



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO AMAPÁ – IFAP
CAMPUS MACAPÁ
CURSO SUPERIOR EM TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES

ISAÍAS MACIEL BORGES
MOACIR DE OLIVEIRA QUARESMA JÚNIOR

EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA NA NAVEGAÇÃO:
Análise de monitoramento em embarcações.

ISAÍAS MACIEL BORGES
MOACIR DE OLIVEIRA QUARESMA JÚNIOR

EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA NA NAVEGAÇÃO:

Análise de monitoramento em embarcações.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – Ifap como requisito avaliativo para obtenção de título Tecnólogo em Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto.

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- B732e Borges, Isaías Maciel
Equipamentos de segurança na navegação: análise de monitoramento em embarcações / Isaías Maciel Borges, Moacir de Oliveira Quaresma Júnior. Macapá, 2021.
61 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Tecnologia em Redes de Computadores, 2021.
- Orientador: Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto.
1. Monitoramento. 2. Equipamentos. 3. Embarcações. I. Júnior, Moacir de Oliveira Quaresma. I. Barreto, Esp. Jairo de Kássio Siqueira, orient. II. Título.

ISAÍAS MACIEL BORGES
MOACIR DE OLIVEIRA QUARESMA JÚNIOR

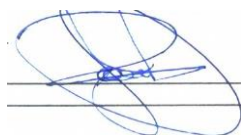
EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA NA NAVEGAÇÃO:

Análise de monitoramento em embarcações.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – Ifap como requisito avaliativo para obtenção de título Tecnólogo em Redes de Computadores.

Orientador: Prof.Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto.

BANCA EXAMINADORA



Orientador – Prof. Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto.



Membro da banca examinadora – Prof. Esp. Clayton Jordan Espíndola do Nascimento.

Membro da banca examinadora – Prof. Esp. Olavo Nylander Brito Neto.



Membro da banca examinadora – Tec. Esp. Luan Paulo Gomes Azevedo.

Aprovados em: 16/06/2021

Nota: 10

Eu, Isaías Maciel Borges dedico este trabalho a Deus Criador, meus pais José Maria Borges Lobato, Venesuema Maciel Farias, meus 11 irmãos, e aos professores Elves Machado Mendonça e Glenes Oliveira.

Eu, Moacir de Oliveira Quaresma Júnior dedico este trabalho primeiramente a Deus por nos manter com saúde durante essa pandemia, à minha querida esposa Alyne Quaresma e minha filha Mariana Quaresma

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus que é a fonte da sabedoria, que dá ao homem o conhecimento da ciência para a criação de coisas boas, aos nossos pais e irmãos por incentivar e acompanhar nossa caminhada acadêmica.

Aos professores e mestres que nesses seis semestres compartilharam seus conhecimentos conosco e ao corpo funcional do Instituto Federal do Amapá – IFAP, por sempre manter um ambiente agradável e aconchegante para nosso melhor aproveitamento. Em especial ao Mestre Jairo de Kássio Siqueira Barreto e Suany Rodrigues da Cunha por acreditar e orientar o desenvolvimento do nosso trabalho.

Agradecer ao senhor Merinaldo Paiva Duarte Souto proprietário da embarcação F/B São Pedro III e toda sua tripulação que autorizou nosso embarque para que pudéssemos realizar todos os testes práticos *in loco* do nosso equipamento.

E por fim, aos nossos colegas de turma que nos proporcionaram amizades e companheirismo em cada etapa superada, principalmente no quinto e sexto semestres que tivemos que nos ajustar para as aulas remotas, devido ao isolamento social causado pela pandemia de COVID-19.

"A mente do prudente adquire conhecimento, e o ouvido do sábio busca conhecimento."

Provérbios 18:15

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo propor por meio de um equipamento a implantação de um sistema de monitoramento integrado na plataforma Arduino Profissional CPB Infinity com GSM + GPS para embarcações de transporte de cargas e passageiros nas vias fluviais. Trata-se de uma pesquisa experimental a qual utilizou Arduino Profissional do modelo CPB Infinity com módulos integrados SIM800C com cobertura GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis) e NEO 6M de GPS (Sistema de Posicionamento Global). Objetivando mostrar a possibilidade desse equipamento de rastreamento acessar o posicionamento exato através de solicitação via mensagem de texto, por dispositivos móveis como smartphones e o mesmo responde o SMS com um hiperlink direcionado ao google maps. Logo, pode ser desenvolvido para o uso em pequenas e médias empresas de transporte de cargas e passageiros.

Palavras-chave: Monitoramento. Arduino profissional. GSM. GPS.

ABSTRACT

The objective of this work is to propose, through a part of equipment, the implementation of an integrated monitoring system in the Arduino Professional CPB Infinity platform with GSM + GPS for cargo and passenger transport vessels on waterways. This is an experimental research which used Arduino Professional model CPB Infinity with integrated modules SIM800C with GSM coverage (Global System for Mobile Communications) and NEO 6M GPS (Global Positioning System). Aiming to show the possibility of this tracking equipment to access the exact positioning through a request via text message, by mobile devices such as smartphones and it responds to the SMS with a hyperlink directed to google maps. Therefore, it can be developed for use in small and medium-sized cargo and passenger transport companies.

