. A primeira é a Classe “C” e o radioamador precisa ser aprovado em um teste de Técnica e Ética Operacional e Legislação de Telecomunicações. Para conquistar o nível seguinte, Classe “B”, o operador de rádio precisa ser qualificado em uma prova de Conhecimentos Básicos de Eletrônica e Eletricidade e Transmissão e Recepção Auditiva de Sinais em Código Morse. Para conseguir o certificado de Classe “A”, o radioamador deve ser aprovado em um teste de Conhecimentos Técnicos de Eletrônica e Eletricidade e Transmissão e Recepção Auditiva de Sinais em Código Morse (ANATEL, 2006).

Independentemente da classe à qual pertence o radioamador, ele pode ser convocado a auxiliar a comunidade em situações de Emergências ou Calamidade Pública (CONVERSO, 2016). Neste contexto, (HAJDAREVIC, KONJICIJA, *et al.*, 2014a) destacam a importância do radioamadorismo nos momentos em que não há infraestrutura de comunicações disponível.

As modalidades que compõem as transmissões disponíveis aos radioamadores podem ser: fonia, telegrafia, transmissões digitais, dentre outras. Dentre as modalidades digitais há a tecnologia do *Automatic Position/ Packet Reporting System* - APRS, Sistema de Relatório Automático de Posição/Pacote.

O APRS é um protocolo de comunicação de pacotes que permite a transmissão em tempo real de dados conjugados com sistemas de mapeamento. Este código possibilita o compartilhamento de localização de estações de radioamadores, além de fornecer dados gerados por estações meteorológicas, localização de veículos e até mesmo troca de mensagens (WADE, 2000).

O idealizador do sistema, Bob Bruninga, entende que em um evento especial ou em uma catástrofe é imprescindível a localização dos envolvidos (WADE, 2000). Por isso, este sistema oferece relatórios e posicionamentos em tempo real através da internet. Os dados são disponibilizados por um sistema de servidores que podem ser acessados e apresentados em plataformas hospedadas como <https://aprs.fi> com livre acesso a todos os interessados (VELASCO, ARANDA, 2018) ou ainda <http://www.aprsdirect.com>.

Diversas tecnologias são desenvolvidas para utilização na rede APRS. QUITTEVIS e AMBATALI (2018) propuseram o desenvolvimento de um módulo de rádio implementado em um microcontrolador *Raspberry Pi* para transmitir uma mensagem proveniente de um *Smartphone* através da rede APRS utilizando comunicação de rádio em frequência de radioamadores. A rede também foi aproveitada por CHAIYASOONTHORN, HONGYIM e MITATHA (2015) que estabeleceram uma comunicação a longa distância, implementada em veículos ou robôs, para monitoramento.

As tecnologias de comunicação via rede APRS, somadas a outras ferramentas agregadas ao sistema, têm oferecido suporte a atuações conjuntas entre a Defesa Civil e os radioamadores (CONVERSO, 2016).

Estas ações e práticas são desenvolvidas se aliadas ao uso de tecnologias da informação. Cardoso, Santos e Rezende (2014) apontam que o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) é imprescindível em situações de emergência, pois podem gerar dados em curto espaço de tempo e com custo reduzido, além de auxiliar na elaboração de tarefas preventivas e suporte a tomadas de decisão em situações de calamidades.

Sendo o APRS uma alternativa para auxílio a Defesa Civil, é importante o desenvolvimento de tecnologias de apoio. Neste sentido, o desenvolvimento, aplicação e implementação de tecnologias de comunicação estão consonantes com a finalidade educacional do IFFluminense na sua ação de fomento de criar projetos e programas de pesquisa e extensão para proporcionar a produção de novas tecnologias e garantir sua transferência para a sociedade (IFFLUMINENSE, 2017). No atual contexto discutido por este trabalho, a Instituição tem a oportunidade de tornar-se referência regional na tecnologia APRS quanto à sua implementação, suporte e desenvolvimento.

O Instituto Federal Fluminense é uma instituição reconhecida pelo ensino, pesquisa e extensão na área tecnológica no estado do Rio de Janeiro. Essa instituição possui inúmeros cursos em diversas áreas do conhecimento e pode auxiliar as autoridades com o desenvolvimento de soluções tecnológicas relacionadas à Defesa Civil. Devido a sua grande abrangência e permeabilidade espacial pode aproveitar a infraestrutura dos seus *campi* para ampliar a cobertura da rede APRS no estado do Rio de Janeiro.

O objetivo geral do trabalho é projetar a expansão de uma infraestrutura de rede APRS a partir da distribuição dos *campi* e unidade móvel do Instituto Federal Fluminense no estado do Rio de Janeiro, de forma a auxiliar as defesas civis dos municípios sedes e vizinhos.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Apresentar a tecnologia APRS e suas especificidades;
- Discorrer a respeito das estruturas das Defesas Civas, bem como suas funções e necessidades tecnológicas;
- Demonstrar as tecnologias APRS desenvolvidas especificamente para apoio às Defesas Civas e controle de desastres;
- Plano de implementação de rede APRS através dos *campi* e unidade móvel do IFFluminense, incluindo uma simulação da cobertura das estações, através do *software Radio Mobile*;
- Definir estratégias para o ensino, pesquisa e extensão nos cursos técnicos e superiores e de pós-graduação em Telecomunicações.

Primeiramente foi realizada uma revisão da literatura para localizar pesquisas relacionadas com o tema principal, *Automatic Packet Reporting System* (APRS). De maneira complementar, uma pesquisa em sites mantidos por radioamadores foi realizada, pois estes são os responsáveis pela implementação e manutenção das redes de comunicação. Esses sites possuem muitas informações que não são encontradas na literatura científica. Posteriormente, foi realizado o contato direto com alguns usuários do sistema.

Esse trabalho também contempla uma pesquisa sobre a literatura científica e o histórico de legislações referentes à Defesa Civil e às normas e ao regulamento do Instituto Federal Fluminense.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APRS

O *software* intitulado *Connectionless Emergency Traffic System* (CETS), sistema de tráfego de emergência sem conexão, foi utilizado pela primeira vez em 1984 com o intuito de localizar cavalos durante uma corrida de 100 milhas (BRUNINGA, 1999). Após anos de desenvolvimento desse sistema pelo seu idealizador, Bob Bruninga, o sistema evoluiu lentamente. Apenas em 1992 um artigo foi publicado na 11ª Conferência de Rede de Computadores da ARRL. Nesta publicação o sistema foi renomeado, passando a ser chamado de *Automatic Packet Reporting System* (APRS), sistema de relatório automático de pacotes (BRUNINGA, 1999).

O APRS é uma técnica de comunicação utilizada para o encaminhamento de mensagens, a apresentação de um estado ou situação, além do posicionamento de algum objeto em tempo real (DWI HARSONO, RUMADI, ARDINAL, 2019). Os dados são transmitidos através de um único canal de rádio, VHF ou UHF, e moduladas em AFSK (*Audio Frequency Shift Keying*, Modulação de Áudio por Chaveamento de Frequência) de 1200 baud, através de uma frequência utilizada para radioamadorismo de acordo com cada país. No Brasil a ANATEL homologou a frequência de 145,570MHz para utilização da rede (PFÜTZENREUTER, 2018). A Figura 1 apresenta as frequências utilizadas no mundo.

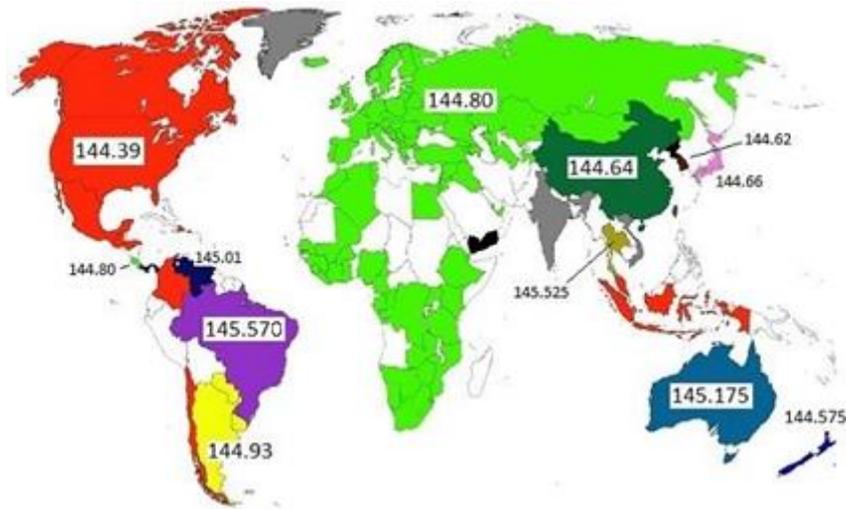


Figura 1: Mapa com representação das frequências utilizadas
Fonte: (BRUNINGA, 2014)

O sinal do *Tracker* ou estação pode ser retransmitido por *Digipeaters* até alcançar um *I-gate*, que recebe os dados provenientes das ondas eletromagnéticas e envia para a internet (DWI HARSONO, RUMADI, ARDINAL, 2019). O sistema, quando transmite suas informações através de ondas eletromagnéticas, envia repetidas vezes, pois elas podem não alcançar um *I-gate* e conseqüentemente a internet (PFÜTZENREUTER, 2018).

A Figura 2 demonstra a conexão entre um rádio e um rastreador veicular se comunicando, através de dois *Digipeater*, com um *I-gate*, que por sua vez publica os dados na internet para acesso dos usuários da rede APRS.

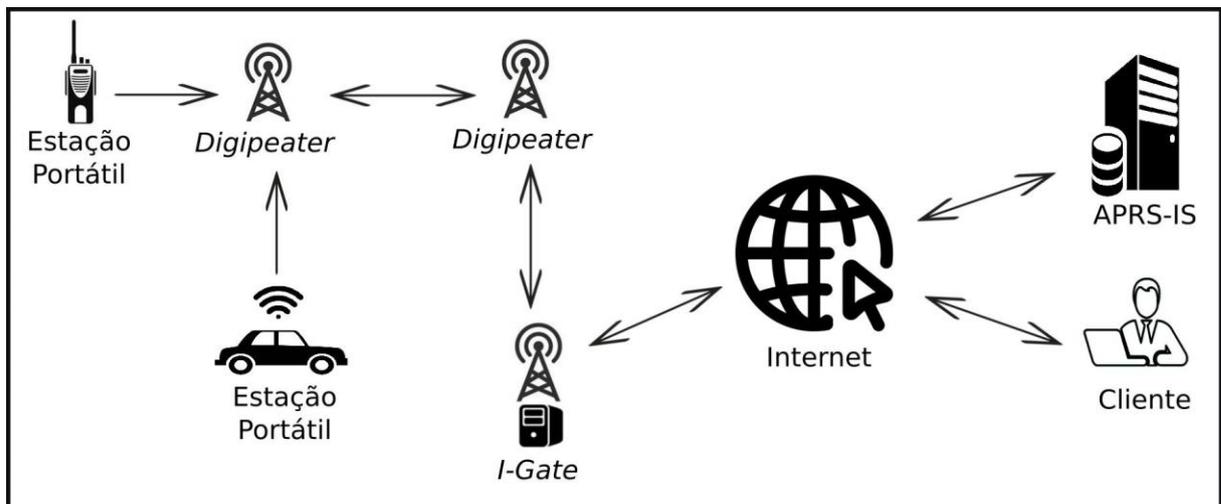


Figura 2: Conexão típica de uma rede APRS
Fonte: Elaboração própria.

Para envio de informações à rede APRS é necessário ser radioamador licenciado e conseqüentemente possuir um prefixo. Mesmo estações fixas, como as localizadas em aeroportos, necessitam de um responsável com registro (PFÜTZENREUTER, 2018). Os prefixos recebem um número extra, conhecido com SSID, para classificar o perfil da estação que está transmitindo os dados para o APRS-IS (BARROS, 2011). As listas de SSID's são atualizadas frequentemente, conforme são adicionados serviços à rede. A Tabela 1 apresenta os indicativos ativos no Brasil.

Tabela 1: SSID e suas respectivas aplicações

SSID	APLICAÇÃO
Somente indicativo	Estação principal
1	Estação Adicional, <i>Digipeater</i> , Estação móvel, Estação Meteorológica, entre outras.
2	Estação Adicional, <i>Digipeater</i> , Estação móvel, Estação Meteorológica, entre outras.
3	Estação Adicional, <i>Digipeater</i> , Estação móvel, Estação Meteorológica, entre outras.
4	Estação Adicional, <i>Digipeater</i> , Estação móvel, Estação Meteorológica, entre outras.
5	Equipamentos conectados via rede de dados móvel como: <i>Iphones</i> , <i>Androids</i> e outros.
6	Atividades especiais, Fonia via satélite, Recepção de dados de satélites, Coleta de rádio sonda, expedição <i>camping</i> .
7	Rádio Portátil
8	Atividades marítimas: Barcos, Veleiros, Navios, Veículos de resgate ou Rádio Portátil
9	Estação Móvel Principal

10	<i>I-gates, Echolink, Winlink, AVRS, APRN e outros.</i>
11	Atividades aéreas: Balões, Aviões, Rádio Sondas, Espaçonaves ou outros.
12	Estações com opção apenas de rastreamento.
13	Estações Meteorológicas
14	Segunda opção DIGIS
15	Estações DIGI ou Estações Meteorológicas
E	Estação <i>Echolink</i>
S	Estação SSTV
R	Repetidoras
tt	Estações Remotas APRS DTMF
63	PSK63, demais modos digitais, estações HF
A até Z	Estação Dstas

Fonte: (MONDEGO, 2018b)

Todos os objetos apresentados na página aprs.fi possuem um ícone que ajuda a identificá-lo. Esses símbolos são especificados pelos mantenedores do sistema e são atualizados periodicamente, conforme a necessidade. Essas alterações são publicadas no sítio <http://aprs.org/symbols/symbols-new.txt> (BRUNINGA, 2014). A Figura 3 expõe os símbolos utilizados atualmente:

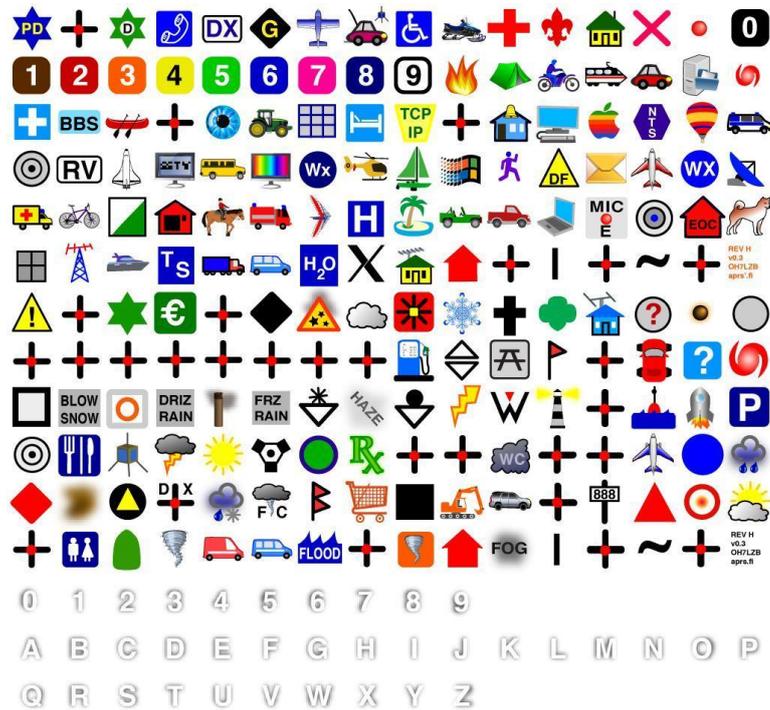


Figura 3: Ícones utilizados no sistema APRS
 Fonte: (FINNEGAN, 2017).

O sistema APRS é implementado por meio do protocolo *Amateur X.25* (AX.25) em modo sem conexão através de quadros *Beacon* de informações não numeradas. Normalmente o sistema utiliza TNC (*Terminal Node Controller*, Controlador de Nó Terminal), que traduz os dados de uma estação para o Transceptor de Rádio FM por Voz, que transmite os sinais de rádio (MATONDANG, ADITYAWARMAN, 2018).

2.1.1 *Amateur X.25*

O protocolo *Amateur X.25* (AX.25) é uma otimização do código x.25 para o radioamadorismo. Criado na década de 1980, ele foi planejado para ser simples, sem focar na performance e sim na aplicabilidade. O AX.25 é um protocolo da camada de Enlace de Dados do modelo OSI, e foi desenvolvido para estabelecer canais seguros de intercomunicação entre dois terminais. Os links poderão ser *simplex* ou *full duplex* (MATONDANG, ADITYAWARMAN, 2018).

No nível do link, as informações são enviadas no modo sem conexão e por isso são encaminhados sem aguardar retorno do receptor. Por conta dessa situação, o recebimento do sinal não é assegurado. A tecnologia permite, que em um nível acima de comunicação, as estações possam trocar mensagens e assim confirmar a recepção dos dados enviados (WADE, 2000).

A Figura 4 apresenta a composição de um pacote de transmissão de dados no formato do protocolo AX.25 que transporta sinais binários, ou seja, apenas valores de 0 ou 1.



Figura 4: Pacote padrão AX.25
Fonte: Elaboração própria.

O primeiro e último campo do pacote representado na Figura 4 é a bandeira (*Flag*) e serve para sinalizar ao receptor o início e fim de cada pacote transmitido. Esse espaço só possui 1 byte e transmite a sequência de bits 0x7e em hexadecimal, ou seja, 01111110 em binário, onde o primeiro bit é o mais significativo (MSB) e último é o menos significativo (LSB) (MENNA, 2015).

Em seguida o Campo Endereço de Destino é composto por 7 bytes e pode levar as informações do endereço de destino. O terceiro espaço é reservado para o Campo de Origem. Ambos os campos de endereço podem apresentar diversas opções de informação: endereço APRS genérico, endereço APRS genérico com um símbolo, versão do *software* APRS utilizado, dados codificados por Mic-E, localizador de grade de *Maidenhead* ou endereço de rede alternativa ALTNET (WADE, 2000).

No campo Endereço de *Digipeater* poderão ser gravados um total de 8 indicativos diferentes, com até 56 bytes de dados. Logo em seguida o pacote apresenta um Campo de Controle que é representado com o código hexadecimal 0x03, de 1 byte. Adiante o campo ID do Protocolo, também com apenas 1 byte, é determinado pelo código hexadecimal 0xf0 (WADE, 2000).

Os últimos dois quadros são o Campos das Informações e a Sequência de Verificação do Quadro (FCS, *Frame Check Sequence*). O primeiro transporta as informações propriamente ditas, onde o primeiro caractere determina o tipo de dados contidos no pacote. O FCS é um

método de verificação de erros de 16 bits, conhecido como CRC (Verificação cíclica de redundância, *Cyclic Redundancy Check*) (MATONDANG, ADITYAWARMAN, 2018).

A Figura 5 demonstra um exemplo de mensagem encaminhada via rede APRS e seu respectivo pacote AX.25.

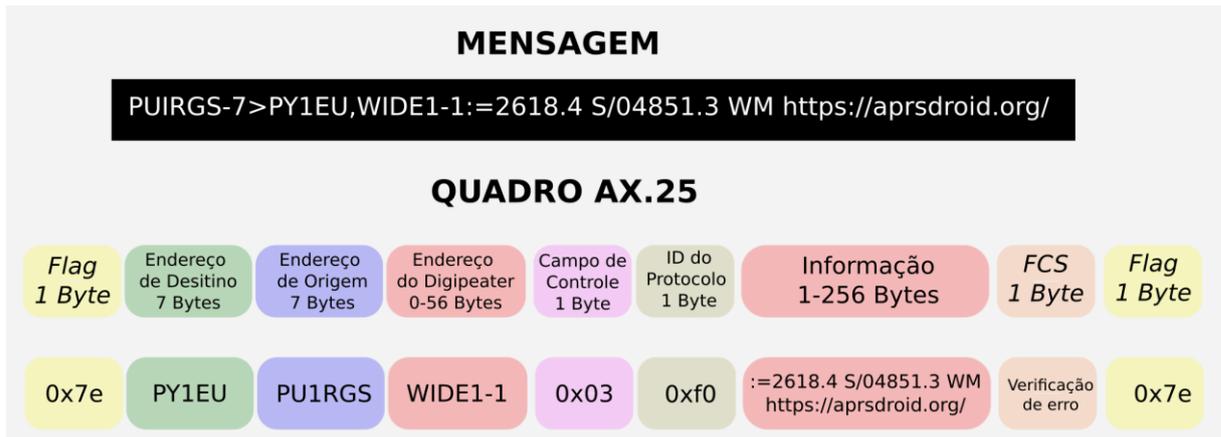


Figura 5: Exemplo de mensagem com seu respectivo pacote AX.25
Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 5 o indicativo “PUIRGS” é o endereço do radioamador de origem da mensagem e “-7” é o SSID. A transmissão é enviada para o usuário “PY1EU”. O endereço da *Digipeater* “WIDE1-1” representa o alcance máximo de *Digipeaters* que a mensagem chegará. Essa função impede que uma mensagem seja retransmitida infinitamente. Se o endereço do *Digipeater* fosse WIDE2-2, ele alcançaria dois *Digipeaters* (PFÜTZENREUTER, 2018).

A Tabela 2 apresenta os tipos de dados que podem ser transportados pelo pacote APRS, juntamente com seus respectivos caracteres.

CARACTERE DE IDENTIFICAÇÃO	TIPO DE DADOS
0x1c	Dados atuais do Mic-E
0x1d	Dados antigos do Mic-E
!	Posição sem registro de data e hora (sem mensagem APRS) ou <i>Ultimeter 2000 WX Station</i>

#	Estação Meteorológica <i>Peet Bros</i> U-II
\$	Dados brutos do GPS ou <i>Ultimeter</i> 2000
%	Agrelo DFJr / <i>MicroFinder</i>
&	[Reservado - recurso do mapa]
,	Dados antigos do Mic-E (mas dados atuais do TM-D700)
.	[Reservado - Clima espacial]
/	Posição com registro de data e hora (sem mensagens APRS)
:	Mensagem
;	Objeto
<	Recursos da estação
=	Posição sem registro de data e hora (com mensagens APRS)
>	Status
?	<i>Query</i>
@	Posição com registro de data e hora (com mensagens APRS)
T	Dados de telemetria
[Farol de localização de grade de <i>Maidenhead</i> (obsoleto)
_	Boletim Meteorológico (sem posição)
‘	Dados Mic-E atuais (não usados no TM-D700)
{	Formato de pacote APRS definido pelo usuário
}	Tráfego de terceiros

Tabela 2: Identificadores de tipo de dados APRS

Fonte: (WADE, 2000).

Na maioria dos pacotes de dados APRS, o campo de Informações pode levar uma ou mais informações, como a identificação do tipo de dados transmitido, as informações APRS, a extensão APRS utilizada ou os comentários (WADE, 2000).

2.1.2 Estações APRS

2.1.2.1 Estação Base

Esse tipo de estação está disponível para transmitir e receber sinais de radiofrequência, ou simplesmente se conectar à rede APRS através da internet. Essas unidades estão aptas a realizar comunicações de diversos tipos de dados, como mensagens, alertas, informações ou a localização da estação (CONVERSO, 2016).

Para colocar em operação uma estação base é necessário um rádio na faixa VHF, um computador com *software* específico para APRS instalado, uma interface de ligação com o computador, uma antena e cabos (MONDEGO, 2018a).

A Figura 6 demonstra uma estação de rádio básica fixa, que possui um computador com *software* específico instalado e que pode estar conectado ou não a internet. Além disso, o micro dispõe de uma interface com um radiotransmissor, que envia as informações via radiofrequência (CONVERSO, 2016).