Keywords: Monitoring. Professional Arduino. GSM. GPS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arduino Uno	19
Figura 2 - Funcionamento do GPS.....	22
Figura 3 - Módulo GPS NEO-6M.....	23
Figura 4 - CPB Infinity	28
Figura 5 - Hardware da CPB Infinity	28
Figura 6 - Comunicação RS232 ou RS485	29
Figura 7 - Saídas de Relés.....	29
Figura 8 - Comunicação GSM.....	30
Figura 9 - Optoacopladores.....	30
Figura 10 - Multiplexador	31
Figura 11 - Barramento	32
Figura 12 - Fonte de Alimentação	32
Figura 13 - Pinagem.....	33
Figura 14 - Protótipo CPB Infinity	36
Figura 15 - Case específica para CPB Infinty	37
Figura 16 - Esquema de configuração	38
Figura 17 - Print de resposta do Equipamento	39
Figura 18 – Estrutura para teste em ambiente real	41
Figura 19 – Mapa saindo de Santana-AP.....	42
Figura 20 – Mapa chegando em Gurupá-PA.....	43
Figura 21 – Mapa saindo de Gurupá-PA.....	43
Figura 22 – Mapa chegando em Porto de Moz-PA.....	44
Figura 23 – Mapa saindo de Porto de Moz-PA.....	45
Figura 24 – Mapa chegando em Senador José Porfírio-PA.....	45
Figura 25 – Mapa saindo de Vitória do Xingu-PA.....	46
Figura 26 – Mapa chegando em Senador José Porfírio-PA.....	47
Figura 27 – Mapa saindo de Senador José Porfírio-PA.....	47
Figura 28 – Mapa chegando em Porto de Moz-PA.....	48
Figura 29 – Mapa saindo de Porto de Moz-PA.....	49
Figura 30 – Mapa chegando em Gurupá-PA.....	49
Figura 31 – Mapa saindo de Gurupá-PA.....	50
Figura 32 – Mapa chegando em Santana-AP	51

Figura 33 – Mapa total da Viagem	51
Figura 34 - Funcionamento do GPS.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Cobertura GSM – Ida.....	53
Gráfico 2- Cobertura GSM – Volta	54
Gráfico 3 - Cobertura GSM – Ida e Volta.....	54
Gráfico 4 – Operadoras móvel – Ida	55
Gráfico 5 – Operadoras móvel –volta	56
Gráfico 6 – Operadoras móvel Ida e Volta	56
Gráfico 7 – Distância Total Monitorada	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABI	Interface binária de aplicação
BSC	Estação rádio base de controle
BTS	Estação rádio base de transmissão
C+	Linguagem de Programação
CDMA	Acesso Múltiplo por Divisão de Código
CEPT	Conferência de Correios e Telégrafos Europeus
CPB	Crescer Profissional Board
CPU	Central Process Unit
EDGE	Taxas de Dados Ampliados
EUA	Estados Unidos da América
ETSI	Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicação
GND	Polo Negativo
GPRS	Serviços Gerais de Pacote por Rádio
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GSM	Sistema Global para Comunicações Móveis
GSM	Grupo Especial Móvel
Hz	Hertz
IFAP Amapá	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá
IMEI	Identidade Internacional de Equipamento Móvel
IMSI	Identidade do assinante móvel internacional
IOT	Internet das Coisas
ISDN	Rede digital de serviços integrados
ISO	International Organization for Standardization
KM/H	Quilômetro por hora
LAT	Latitude
LONG	Longitude
MB	Megabyte
MCP	Micro Processador
MEO	Órbita terrestre média
MHz	Megahertz

NAVSTAR	Tempo e Alcance do Satélite de Navegação
NNSS	Sistema de Navegação por satélite da Marinha
MSC	Centro de Comutação de Serviços Móveis
PC	Personal Computer
PNT	Tecnologia de Navegação e Cronometragem de Precisão Baseada em Solo.
P/R	Primeira Requisição
PSTN	Rede Telefônica Pública Comutada
RAM	Random Access Memory
RX	Recepção
SEN	Sentido em graus
SIM	Módulo de identificação do assinante
SMS	Serviço de Mensagens Curtas
SO	Sistema Operacional
TDMA	Acesso múltiplo por divisão de tempo
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TI	Tecnologia da Informação
TX	Transmissão
U/R	Última Requisição
VCC	Polo Positivo
VEL	Velocidade
WWW	World Wide Web

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	Geral.....	17
2.2	Específicos	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Arduino Uno	18
3.2	GPS	20
3.2.1	Funcionamento do GPS.....	21
3.3	Tecnologia GSM.....	23
3.3.1	Estação Móvel	24
3.3.2	Subsistema Rádio Base	24
3.3.3	Subsistema Rede.....	25
3.4	Linguagem de Programação C+.....	26
3.5	CPB Infinity.....	27
3.6	Hardware da CPB Infinity	28
3.7	Comunicação RS232 e RS485	29
3.8	Saídas de relés	29
3.9	Comunicação GSM	30
3.10	Optoacopladores.....	30
3.11	Multiplexadores.....	31
3.12	Barramento	32
3.13	Fonte de alimentação.....	32
3.14	Pinagem	33
3.15	Escolha da CPB Infinty	33
4	METODOLOGIA.....	35
5	RESULTADOS DA PESQUISA.....	36
5.1	Montagem e apresentação do equipamento	36
5.2	Configuração do arduino.....	38
5.3	Testes práticos.....	39
5.3.1	Teste em celular.....	39
5.3.2	Teste em embarcação	40
5.3.3	Teste em ambiente real.....	40

5.4	Funcionamento pelo GPS.....	52
5.5	Análise de Gráficos de Ida	53
5.6	Análise de Gráficos de Volta.....	53
5.7	Análise de Gráficos de Ida e Volta - Total	54
5.8	Análise de Gráficos Operadoras Ida.....	55
5.9	Análise de Gráficos Operadoras Volta	55
5.10	Análise de Gráficos Operadoras Ida e Volta	56
5.11	Análise de Gráficos Distância Total Monitorada.....	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICE A - ORÇAMENTO.....	60

1 INTRODUÇÃO

Na era digital, a difusão em massa de informações tem ajudado a humanidade em suas atividades diversas, desde um uso pessoal de dados até grandes corporações. Com isso, tem se apresentado a segurança por meios de tecnologias digitais que estão em uso e em desenvolvimento, isso é posto, porque houve uma grande migração de dados físicos para virtuais, mediante a necessidade de transmitir a informação em tempo real e mantê-la exata.

As tecnologias digitais podem trazer um grande diferencial para a região amazônica, que por ser de difícil acesso por meios terrestres para atender a sua logística, os meios mais comuns são as hidrovias, onde trafegam barcos de pequeno e grande porte para atender as necessidades de mercadorias para abastecimento dos comércios e também sua mobilidade até as cidades.

Nesse caminho de ida e volta na rota semanal entre municípios, as embarcações fazem paradas em hidroviárias para descarregar e carregar cargas assim como desembarque e embarque de passageiros, muitas vezes ocorre atrasos por conta da maré e de problemas mecânicos da embarcação e por isso não há horário exato para chegada e saída dos portos, causando transtornos para passageiros e empresários que aguardam por suas cargas.

É nesse cenário que este trabalho visa contribuir com a discussão no sentido de apresentar uma proposta que por meio de um equipamento, adaptado para a nossa necessidade de monitoramento de embarcações busque um aperfeiçoamento da segurança na navegação. Visto que há poucas informações sobre essa vertente de transporte coletivo de cargas e passageiros quando se trata de regiões de difícil acesso, segurança e possíveis prevenções de acidentes.

Assim sendo, essa pesquisa consolidou-se na demonstração de como a tecnologia através de um equipamento que ao localizar sinal de GSM na cidade mais próxima, pode enviar uma mensagem de texto para o solicitante e o mesmo saberá a posição exata via google maps e assim ter uma noção de tempo de quando chegará a embarcação na hidroviária. Bem como fazer a integração do sistema de monitoramento via GSM e GPS em diversas frentes e ajudará na mobilidade e segurança como: Marinha do Brasil, empresas de navegação, empresas de insumos e usuários em geral.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Propor por meio de um equipamento a implantação de um sistema de monitoramento integrado na plataforma Arduino Professional CPB Infinity com GSM + GPS para embarcações de transporte de cargas e passageiros nas vias fluviais.

2.2 Específicos

- Analisar a rede de cobertura GSM e escolher as duas melhores operadoras de rede móvel;
- Instalar o equipamento e seu código fonte;
- Testar a robustez da rede GSM e a precisão do GPS navegando;
- Analisar as informações coletadas da rota, definir soluções.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Como marco referencial para essa pesquisa, nos deparamos com alguns trabalhos de monitoramento como a dissertação de mestrado de Yvano (2016) que trata sobre “Detecção de Embarcações por Imagens nos Rios da Amazônia” cujo sistema de vigilância é executado o monitoramento remoto de um determinado setor, com o objetivo de facilitar a ação de vigilância tradicional feita pelo homem por meio de rondas periódicas nos locais pré-determinados.

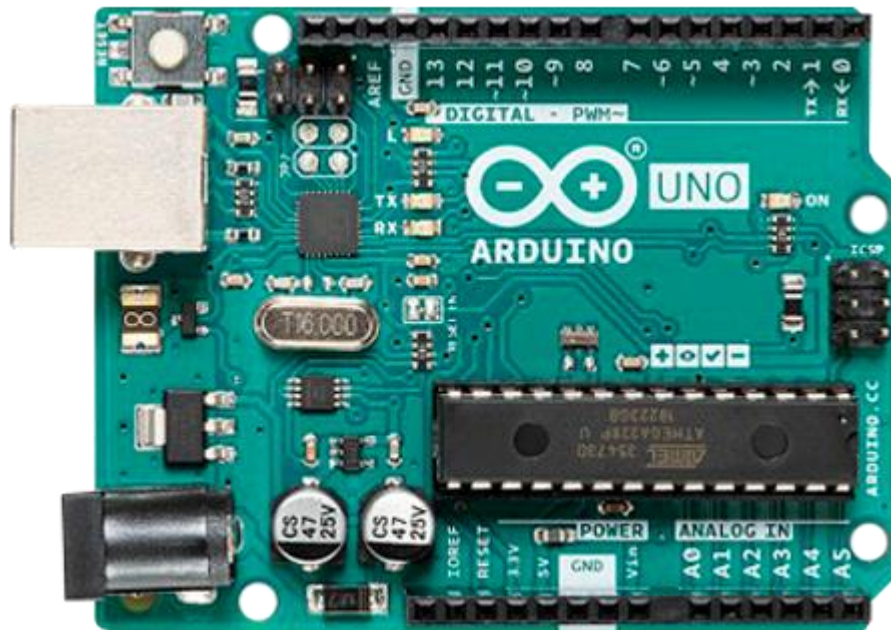
Já o estudo realizado por Silva (2009) usa utilização de imagens SPOT 5 na detecção de embarcações marítimas brasileiras como suporte ao programa de rastreamento de embarcações por satélites, e nortearam nossas pesquisas.

Tais estudos apresentaram tecnologias e ferramentas de rede que pudessem ser oferecidos para pequenas organizações na área de tecnologia de informação melhorando a estrutura organizacional com os mesmos recursos utilizados pelas grandes empresas. Com essa base apresentaremos essas tecnologias e ferramentas de rede que fundamentam essa pesquisa.

3.1 Arduino Uno

Segundo o site oficial do Arduino trata-se de uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. As placas Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, um dedo em um botão ou uma mensagem do Twitter - e transformá-la em uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo online. Você pode dizer à sua placa o que fazer enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador da placa. Para fazer isso, você usa a linguagem de programação Arduino (basead em Wiring) e o Arduino Software (IDE) , baseado em Processing .Como mostra a Figura 1:

Figura 1 - Arduino Uno



Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Ao longo dos anos, o Arduino tem sido o cérebro de milhares de projetos, de objetos do cotidiano a instrumentos científicos complexos. Uma comunidade mundial de criadores - estudantes, amadores, artistas, programadores e profissionais - reuniu-se em torno desta plataforma de código aberto, suas contribuições somaram uma quantidade incrível de conhecimento acessível que pode ser de grande ajuda para novatos e especialistas.