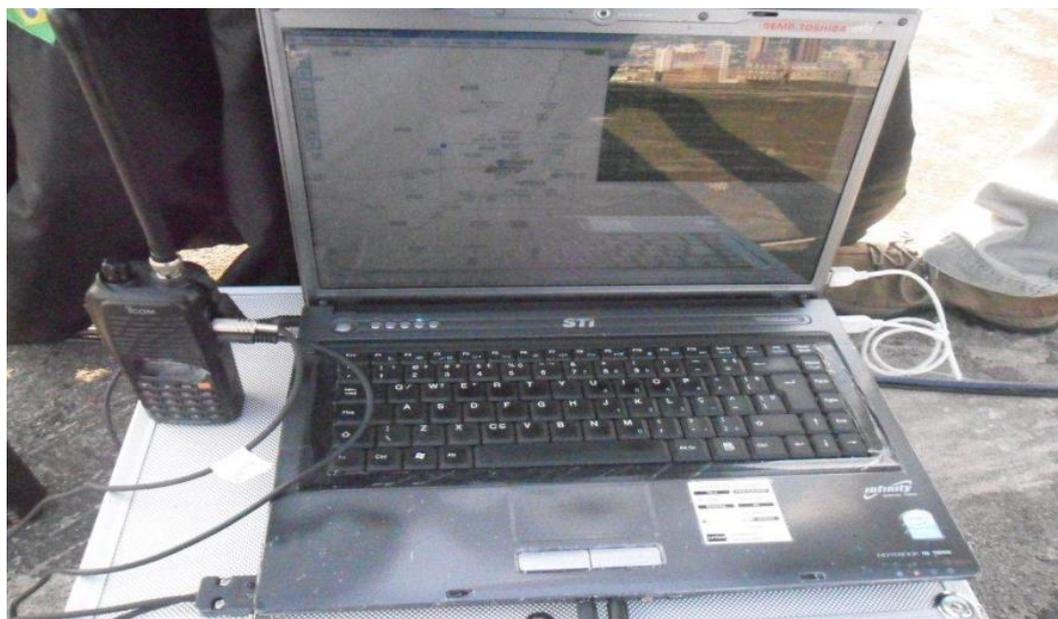


Figura 6: Estação Base
Fonte: (CONVERSO, 2016)

2.1.2.2 Estação Móvel

Amplamente difundida, essa unidade permite o envio de localização, emissão de alertas e troca de mensagens. Essa estação pode ser terrestre, marítima ou aérea e é largamente usada no radioamadorismo e pode ter características similares às estações base (CONVERSO, 2016). Outra opção de implementação é utilizar um transceptor VHF com um TNC, um GPS com saída de dados, antena e cabos (MONDEGO, 2018a). A Figura 7 mostra uma estação APRS móvel instalada em um veículo.



Figura 7: Estação Móvel
Fonte: (MONDEGO, 2018a))

2.1.2.3 Estação Portátil (*Tracker*)

Unidade construída com o intuito de apresentar apenas a localização geográfica de determinado radioamador. Pode ser usada para localizar estações terrestres, marítimas e aéreas e são muito utilizadas em momentos de calamidades ou por equipes de resgate (Converso 2016).

Os equipamentos necessários são: um rádio móvel (HT), um *Tracker* ou TNC e um GPS (MONDEGO, 2018a). Também é possível utilizar um *smartphone* com o aplicativo APRSDROID ligado diretamente em um rádio HT. Para alimentar os equipamentos é importante o uso de baterias com capacidade de carga suficiente (CONVERSO, 2016). A Figura 8 apresenta um *Tracker*.



Figura 8: *Tracker com TNC e Tracker com smartphone*
 Fonte: (CONVERSO, 2016)

2.1.2.4 Digipeater

Os *digipeaters* são estações muito importantes dentro da rede APRS. Elas têm a função de ampliar o alcance da rede e conseqüentemente a captação do sinal de mais estações. Essas estações funcionam como os repetidores de uma rede sem fio (ADITYAWARMAN, MATONDANG, 2018). Após receber o pacote, ele é testado e se aprovado, adiciona-se o indicativo da estação no campo endereço do pacote e logo em seguida é retransmitido. Caso o pacote tenha algum problema, é descartado (ADDAIM, KHERRAS, *et al.*, 2008).

Normalmente as estações de rádio APRS são configuradas para passar por três ou mais *digipeaters*. Esses pacotes são transmitidos sem percepção da rede (WADE, 2000). O funcionamento é simples, onde as estações base, móvel ou portátil enviam sinais RF, a estação repetidora recebe e retransmite até uma estação *I-gate*. De acordo com a configuração *Wide*, estabelecida pela estação transmissora, esse sinal pode passar por diversos *digipeaters* até encontrar um *I-gate* (SECO, 2020). A técnica “WIDEn-N” utilizadas em repetidores APRS consiste na limitação das repetições de determinada mensagem através dos *Digipeaters*. Quando o radioamador envia seu pacote, ele programa a quantidade de saltos possíveis, como por exemplo: WIDE3-3 é enviado, quando o primeiro *Digipeater* recebe a informação, ele então transmite como WIDE3-2, o segundo WIDE3-1 até que o terceiro retransmite como WIDE3-0, que será apenas recebido (WADE, 2000).

A Figura 9 demonstra a utilização do WADEn-N em uma rede APRS. A “mensagem A”, na cor azul, chega ao destino, enquanto a “mensagem B” não consegue chegar a um *I-gate*.

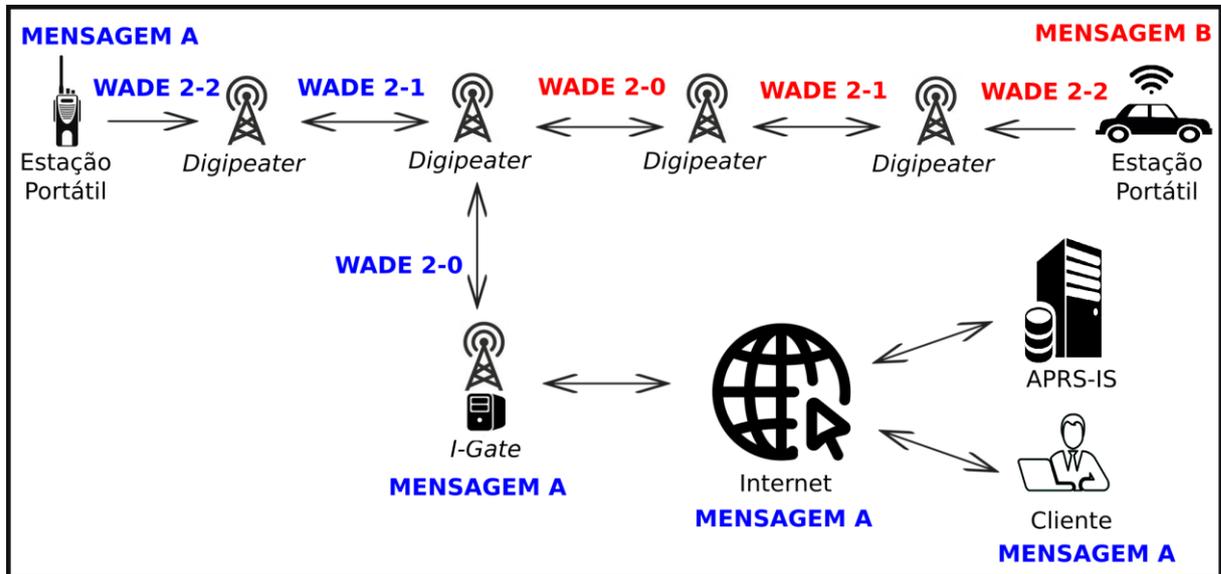


Figura 9: Aplicação da técnica WADEn-N em *Digipeaters*
Fonte: Elaboração própria.

O ideal seria que todo *digipeater* conseguisse transmitir seus pacotes diretamente para um *I-gate*, mas caso isso não seja possível, não há problemas em saltar por outros repetidores até encontrar um, conforme a “mensagem A” na figura 9, que chega ao destino. Mas se configurado de forma incorreta a transmissão pode não alcançar seu objetivo, como ocorreu com a “mensagem B” que não consegue chegar a um *I-gate* (SECO, 2020).

Para implementar um repetidor, será necessário um transceptor na faixa de VHF, acoplado a um TNC devidamente configurado como *digipeater*, antena e cabos (MONDEGO, 2018a).

A Figura 10 apresenta um *Digipeater* instalado no Morro Caratuva no Paraná.



Figura 10: Equipamentos e armário instalados em uma torre
 Fonte: (“ARPA - Associação de Radioamadores do Paraná” [s.d.]).

2.1.2.5 I-gate

Os nós *I-gate* permitem a comunicação simultânea entre sinais de radiofrequência e pacotes de internet. Sua principal função é fazer a migração dos pacotes provenientes dos sinais de rádio e encaminhá-los para o APRS-IS, conforme representada na Figura 11 (HAJDAREVIC, KONJICIJA, *et al.*, 2014b).

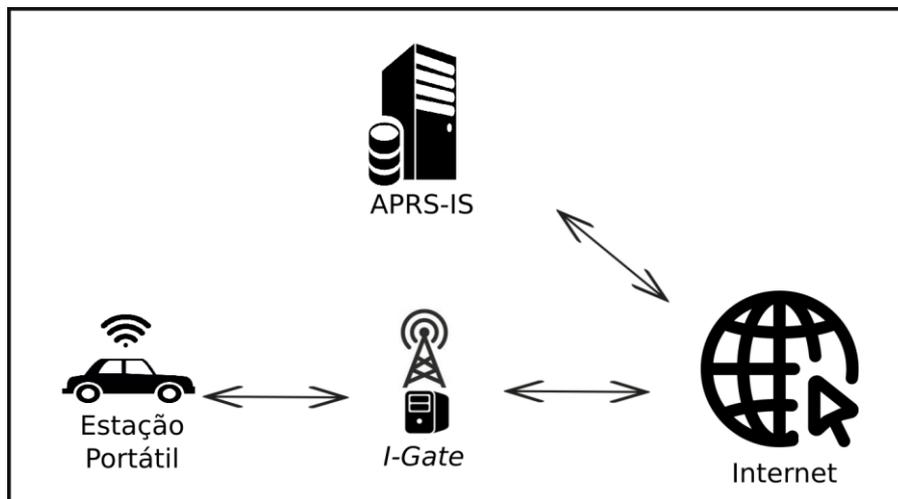


Figura 11: *I-gate* interligando uma estação e a internet
 Fonte: Elaboração própria.

Para implementar um *I-gate* serão necessários um transceptor na faixa VHF, um computador, um *software* específico para APRS configurado como *I-gate*, uma interface entre o computador e o transceptor, antena e cabos (MONDEGO, 2018a).

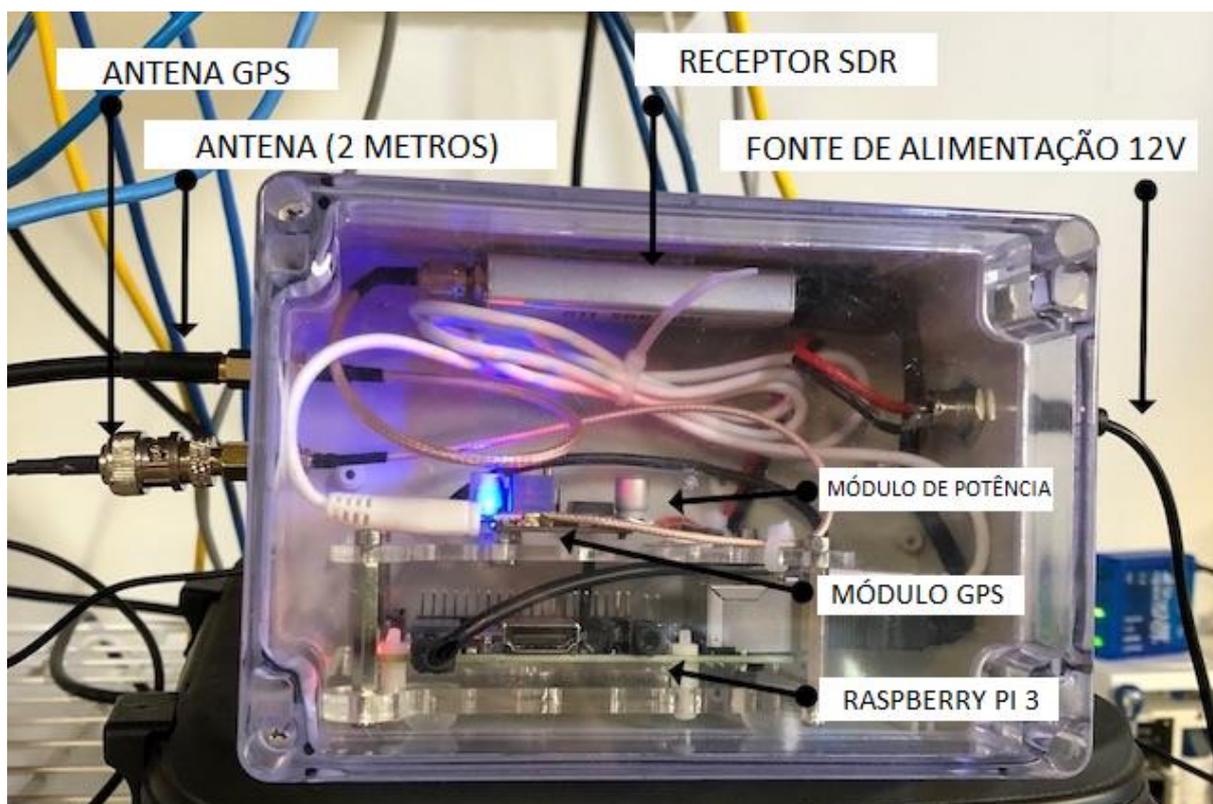


Figura 12: *I-gate* construído com *Raspberry Pi*
Fonte: (CICERA, 2019)

2.1.3 TNC

Terminal Node Controller (TNC), é um aparelho que trabalha de forma similar a um *modem* convertendo os dados em formato AX.25 e transformando-os em sinais para serem transmitidos pelo rádio e vice-versa (DWI HARSONO, RUMADI, *et al.*, 2019). Ele também pode fazer a comutação dos sinais de GPS e de um computador, permitindo a comunicação entre esses equipamentos. É no TNC que se encontra o protocolo AX.25 (CAMILO, 2011).

Normalmente o TNC é construído com base em um microprocessador ou microcontrolador. Apesar de sua principal função ser modular e demodular um sinal APRS, ele também monta e desmonta quadros de forma a compatibilizar a porta serial de um computador aos parâmetros de transmissão em radiofrequência. A Figura 13 representa uma estrutura comum de um TNC (MATONDANG, ADITYAWARMAN, 2018).

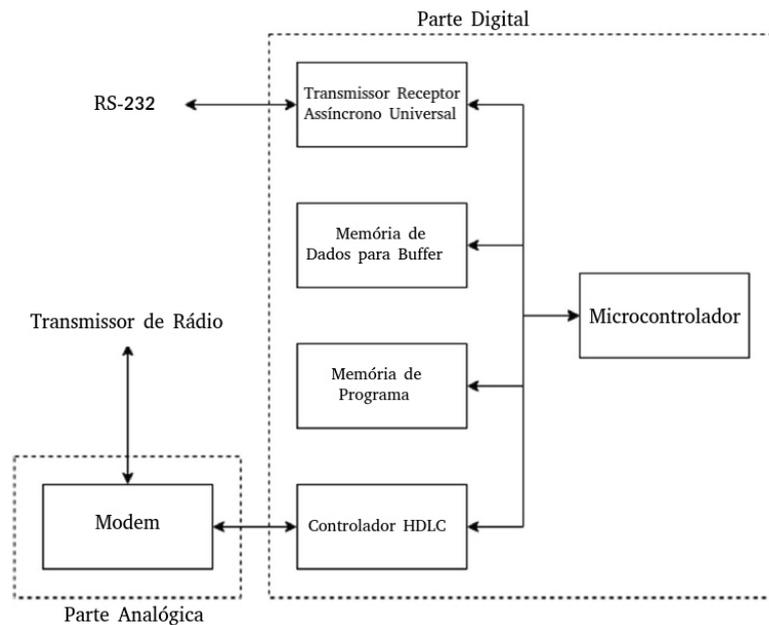


Figura 13: Estrutura comum de um TNC
Fonte: Elaboração própria.

O protocolo AX.25 é também conhecido como AX.25 HDLC e é utilizado no Controlador HDLC (*High-level Data Link Control*, Controle de link de dados de alto nível). Outro protocolo de comunicação presente no TNC é o RS-232, utilizado para diálogo com a porta serial do computador. O processamento mais elementar desse protocolo é o KISS, *Keep It Simple Stupid*, que significa “Mantenha isso simples, idiota”, ou seja, o *software* do KISS TNC, diferentemente do TNC comum, não é projetado para utilização com interface humana. No KISS, toda a análise de comando e protocolo AX.25 é realizada no próprio computador, que tem todo o comando sobre o TNC, que terá a função de comandar o transmissor (MATONDANG, ADITYAWARMAN, 2018).

2.1.4 APRS-IS

O Serviço de Internet APRS, ou APRS-IS, é simplesmente uma grande rede de servidores APRS distribuídos por todo o planeta. *I-gates* e outras aplicações conseguem enviar e receber entre a internet e a rede APRS. Essa rede mundial é dividida em servidores principais, servidores de segundo nível e servidores regionais. Os servidores principais recebem toda a movimentação de dados que percorrem a rede. Hoje em dia um sistema balanceia esse fluxo de informações com o intuito de dividir o volume eficientemente entre os servidores conectados (Freitas e Barcellos 2018).

A rede de segundo nível foi criada em 2003, através do domínio *aprs2.net* e intitulada Rede APRS Tier2. No princípio possuía seis servidores e cinco concentradores. Com o aumento da demanda, outros servidores foram incorporados. Os diversos servidores regionais são instalados em datacenters com *backbones* interligando os nós da rede, assim o sistema garante maior qualidade e confiabilidade (PACIER, 2020).

Mesmo que algum servidor saia do ar, os usuários são automaticamente redistribuídos para outro, mantendo a operacionalidade das estações (PACIER, 2020).

Atualmente a rede possui nove servidores principais, cinco concentradores e em torno 95 servidores regionais distribuídos pelo mundo, que se conectam aos *I-gate's* formando a rede APRS-IS. A Figura 14 apresenta a conexão entre os servidores e concentradores com seus respectivos endereços IP, além da quantidade de servidores regionais conectados a cada concentrador e a conexão do servidor brasileiro com seus aproximadamente 130 *I-gate's*.

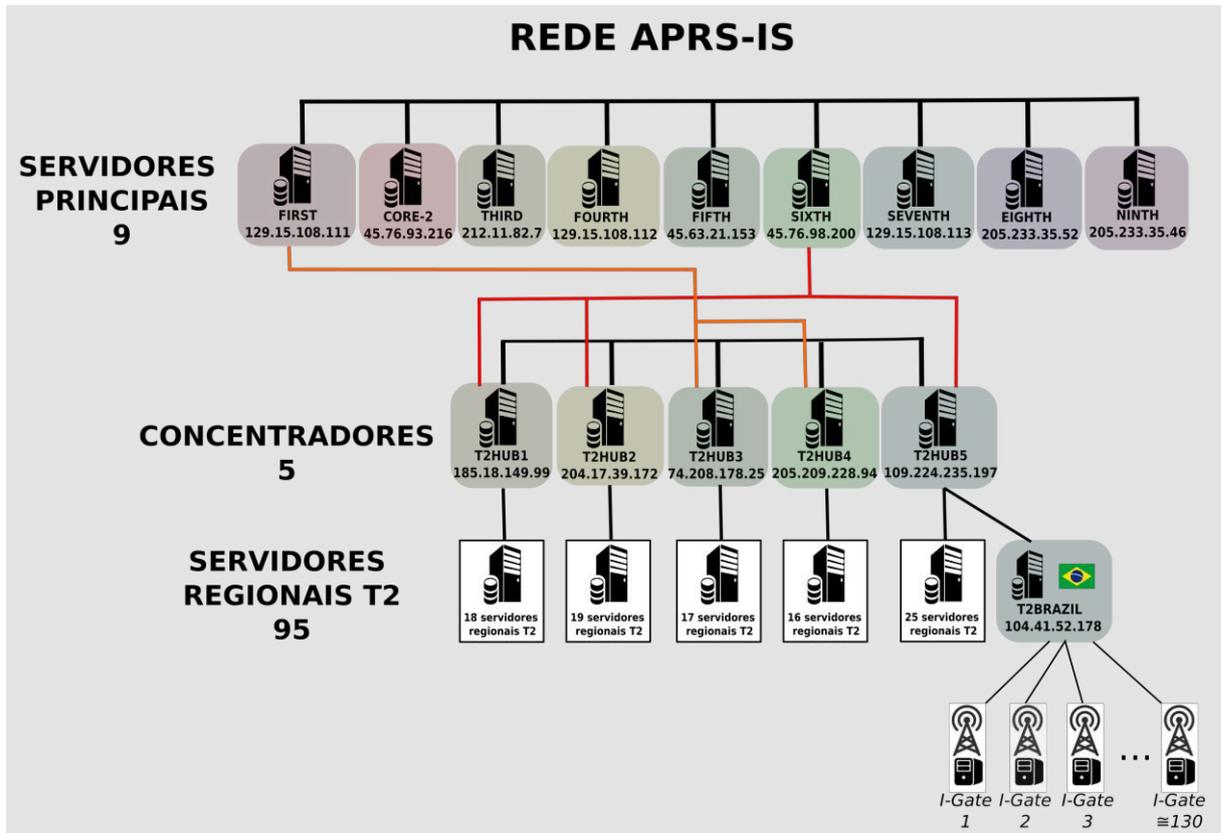


Figura 14: Principais Servidores e Concentradores da Rede APRS-IS
Fonte: Elaboração própria.

O sistema é preservado e dirigido por radioamadores voluntários, que oferecem todos os recursos às redes APRS e fomentam os serviços de radioamador por completo. Todos os *softwares* programados para trabalhar na rede, devem seguir especificações técnicas existentes. Diversos programas são disponibilizados gratuitamente (LOVEALL, 2020). A Figura 15 apresenta a distribuição global dos servidores regionais no ano de 2011.

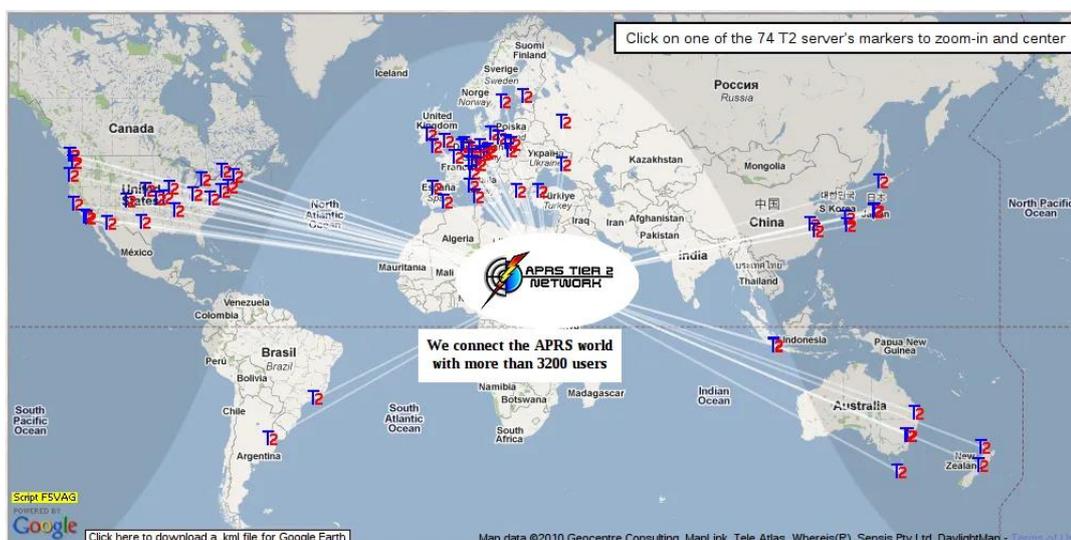


Figura 15: Distribuição da Rede Tier2 no ano de 2011
 Fonte: (EVANS, 2011)

2.2 Defesa Civil

Data de 13 de outubro de 1969 a primeira lei que trata de resposta a calamidades públicas no Brasil. O Decreto-lei nº 950 de 1969 instituiu o Fundo Especial para Calamidades Públicas (FUNCAP) e deu outras providências. O Decreto regulamentou o Art. 8º, item XII da Constituição Federal de 1967, que responsabilizava a União pela organização da defesa permanente contra calamidades públicas, especialmente a seca e as inundações (BRASIL, 1967).