O Arduino nasceu no Ivrea Interaction Design Institute como uma ferramenta fácil de prototipagem rápida, voltada para alunos sem formação em eletrônica e programação. Assim que alcançou uma comunidade mais ampla, a placa Arduino começou a mudar para se adaptar às novas necessidades e desafios, diferenciando sua oferta de placas simples de 8 bits a produtos para aplicações Internet das coisas, vestíveis, impressão 3D e ambientes integrados. Todas as placas Arduino são completamente de código aberto, permitindo que os usuários as criem de forma independente e, eventualmente, adaptem-nas às suas necessidades particulares. O software também é de código aberto e está crescendo por meio das contribuições de usuários em todo o mundo (ARDUINO, 2020).

3.2 GPS

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é um utilitário norte-americano que fornece aos usuários serviços de posicionamento, Tecnologia de Navegação e Cronometragem de Precisão Baseada em Solo (PNT). Este sistema consiste em três segmentos: o segmento espacial, o segmento de controle e o segmento de usuário. A Força Espacial dos Estados Unidos da América (EUA) desenvolve, mantém e opera os segmentos espaciais e de controle (GPS.GOV, 2020).

Os satélites do Sistema de Posicionamento Global voam em órbita terrestre média (MEO) a uma altitude de aproximadamente 20.200 km (12.550 milhas). Cada satélite circunda a Terra duas vezes por dia.

Os satélites da constelação Sistema de Posicionamento Global são organizados em seis planos orbitais igualmente espaçados ao redor da Terra. Cada avião contém quatro "slots" ocupados por satélites de linha de base. Esse arranjo de 24 slots garante que os usuários possam visualizar pelo menos quatro satélites de praticamente qualquer ponto do planeta (GPS.GOV, 2020).

A Força Espacial normalmente voa mais de 24 satélites do Sistema de Posicionamento Global para manter a cobertura sempre que os satélites da linha de base são atendidos ou desativados. Os satélites extras podem aumentar o desempenho do GPS, mas não são considerados parte da constelação central. (GPS.GOV, 2020).

Histórico e funcionamento do GPS com o lançamento do satélite Sputnik I pelos russos em 1957, começou a utilização de satélites para o posicionamento geodésico. Em 1958, os americanos lançaram o satélite Vanguard, tendo assim, o início do desenvolvimento do sistema Tempo e Alcance do Satélite de Navegação (NAVSTAR). A partir de 1967 foi liberado para uso civil, o sistema denominado Sistema de Navegação por satélite da Marinha (NNSS) também chamado de Transit. Em 1973, iniciou-se o desenvolvimento do Global Positioning System GPS projetado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América para oferecer a posição instantânea, bem como a velocidade e o horário de um ponto qualquer sobre a superfície terrestre (BERNARDI; LANDIM, 2002).

No contexto histórico, encontramos que durante as guerras era essencial saber a localização das tropas aliadas e inimigas para desenvolver estratégias de ataque e defesa. Com isso, sempre houve uma grande preocupação das grandes nações em aplicar tecnologias para conseguir essas informações de maneira mais rápida, o que se intensificou no contexto da guerra fria em que Estados Unidos e União Soviética estavam interessados no desenvolvimento desta tecnologia. Em 1957, a União Soviética lançou seu primeiro satélite artificial no espaço, iniciando assim, a pesquisa do uso de satélites para geolocalização. Porém, a tecnologia GPS – Global Position System foi criada pelos americanos, com o projeto NAVSTAR em 1960, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Este projeto conseguia oferecer informações sobre qualquer localização no planeta, e apenas nos anos 90 tornou-se totalmente operacional (MOUNTAINBAJA, 2020).

Atualmente, a aplicação do GPS deixou de ser unicamente utilizada militarmente e é amplamente utilizada em veículos do mundo todo, na agricultura, estudos geológicos, meteorológicos e na navegação onde é nosso objeto de pesquisa (MOUNTAINBAJA, 2020).

3.2.1 Funcionamento do GPS

O módulo GPS recebe sinal de alguns satélites para o cálculo de posicionamento ou a triangulação dos mesmos, as mensagens captadas em uma linguagem técnica da Latitude, longitude, hora, data, tempo que o arquivo foi gerado e etc. Conforme pode ser visualizado na figura 2:

Figura 2 - Funcionamento do GPS



Fonte: <https://i1.wp.com/porta.vidadesilicio.com.br/wp-content/uploads/2018/03/sat.png?resize=700%2C524&ssl=1>

Cabe destacar que para o funcionamento do GPS, pode ser integrado o Módulo GPS NEO-6M, trata-se de um GPS pronto para o uso junto a placas de desenvolvimento como a CPB Infinity. Ele possui o Ublox GPS NEO-6M, módulo pertencente a uma família de GPS autônomos. Fácil de usar, esse módulo consegue, sozinho, determinar com precisão horizontal de até 2,5m a sua localização. Conforme demonstra a figura 3:

Figura 3 - Módulo GPS NEO-6M



Fonte: <https://i1.wp.com/portal.vidadesilicio.com.br/wp-content/uploads/2018/04/GPS-NEO-6M.jpg?resize=459%2C459&ssl=1>

O modelo GY-GPS6MV2 tem como especificações técnicas uma tensão de alimentação de 3 a 5 volts e com velocidade padrão de 9600 bits por segundo em 50 canais com sensibilidade de -146dBm a -160dBm em uma faixa de atualização de navegação de 5Hz através de uma antena externa de cerâmica. Além de conter led indicador de sinal com bateria de backup e memória EEPROM de armazenamento.