Além da criação da FUNCAP, o documento estabeleceu as duas diretrizes para aplicação do fundo: assistência imediata às populações que sofressem calamidades e reembolso de gastos por serviços e socorros prestados (BRASIL, 1969).

Desde então diversos decretos publicados alteraram as aplicações do FUNCAP, mas não alteraram o princípio, que sempre foi auxiliar as comunidades acometidas por algum desastre natural.

Em dezembro de 2010, a Lei nº 12.340 instituiu o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC), que tinha como objetivo o planejamento, a articulação e a coordenação das ações de defesa civil no Brasil. Estabeleceu nesse momento o significado de defesa civil, como o

conjunto de ações de prevenção, de socorro às comunidades, assistência social e recuperação dos locais para evitar desastres e diminuir seus impactos para os cidadãos, e recompor a regularidade. A referida Lei também instituiu o Conselho Nacional de Defesa Civil (CONDEC) de natureza deliberativa e consultiva (BRASIL, 2010).

Menos de dois anos depois a Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012 criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), além de substituir o SINDEC e o CONDEC, por SINPDEC e CONPDEC respectivamente. Outra importante iniciativa foi a criação do sistema de informações e monitoramento de desastres, além de acrescentar o dever dos entes federativos na adoção de medidas para diminuição dos riscos de desastre (BRASIL, 2012).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil busca uma articulação entre o governo federal, estadual e municipal, para redução de desastres e apoio aos povos atingidos. Entre as atuações da PNPDEC estão a prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas para a defesa civil e proteção. A política compreende o ordenamento territorial, crescimento urbano, saúde, meio ambiente, alterações climáticas, gerenciamento dos recursos hídricos, geologia, infraestrutura, ciência, educação e tecnologia para um desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012).

Outro ponto muito importante foi a priorização de ações preventivas e participação da sociedade civil organizada nas decisões. Um dos objetivos do PNPDEC é monitorar eventos meteorológicos, situação de rios e áreas de riscos, da mesma maneira que avalia riscos biológicos, químicos e nucleares, produzindo alertas de ocorrência de desastres (BRASIL, 2012).

O governo federal mantém no ar o S2iD - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Nessa plataforma são registrados os desastres, consulta-se reconhecimentos de Estados de Calamidade Pública ou Situação de Emergência, acompanhamentos da situação de recursos financeiros entre outras informações acerca da gestão de riscos e desastres (CEPED UFSC, 2013b).

Outro documento de grande importância é o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que foi desenvolvido em parceria entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil e a Universidade Federal de Santa Catarina. Essa pesquisa avaliou desastres ocorridos em todo o território brasileiro de 1991 a 2012 (CEPED UFSC, 2013a). O presente trabalho analisará somente eventos ocorridos nos municípios do estado do Rio de Janeiro.

2.2.1 Desastres

É importante salientar os desastres mais comuns de ocorrer no Brasil, assim o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais apresenta uma lista com os dez principais tipos de eventos. São eles:

- Estiagem/seca
- Movimentos de Massa
- Erosão
- Inundações
- Enxurradas
- Alagamentos
- Ciclones/vendavais
- Tempestade Local/Convectiva - Granizo
- Tempestade Local/Convectiva - Tornado
- Onda de frio - geadas
- Incêndio Florestal

Alguns desses desastres não costumam afetar os municípios do Estado do Rio de Janeiro. Os números citados na pesquisa, são retirados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, que concentra todas as informações provenientes dos municípios. São levados em consideração apenas ocorrências em que a prefeitura declara Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, portanto os números são subdimensionados, pois muitos eventos são proporcionalmente pequenos e não demandam tal atitude da prefeitura (CEPED UFSC, 2013a).

Existe ainda outra classificação para os desastres causados pela exploração econômica, industrial ou tecnológica. Essa categoria é conhecida como Desastres Humanos de Natureza Tecnológica e são definidos pela Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) através do departamento de Minimização de Desastres, que publicou o Manual de Desastres Humanos de Natureza Tecnológica (CASTRO, 2004).

Essa categoria de desastres contempla os Siderais de Natureza Tecnológica, que é causado pela queda de objetos lançados ao espaço, e acidentes relacionados com Meios de

Transporte, com Construção Civil, com Incêndios, Produtos Perigosos, além de desastres causados pela Concentração Demográfica, que pode causar colapsos na infraestrutura (CASTRO, 2004).

A presente pesquisa avaliará somente os municípios onde há campus em funcionamento do Instituto Federal Fluminense. Nessas comunidades só foram registrados, nos últimos dez anos, desastres oriundos de Estiagem, Inundações e Estiagens. Porém foram noticiados diversos Alagamentos, Movimentos de Massas, Vendavais, Tempestades com granizo, Incêndios Florestais e até um tornado na região, todos com pouco ou nenhum impacto aos municípios.

2.2.1.1 Estiagem e Seca

A Estiagem e a Seca são fenômenos provenientes de situações climáticas. A estiagem é fortemente ligada a diminuição das chuvas, ao retardamento da época de chuvas ou falta de precipitação em uma estação. Devido a esses fatores, o solo perde umidade e não consegue repor, causando muitos infortúnios principalmente a pecuária e agricultura. Já a seca nada mais é que uma estiagem muito duradoura. Importante salientar que esses dois fenômenos não são causados apenas por falta de chuva, mas a alteração em uma bacia hidrográfica (CASTRO, 2003)

Nos últimos 10 anos, foram registrados nas cidades onde há campus do Instituto Federal Fluminense, sete casos de estiagem. Esses eventos ocorreram no Norte e Noroeste Fluminense, e atingiram em uma ocasião os municípios de Cambuci, Santo Antônio de Pádua e São João da Barra. Duas outras localidades se destacam das demais, Itaperuna e Bom Jesus do Itabapoana registraram dois momentos de estiagem (CEPED UFSC, 2013b). A Figura 16 representa os números de casos nos municípios selecionados.

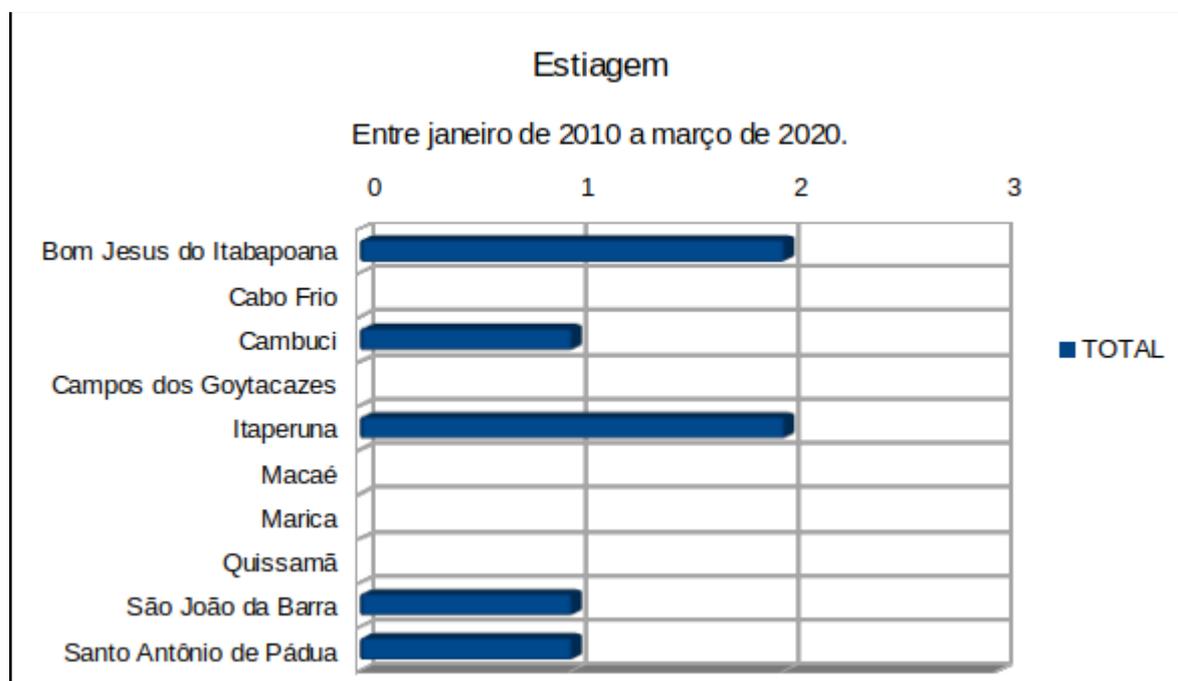


Figura 16: Estiagem nos municípios com campus do IFF
Fonte: Elaboração própria.

2.2.1.2 Enxurradas

São inundações ocorridas de forma repentina e concentrada, sem muito tempo para alerta ou preparação da área atingida. Normalmente o deslocamento de água é rápido e impetuoso. Com o crescimento urbano descontrolado, muitas áreas são impermeabilizadas, diminuindo a absorção de água pelo solo e conseqüentemente ampliado os casos de enxurradas em centros urbanos (CASTRO, 2003)

Desde o ano de 2010 foram apresentados nove casos de enxurradas nos municípios pesquisados. Essas ocorrências foram distribuídas por seis cidades. As localidades afetadas foram Macaé, Maricá e Santo Antônio de Pádua, com apenas um evento, e Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci e Itaperuna, com dois casos cada (CEPED UFSC, 2013b). A Figura 17 apresenta os números de casos por município.

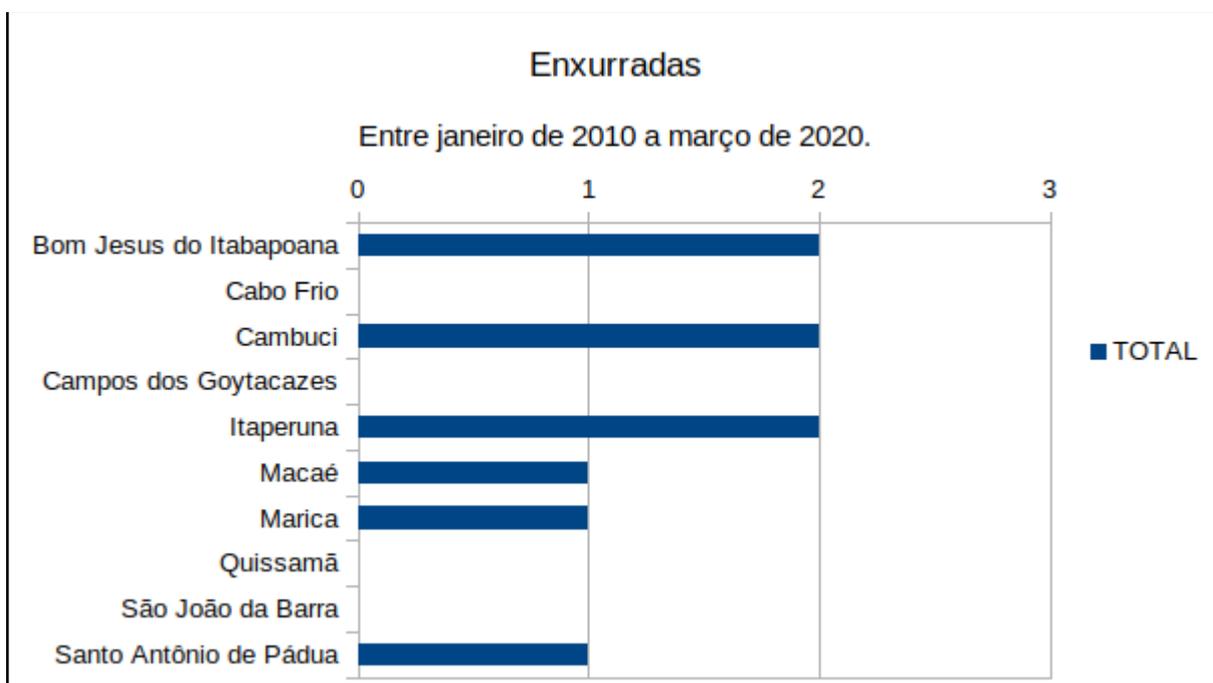


Figura 17: Enxurradas nos municípios com campus do IFF
Fonte: Elaboração própria.

2.2.1.3 Inundações

As enchentes ou inundações são eventos transitórios que acontecem quando há um grande fluxo de água com consequente inundação das regiões ribeirinhas. Normalmente ocorre quando um rio não comporta o volume de água em seu leito e acaba transbordando. Esse transbordo se estabelece de forma gradual e lenta, a enchente se mantém durante um período e em seguida o rio retorna ao seu leito normal (CASTRO, 2003).

Nos municípios cobertos pela rede do Instituto Federal Fluminense, as inundações ocorreram oito vezes nos últimos 10 anos. Bom Jesus do Itabapoana e Santo Antônio de Pádua foram acometidos duas vezes cada. Enquanto isso Campos dos Goytacazes, Cambuci, Itaperuna e Maricá sofreram com enchentes apenas uma vez (CEPED UFSC, 2013b). A Figura 18 representa os números de casos nos municípios selecionados.

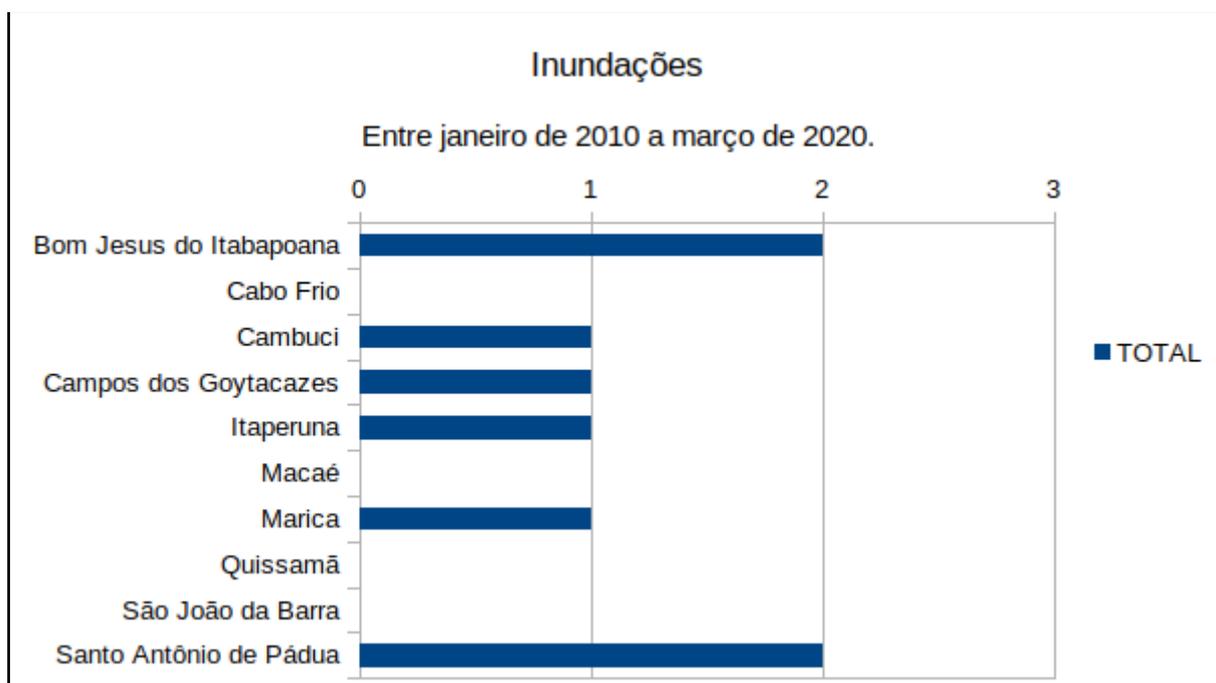


Figura 18: Inundações nos municípios com campus do IFF
Fonte: Elaboração própria.

2.2.1.4 Outros

Alguns eventos, apesar de possuir alguma gravidade, não foram motivo para declaração de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública. Alguns desses desastres são noticiados com relativa frequência, como alagamentos e movimentação de massas. No dia 13 de fevereiro de 2020 o portal G1 noticiou que uma chuva forte provocou alagamentos e deslizamentos na cidade de Itaperuna na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Segundo a notícia, não havia feridos e a prefeitura não tinha informações sobre desabrigados ou desalojados (INTERTV, 2019b).

Dois meses antes, em dezembro de 2019 o mesmo portal noticiou que um forte temporal causou estragos em municípios do Noroeste Fluminense. Entre as cidades atingidas estavam Cambuci, Itaperuna e Santo Antônio de Pádua. Uma estrada ficou coberta de lama, córregos transbordaram, hospital ficou alagado e imóveis foram interditados. Na cidade de Cambuci o principal ponto turístico, a Cachoeira de Cambuci, ficou inundada (INTERTV, 2019b).

Um vendaval seguido de temporal atingiu a cidade de Campos dos Goytacazes em fevereiro de 2019. Os fortes ventos chegaram a 80km/h e derrubaram aproximadamente 80 árvores pela cidade. A cidade sofreu muitos danos com o evento anormal, com pontos sem energia, telhados arrancados e carros destruídos. Até mesmo um hospital sofreu destelhamento, uma torre de rádio foi derrubada e muitos pontos da cidade ficaram alagados (INTERTV, 2019c).

Em abril de 2013 em Maricá a situação foi inusitada, um tornado de baixa intensidade se formou nos céus da cidade, por sorte ele não tocou o solo (INTERTV, 2013). No interior do município os estragos foram causados por outro fenômeno raro, uma chuva de granizo que danificou telhados das residências (INTERTV, 2019a).

2.3 Ferramentas APRS para defesa civil e controle de desastres

Em todo o mundo há diversos projetos, com tecnologia APRS, voltados para o desenvolvimento de tecnologia de apoio ou prevenção a desastres naturais. Muitas das pesquisas e inovações são concebidas por radioamadores e essas informações circulam em suas redes próprias ou são publicadas em sites específicos para a categoria. Outros projetos são desenvolvidos pela academia e são compartilhados através de congressos e periódicos. Alguns desses projetos serão apresentados com a perspectiva do apoio aos desastres.

2.3.1 Estação Meteorológica Automática

O APRS é uma excelente ferramenta quando usada em conjunto com uma estação meteorológica automática (*Automatic Weather Station - AWS*). A unidade observa as condições meteorológicas e transmite as informações diretamente para a rede APRS. A AWS normalmente possui diversos sensores situados em uma estrutura próxima e conectados a uma CPU (*Central Process Unit - Unidade Central de Processamento*) através de cabos elétricos ou

ópticos, ou ainda por radiocomunicação. Os dados são convertidos para um formato específico para ser transmitido para a rede. A estação também necessita de um sistema de alimentação adequado para todo os equipamentos instalados (ADITYAWARMAN, MATONDANG, 2018).

Uma Estação Meteorológica pode ter um custo elevado e suas informações são distribuídas para qualquer usuário que busque. No ano de 2014 estimava-se que mais de 7000 estações enviavam dados meteorológicos na América do Norte, muitas delas mantidas por radioamadores, e muito utilizadas em educação e pesquisas (ADITYAWARMAN, MATONDANG, 2018).

O pacote de dados APRS permite o envio de três tipos de informações meteorológicas, em sua versão completa pode transmitir diversos indicadores como direção e velocidade do vento, rajadas de vento, temperatura, chuva na última hora, chuva nas últimas 24 horas, chuva no dia, umidade e pressão barométrica, além da sua posição do GPS (ADITYAWARMAN, MATONDANG, 2018). Esses resultados são apresentados na internet, com possibilidade de encontrar um histórico dos dados. A Figura 19 apresenta as informações publicadas por uma AWS na rede APRS.



Figura 19: Tela do site aprs.fi com os dados de uma Estação Meteorológica
Fonte: aprs.fi

A estação PU2MUS-11 apresentada na Figura 19 está localizada na Base Aérea de Santos e fornece informações de temperatura, umidade, pressão, vento, rajadas e chuva. Se

clicar em “mostrar cartas meteorológicas” é possível ver históricos de leitura dos sensores. Conforme visualizado na Figura 20, é possível analisar gráfico com os resultados das últimas 24 horas, das últimas 48 horas, da última semana, do último mês ou do último ano.



Figura 20: Site aprs.fi com os detalhes de uma Estação Meteorológica
 Fonte: aprs.fi

As Estações Meteorológicas Automáticas podem ser muito úteis em situação de desastre ou na prevenção deles. Instaladas em pontos estratégicos, podem servir de alerta para situações de risco, como um excesso de chuva próximo a uma encosta com risco de desabamento, por exemplo. Com essa informação em tempo real, a equipe pode acionar os moradores para buscarem um local seguro. Outro caso comum é a falta de chuva, uma prefeitura pode identificar a estiagem e com essas informações, tomar as decisões cabíveis.

Outro evento muito comum no Brasil são as queimadas, a informação da intensidade dos ventos e sua direção auxilia na definição da forma de trabalho das equipes de contenção

das chamadas. Um suporte remoto com esses dados fornecidos pela AWS e com a localização das equipes de campo, equipados com um *Tracker* APRS, pode direcioná-los melhor.

Portanto, uma Estação Meteorológica Automática pode auxiliar nos seguintes tipos de desastres: Movimentos de massa, Inundações, Enxurradas, Alagamentos, Vendavais, Ondas de Frio, Estiagem, Seca e Incêndio Florestal.

2.3.2 Sahana Eden

O Sahana Eden é um programa de código aberto e que serve de cooperação no gerenciamento de momentos de crise. Ele permite mapeamento além do registro de vítimas, organização e abrigos. Esse *software* é utilizado pelo Escritório de Gerenciamento de Emergências de Nova York, pela Cruz Vermelha Internacional, Associação Portuguesa dos Bombeiros e vários outros (FREITAS, BARCELLOS, 2018).

A plataforma foi desenvolvida para responder a diversos tipos de desastre, se adaptando às suas especificidades e permitindo aos gestores aplicações como rastreamento das demandas das pessoas afetadas e das coordenações das agências envolvidas. Os técnicos e voluntários podem responder as necessidades pelo próprio sistema e dividir os conhecimentos para ajudar no socorro aos necessitados (FREITAS, BARCELLOS, 2018).

Freitas e Barcellos (2018) integraram a tecnologia APRS ao sistema Sahana Eden, que amplia o número de aplicações da plataforma de suporte a desastres e permite a inserção de dados de forma automatizada. A Figura 21 apresenta o funcionamento do trabalho conjunto entre as tecnologias.

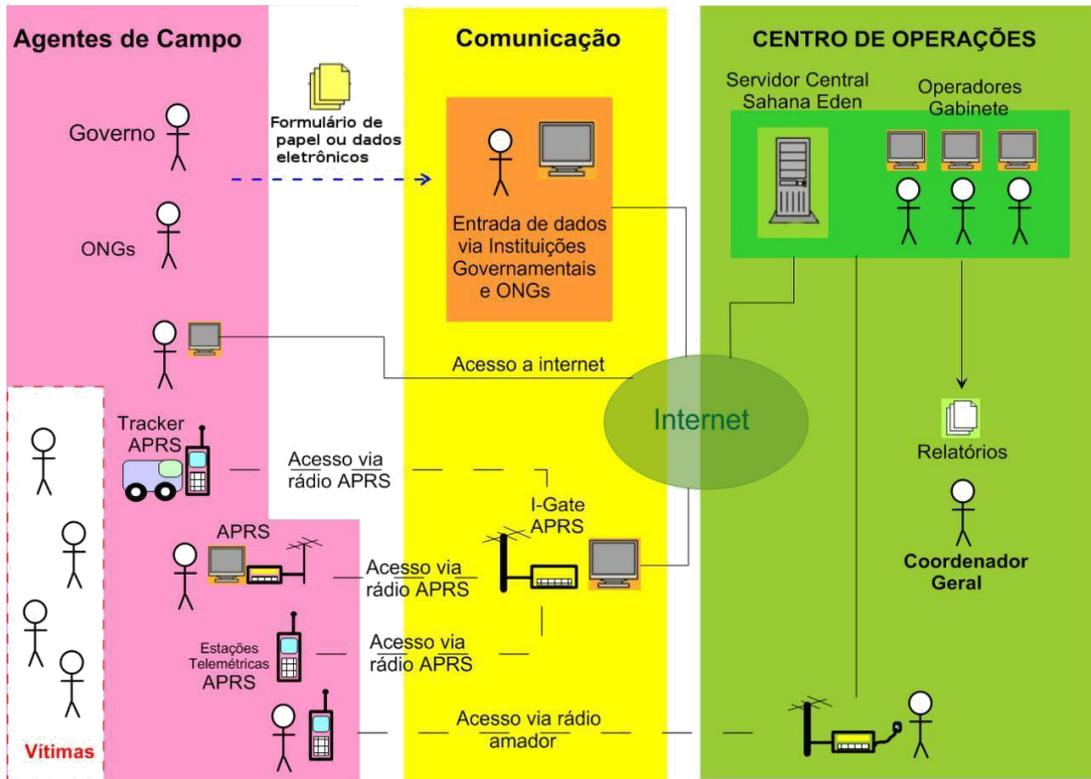


Figura 21: Integração entre o Sahana Eden e a Rede APRS
 Fonte: (FREITAS, BARCELLOS, 2018)

As coordenadas de localização dos *Trackers* são encaminhadas via radiofrequência para um *I-gate*, que publica as informações na página *aprs.fi* e automaticamente são acessados pelo Sahana Eden e disponibiliza aos utilizadores (FREITAS, BARCELLOS, 2018).

2.3.3 Monitoramento de Inundação

Saris (2016) em sua dissertação, desenvolveu um sistema para monitorar enchentes através da leitura de sensores, onde os dados são capturados e transmitidos via radiofrequência para a rede APRS em tempo real. O projeto foi construído com um microcontrolador Arduino Uno, que controla, lê e grava valores recebidos dos sensores e depois encaminha os dados através de uma conexão RS232. Em seguida os dados passam por um TNC e então são transmitidos via VHF para um *Digipeater* ou *I-gate*. A Figura 22 representa o projeto das estações de campo e de monitoramento

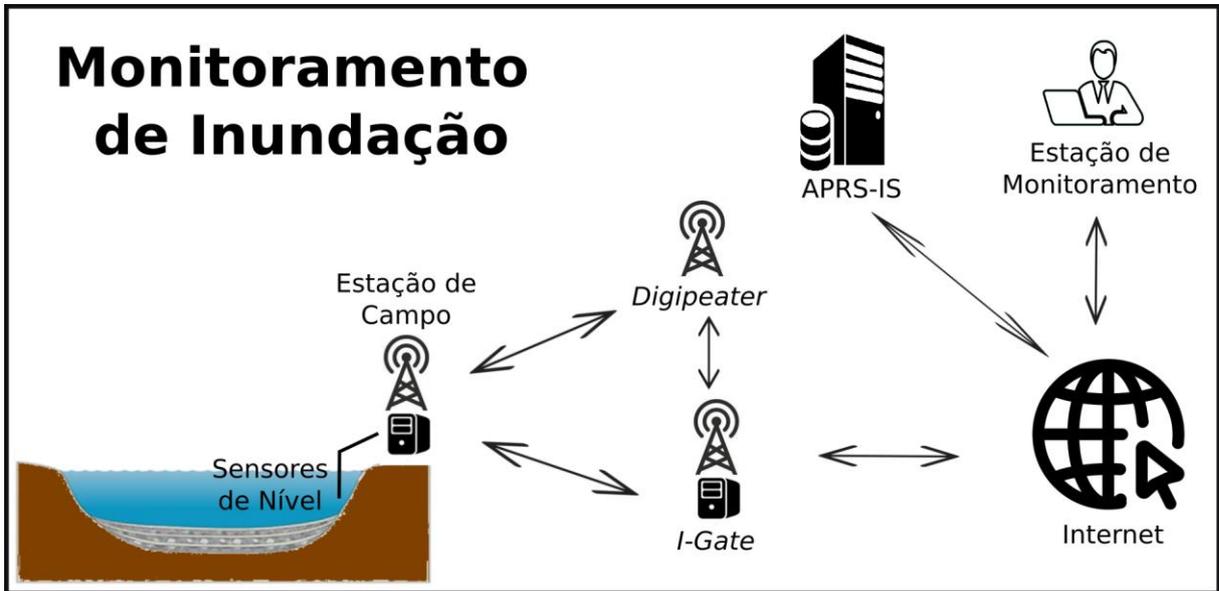


Figura 22: Interligação entre a Estação de Campo e a Estação de Monitoramento
 Fonte: Elaboração Própria

Um protótipo foi criado e testado em um rio com bons resultados, tanto dos sensores de nível. A Figura 23 é uma fotografia do protótipo sendo testado no campo (SARIS, 2016).



Figura 23: Teste do protótipo em um rio
 Fonte: (SARIS, 2016).

Na Figura 24 pode-se visualizar um alerta encaminhado pelo protótipo e publicado na rede APRS-IS para que a central de monitoramento possa tomar as providências cabíveis.

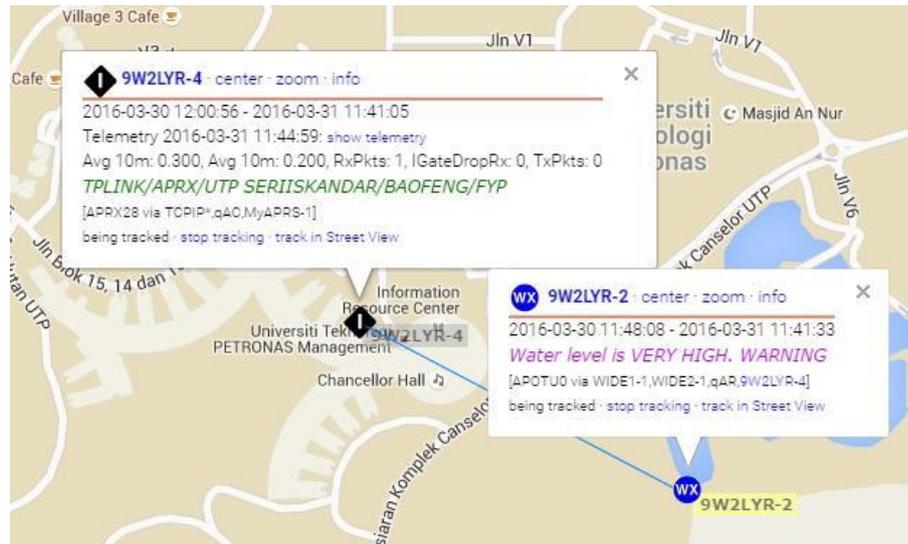


Figura 24: Tela do aprs.fi com um alerta de nível do rio
Fonte: (SARIS, 2016)

O projeto conseguiu ser implementado com sucesso e transmitiu para um *digipeater* localizado a 50 km de distância do local de instalação do protótipo. Esse sistema pode auxiliar a defesa civil em situações de inundações, enxurradas e alagamentos (SARIS, 2016).

2.3.4 Telemetria

Uma das aplicações mais utilizadas na rede APRS é o monitoramento de sensores. Esses dados são transmitidos através da telemetria, ou seja, medição a distância (DWI HARSONO, RUMADI, *et al.*, 2019). No projeto de Addaim, Kherras e Zantou (2008), um pico satélite envia informações como temperatura, correntes e tensões da bateria para as estações terrestres verificarem o funcionamento do satélite.

O controle de veículos através da rede APRS pode apresentar vários dados através da telemetria. Meaker e Horner (2004) utilizaram a tecnologia para transmitir dados a partir de veículos, que apresentavam informações de velocidade e tempo de viagem. Essa aplicação pode ser utilizada para acompanhar equipes de resgate ou até mesmo acompanhar em tempo real o deslocamento de suprimentos.

Segundo Matondang e Adityawarman (2018), a rede APRS assume papel importante na era da Internet das Coisas (IOT - Internet of Things), sua função seria fornecer telemetria. Com o avanço tecnológico e o desenvolvimento de tecnologias sem fio, além da evolução dos sistemas embarcados, as técnicas de modulação e as transmissões melhoraram a performance de transmissores e receptores de radiofrequência.

Qualquer tipo de dado pode ser transmitido por um pacote APRS, o usuário estabelece as características da telemetria, e o receptor interessado saberá traduzir as informações (WADE, 2000). As transmissões podem enviar medidas analógicas ou digitais, além de leituras de tensões, temperaturas, situação de chaves e alarmes, entre outros. Através do protocolo APRS-IS, os elementos são publicados na página aprs.fi, que disponibiliza os dados na página de informações e telemetria. Os dados ficam disponíveis por um período de um ano (FINNEGAN, 2017).

2.4 O IFFluminense

É centenária a história do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, que foi criado em 1910, intitulado Escola de Aprendizes Artífices. O conterrâneo Nilo Peçanha, Presidente da República na época, implantou na cidade de Campos dos Goytacazes a única unidade no interior do estado (IFFLUMINENSE, 2018e).

A escola, com perfil de formação profissional, começou a funcionar em janeiro de 1910 ofertando apenas cinco cursos: alfaiataria, marcenaria, tornearia, sapataria e eletricidade. A instituição cresceu em torno da atuação na qualificação de mão de obra especializada. Em 1945, em paralelo ao grande investimento em indústrias nacionais, a denominação da Escola de Aprendizes Artífices passou a ser Escola Técnica Federal de Campos, ofertando cursos industriais básicos em nível de segundo grau (IFFLUMINENSE, 2018e).

No ano de 1999 a instituição, que já possuía a seis meses um curso superior, transformou-se em Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos (CEFET-Campos). A partir desse momento a escola recebeu autonomia para criar cursos em diversos níveis de

formação. Houve então um crescimento na oferta de cursos de nível superior (IFFLUMINENSE, 2018e).

Em 2003 já ofertava cursos de pós graduação *Lato Sensu*, e em 2006 começou a ser chamado de Instituto Federal Fluminense, iniciando um grande processo de expansão de unidades, além da verticalização do ensino. Hoje o IFF tem em sua estrutura 13 *campi* em funcionamento, um em implantação, além da reitoria, sediada na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ. Os *campi* estão distribuídos em quatro mesorregiões do estado do Rio de Janeiro, conforme apresentado na Figura 25 (IFFLUMINENSE, 2018e).

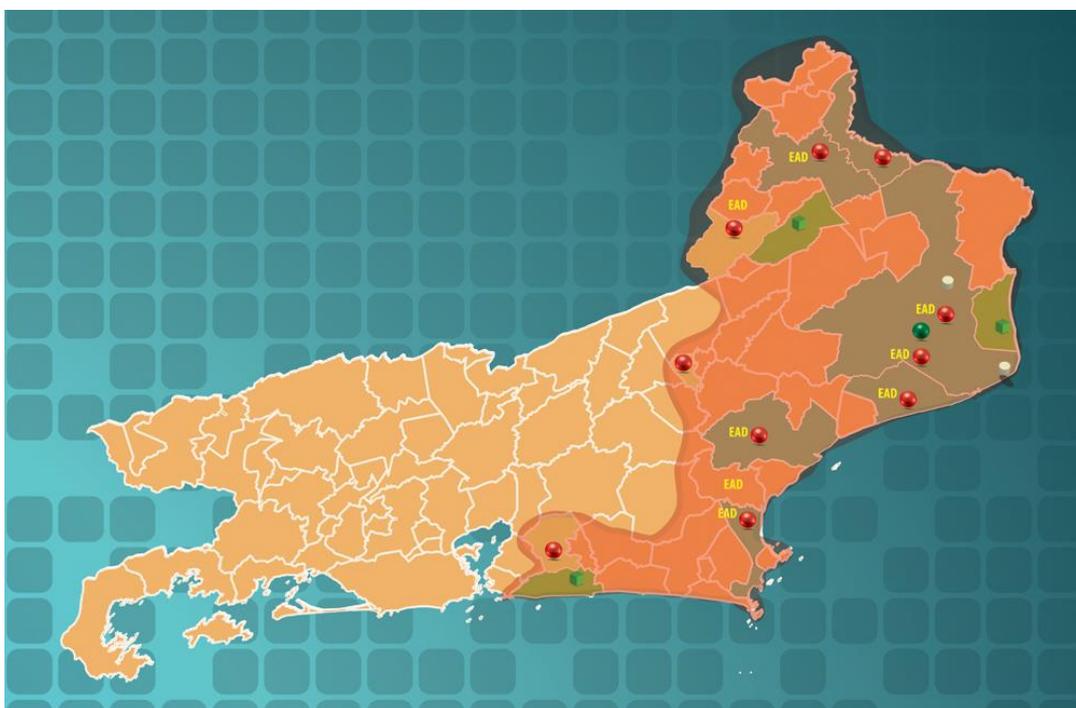


Figura 25: Mapa do Estado do Rio de Janeiro com os *campi* do IFFluminense
Fonte: <http://portal1.iff.edu.br/mapa-informacao>

Conforme apresentado na Figura 25, na região Noroeste Fluminense encontra-se os *campi* de Itaperuna, Bom Jesus do Itabapoana, Santo Antônio de Pádua e Cambuci. Na mesorregião Norte Fluminense estão instaladas as unidades do Campos-Centro, Campos-Guarus, Centro de Referência, Macaé, Polo de Inovação, Quissamã, Reitoria e São João da Barra. Ainda possui o campus Cabo Frio na região dos Lagos e Maricá na região metropolitana. Além disso, um campus está em implantação no município de Itaboraí, também na região metropolitana do estado (IFFLUMINENSE, 2018e).

A Lei no 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que criou a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, constituída de diversas instituições, entre elas o Instituto Federal Fluminense, em substituição ao antigo Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. Na seção III, dos Objetivo das Instituições Federais, Art. 7º, inciso III, define como objetivo institucional o desenvolvimento de pesquisas que estimulem a criação de soluções técnicas e tecnológicas para atender a comunidade ao seu redor. Bem como fortalecer a extensão com destaque para a disseminação de conhecimentos técnicos e tecnológicos (BRASIL, 2008).

O Artigo 37 do Estatuto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, define que a extensão é a associação entre o ensino e a pesquisa com o intuito de criar um vínculo transformador entre a sociedade e o instituto. No Art. 39, a instituição centraliza a pesquisa no desenvolvimento social (IFFLUMINENSE, 2017).

Na Regulamentação das Atividades de Pesquisa do Instituto Federal Fluminense, ressalta em seu Art. 3º, inciso IV que a pesquisa deve permitir o aumento e desenvolvimento de saber para ofertar a comunidade e ajudar a desenvolver o local, a região e o país (IFFLUMINENSE, 2016c).

Como mencionado nos documentos citados, a pesquisa é um dos pilares da instituição e ela possui um curso superior ligado a área de transmissão de rádio. O Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações tem em sua grade curricular disciplinas importantes da área. Sistemas de Comunicação, Comunicação de Dados, Sistemas de Comunicação Via Satélite, Manutenção e Testes dos Equipamentos e Sistema de Transmissão, Arquitetura e Técnicas de Transmissão, Propagação e Antenas e Sistemas de Rádio são alguns exemplos (LIMA, AFONSO, *et al.*, 2014).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão descritos os procedimentos e características do trabalho desenvolvido. O primeiro ponto trata das classificações da pesquisa, em seguida apresenta-se as variadas fontes de informação e como foi explorada a base de conhecimento para filtrar os dados relevantes ao trabalho.

3.1 Classificação da Pesquisa

O presente trabalho se classifica, quanto a sua natureza, como uma Pesquisa Aplicada. O estudo busca apresentar a tecnologia APRS e suas aplicações, com o intuito de propor o emprego em situações de desastres, que são comuns nas áreas de atuação do IFFluminense. A proposta inclui os órgãos de Defesa Civil, responsáveis pela prevenção e atuação em situações calamitosas. Portanto, essa dissertação está em consonância com os interesses da população da região atendida.

Quanto ao tipo de abordagem do problema, a Pesquisa é qualitativa. O trabalho busca apresentar as características do protocolo de comunicação e descreve as suas funcionalidades. As estatísticas apresentadas são apenas para ilustrar situações e não são utilizadas técnicas para uma análise profunda dos números. O cerne da pesquisa é o Sistema de Relatório de Pacotes.

No que se refere aos objetivos o estudo se classifica como uma Pesquisa Exploratória. Durante o trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico, pesquisa em sites relacionados, acesso em base de dados de servidores e consulta a legislações e regulamentações pertinentes. Além disso, houve interação com os usuários do sistema através de redes sociais.

Em relação aos procedimentos técnicos, o trabalho se classifica como Pesquisa Bibliográfica, já que todo o estudo é baseado em farta documentação encontrada em Artigos Científicos, Livros, Manuais, Leis, Regulamentos e *Sites*. O trabalho consistiu em garimpar os documentos, filtrar e analisar os pertinentes.

3.2 Pesquisa Bibliográfica

Este trabalho traz uma pesquisa para encontrar estudos referentes aos sistemas *Automatic Packet Reporting System* (APRS) com foco no suporte a prevenção, alerta e apoio a defesa civil em situações de desastres. A busca foi realizada em quatro bases de dados: IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus, Web of Science e IEEE.

Primeiramente foram localizados 122 artigos utilizando os seguintes parâmetros: "*Automatic Position Reporting System*" or "*Automatic Packet Reporting System*". Sendo 1 trabalho encontrado na ScienceDirect, outros 21 na base da Scopus, mais 14 na Web of Science e um total de 86 na IEEE.

Em seguida todos os estudos foram listados e posteriormente colocados em ordem alfabética. Dessa forma, foram eliminados 23 artigos duplicados, ou seja, foram indexados por bases diferentes.

A terceira etapa foi a leitura e análise dos títulos e resumos dos 99 trabalhos restantes. Foram identificados os artigos compatíveis com o tema estudado. As 80 pesquisas não pertinentes foram excluídas, restando 19 artigos coerentes com o trabalho. A Figura 26 abaixo representa a seleção dos artigos.

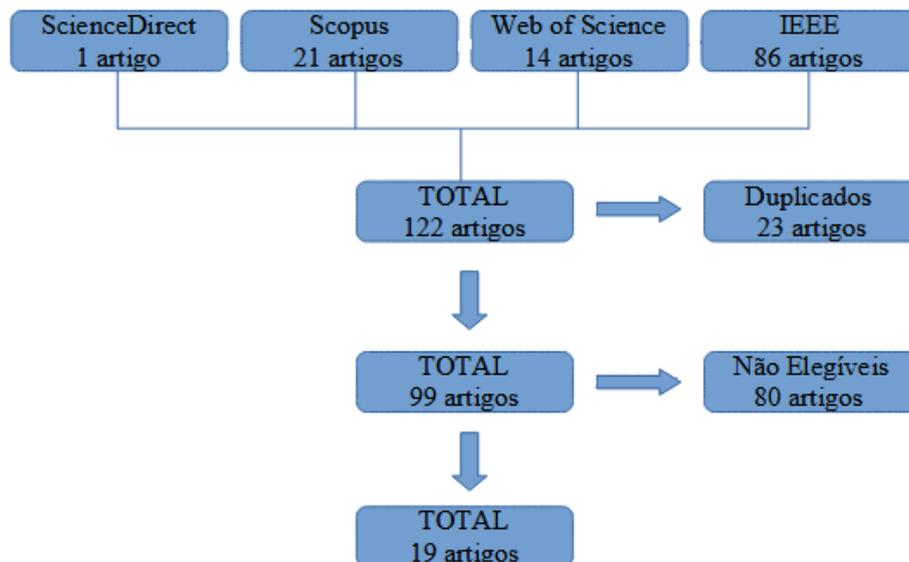


Figura 26: Fluxograma representado a seleção dos trabalhos
Fonte: Elaboração própria.

Por último, foram realizadas leituras integrais dos trabalhos remanescentes, classificando cada um deles de acordo com o conteúdo apresentado, além de selecionar os pontos importantes observados.

3.3 Pesquisa em sites especializados

Diferentemente da maioria das pesquisas bibliográficas, o APRS não é um tema muito presente no meio acadêmico. Essa conclusão é simples de chegar ao analisar a quantidade pequena de artigos publicados. Isso se deve ao fato de a tecnologia ser muito difundida entre os radioamadores, que necessitam de registros em órgãos competentes para poder operar legalmente no sistema. No Brasil a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) é a responsável pela organização das provas e posterior certificação dos radioamadores aprovados.

Devido a esses fatores particulares do radioamadorismo, uma das formas de se encontrar publicações a respeito da tecnologia é através de sites especializados, alguns deles, destinados especificamente ao APRS. Como é o caso dos sites brasileiros www.aprsbrasil.com e www.aprs.net.br, que foram fonte de muita informação a respeito da tecnologia.

Também se encontra na internet toda a documentação referente ao sistema. Os mantenedores dos servidores divulgam todas as diretrizes através da página www.aprs.org, onde é possível encontrar muita informação. Nesse site foi possível acessar vasto conhecimento, além de acesso a diversos documentos utilizados na pesquisa.

3.4 Grupos de discussão

Uma fonte alternativa de informações e suporte a lacunas encontradas na pesquisa foi a participação em grupos de discussão de radioamadores operadores de estações APRS. Os integrantes auxiliaram em situações de dúvidas e apontaram caminhos para a busca de

documentos. Nos grupos “REDE APRS CAPIXABA” e “APRS PARA TODOS” no aplicativo WhatsApp, diariamente são discutidas situações reais.

Através desses contatos realizados, foi possível acessar uma página com as estatísticas instantâneas do servidor APRS brasileiro, T2BRAZIL. A cortesia oferecida pelo mantenedor do servidor no Brasil, também permitiu o acesso às estatísticas dos principais servidores mundiais. Esses dados permitiram mapear os caminhos que percorrem os pacotes APRS.

3.5 Legislação da Defesa Civil

Através de pesquisa no site da Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, <http://www.defesacivil.rj.gov.br/>, na aba legislação, permitiu-se o acesso a leis que dispõem a respeito da Defesa Civil. A partir dessas leis iniciais, outras legislações foram localizadas. Todas as legislações foram lidas e analisadas.

A partir das legislações foi possível encontrar o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, onde foram encontradas as estatísticas a respeito dos desastres ocorridos na área de abrangência do IFFluminense.

3.6 Regulamentações do IFFluminense

Para definir as possibilidades de participação do Instituto Federal Fluminense, no suporte e desenvolvimento de tecnologia para fomento do sistema APRS em apoio a Defesa Civil, foi preciso verificar as regulamentações vigentes no instituto. Como autarquia federal, o IFFluminense mantém um Centro de Documentação Digital, cdd.iff.edu.br, onde é possível localizar todas as documentações geradas pelo instituto. Além disso, o portal da instituição, www.iff.edu.br, também apresenta as principais regulamentações internas.

As regulamentações foram lidas e analisadas para obter as informações que o estudo necessitava.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Projeto da Rede APRS do IFFluminense

O Instituto Federal Fluminense possui 12 *campi*, distribuídos por 12 municípios do estado do Rio de Janeiro. Há ainda o Polo de Inovação Campos dos Goytacazes, um Centro de Referência em Tecnologia, Informação e Comunicação na Educação, a Unidade de Formação de Cordeiro e a sede da Reitoria. O instituto totaliza 14 unidades instaladas em 5 mesorregiões do estado (IFFLUMINENSE, 2020a).

Na região Noroeste Fluminense encontram-se os *campi* de Itaperuna, Bom Jesus do Itabapoana, Santo Antônio de Pádua e Cambuci. Na mesorregião Norte Fluminense estão instaladas as unidades do Campos-Centro, Campos-Guarus, Centro de Referência, Macaé, Polo de Inovação, Quissamã, Reitoria e São João da Barra. Ainda possui o campus Cabo Frio na região dos Lagos e a Unidade de Formação de Cordeiro na região Serrana. Além disso, há os *campi* de Maricá e de Itaboraí, esse ainda em implantação, na região metropolitana do estado (IFFLUMINENSE, 2018c).