3.3 Tecnologia GSM

A história do Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) inicia na década de 80, sistemas de telefones celulares analógicos foram desenvolvidos na Europa, especialmente na Escandinávia, Reino Unido, França e Alemanha. Foram desenvolvidos diversos sistemas, o que levou a incompatibilidades entre eles, devido a forma de envio de dados, protocolos e frequência de comunicação. Em 1982, foi realizada a Conferência de Correios e Telégrafos Europeus (CEPT) onde se formou um grupo denominado Grupo Especial Móvel GSM, com o objetivo de estudar e desenvolver um sistema móvel que obedecesse alguns padrões como: Boa qualidade de voz, eficiência espectral, terminais pequenos e baixos custos, suporte para itinerância internacional, capacidade para suportar portátil em terminais, suportar uma

larga área de novos serviços e utilidades e compatibilidade com rede digital de serviços integrados (ISDN). (TRUFOS DO FUTURO, 2020)

Em 1989, a responsabilidade passou para o Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicação (ETSI), onde em 1990 foram publicadas as especificações do GSM. Tal padrão generalizou-se então pelo resto do mundo. Uma rede de Sistema Global para Comunicações Móveis GSM é composta por várias entidades com funções e interfaces específicas. A rede de Sistema Global para Comunicações Móveis GSM pode ser dividida em três partes: a estação móvel, a estação de subsistema base e o subsistema.

3.3.1 Estação Móvel

Equipamento móvel “terminal” e um cartão inteligente designado de Módulo de identificação do assinante (SIM). O cartão providencia mobilidade pessoal de tal forma que o assinante consegue ter acesso aos serviços subscritos independentemente do terminal utilizado, isto é, ao inserir o cartão SIM num terminal diferente, o assinante pode usufruir dos serviços a partir desse terminal. O Módulo de identificação do assinante tem uma identificação única mundial, Identidade do assinante móvel internacional (IMSI), assim como o terminal de Identidade Internacional de Equipamento Móvel (IMEI). Estes códigos são independentes permitindo uma maior mobilidade e uma segurança pessoal contra o uso não autorizado que hoje em dia usa-se para rastrear celulares furtados ou perdidos.

3.3.2 Subsistema Rádio Base

Este subsistema encarrega-se do controle de ligação rádio com a estação móvel. É dividido em duas partes: a Estação rádio base de transmissão (BTS) ou Antena Transceptora e a Estação rádio base de controle (BSC) ou Controlador de estação base. A comunicação entre estas duas estações é realizada através da Interface binária de aplicação (ABI), permitindo (como no resto do sistema) a operação entre componentes realizada por diferentes fornecedores. A Estação rádio base de controle aloja os receptores-transmissores rádio que definem a célula e suportam os protocolos de ligação rádio com a estação móvel. Numa grande área urbana, a quantidade de Estações de rádio base de transmissão, deverá existir em maior

número. A Estação rádio base de controle tem a gerência e os recursos para uma ou mais Estação rádio base de transmissão tais como configuração dos canais rádio, saltos de frequência e transição entre células (não interferir). A Estação rádio base de controle realiza a conexão entre as estações móveis (celulares) e o Centro de Comutação de Serviços Móveis (MSC).

3.3.3 Subsistema Rede

O seu principal componente é o Comutação de Serviços Móveis, que se encarrega de fazer a comutação de chamadas entre estações móveis ou entre uma estação móvel e um terminal fixo. Comporta-se como um nó de comutação de Rede Telefônica Pública Comutada (PSTN), e adicionalmente providencia toda a funcionalidade necessária para o tratamento de um assinante móvel, realizando registro, autenticação, atualização da localização, transição entre células (não interferir) e gerenciando um assinante em roaming ou itinerância internacional. Estes serviços são providenciados em conjunto com várias entidades funcionais que juntas formam o subsistema rede (TRUFOS DO FUTURO, 2020).

A privacidade remota das conversas telefônicas GSM é protegida pela cifra de fluxo A5. Este algoritmo tem duas variantes principais: a versão A5 / 1 mais forte é usada por cerca de 130 milhões de clientes na Europa, enquanto a versão A5 / 2 mais fraca é usada por outros 100 milhões de clientes em outros mercados. O projeto aproximado do A5 / 1 vazou em 1994, e o projeto exato do A5 / 1 e do A5 / 2 foi invertido por Briceno a partir de um telefone GSM real em 1999 (BIRYUKOV; SHAMIR; WAGNER, 2000).

A utilização da infraestrutura de telefonia celular para telemetria teve grande impulso com a entrada em operação no Brasil do Sistema Global para Comunicações Móveis, mais especificamente dos Serviços Gerais de Pacote por Rádio. Este sistema apresenta vários benefícios quando comparado com as alternativas anteriores de transmissão de dados por celular.

Os serviços gerais de pacote por rádio criam uma rede de pacotes sobre Sistema Global para Comunicações Móveis a de telefonia celular para o envio e recepção de dados. Neste sistema de comutação de pacotes, um canal de rádio só é utilizado quando o usuário está efetivamente enviando ou recebendo dados, ficando o canal livre para outros usuários do serviço que compartilham o mesmo canal. Este

uso eficiente dos canais de rádio permite que um grande número de usuários utilize o sistema em uma mesma célula. O sistema oferece benefícios importantes em aplicações de telemetria:

Rápida conexão: O sistema remoto tem conexão praticamente instantânea ao serviço. O sistema, mesmo quando desconectado, aparenta estar sempre conectado pelo rápido restabelecimento da conexão.

Velocidade: A velocidade teórica máxima do sistema é 171,2 kbps (kilobits por segundo). A operação nesta velocidade é muito improvável, sendo típicas conexões entre 30 e 56 kbps, que para a maior parte das aplicações de telemetria é muito mais do que suficiente.