Para determinar o posicionamento de cada estação da rede APRS do IFFluminense, foram pesquisadas as coordenadas de cada *campi*, com exceção do Centro de Referência e do campus Campos-Guarus, devido à proximidade com o campus Campos-Centro. Assim evita a adição de dois sistemas que acrescentariam pouca cobertura ao sistema.

Para aumentar o alcance do sinal e conseqüentemente ampliação da rede, foram acrescentadas estações em torres de transmissão nas cidades de Campos dos Goytacazes, Cambuci, Itaperuna, Petrópolis e Santa Maria Madalena. No município campista, foi proposto a inclusão de uma estação no morro do Itaoca, tradicional ponto de torres de transmissão de rádio na cidade e com altitude aproximada de 364 metros.

Em Itaperuna optou-se pelo morro do Cristo Redentor, na região central da cidade, com 264,60 metros de altitude e infraestrutura com diversas torres de transmissão. A rampa de Voo Livre de Cambuci foi a escolhida devido a altitude de 686,60 metros e por possuir uma torre de transmissão instalada no local.

O município de Santa Maria Madalena foi escolhido por já possuir um acordo entre a Defesa Civil local e o Instituto para implantação de uma estação APRS. A cidade na região Serrana do estado, terá sua unidade instalada em um ponto onde há torre de transmissão de rádio a uma altitude de 992,70 metros acima do nível do mar.

Para ampliar ainda mais a rede e atender boa parte da região metropolitana do estado, será instalada uma estação no Pico do Couto, a 1741,80 metros de altitude. Nesse local está instalado o Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Pico do Couto (DTCEA-PCO). Será buscado um convênio entre o Instituto e o DTCEA-PCO para utilização de um espaço em uma torre de transmissão.

Além de todas as unidades citadas anteriormente, o instituto ainda manterá uma estação instalada em uma unidade móvel do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes, que poderá ser utilizada em emergências em locais não contemplados com as estações fixas.

Para simular o alcance da Rede APRS do IFFluminense, foi utilizado o *software Radio Mobile*.

4.1.1 Simulação através de *software*

Para analisar um projeto de sistema de rádio, pode-se utilizar *software* que simula a viabilidade da comunicação entre dois pontos ou simplesmente o alcance da transmissão de um transceptor. Para simular a rede APRS proposta para o IFFluminense, utilizou-se o *software Radio Mobile*, versão 11.6.6. O *software* de propriedade de Roger Coudé, foi construído para utilização de radioamadores e em causas humanitárias, sendo disponibilizado gratuitamente pelo autor.

Para efeito de simulação, foi configurado um rádio com as especificações apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Especificações do rádio na simulação do *Radio Mobile*.

PARÂMETRO	VALOR
-----------	-------

Frequência mínima (MHZ)	145,570
Frequência máxima (MHZ)	145,570
Polarização	Horizontal
Refratividade da Superfície (<i>N-Units</i>)	301
Condutividade do Solo (S/m)	0,005
Permissividade média do solo	15
Modo Estatístico	Ponto em 70% das situações
Clima	Subtropical continental
Topologia	Rede de dados, cluster (Nó/Terminal)
Número máximo de repetições	3
Potência de transmissão (Watt)	30
Limiar do Receptor (dBm)	-60
Perda de linha (dB)	2,5
Tipo de antena	Omni
Ganho da antena (dBi)	8,15
Altura da antena (m)	12
Perda de cabo adicional (dB/m)	0

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 4 apresenta as coordenadas das estações, com as respectivas altitudes em relação ao nível do mar, que foram adicionados automaticamente pelo *software*.

Tabela 4: Especificações do rádio na simulação do *Radio Mobile*.

ESTAÇÃO	TIPO	COORDENADAS (Latitude / Longitude)	ALTITUDE (m)
Cristo Redentor – Itaperuna	<i>Digipeater</i>	-21,20104 / -41,88175	264,60
IFF Bom Jesus do Itabapoana	<i>Digipeater</i>	-21,13624 / -41,65973	101,50
IFF Cabo Frio	<i>Digipeater</i>	-22,81495 / -41,9805	16,20
IFF Cambuci	<i>Digipeater</i>	-21,58759 / -41,95892	92,80
IFF Campos-Centro	<i>Digipeater</i>	-21,76224 / -41,33714	14,20
IFF Cordeiro	<i>Digipeater</i>	-22,02527 / -42,36217	515,40
IFF Itaperuna	<i>Digipeater</i>	-21,18804 / -41,92982	156,10
IFF Macaé	<i>Digipeater</i>	-22,40516 / -41,84475	33,00
IFF Maricá	<i>Digipeater</i>	-22,87474 / -42,79021	49,70
IFF Quissamã	<i>I-gate</i>	-22,11075 / -41,47901	10,40
IFF Santo Antônio de Pádua	<i>Digipeater</i>	-21,53118 / -42,19494	138,6
IFF São João da Barra	<i>Digipeater</i>	-21,65508 / -41,05248	5
Morro do Itaoca – Campos dos Goytacazes	<i>Digipeater</i>	-21,79385 / -41,44735	364
Pico do Couto - Petrópolis	<i>Digipeater</i>	-22,4649 / -43,29272	1741,80
Polo de Inovação	<i>I-gate</i>	-21,74009 / -41,20761	7,3
Rampa de Voo Livre – Cambuci	<i>Digipeater</i>	-21,52719 / -41,88732	686,60
Santa Maria Madalena	<i>Digipeater</i>	-21,96758 / -42,01753	992,7
Unidade Móvel do Polo de Inovação	<i>Digipeater</i>	-	-

Fonte: Elaboração Própria

O *software* busca informações de relevo através do sistema de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos da América. Essa configuração é realizada no *software* antes de sua utilização. Para configurar o local para download dos mapas de relevo, basta entrar na aba “Opções/Internet” e configura o diretório FTP para o Parâmetro SRTM como “outro” e digitar o servidor “http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/South_America/” conforme apresentado na Figura 27.

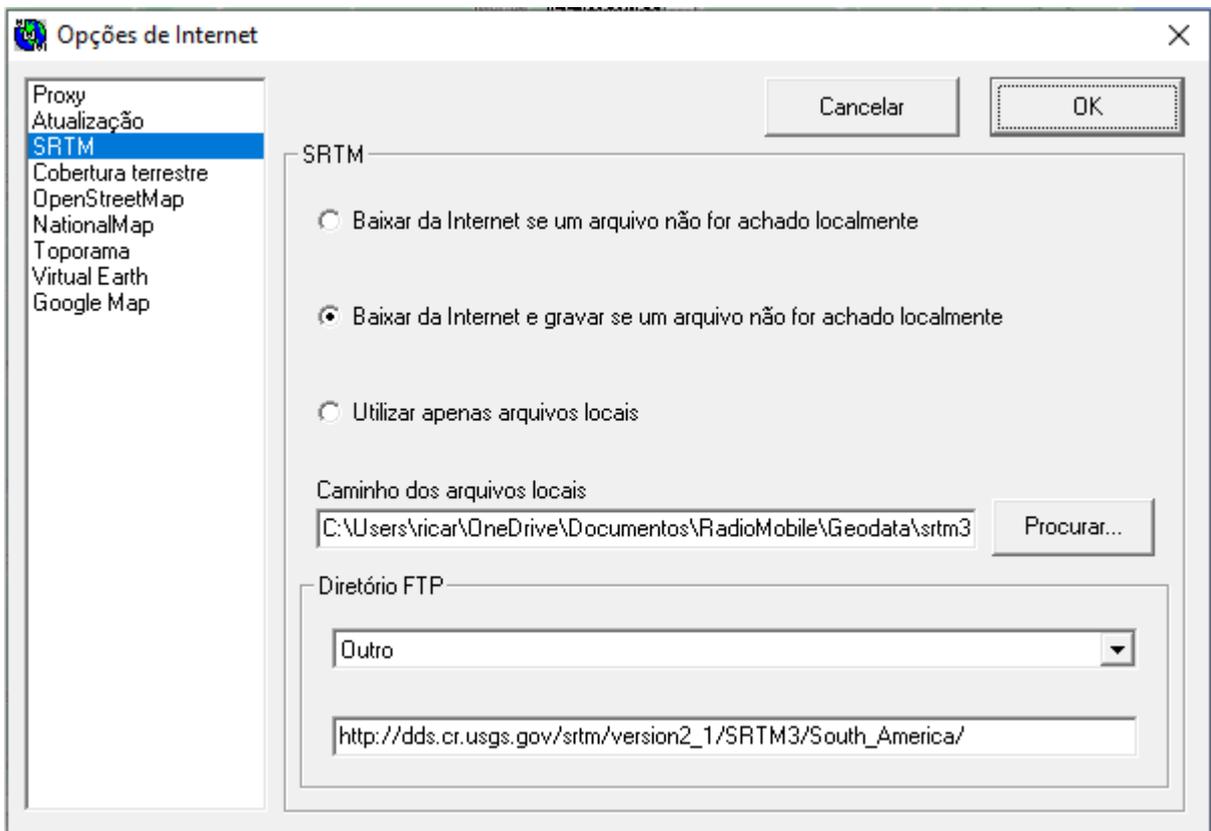


Figura 27: Aba de configuração do diretório com os mapas de relevo.
Fonte: Elaboração própria

Outra configuração importante a ser realizada no *Software Radio Mobile*, é a cobertura terrestre, localizada na aba “Opções/Internet” e configurar o diretório FTP como “*Landcover – Site 1*” na caixa de seleção, conforme apresentado na Figura 28.

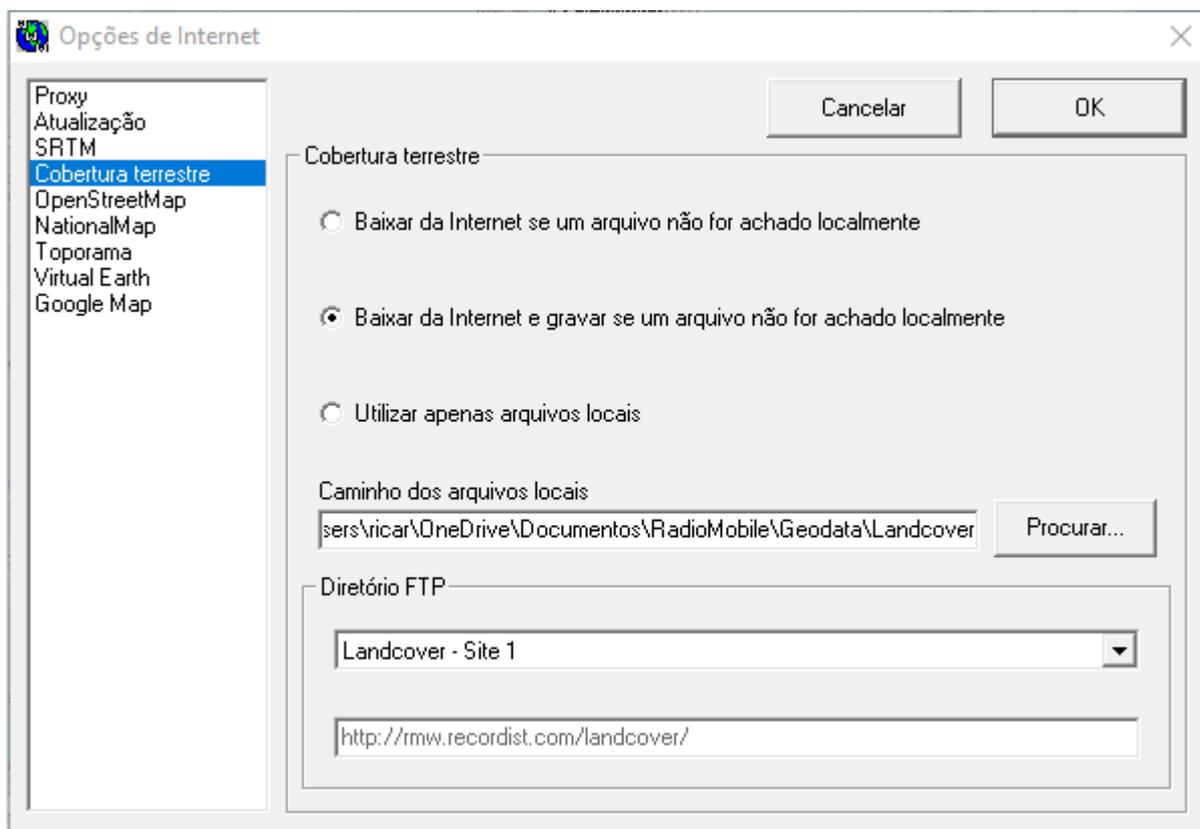


Figura 28: Aba de configuração do diretório com os mapas de relevo.
Fonte: Elaboração própria

Após as configurações básicas foram realizadas as simulações para descobrir a cobertura de cada estação do projeto. Para essa etapa, foram criados mapas específicos para cada uma das unidades. Esses mapas foram configurados com a estação como ponto central, com largura e altura de 600 pixels e altura de 60km, na maioria dos casos. Em algumas simulações, o valor da altura foi ajustado para melhor visualização. A Figura 29 demonstra uma configuração do mapa, realizada para o campus Campos-Centro.



Figura 29: Configuração para visualizar a cobertura de uma estação
Fonte: Elaboração Própria

No Noroeste Fluminense encontra-se os *campi* de Itaperuna, Bom Jesus do Itabapoana, Santo Antônio de Pádua e Cambuci. O campus Bom Jesus do Itabapoana do IFFluminense localizado na cidade de mesmo nome, possui inúmeros cursos nas áreas de Agropecuária, Alimentos, Informática, Química, Meio Ambiente, entre outros (IFFLUMINENSE, 2020d).

A unidade de Bom Jesus do Itabapoana receberá uma Estação *Digipeater*, com a perspectiva de implantação de uma estação meteorológica, para que suas informações sejam disponibilizadas para estudantes e pesquisadores através da internet na página *aprs.fi*. A Figura 30 exhibe a cobertura alcançada pela estação instalada no campus, que possui uma altitude de 101,50 metros acima do nível do mar.

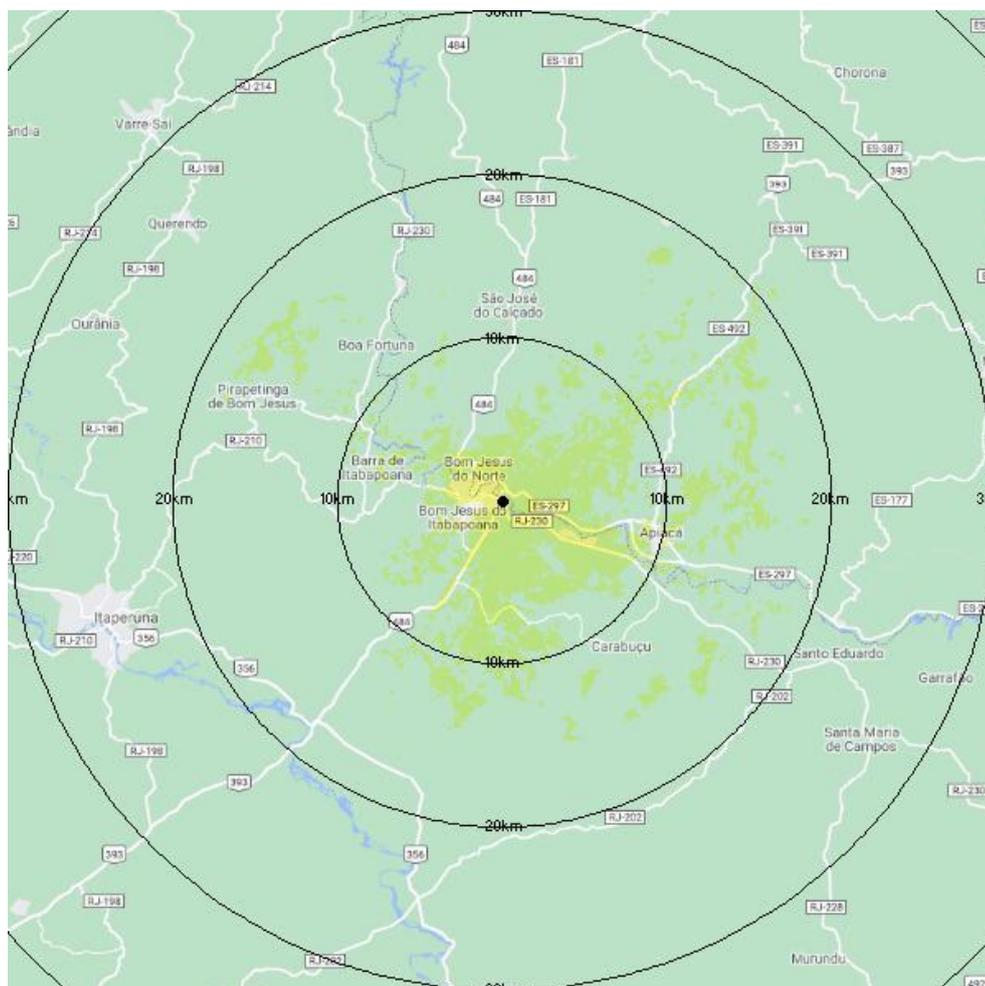


Figura 30: Cobertura da Estação do IFF Bom Jesus do Itabapoana
Fonte: Elaboração Própria

Na Figura 30 é possível visualizar a cobertura através das manchas amarelas que se concentram principalmente na região central do município e do vizinho Bom Jesus do Norte. Devido ao relevo acidentado, o alcance é limitado a um raio de 10km da unidade, com menor abrangência em distâncias entre 10 e 20 quilômetros.

O campus Avançado de Cambuci da instituição, está localizado no município do Noroeste Fluminense, a uma altitude de 92,80 metros. Fundado no ano de 2012, está localizado na antiga Fazenda Santo Antônio e possui uma área de 50 hectares e possui cursos na área de Agropecuária e Agroecologia (IFFLUMINENSE, 2020e). Assim como o campus Bom Jesus do Itabapoana, a unidade de Cambuci poderá instalar uma Estação Meteorológica para transmitir seus dados através de uma estação *Digipeater*.

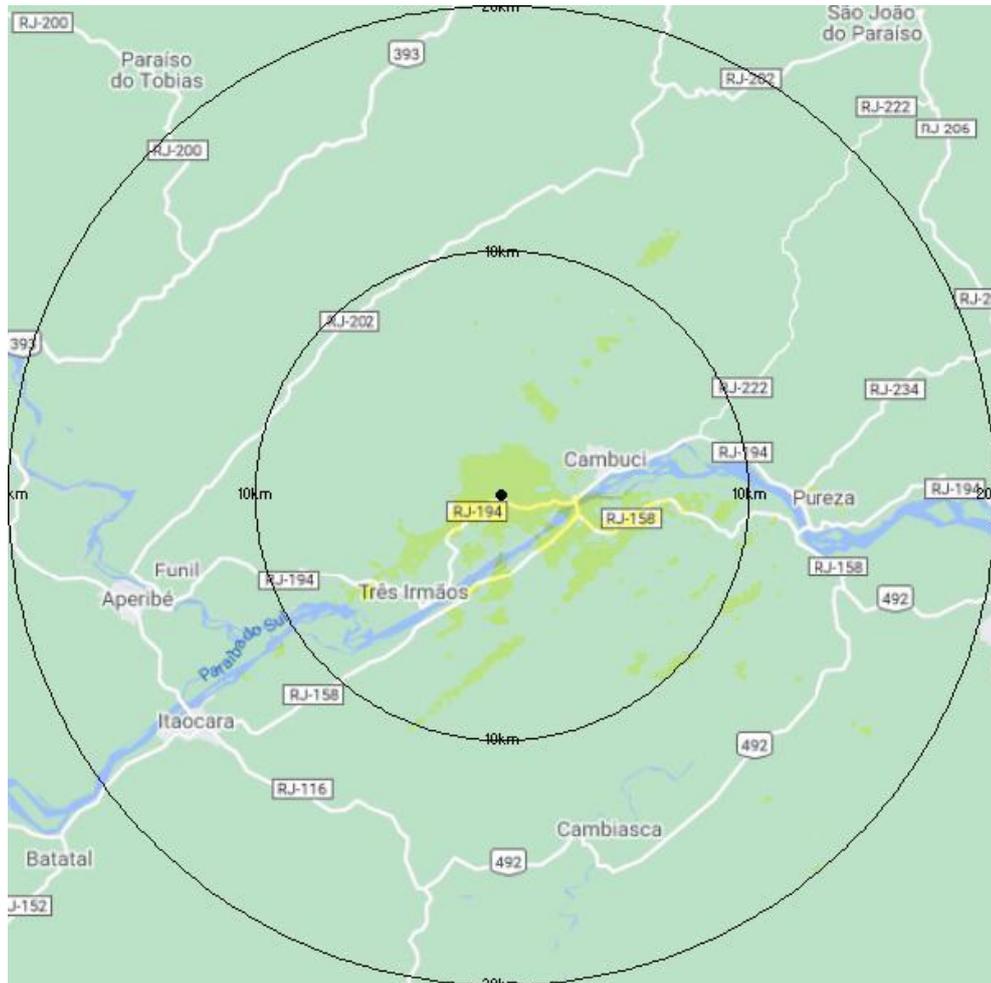


Figura 31: Cobertura da Estação do IFF Cambuci
Fonte: Elaboração Própria

A Figura 31 mostra que a cobertura do sinal APRS alcança uma pequena extensão territorial no município, nem mesmo chegando ao centro da cidade. A cobertura através das manchas amarelas e tem seu alcance limitado por conta no relevo acidentado que possui a região da escola. Uma alternativa será instalar um *Digipeater* na rampa de voo livre da cidade que está localizada a uma altitude de 686,60 metros acima do nível do mar e elevaria em muito a área atendida, inclusive o centro da cidade. A Figura 32 representa o alcance do sinal transmitido através das torres de transmissão instaladas no local.