Cobertura do serviço: Atualmente as operadoras do Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) no Brasil oferecem os Serviços Gerais de Pacote por Rádio (GPRS) em todas as áreas em que o sistema opera. (DILLENBURG, 2020).

Quando as mensagens de texto chegaram no Brasil, era comum que as operadoras não cobrassem pelo serviço. No entanto, o Serviço de Mensagens Curtas (SMS) normalmente era restrito para assinantes de planos pós-pagos e só era possível comunicar-se com clientes da mesma operadora. Isso não demorou muito tempo: os SMSs chegaram ao pré-pago pouco tempo depois e cada torpedo enviado custava cerca de R\$ 0,30.

Hoje em dia, quase todos os planos dispõem de SMS ilimitado, mas com os aplicativos de mensagens instantâneas e com mais recursos como WhatsApp, Telegram e outros comunicadores via internet que dominam o mercado de comunicação pessoal. O serviço oferecido pelas operadoras serve basicamente para receber spam e mensagens de confirmação de dados de outras plataformas.

3.4 Linguagem de Programação C+

A linguagem C foi inventada e implementada primeiramente por Dennis Ritchie em um DEC PDP-11 que utilizava o sistema operacional UNIX. C é o resultado de um processo de desenvolvimento que começou com uma linguagem mais antiga chamada BCPL que ainda está em uso em sua forma original na Europa. BCLP foi desenvolvida por Martin Richards e influenciou uma linguagem chamada B, inventada por Ken Thompson. Na década de 1970, B levou ao desenvolvimento de C. (SCHILDT, 1996).

Por muitos anos, de fato, o padrão para C foi a versão fornecida como sistema operacional UNIX versão 5. Ele é descrito em *The C Programming Language*, de Brian Kerninghan e Dennis Ritchie. Com a popularidade dos microcomputadores, um grande número de implementações de C foi criado. Quase por milagre, os códigos-fontes aceitos por essas implementações eram altamente compatíveis (Isto é, um programa escrito com um deles podia normalmente ser compilado com sucesso usando-se um do outro). Porém, por não existir nenhum padrão, havia discrepância. Para remediar essa situação, o American National Standards Institute (ANSI) estabeleceu, no verão de 1983, um comitê para criar um padrão que definiria de uma vez por todas a linguagem C. No momento em que esta obra foi escrita, o comitê do padrão ANSI estava concluído o processo formal de adoção. Todos os principais compiladores C implementaram o padrão C ANSI (SCHILDT, 1996).

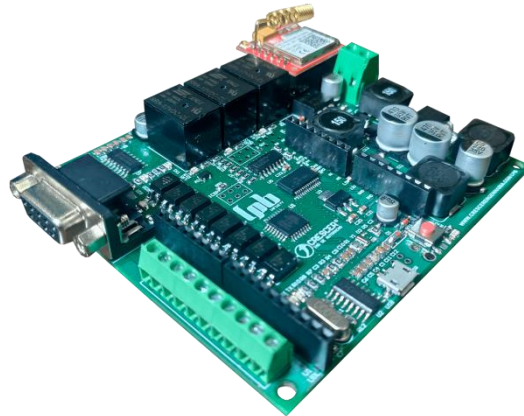
A linguagem C é frequentemente chamada de linguagem de médio nível para computadores. Isso não significa que C seja menos poderosa, difícil de usar ou menos desenvolvida que uma linguagem de alto nível como BASIC e Pascal, tão pouco implica que C seja similar à linguagem Assembly e seus problemas correlatos aos usuários. A linguagem C é tratado como uma linguagem de médio nível porque combina elementos de linguagem de alto nível com a funcionalidade da linguagem Assembly. (SCHILDT, 1996).

3.5 CPB Infinity

Conforme o manual do fabricante 2020, a CPB Infinity é uma solução em hardware robusta e qualificada que viabiliza o emprego do Arduíno de maneira profissional em qualquer produto ou equipamento independente da área de atuação. Ideal para o desenvolvimento de soluções, seu objetivo é diminuir o tempo e dinheiro investidos para viabilizar seu negócio ou produto. Assumindo o viés técnico, a CPB permite direcionar os recursos dos usuários para o setor comercial alavancando suas vendas. Por usar o conceito do arduino, a CPB tem integrações com inúmeras shields, sensores e atuadores de melhor custo-benefício, além de permitir que os usuários tenham uma base para a multiconectividade, podendo ser conectada à nuvem com o seu módulo onboard de Comunicação GPRS/TCP IP ou mesmo com shields de conexão Wi-fi, Ethernet Cabeada, Bluetooth, LoRa.

A CPB utiliza o Microcontrolador Atmega328p e Interface de Desenvolvimento (IDE) do Arduino para programação. Como mostra a figura 4

Figura 4 - CPB Infinity

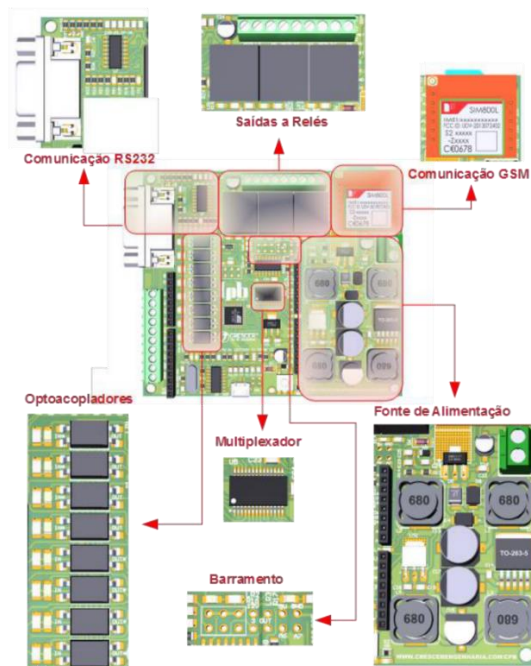


Fonte: <https://www.crescerengenharia.com/product-page/crescer-professional-board>

3.6 Hardware da CPB Infinity

A seguir na Figura 5 abordaremos uma mostra inicial do hardware, separando-o em partes para uma posterior especificação.