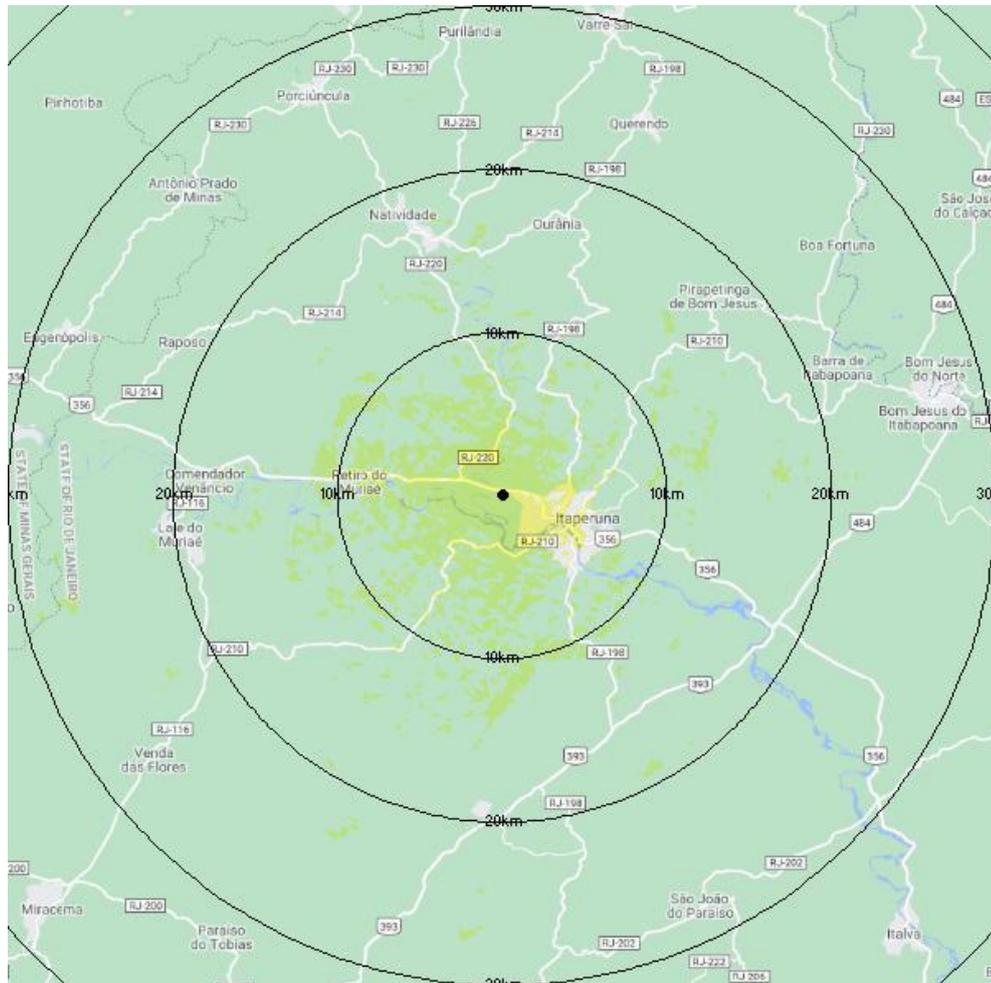


Figura 33: Cobertura da Estação do IFF Itaperuna
Fonte: Elaboração Própria

Na Figura 33 é possível visualizar a cobertura através das manchas amarelas que se concentram em uma área próxima da unidade e concentrado em um raio de 10km. O mapa destaca uma cobertura pequena no centro da cidade por conta de um morro que fica no caminho entre o instituto e essa região da cidade. Uma das soluções para o problema, será a utilização de uma repetidora, *Digipeater*, no morro do Cristo Redentor, tradicional ponto de instalação de torres de comunicação no município a uma altitude de 264,60 metros. Dessa forma, toda a cidade seria contemplada e o sinal ainda alcançaria bom a parte do município, além de chegar a cidades vizinhas. A Figura 34 demonstra a cobertura simulada.

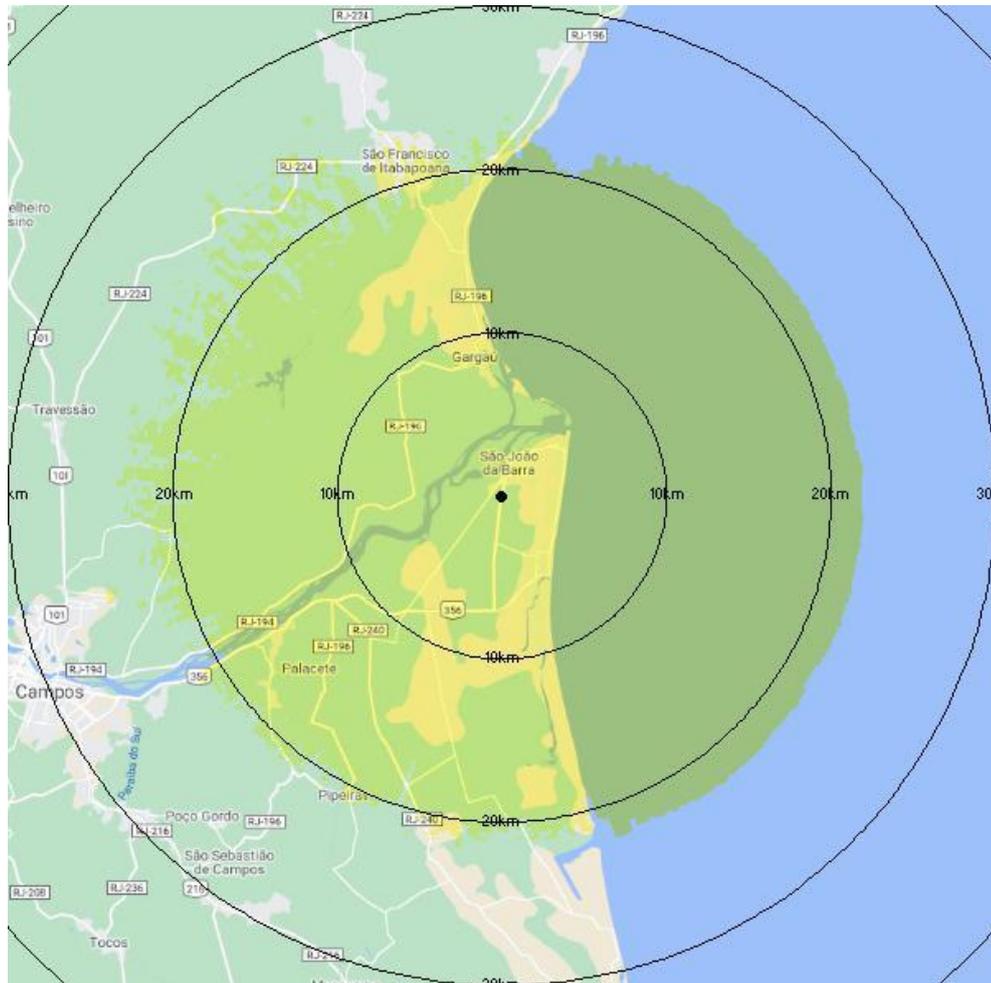


Figura 39: Cobertura da Estação do IFF São João da Barra
Fonte: Elaboração Própria

A Figura 39 demonstra o grande alcance do *Digipeater* que será instalado no campus. O relevo local, permite uma cobertura superior a 20km, inclusive em área marítima, que poderá auxiliar embarcações que utilizam o complexo do Porto do Açú, além de atender aos pescadores da região.

O campus Quissamã iniciou suas atividades no ano de 2007, e hoje possui cursos nas áreas de Informática, Administração, Eletromecânica e Segurança do Trabalho. A unidade, que está a uma altitude de apenas 10 metros acima do nível do mar, possuirá um *I-gate* (IFFLUMINENSE, 2015).

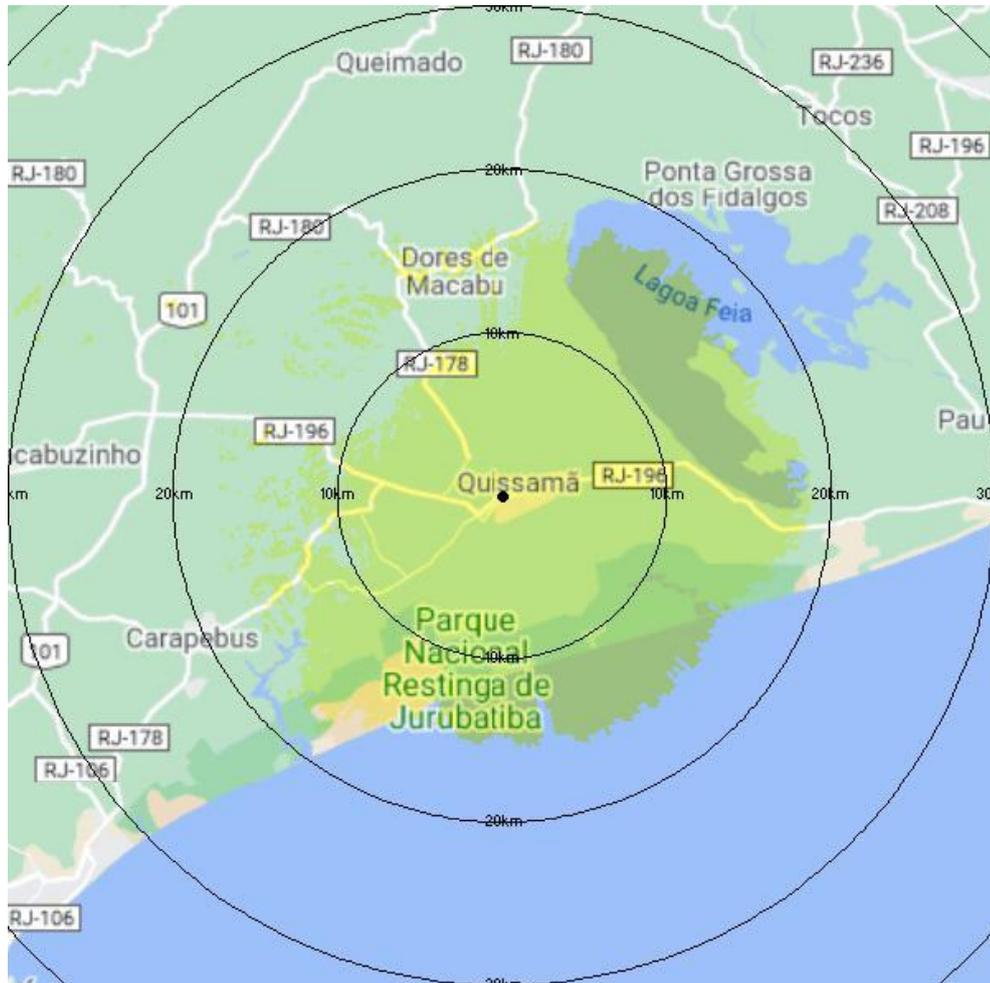


Figura 40: Cobertura da Estação do IFF Quissamã
Fonte: Elaboração Própria

A Figura 40 representa a cobertura do sinal do *I-gate* de Quissamã, que consegue praticamente preencher um raio de 10km da unidade. Em direção ao município de Campos dos Goytacazes, o alcance é ainda maior, chegando um valor próximo de 20km.

O campus Macaé é o segundo mais antigo do Instituto, perdendo apenas para o Campos-Centro que foi a sede da antiga Escola Técnica Federal de Campos (ETFC) e Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos (CEFET-Campos). A antiga UNED-Macaé, foi fundada em 1993 e hoje oferta cursos na área Industrial e Ambiental (IFFLUMINENSE, 2018c). O campus possuirá uma Estação *Digipeater*, a uma altitude de 33 metros acima do nível do mar.

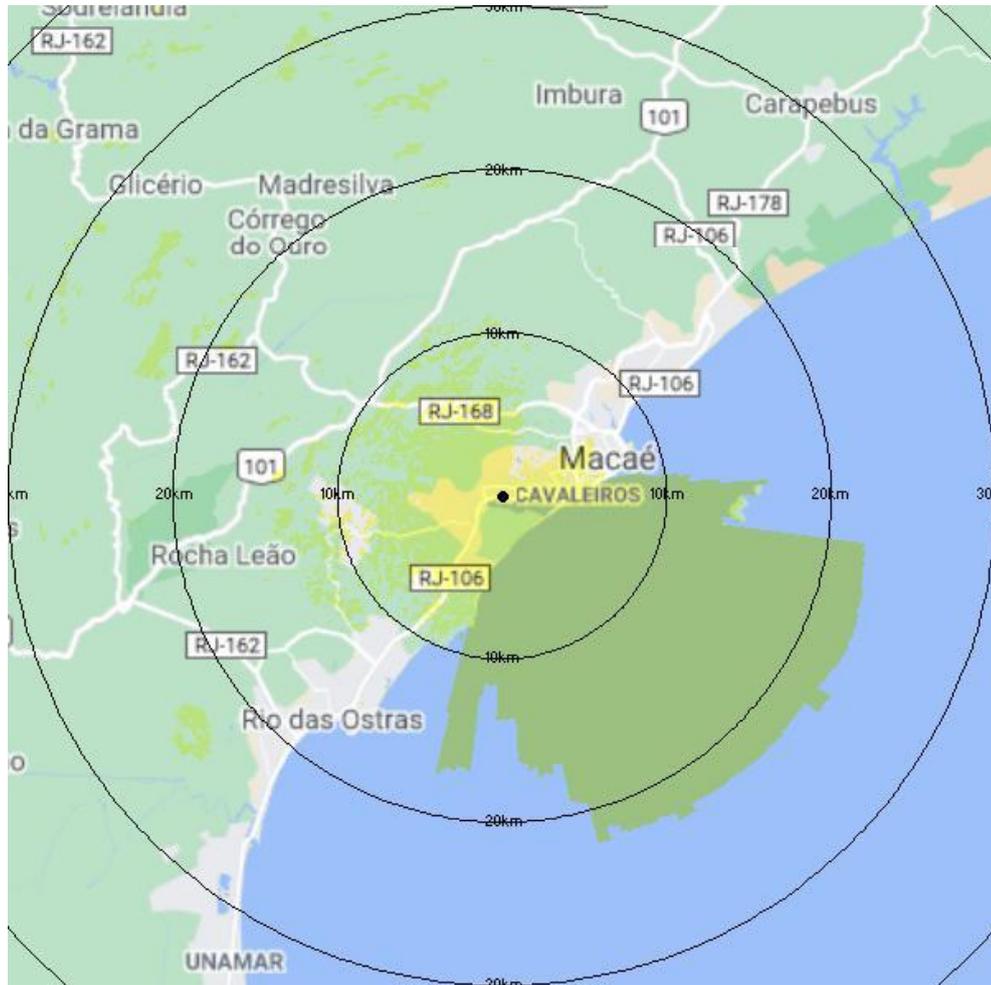


Figura 41: Cobertura da Estação do IFF Macaé
Fonte: Elaboração Própria

A cobertura do sinal atende a toda área central da cidade Macaé num raio de 10km, conforme apresentado na Figura 41. Além disso consegue alcançar distâncias superiores a 20km em área marítima, que pode auxiliar o grande número de embarcações que passam pela cidade, devido à exploração petrolífera.

Na região dos Lagos o campus Cabo Frio foi inaugurado em março de 2009 e atualmente possui cursos técnicos nas áreas de Turismo, Cozinha, Petróleo e Gás, Eletromecânica, Eventos, Química e Mecânica. A escola também oferta cursos superiores em Ciências da Natureza, Engenharia Mecânica, Gastronomia e Hotelaria (IFFLUMINENSE, 2020c).

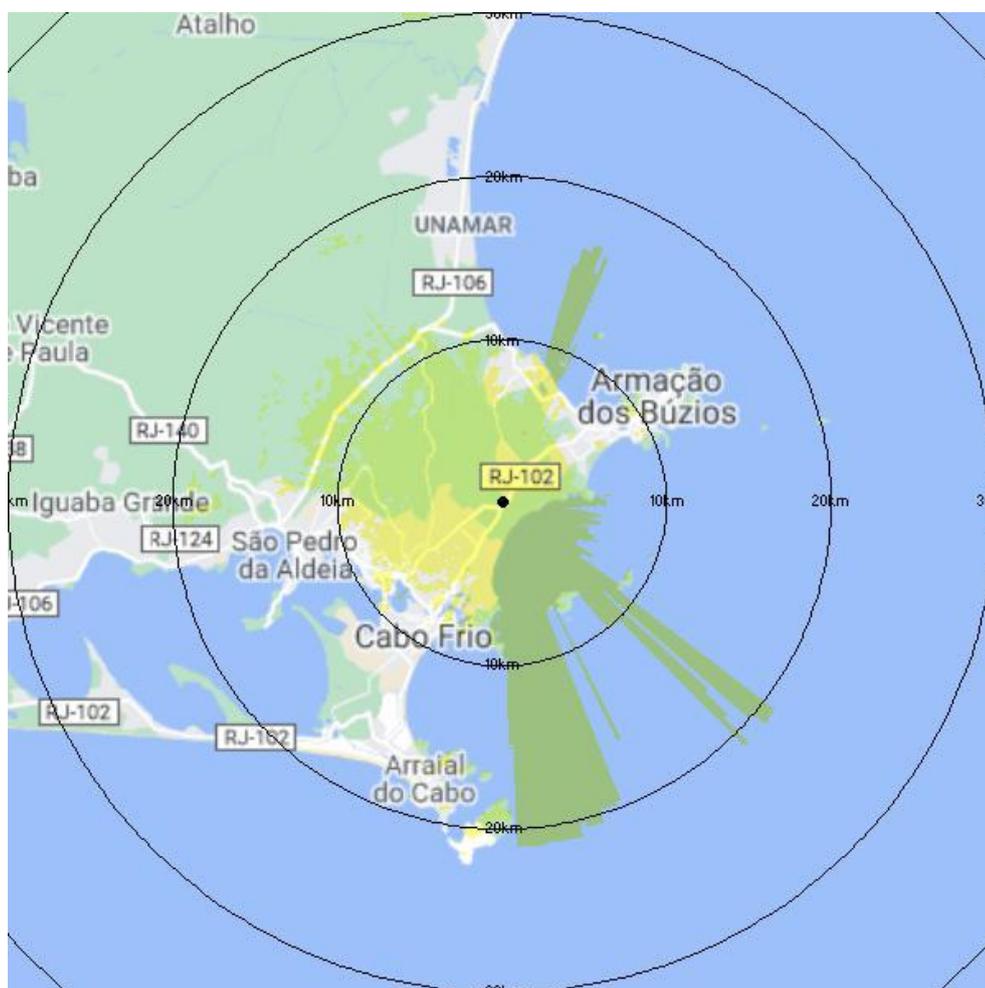


Figura 42: Cobertura da Estação do IFF Cabo Frio
Fonte: Elaboração Própria

Devido à localização do campus, entre os municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, a cobertura praticamente não alcança distâncias superiores a 10km, pois sua altitude é de apenas 16,20 metros acima do nível do mar. Com exceção de uma região em direção ao oceano. A unidade receberá um *Digipeater*.

Na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, encontra-se o campus Maricá. A unidade começou a funcionar no ano de 2015 em unidade provisória. O campus oferta curso técnicos na área de Edificações e alguns cursos de Pós-Graduação *Lato Sensu* (IFFLUMINENSE, 2019d).

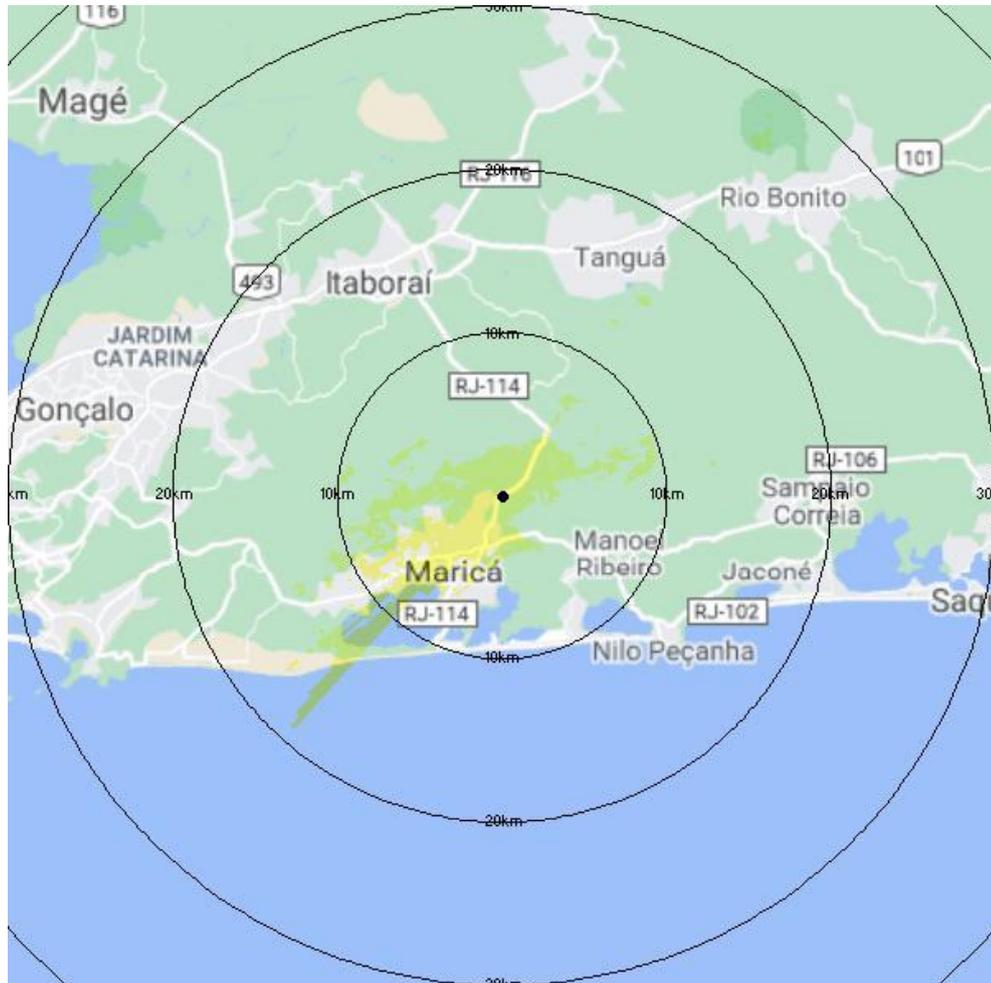


Figura 43: Cobertura da Estação do IFF Maricá
Fonte: Elaboração Própria

A Figura 43 demonstra, que o *Digipeater* instalado no campus, terá uma cobertura bem inferior as outras unidades do instituto. O alcance é restrito a parte da cidade de Maricá, devido ao relevo local e a baixa altitude do campus que é de 49,50 metros acima do nível do mar.

Na região serrana, a Unidade de Formação de Cordeiro funciona desde o ano de 2015. A escola vinculada ao campus Santo Antônio de Pádua, possui curso técnico em mecânica e curso de Formação Inicial e Continuada em Torneiro Mecânico e Soldador (IFFLUMINENSE, 2018a).

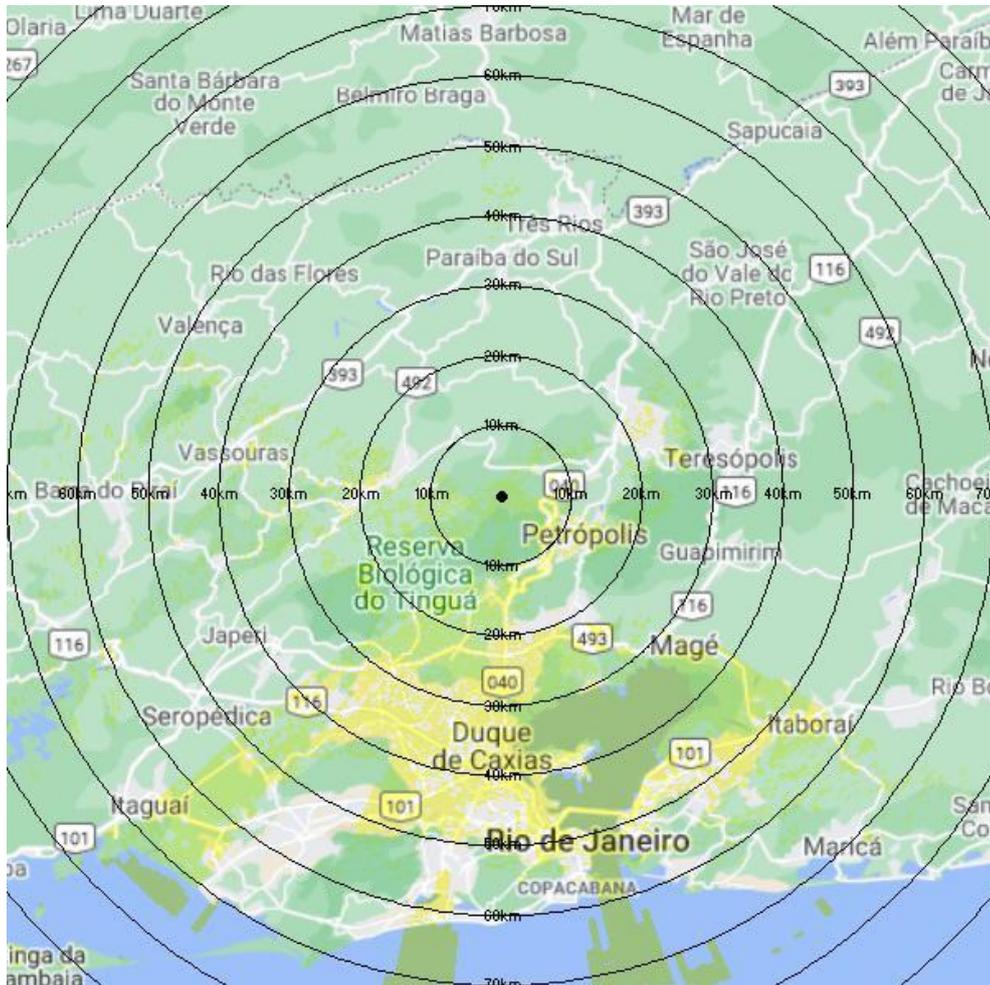


Figura 45: Cobertura da Estação do Pico do Couto
Fonte: Elaboração Própria

A Estação do Pico do Couto contará com um *Digipeater* que atenderá boa parte da região metropolitana do estado. Esse grande alcance é justificado pelos 1741 metros de altitude do local. A Figura 45 apresenta toda a cobertura do sinal proveniente da estação.