Figura 5 - Hardware da CPB Infinity



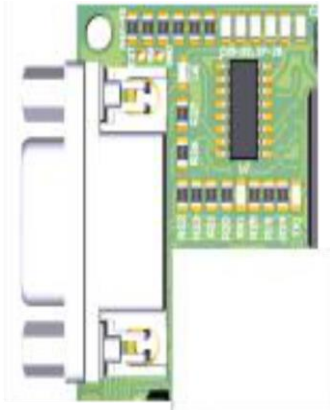
Fonte: [https://ef91776f-66af-4e2e-8254-](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

[6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

3.7 Comunicação RS232 e RS485

A CPB conta com uma saída para comunicação RS232 ou RS485, especializada para fazer a interface entre placa e IHM (Interface Homem Máquina), CLP (Controlador Lógico Programável), Inversores de Frequência, etc. Veja na figura 6:

Figura 6 - Comunicação RS232 ou RS485

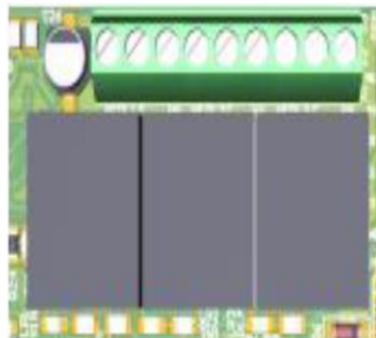


Fonte: https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf

3.8 Saídas de relés

A CPB conta com 3 saídas a relés para acionamento de periféricos, tais como: motores, motobombas, lâmpadas, refletores, ventiladores etc. Observe a figura 7:

Figura 7 - Saídas de Relés



Fonte: https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf

3.9 Comunicação GSM

Um dos grandes diferenciais da CPB é a Comunicação GSM (GPRS e TCP/IP), da qual utiliza Chips de celular para enviar e receber SMS/ligações ou conectar-se na Web, com isso, permite a coleta e acionamento de dados e atuadores *in loco* para sistemas de TI, Telecom, Automação. Conforme a Figura 8:

Figura 8 - Comunicação GSM



Fonte: [https://ef91776f-66af-4e2e-8254-](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

[6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

3.10 Optoacopladores

A CPB conta com 8 optoacopladores que podem ser configurados em hardware com Entradas NPN ou PNP ou saída Coletor Aberto, ideal para o acionamento ou leitura de periféricos que necessitem isolamento em relação ao Microcontrolador e/ou de fonte. Tendo assim, robustez nas leituras e acionamentos destas entradas e saídas. Conforme pode ser visualizado na figura 9:

Figura 9 - Optoacopladores



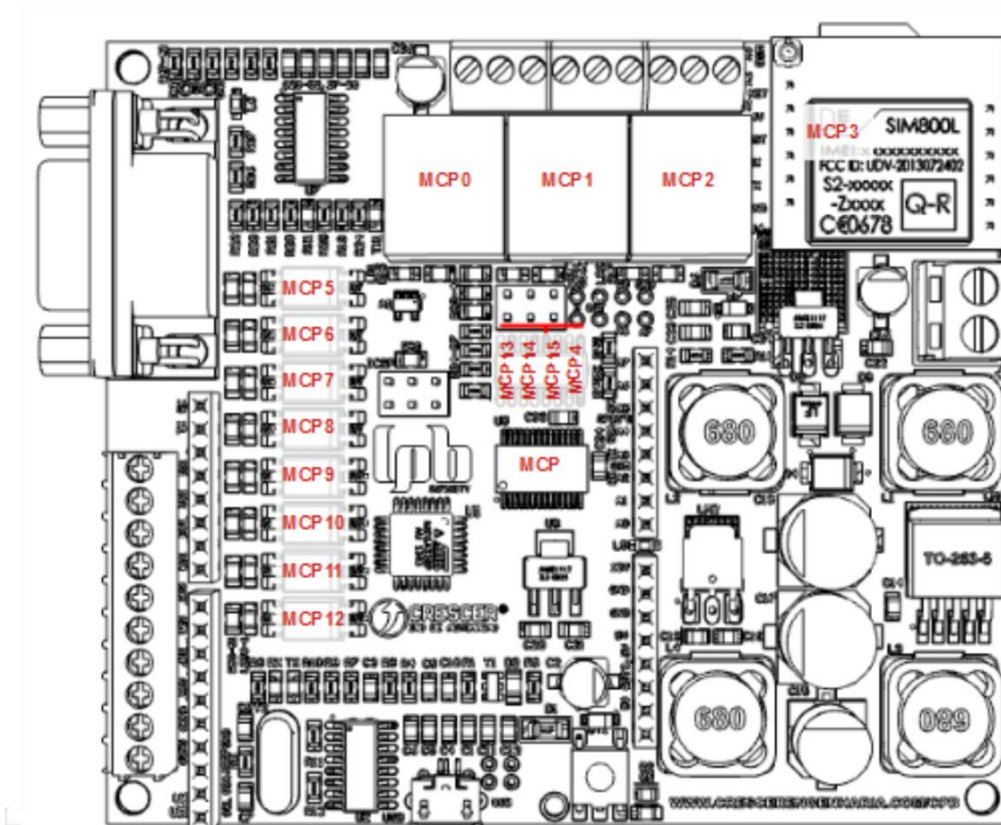
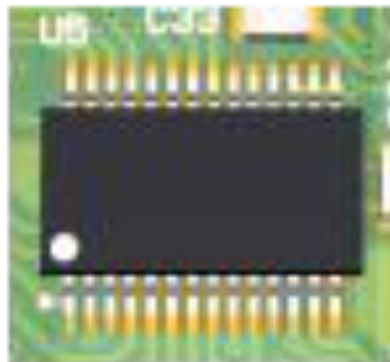
Fonte: [https://ef91776f-66af-4e2e-8254-](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