Outra unidade que será instalada na região serrana, será no município de Santa Maria Madalena, que já possui convênio entre o Instituto Federal Fluminense e a Defesa Civil local. A uma altitude de 992,70 metros acima do nível do mar, a Estação contará com um *Digipeater* e terá uma cobertura conforme apresentado na Figura 46.

Para fixar a antena, será utilizada uma torre telescópica com base e estrelinhas, com uma altura máxima de 9 metros. Outro produto importante é o cabo coaxial RG58 96% com malha de cobre, que será utilizado como linha de transmissão entre o transceptor e a antena.

O último equipamento a ser adquirido é o TNC que modula e demodula os sinais APRS. A Tabela 5 abaixo, apresenta os valores médios para compra de todos os equipamentos necessários.

Tabela 5: Custo médio de uma estação *Digipeater*

ITEM	VALOR UNIT.	QTDE	TOTAL	TOTAL
Transceptor VHF Icom Ic-2730	R\$ 2.000,70	1	R\$ 2.000,70	\$ 361,79
Antena Base VHF 3x5/8 com 8,4dBi Steelbras AP9249	R\$ 579,40	1	R\$ 579,40	\$ 104,77
<i>Digipeater</i> TNC APRS BravoDigi v2 c/ Cabo Pronto p/ Rádio	R\$ 269,00	1	R\$ 269,00	\$ 48,64
Cabo Coaxial RG58 96% Malha Cobre com 100 metros	R\$ 629,90	1	R\$ 629,90	\$ 113,90
Torre Telescópica com Base e Estrelinhas para Antenas com 9 metros de altura	R\$ 382,00	1	R\$ 382,00	\$ 69,07
TOTAL	-	-	R\$ 3.861,00	\$ 698,17

Fonte: Elaboração Própria

Os valores apresentados foram retirados de pesquisas realizadas em sites especializados na internet no dia 21 de março de 2021. Portanto esses valores podem sofrer forte variação e só foram apresentados como referência. Vale ressaltar que são equipamentos que normalmente são atrelados ao dólar comercial, que nesse dia foi negociado a R\$ 5,53.

Esse valor médio de R\$ 3.861,00 (\$698,17) por estação *Digipeater*, pode ser menor, já que dificilmente serão utilizados 100 metros de cabo coaxial em uma mesma estação. Outro custo que pode ser reduzido é em relação a estrutura para fixar a antena, que pode estar disponível no local.

Uma estação *I-gate* também necessita de um Transceptor VHF, de uma antena, de uma torre telescópica e do cabo coaxial, com as mesmas características utilizadas na estação *Digipeater*. A diferença entre elas está no TNC, que não é utilizado em um *I-gate*.

Para realizar as suas operações, um *I-gate* precisa de um computador com software específico instalado e com acesso à internet. O Software faz o trabalho de modulação e demodulação dos sinais APRS e encaminha-os para o servidor APRS-IS ou para o Transceptor VHF. A Tabela 6, apresenta os valores médios para compra de todos os equipamentos necessários.

Tabela 6: Custo médio de uma estação *I-gate*

ITEM	VALOR UNIT.	QTDE	TOTAL	TOTAL
Transceptor VHF Icom Ic-2730	R\$ 2.000,70	1	R\$ 2.000,70	\$ 361,79
Antena Base VHF 3x5/8 com 8,4dBi Steelbras AP9249	R\$ 579,40	1	R\$ 579,40	\$ 104,77
Cabo Coaxial RG58 96% Malha Cobre com 100 metros	R\$ 629,90	1	R\$ 629,90	\$ 113,90
Torre Telescópica com Base e Estrelinhas para Antenas com 9 metros de altura	R\$ 382,00	1	R\$ 382,00	\$ 69,07
<i>Notebook</i> (Processador com 4 núcleos e 8MB de Cache, 8GB de RAM, Placa de Vídeo dedicada com memória GDDR5, HD de 1TB, Tela de 15.6")	R\$ 4.369,05	1	R\$ 4.369,05	\$ 790,06
TOTAL	-	-	R\$ 7.961,05	\$ 1.439,59

Fonte: Elaboração Própria

Os critérios adotados para a obtenção dos preços da Tabela 6, foram os mesmos que Tabela 5. O valor médio de R\$7.961,05 (\$1.439,59) por estação *I-gate*, pode ser bem menor, caso a instituição forneça algum computador disponível, pois o sistema não precisa de muito processamento, e pode ser implementado em um computador simples. Assim como na estação Digipeater, o custo também pode ser menor com o cabo coaxial e fixação da antena.

A Tabela 7 demonstra o custo médio total para implantação da rede APRS do IFFluminense, desconsiderando custos com infraestrutura elétrica, adequações físicas e mão-de-obra para a instalação dos equipamentos.

Tabela 7: Custo médio da rede APRS do IFFluminense

ESTAÇÃO	VALOR UNIT.	QTDE	TOTAL
Digipeater	R\$ 3.861,00	11	R\$ 42.471,00
I-gate	R\$ 7.961,05	1	R\$ 7.961,05
TOTAL	-	-	R\$ 50.432,05

Fonte: Elaboração Própria

Os recursos para instalação das estações projetadas poderão ser angariados de formas distintas. O instituto poderá utilizar recursos em seu orçamento anual, projetos de pesquisa poderão buscar recursos financeiros em editais de órgãos de fomento, parcerias com prefeituras, parcerias com órgãos de Defesa Civil, parceria com o governo do Estado do Rio de Janeiro, parcerias com iniciativa privada e emendas parlamentares.

4.2 Projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão e Inovação;

4.2.1 Ensino

A proposta será, inicialmente, a inclusão da tecnologia APRS como conteúdo dos cursos Técnico em Telecomunicações, Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações e Pós-graduação *Lato Sensu* em Redes de Computadores e Telecomunicações do campus Campos-Centro do Instituto Federal Fluminense.

Posteriormente, outros cursos de áreas diferentes serão apresentados a tecnologia e poderão acrescentar o conteúdo em suas matrizes curriculares. O instituto possui muitos cursos na área tecnológica e diversas aplicações podem ser implementadas em conjunto. Algumas das áreas relacionadas são Informática, Automação e Controle, Eletrotécnica, entre outras.

4.2.1.1 Curso Técnico em Telecomunicações

O Curso Técnico em Telecomunicações atualmente é ofertado no Campus Campos-Centro de forma modular divididos em 4 semestres, com carga horária total de 1420 horas aulas. O curso situa-se no Eixo Tecnológico de Informação e Comunicação e aborda temas como Eletricidade, Eletrônica, Protocolos de Comunicação, Redes de Comunicação, Comunicações Analógicas e Digitais, Meios de Transmissão e Sistemas Telefônicos (IFFLUMINENSE, 2010).

O curso é dividido em 4 eixos descritores: Eletricidade, Básico de Telecomunicações, Sistemas de Transmissão e Telemática e por último Telefonia. No primeiro módulo o discente estudará as disciplinas básicas para compreender a área elétrica. As disciplinas ofertadas nessa etapa são: Eletrotécnica, Eletrônica Analógica, Eletrônica Digital, Informática e Representação Gráfica (IFFLUMINENSE, 2010).

O segundo eixo de formação, Básico de Telecomunicações, é apresentado no 2º semestre e introduz os conhecimentos da área aos alunos. A matriz curricular do eixo oferece os seguintes componentes: Sistemas Telefônicos, Comunicação de Dados I, Sistemas de Difusão e Rádio AM e FM e TV, Transmissão de Ondas Eletromagnéticas, Análise de Circuitos, Fibras Ópticas, Inglês e Medidas e Testes (IFFLUMINENSE, 2010).

O terceiro módulo desenvolve as disciplinas do eixo Sistemas de Transmissão e Telemática com oferta das disciplinas: Comunicação de Dados II, Telemática, Rádio: Transmissão e Recepção, Antenas, Sistemas de Televisão e Cabeamento Estruturado. Já no quarto e último semestre, os discentes se capacitam no eixo de Telefonia, que compreende as seguintes disciplinas: Redes de Acesso, SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional), Comutação Telefônica, Telefonia Móvel, Controle de Indicadores Operacionais e Infraestrutura de Energia (IFFLUMINENSE, 2010).

A Tabela 8 abaixo apresenta a matriz curricular do curso, com os Eixos Descritores, os Componentes Curriculares e a respectiva Carga Horária.

Tabela 8: Matriz Curricular do Curso Técnico em Telecomunicações

MÓDULO	EIXOS	COMPONENTES CURRICULARES	CARGA
---------------	--------------	---------------------------------	--------------

	DESCRITORES		HORÁRIA
I	ELETRICIDADE	Eletrotécnica	80
		Eletrônica Analógica	100
		Eletrônica Digital	100
		Informática	40
		Representação Gráfica	40
		Subtotal Horas/Aula	360
II	BÁSICO DE TELECOMUNICAÇÕES	Sistemas Telefônicos	60
		Comunicação de Dados I	40
		Sistemas de Difusão, Rádio AM e FM e TV	60
		Transmissão de Ondas Eletromagnéticas	40
		Análise de Circuitos	60
		Fibras Ópticas	40
		Inglês	40
		Medidas e Testes	40
		Subtotal Horas/Aula	380
III	SISTEMAS DE TRANSMISSÃO E TELEMÁTICA	Comunicação de Dados II	40
		Telemática	80
		Rádio: Transmissão e Recepção	60
		Antenas	40

		Sistemas de Televisão	100
		Cabeamento Estruturado	40
		Subtotal Horas/Aula	360
IV	TELEFONIA	Redes de Acesso	80
		SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional	80
		Comutação Telefônica	100
		Telefonia Móvel	40
		Controle de Indicadores Operacionais	40
		Infraestrutura de Energia	60
		Subtotal Horas/Aula	400
		Seminário de Formação Profissional (opcional)	20
		Estágio Curricular Supervisionado (opcional)	150
		TOTAL	1420

Fonte: (IFFLUMINENSE, 2010)

A proposta é para acrescentar o conteúdo da tecnologia APRS na disciplina Rádio: Transmissão e Recepção. Esse componente curricular é ministrado no módulo III do curso, Sistemas de Transmissão e Telemática, e possui uma carga horária total de 60 horas/aula (IFFLUMINENSE, 2010). Na unidade III da ementa desse componente curricular, serão

estudados os sistemas de Rádio. A pesquisa propõe que seja acrescentado uma subunidade sobre a tecnologia APRS.

A exposição do conteúdo será apresentada e depois vista na prática, pois o projeto compreende a instalação de uma estação *I-gate* no laboratório. Dessa forma será possível a integração do conteúdo aprendido na teoria, com a aplicação prática.

Como proposta de integração interdisciplinar, as disciplinas de Comunicação de Dados, Antenas e Infraestrutura de Energia poderão acrescentar conhecimentos para a o estudo e implantação de estações e equipamentos para a rede APRS. Essas matrizes curriculares, que também são ofertadas no 3º módulo, poderão enriquecer e consolidar os conhecimentos adquiridos pelos alunos.

Nas aulas de Comunicação de Dados II, solicita-se a inclusão do protocolo de comunicação AX-25 na unidade 2 da ementa. Essa parte do conteúdo compreende os Protocolos de Comunicação de Dados e estuda protocolos com o X.25, Frame-Relay, entre outros (IFFLUMINENSE, 2010).

Na ementa do componente Antenas, a tecnologia pode ser apresentada os melhores tipos de antenas que poderão ser utilizadas em transmissões APRS, tanto em estações fixas, como em estações móveis. Levando em consideração a frequência de 145,570 MHz em VHF, homologada pela Anatel para essa destinação. Os alunos poderão projetar suas próprias antenas e testar no laboratório, que conta com um parque de antenas, com acesso ao telhado da unidade.

Além da disciplina de Infraestrutura de Energia que pode apresentar as soluções para a alimentação elétrica das Estações APRS, para que elas tenham suporte energético em caso de falhas da rede. Os discentes poderão projetar e manter a estação APRS instalada no laboratório do campus.

4.2.1.2 Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações

O Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, em seu Projeto Pedagógico, apresenta como objetivo principal a formação para atuar na manutenção e operação de sistemas de telecomunicações. Os egressos recebem o título de Tecnólogo em Sistemas de

Telecomunicações. A matriz curricular do curso é dividida em seis períodos semestrais, conforme Tabela 9.

Tabela 9: Matriz Curricular do Curso Superior

PERÍODO	COMPONENTES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA
I	Oficina de Leitura e Produção de Texto	40
	Inglês Técnico Básico	40
	Estatística e Probabilidade	40
	Gestão Ambiental	40
	Matemática	40
	Direito e Legislação	40
	Sistemas de Comunicação	40
	Eletricidade	60
	Eletrônica Digital	60
	Desenho Técnico	60
	Subtotal Horas/Aula	500
II	Elaboração de Texto Científico	40
	Inglês Técnico Intermediário	40
	Cálculo Diferencial	80
	Eletrônica Analógica	80
	Álgebra Linear e Geometria Analítica	80
	Metodologia Científica	40

	Desenho Assistido por Computador	60
	Física: Mecânica Básica	80
	Subtotal Horas/Aula	500
III	Cálculo Integral	80
	Inglês Técnico na Web	40
	Fundamentos da Ciência da Computação	60
	Eletrotécnica	60
	Economia	40
	Eletrônica Aplicada	60
	Seminários de Telecomunicações	40
	Física: Eletricidade e Óptica	80
	Sistemas de Comunicação Via Satélite	40
	Subtotal Horas/Aula	500
IV	Manutenção e Testes dos Equipamentos e Sistemas de Transmissão	40
	Arquitetura e Técnicas de Transmissão	40
	Propagação e Antenas	60
	Sistemas de Rádio	100
	Sistema de Televisão	120
	Sistemas Ópticos	60
	Eletromagnetismo	40

	Gerência da Qualidade	40
	Subtotal Horas/Aula	500
V	Manutenção e Testes dos Equipamentos e Sistemas Telefônicos	40
	Segurança no Trabalho	40
	Comutação Telefônica	100
	Legislação de Telecomunicações e Indicadores de Desempenho	60
	Infraestrutura	80
	Redes de Acesso	100
	Serviço Móvel Celular	80
	Subtotal Horas/Aula	500
VI	Manutenção e Testes dos Equipamentos e Sistemas Telemáticos	40
	Cabeamento Estruturado	60
	Comunicação de Dados	80
	Redes de Computadores	100
	Gerência de Projetos	40
	Empreendedorismo	40
	Segurança em Sistemas de Informação	60
	TCC – Trabalho de Conclusão de Curso	40
	Libras (Optativa)	40

	Informática Básica (Optativa)	40
	Subtotal Horas/Aula	460
	TOTAL	3000

Fonte: (LIMA, AFONSO, *et al.*, 2014)

Já no Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, o conteúdo sobre a tecnologia APRS, seria estudado na disciplina Sistemas de Rádio no 4º período, com 100 horas/aula de carga horária. O tema constaria na Unidade IX: Generalidades sobre rádio enlace, da ementa do componente curricular.

No mesmo período as disciplinas Manutenção e Testes dos Equipamentos e Sistemas de Transmissão, Arquiteturas e Técnicas de Transmissão, Propagação e Antenas e Legislação de Telecomunicações e Indicadores de Desempenho, além de Comunicação de Dados no 6º período, poderão dar o acréscimo de conhecimento para os alunos.

Em Manutenção e Testes dos Equipamentos e Sistemas de Transmissão, os discentes poderão compreender as formas de manterem a Estação APRS sempre disponível, aprendendo os testes elétricos e eletrônicos necessários. Segundo a matriz curricular do curso, o acadêmico ainda aprenderá técnicas de medidas em antenas, caracterização e medidas em linhas de transmissão e ainda a realização de medidas em sistemas irradiados (LIMA, AFONSO, *et al.*, 2014).

O protocolo AX-25 poderá ser estudado na unidade VI: protocolos de comunicação de dados da disciplina Comunicação de Dados. Em Arquiteturas e Técnicas de Transmissão, serão estudados os conceitos sobre o canal de transmissão e os ruídos. Na matriz de Propagação e Antenas, os estudantes conhecerão as técnicas de propagação de ondas eletromagnéticas e especificações técnicas das antenas. Outra disciplina importante é a Legislação de Telecomunicações e Indicadores de Desempenho, que poderá introduzir as regulamentações direcionadas ao radioamadorismo. Para que os discentes conheçam as obrigações para a operação legal de radioamadores, e conseqüentemente, das estações APRS.

Outra oportunidade de ampliar os estudos referentes a tecnologia, está nos Trabalhos de Conclusão de Curso, que são obrigatórios para colação de grau.

4.2.1.3 Pós-graduação *Lato Sensu* em Redes de Computadores e Telecomunicações

O Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Redes de Computadores e Telecomunicações é outra opção para disseminação da Tecnologia APRS nos cursos regulares da instituição. Essa Pós-Graduação é ministrada durante 6 bimestres, com duas disciplinas por bimestre, conforme Tabela 10.

Tabela 10: Matriz Curricular do Curso de Pós-graduação *Lato Sensu*

BIMESTRE	EIXO	DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA
1º	Telecomunicações	Introdução a Redes de Telecomunicações	28
1º	Telecomunicações	Cabeamento Estruturado	42
2º	Telecomunicações	Redes Ópticas	28
2º	Informática	Redes de Computadores I	28
3º	Informática	Redes de Computadores II	28
3º	Multidisciplinar	Metodologia Científica	28
4º	Telecomunicações	Redes de Telefonia Móvel Celular	28
4º	Informática	Roteamento Avançado	28
5º	Informática	Administração de Serviços de Redes	42
5º	Telecomunicações	Telefonia IP	28
6º	Informática	Segurança de Redes	28
6º	Telecomunicações	Tópicos Avançados / Projetos de Rádio Enlace	28

Fonte: (LIMA, AFONSO, *et al.*, 2014)

No curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Redes de Computadores e Telecomunicações os discentes poderão conhecer a tecnologia APRS na disciplina Tópicos Avançados / Projetos

de Rádio Enlace, no sexto bimestre e com carga horária de 28 horas. Em sua ementa, o componente curricular, trata de radiopropagação e suas características. Também apresenta o processo de irradiação de sinais de radiofrequência e propriedades das antenas e por fim ainda estuda os projetos de rádio enlace. A inclusão desse conteúdo nesse curso pode ampliar as pesquisas relacionadas ao tema, já que os formandos deverão submeter um artigo para uma revista ou evento científico ou ainda apresentar um pedido de Registro de Propriedade Intelectual (NASCIMENTO, SILVA, 2019)

4.2.2 Seminário

O IFFluminense mantém anualmente um calendário de eventos muito diversificado. Uma proposta de criação de um seminário a ser realizado anualmente e intitulado Seminário Estadual de APRS e Radioamadorismo. O evento poderá ser realizado no Campus Campos-Centro da instituição, onde há os cursos na área de Telecomunicações. Além disso o campus oferece uma infraestrutura com laboratórios e auditórios que comportarão todas as atividades. A proposta consiste em 3 dias de atividades divididas entre palestras, mesas redondas, exposições e minicursos.

No primeiro dia, durante o turno da noite, será aberto o credenciamento para retirada dos crachás e em seguida a abertura do evento com a participação das autoridades do instituto, bem como convidados das unidades de Defesa Civil e clubes de radioamadorismo da região. No final da abertura será apresentada uma palestra de um especialista em APRS.

O segundo dia será realizado, na parte do dia, um encontro de radioamadorismo, para que os radioamadores locais possam apresentar seus equipamentos e divulgar os trabalhos realizados para a sociedade. Para finaliza, durante a noite, acontecerá uma mesa redonda mediada por um professor do Instituto e formada por um radioamador, um representante da Defesa Civil e um especialista em APRS.

No terceiro e último dia do evento, na parte da tarde, serão ofertados alguns minicursos como: O que é APRS, Oficina de Antenas, Propagação de Ondas, Radioamadorismo,

Legislação para Radioamadorismo, Defesa Civil, entre outros. O encontro será finalizado com uma palestra final e um *coffee break* para a confraternização dos participantes.

As inscrições no seminário serão realizadas de forma online, através do portal de eventos do IFF, <https://eventos.iff.edu.br>, e serão disponibilizados certificados pela participação no evento, nas palestras, na mesa redonda e nos minicursos. A Tabela 11 apresenta a programação do evento.

Tabela 11: Programação do Seminário

Inscrições no evento, nas palestras, na mesa redonda e nos minicursos:	A partir de 2 meses antes do evento, encerrando uma semana antes
DIA 1	
Credenciamento:	17:00 às 19:00
Abertura:	19:00 às 20:00
Palestra com especialista em APRS	20:00 às 21:00
DIA 2	
Credenciamento:	13:00 às 15:00
Encontro de radioamadores:	14:00 às 18:00
Credenciamento:	18:00 às 19:00
Mesa redonda:	19:00 às 21:00
DIA 2	
Credenciamento:	13:00 às 14:00
Minicursos:	14:00 às 18:00
Credenciamento:	18:00 às 19:00
Palestra de encerramento:	19:00 às 20:00

Fonte: Elaboração própria.

4.2.3 Pesquisa e Extensão

O Instituto Federal Fluminense tem com um de seus pilares, a pesquisa. Em seu estatuto o instituto apresenta seus princípios norteadores, e um deles é a verticalização do ensino e sua

integração com a pesquisa e extensão. Ainda nesse mesmo documento, quando trata das finalidades do IFFluminense, é acrescentado a necessidade de realização e estímulos de pesquisas aplicadas a diversos eixos como de inovação, desenvolvimento científico e tecnológico, cooperativismo, produção cultural e empreendedorismo (IFFLUMINENSE, 2017).

Um dos objetivos da instituição é estimular a promoção de soluções para atender a sua comunidade. Para isso o instituto mantém uma Pró-reitoria de Pesquisa, Extensão e Inovação, além de diretorias ligadas a Reitoria e cada um dos *campi*. Além disso, o IFFluminense mantém ativo o Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação, o CENPEI (IFFLUMINENSE, 2017).

O IFF possui uma unidade, vinculada a Reitoria, que é destinada a Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, além da formação profissional voltada ao setor produtivo, através de base tecnológica e desenvolvimento de diversos projetos demandados. Essa unidade é o Polo de Inovação Campos dos Goytacazes e possui três núcleos de pesquisa associados: Computação Científica (NC2), Física e Astronomia (LEFIS) e Computação Física (LCF) (IFFLUMINENSE, 2016b).

Ao todo o Instituto Federal Fluminense possuía 32 núcleos de pesquisa certificados no CNPQ no ano de 2016. Esses grupos são formados por pesquisadores que se organizam para trabalhos em linhas de pesquisa em comum. Alguns desses grupos possuem áreas afinadas com a tecnologia APRS, como o Núcleos de Pesquisas em Computação Científica, Física e Astronomia e Física, Computação Física, Desenvolvimento em Laboratórios de Automação e Controle, Mecatrônica e Processamento de Sinais, Laboratório de Computação Física, Internet das Coisas e o de Núcleo de Pesquisas em Telecomunicações (IFFLUMINENSE, 2016a).

Além do incentivo a organização dos pesquisadores, o instituto oferta diversos tipos de bolsas aos seus alunos. São diversas modalidades de apoio para diversos perfis de discentes, conforme a Tabela 12 (IFFLUMINENSE, 2012).

Tabela 12: Programação do Seminário

BOLSA	ÓRGÃOS DE FOMENTO	PERFIL DO DISCENTE
Bolsa de Iniciação Científica Junior (ICJ)	CNPq	Ensino Médio ou Técnico

Bolsa Jovens Talentos (JT)	FAPERJ	Ensino Médio ou Técnico
Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC)	CNPq e IFF	Graduação ou Pós-Graduação <i>Lato Sensu</i>
Bolsa de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI)	CNPq e IFF	Graduação ou Pós-Graduação <i>Lato Sensu</i>
Bolsa de Mestrado (ME)	IFF	Pós-Graduação <i>Stricto Sensu</i>
Bolsa Fomento ao Empreendedorismo (EMP)	IFF	Todos os maiores de 18 anos
Bolsa de Extensão 12 horas	IFF	Ensino Médio ou Técnico
Bolsa de Extensão 20 horas	IFF	Graduação

Fonte: Elaboração própria.

Anualmente a instituição abre um edital para a seleção de Projetos de Pesquisa e de Extensão, ao qual distribui diversas bolsas para os projetos selecionados por banca avaliadora externa. Portanto conclui-se que o Instituto Federal Fluminense incentiva o desenvolvimento de pesquisa e extensão de forma integrada com o ensino e para divulgar todos esses trabalhos, organiza diversos eventos em todos os *campi*.

No campus Macaé, desde o ano de 2010, é realizado o EXPOCIT – Exposição de Ciência e Tecnologia, que promove capacitação para docentes, palestras, minicursos, exposição de projetos e atividades culturais. O tradicional evento tem característica multidisciplinar e apresenta projetos locais e regionais com foco em um intercâmbio de conhecimentos para jovens cientistas e alunos (IFFLUMINENSE, 2019c).

A Semana de Divulgação Científica e Cultural do Campus Santo Antônio de Pádua, SACAIFF, ocorre desde o ano de 2017 no instituto e tem como objetivo principal a visibilidade da produção de conhecimento na região Noroeste Fluminense. O evento também ajuda na reflexão para a relevância da Ciência, Tecnologia e Cultura no desenvolvimento e transformação social da comunidade. A semana conta com a participação de alunos e servidores

de instituições de ensino da região, além de artistas e grupos culturais (IFFLUMINENSE, 2020f).

Outro evento institucional com alcance regional é o Congresso de Interdisciplinaridade do Noroeste Fluminense, o CONINF, que é provido pelo campus Itaperuna do IFFluminense. O encontro tem objetivo de criar um ambiente de compartilhamento de informações científicas e acadêmicas, nas áreas de ensino, pesquisa e extensão. A escola recebe alunos, docentes, pesquisadores e profissionais de várias instituições públicas e privadas da região. O congresso conta com exposições orais e através de banners, além de mesas redondas, palestras, apresentações culturais e artísticas, mostras tecnológicas, entre outras atividades (IFFLUMINENSE, 2019f).

Desde 2012 o IFF campus Bom Jesus, organiza a Mostra do Conhecimento. O evento atua na divulgação científica e extensionista do próprio campus e de outras instituições, sendo aberta a toda a comunidade, diminuindo a distância entre a escola e as empresas. A mostra ainda apresenta palestras, oferece minicursos e oficinas, e exhibe apresentações culturais (IFFLUMINENSE, 2020g).

Em 2020, de forma online, o campus Guarus do IFFluminense realizou a sétima edição do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão – CONEPE. Este evento tradicional da instituição aceitou a submissão trabalhos científicos na forma de Resumo Simples, Resumo Expandido e Desafio de Criatividade e Inovação. O Congresso é bem diversificado, foram aceitas publicações nas áreas de Enfermagem, Farmácia, Meio Ambiente, Engenharias, Informática, Educação e Ciências Sociais, e por fim, Arte e Cultura (IFFLUMINENSE, 2020b).

O campus mais antigo da instituição, o campus Campos-Centro apresenta dois eventos importantes para a presente pesquisa, a Semana do Saber-Fazer-Saber e o Congresso Integrado da Tecnologia da Informação (CITI). O evento mais tradicional é a Semana do Saber-Fazer-Saber que é realizada desde 1987, com um total de 26 edições, sendo a última realizada no ano de 2019. A feira conta exposição de projetos educacionais, científicos e tecnológicos, apresentações artísticas e culturais e grande visita de estudantes de diversas escolas da região (IFFLUMINENSE, 2019a).

O Congresso Integrado da Tecnologia da Informação apresentou a décima edição em 2019. O evento que é bienal, visa a divulgação de trabalhos nas áreas de Tecnologia da Informação e Educação. O foco é propiciar um ambiente de troca de informações, experiências

e ideias. São apresentadas palestras, mesas redondas, painéis, minicursos, oficinas e apresentação de artigos científicos (IFFLUMINENSE, 2019b).

A reitoria promove anualmente, de forma compartilhada com a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), uma Mostra de Extensão. A instituição também organiza o CONFICT (Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica), junto com a UENF e a UFF, e ainda apresenta individualmente o CONPG (Congresso Fluminense de Pós-Graduação).

Conforme apresentado, o IFFluminense oferece diversas oportunidades para o desenvolvimento de pesquisas na instituição e disponibiliza espaços para divulgação e discussão de trabalhos. O incentivo às pesquisas sobre a tecnologia APRS nos cursos da área de Telecomunicações, permitirão sua divulgação nesses eventos e conseqüentemente a divulgação da ciência para áreas afins que se somarão as pesquisas.

4.2.3.1 Defesa Civil

Durante o trabalho foram apresentadas diversas contribuições que o APRS pode incorporar ao cotidiano das Defesas Civis. Várias ferramentas desenvolvidas auxiliam essas corporações na tomada de decisão em momentos de grande apelo da sociedade, com informações precisas e em tempo real. Em momentos de catástrofes, é imprescindível que as decisões sejam tomadas de forma correta e rápida.

Projetos de extensão poderão ser criados para apresentar a tecnologia para os diversos comandos de Defesa Civil das comunidades atendidas direta ou indiretamente pelo instituto. Esse contato direto permite avaliar a real necessidade de cada município e assim auxiliar na implementação de projetos de pesquisas relevantes para as demandas apresentadas.

Determinar o problema é um caminho importante no desenvolvimento da solução que seria acompanhada pelo envolvidos durante todo o processo. Permitindo a aplicação em simulados ou até mesmo em situações reais.

4.2.3.2 Radioamadores locais

Outro projeto importante para ser implementado é comunicação com os grupos de Radioamadores das áreas próximas às estações do projeto. Geralmente os praticantes de radioamadorismo conhecem bem a região e estão acostumados com transmissões em diversas modalidades e frequências diferentes. Muitas das vezes eles não conhecem ou não possuem atividades relacionadas ao APRS.

A apresentação da tecnologia para os radioamadores pode favorecer a expansão da rede com estações repetidoras. O IFFluminense auxiliaria esses grupos na obtenção e manutenção de suas estações. Além de fazer um intercâmbio com pessoas altamente capacitadas e experientes com podem somar muito ao projeto, e principalmente, servir de referência para os alunos dos cursos, que poderão se tornar radioamadores.

Esse intercâmbio favorecerá a todos os envolvidos e poderá gerar muitos frutos para uma rede que pode estar envelhecendo e caindo no esquecimento. No município de Campos dos Goytacazes, está sediada a Associação dos Radioamadores de Campos dos Goytacazes, ARCAM, que sempre organiza provas para a regularização dos operadores de rádio. O projeto pode localizar esses grupos e convidá-los a participar das pesquisas e testes.

5 CONCLUSÃO

A principal finalidade da pesquisa é apresentar um projeto para a criação de uma rede APRS a partir das unidades do Instituto Federal Fluminense, de forma a auxiliar as defesas civis das áreas de abrangência da instituição. A proposta também inclui também estratégias para o ensino, pesquisa, extensão e inovação nos cursos técnicos e superiores em Telecomunicações.

Essas estratégias incluem alteração nos cursos de telecomunicações em todos os níveis de formação, com intuito de estudar mais a tecnologia. Também são apresentadas ideias para a criação de projetos de pesquisa com o intuito de desenvolver tecnologias aplicadas às redes APRS e ainda projetos de extensão para conectar os estudos às demandas das defesas civis e grupos de radioamadores. Esses atores serão importantes e deverão ser parte ativa no desenvolvimento tecnológico.

Para consolidar todas as informações, que estão espalhadas em alguns trabalhos acadêmicos, mas principalmente em divulgações de radioamadores, a tecnologia APRS é apresentada em diversas de suas especificidades, para que a pesquisa seja fonte de informações para trabalhos futuros que venham a ocorrer.

Esses trabalhos podem ser relacionados ao suporte a defesa civil, e para tanto, é apresentado um histórico de sua criação e aperfeiçoamento, além de sua competência e necessidades tecnológicas. Conhecendo as necessidades dessas corporações, foram apresentadas diversas aplicações específicas para o apoio a prevenção e atuação durante desastres de diversas naturezas.

Para auxiliar nos momentos adversos, os clubes de radioamadores são uma importante ferramenta que deve ser convidada a participar desse projeto, com estações de transmissão em quase todos os *campi* do instituto. Outros pontos estratégicos foram incorporados à rede, com intuito de ampliar sua área de cobertura. Essas estações extras foram agregadas após a simulação através do *software Radio Mobile*, que apresenta a área de alcance do sinal, considerando diversos parâmetros dos equipamentos e o relevo local.

Para complementar o projeto, foram definidas estratégias para a incorporação da tecnologia APRS no cotidiano dos cursos da área de Telecomunicações do IFFluminense, desde o curso técnico até o curso de Pós-graduação *Lato Sensu*. O tema será incorporado aos Projetos

Pedagógicos dos Cursos em diversas disciplinas relacionadas. Outra vertente está relacionada as pesquisas que poderão ser feitas em diversas áreas e voltadas para o APRS. A extensão será importante para alinhar as pesquisas às necessidades da defesa civil e suporte dos radioamadores locais.

O projeto contempla seis pilares fundamentais: Tecnologia, Defesa Civil, Rede própria, Ensino, Pesquisa e Extensão. Esse suporte é essencial para que a iniciativa seja exitosa, pois dessa forma a tecnologia APRS será incorporada ao cotidiano do discentes e docentes do instituto, tornando a técnica conhecida e conseqüentemente mais estudada. Ao final da realização desse projeto, a principal beneficiada será a população local que poderá contar com uma ferramenta relevante na prevenção e suporte dos desastres naturais, cada vez mais recorrentes.

6 REFERÊNCIAS

ADDAIM, A., KHERRAS, A., ZANTOU, E. B. "DSP implementation of integrated store-and-forward APRS payload and OBDH subsystems for low-cost small satellite", **Aerospace Science and Technology**, v. 12, n. 4, p. 308–317, jun. 2008. DOI: 10.1016/j.ast.2007.08.002. .

ADITYAWARMAN, Y., MATONDANG, J. "Development of Micro Weather Station Based on Long Range Radio Using Automatic Packet Reporting System Protocol". In: **2018 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)**, out. 2018. **Anais [...]** [S.l: s.n.], out. 2018. p. 221–224. DOI: 10.1109/ICITSI.2018.8696081.

ANATEL. **Resolução nº 449, de 17 de novembro de 2006**. 17 nov. 2006. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/21-2006/93-resolucao-449>. Acesso em: 15 fev. 2021.

BARROS, A. **TUTORIAL PARA INSTALAR O SISTEMA APRS: Vhfmals**. 2011. Disponível em: <http://m.vhfmals.webnode.pt/products/tutorial-para-instalar-o-sistema-aprs/>. Acesso em: 22 out. 2020.

BRASIL. "Constituição da República Federativa do Brasil de 1967". , 24 jan. 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao67.htm. Acesso em: 22 out. 2020.

BRASIL. "Decreto-Lei nº 950, de 13 de outubro de 1969". , 13 out. 1969. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del0950impressao.htm. Acesso em: 22 out. 2020.

BRASIL. "Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008". , 29 dez. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 22 out. 2020.

BRASIL. "Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010". , 1 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm. Acesso em: 25 out. 2020.

BRASIL. "Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012". , 10 abr. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm. Acesso em: 23 out. 2020.

BRUNINGA, B. **A brief history and bibliography of APRS**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.aprs.org/APRS-docs/ARTICLES.TXT>. Acesso em: 19 maio 2018. , 14 mar. 1999

BRUNINGA, B. **APRS: Automatic Packet Reporting System**. maio 2014. Disponível em: <http://www.aprs.org/>. Acesso em: 22 out. 2020.

CAMILO, L. M. R. **A tomada de decisão no âmbito da actividade operacional**. 2011. Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna, Lisboa, 2011.

CASTRO, A. L. C. de. **Manual de Desastres**. Brasília, [s.n.], 2003.

CASTRO, A. L. C. de. **Manual de desastres humanos: desastres humanos de natureza tecnológica**. Brasília, [s.n.], 2004.

CEPED UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais - 1991 a 2012**. . [S.l: s.n.]. , 2013a

CEPED UFSC. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID**. 2013b. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/sobre.xhtml>. Acesso em: 22 out. 2020.

CHAIYASOONTHORN, S., HONGYIM, N., MITATHA, S. "Building Automatic Packet Report System to report position and radiation data for autonomous robot in the disaster area". In: **2015 15th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)**, out. 2015. **Anais [...]** Busan, Korea (South), IEEE, out. 2015. p. 85–88. DOI: 10.1109/ICCAS.2015.7364883. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7364883/>. Acesso em: 22 out. 2020.

CICERA, F. **APRS iGate for Parachute Mobile**. 7 abr. 2019. 0x9900. Disponível em: <https://0x9900.com/aprs-igate-for-parachute-mobile/>. Acesso em: 25 out. 2020.

CONVERSO, F. **Manual APRS da Defesa Civil do Paraná**. . [S.l: s.n.]. , 1 jan. 2016

DWI HARSONO, S., RUMADI, ARDINAL, R. "Design and Implementation of SatGate / iGate YF1ZQA for APRS on the LAPAN-A2 Satellite". In: **2019 IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES)**, out. 2019. **Anais [...]** Yogyakarta, Indonesia, IEEE, out. 2019. p. 1–4. DOI: 10.1109/ICARES.2019.8914335. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8914335/>. Acesso em: 14 mar. 2020.

EVANS, S. **Tier2 APRS-IS network. VK7HSE's Ramblings**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://vk7hse.org/tier2-aprs-is-network/>. Acesso em: 25 out. 2020. , 4 jan. 2011

FINNEGAN, K. **APRS Symbol Look Up Table**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://blog.thelifeofkenneth.com/2017/01/aprs-symbol-look-up-table.html>. Acesso em: 22 out. 2020. , 17 jan. 2017

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **CINDACTA I**. [S.d.]. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/?i=unidades&p=cindacta-i>. Acesso em: 25 nov. 2020.

FREITAS, W. S., BARCELLOS, R. G. S. "INTEGRATION BETWEEN THE APRS SYSTEM AND THE SAHANA EDEN HUMANITARIAN MANAGEMENT PLATFORM FOR TRACKING MOBILE UNITS", p. 22, 2018. .

HAJDAREVIC, K., KONJICIJA, S., SUBASI, A. "A low energy APRS-IS client-server infrastructure implementation using Raspberry Pi". In: **2014 22nd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)**, nov. 2014a. **Anais [...]** Belgrade, Serbia, IEEE, nov. 2014. p. 296–

299. DOI: 10.1109/TELFOR.2014.7034409. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7034409/>. Acesso em: 6 jun. 2019.

HAJDAREVIC, K., KONJICIJA, S., SUBASI, A. "Svxlink VOIP implementation using raspberry Pi in education and disaster relief situations". In: **2014 X International Symposium on Telecommunications (BIHTEL)**, out. 2014b. **Anais** [...] Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, IEEE, out. 2014. p. 1–6. DOI: 10.1109/BIHTEL.2014.6987647. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6987647/>. Acesso em: 6 jun. 2019.

IFFLUMINENSE. **26ª Semana do Saber-Fazer-Saber**. 2019a. Disponível em: <http://saberfazersaberiff.wixsite.com/projeto>. Acesso em: 2 jan. 2021.

IFFLUMINENSE. **Apresentação do IFFluminense**. jun. 2020a. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/conheca-o-iffuminense/conheca-o-iffuminense>. Acesso em: 3 dez. 2020.

IFFLUMINENSE. **Apresentação Núcleos de Pesquisa do IFFluminense**. 9 dez. 2016a. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/pesquisa-e-inovacao/nucleos-de-pesquisa-do-iffuminense/apresentacao>. Acesso em: 20 dez. 2020.

IFFLUMINENSE. **CITI 2019 - 10º Congresso Integrado da Tecnologia da Informação**. 2019b. Disponível em: <http://citi2019.centro.iff.edu.br/>. Acesso em: 2 jan. 2021.

IFFLUMINENSE. **Conepe**. 2020b. Disponível em: <http://conepe.guarus.iff.edu.br/submissao>. Acesso em: 2 jan. 2021.

IFFLUMINENSE. **Estatuto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense**. . [S.l: s.n.], 22 dez. 2017

IFFLUMINENSE. **Expocit 2019**. 23 set. 2019c. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/macae/eventos/14-a-18-10-19-expocit>. Acesso em: 24 dez. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico campus Cabo Frio**. 11 fev. 2020c. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/cabo-frio/apresentacao/historico>. Acesso em: 25 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico da Unidade de Formação de Cordeiro**. 21 mar. 2018a. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/santo-antonio-de-padua/unidade-de-formacao-de-cordeiro>. Acesso em: 25 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do Campus Bom Jesus do Itabapoana**. 6 mar. 2020d. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/bom-jesus-do-itabapoana/apresentacao/historico>. Acesso em: 14 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do Campus Cambuci**. 17 ago. 2020e. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/cambuci/apresentacao>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do Campus Itaperuna**. 19 nov. 2018b. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/itaperuna/apresentacao/historico>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do campus Macaé**. 24 set. 2018c. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/macaee/apresentacao-1/apresentacao>. Acesso em: 25 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do campus Maricá**. 2 out. 2019d. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/marica/apresentacao/historico-1>. Acesso em: 25 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do campus Quissamã**. 13 dez. 2015. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/quissama/apresentacao/historico>. Acesso em: 25 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do Campus Santo Antônio de Pádua**. 14 out. 2019e. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/santo-antonio-de-padua/apresentacao/historico>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do campus São João da Barra**. 5 set. 2018d. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/sao-joao-da-barra/apresentacao/historico>. Acesso em: 24 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **Histórico do Polo de Inovação**. 24 jul. 2016b. Portal IFFluminense. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/polo-de-inovacao-campos-dos-goytacazes/apresentacao/historico>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IFFLUMINENSE. **IV CONINF**. out. 2019f. Disponível em: <https://eventos.iff.edu.br/ivconinf>. Acesso em: 24 dez. 2020.

IFFLUMINENSE. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. . [S.l: s.n.], , 21 dez. 2018e

IFFLUMINENSE. **Plano do Curso Técnico de Telecomunicações**. . [S.l: s.n.], , 2010

IFFLUMINENSE. **Programa de Bolsas Institucionais de Incentivo à Pesquisa e ao Empreendedorismo**. . [S.l: s.n.], , 6 dez. 2012

IFFLUMINENSE. **Regulamentação das Atividades de Pesquisa do Instituto Federal Fluminense**. . [S.l: s.n.], , 26 fev. 2016c

IFFLUMINENSE. **SACAIFF**. out. 2020f. Disponível em: <https://eventos.iff.edu.br/sacaiff>. Acesso em: 24 dez. 2020.

IFFLUMINENSE. **VIII Mostra do Conehecimento**. nov. 2020g. Disponível em: <https://eventos.iff.edu.br/mostradoconhecimento2020>. Acesso em: 24 dez. 2020.

INTERTV. **Chuva de granizo danifica telhados de casas em Itaperuna, no RJ. G1**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/2019/10/27/chuva-de->

granizo-danifica-telhados-de-casas-em-itaperuna-no-rj.ghtml. Acesso em: 22 out. 2020a. , 27 out. 2019

INTERTV. **Chuva intensa causa alagamentos e transtornos no Noroeste Fluminense | Norte Fluminense | G1.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/2019/12/12/chuva-intensa-causa-alagamentos-e-transtornos-no-noroeste-fluminense.ghtml>. Acesso em: 22 out. 2020b. , 12 dez. 2019

INTERTV. **Um tornado se formou no céu de Maricá, RJ, na manhã deste domingo.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/videos/t/todos-os-videos/v/um-tornado-se-formou-no-ceu-de-marica-rj-na-manha-deste-domingo-21/2531224/>. Acesso em: 23 out. 2020. , 22 abr. 2013

INTERTV. **Ventos de 80 km/h derrubam pelo menos 80 árvores e arrancam telhados durante temporal em Campos, no RJ. G1.** [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/2019/02/28/ventos-de-80-kmh-derrubam-pelo-menos-80-arvores-e-arrancam-telhados-durante-temporal-em-campos-no-rj.ghtml>. Acesso em: 22 out. 2020c. , 28 fev. 2019

LIMA, S., AFONSO, A., CLAUDIA SEUFITELLI, *et al.* **Projeto Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações.** . [S.l: s.n.]. , 2014

LOVEALL, P. **APRS-IS.** 2020. Disponível em: <http://www.aprs-is.net/>. Acesso em: 22 out. 2020.

MATONDANG, J., ADITYAWARMAN, Y. "Implementation of APRS Network Using LoRa Modulation Based KISS TNC". In: **2018 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)**, nov. 2018. **Anais [...]** Serpong, Indonesia, IEEE, nov. 2018. p. 37–40. DOI: 10.1109/ICRAMET.2018.8683928. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8683928/>. Acesso em: 14 mar. 2020.

MEAKER, J., HORNER, M. W. "Use of Automatic Position Reporting System Data for Enhancing Transportation Planning Operations", **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1870, n. 1, p. 26–34, jan. 2004. DOI: 10.3141/1870-04. .

MENNA, B. **APRS - Tramas AX.25.** . [S.l: s.n.]. , 19 jan. 2015

MONDEGO, E. **Equipamentos para Estação de APRS.** 2018a. Disponível em: http://www.aprsbrasil.com/aprs_equipamentos_pt.html. Acesso em: 22 out. 2020.

MONDEGO, E. **SSID de uso Internacional.** 2018b. Disponível em: <http://www.aprsbrasil.com/ssid.html>. Acesso em: 22 out. 2020.

NASCIMENTO, J., SILVA, V. **Projeto do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Redes de Computadores e Telecomunicações.** . [S.l: s.n.]. , 26 ago. 2019

PACIER, P. **APRS Tier 2 Network.** 11 mar. 2020. Disponível em: <http://aprs2.net/>. Acesso em: 22 out. 2020.

PFÜTZENREUTER, E. **O sistema APRS (Automatic Packet Reporting System)**. 2018. EPx. Disponível em: <https://epxx.co/artigos/aprs.html>. Acesso em: 22 out. 2020.

QUITEVIS, C. P., AMBATALI, C. D. "Feasibility of an Amateur Radio Transmitter Implementation Using Raspberry Pi for a Low Cost and Portable Emergency Communications Device". 2018. **Anais [...]** [S.l: s.n.], 2018. DOI: 10.1109/GHTC.2018.8601888. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061786038&doi=10.1109%2fGHTC.2018.8601888&partnerID=40&md5=1b496ddc7ccdf3d6187c403cc6f48f74>.

SARIS, W. **Flood Monitoring Using Automatic Packet Reporting System Aprs On Vhf**. 2016.

SECO, R. **Digipeater e KISS TNC APRS BravoDIGI**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.bitbaru.com/site/digipeater-aprs/>. Acesso em: 22 out. 2020. , 2020

VELASCO, L. S., ARANDA, A. R. "Software Based AFSK Generation on Arduino". In: **2018 XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE)**, jun. 2018. **Anais [...]** La Laguna, IEEE, jun. 2018. p. 1–5. DOI: 10.1109/TAEE.2018.8475994. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8475994/>. Acesso em: 6 jun. 2019.

WADE, I. **APRS Protocol Reference**. 1. ed. [S.l: s.n.], 2000. . Acesso em: 20 maio 2019.