[6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

3.11 Multiplexadores

A CPB conta com um Chip Multiplexador para utilizar menos pinos do Microcontrolador e ter um aumento na quantidade disponíveis de I/O's. A multiplexação da CPB é feita pelo Chip MCP23017. Este multiplexador parametriza 16(0 ao 15) pinos como I/O e os controla via barramento I2C. Como demonstra a Figura 10:

Figura 10 - Multiplexador



Fonte: [https://ef91776f-66af-4e2e-8254-](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

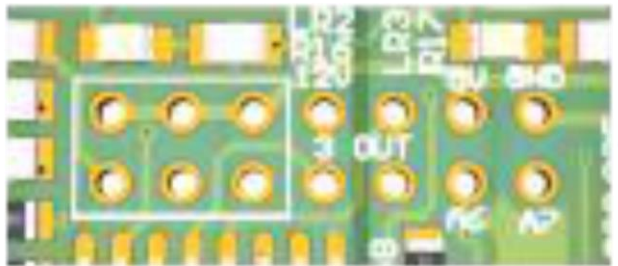
[6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

3.12 Barramento

O barramento CPB Infinity possui algumas pinagens auxiliares que facilitam no interfaceamento com shields e atuadores externos.

O barramento possui: 3 entradas digitais (com resistores de pulldown na placa somente para aplicações de contato seco, sendo obrigatório o uso do 5V disponível neste pino), 3 saídas digitais para relés externos, slot para shields analógicas, que tem alimentação (5V e GND) e os pinos A6 e A7. Figura 11 a seguir:

Figura 11 - Barramento



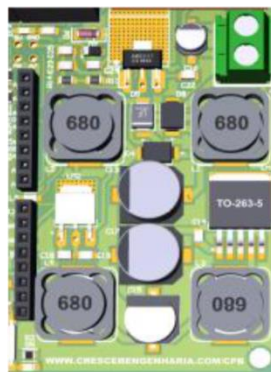
Fonte: [https://ef91776f-66af-4e2e-8254-](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

[6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

3.13 Fonte de alimentação

A CPB conta com uma fonte de alimentação robusta e testada para ser empregada em qualquer ambiente, inclusive setores industriais, com tensão de entrada: 15-30V, além de baixo consumo de 6 wats.

Figura 12 - Fonte de Alimentação

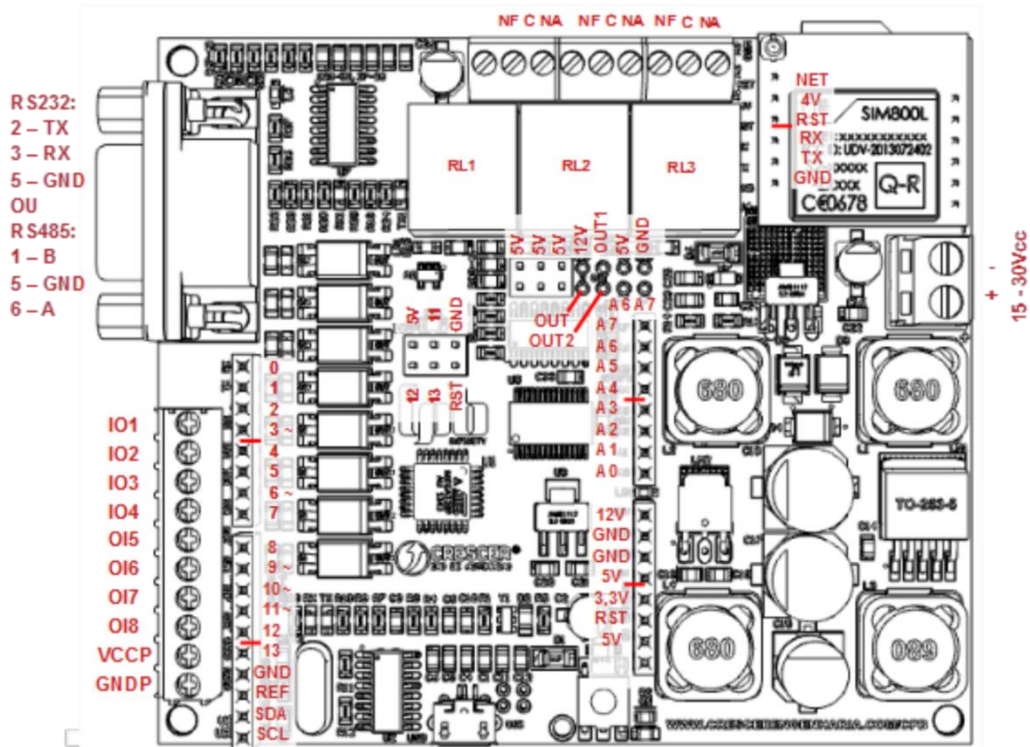


Fonte: [https://ef91776f-66af-4e2e-8254-](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

[6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

3.14 Pinagem

Figura 13 - Pinagem



Pino	Legenda	Grupo
IO1-IO4	Entrada NPN	Optoacopladores
OI5-OI8	Saída Coletor Aberto	
0-13	Pinos digitais	Microcontrolador
~	Pinos digitais PWM	
REF, SDA e SCL	REF e barramento I2C	
A0-A7	Pinos Analógicos	Relés
RST	Reset do Microcontrolador	
NF	Normalmente Fechado	
NA	Normalmente Aberto	
C	Comum	Relés
RL1, RL2, RL3	Relés	
OUT, OUT1 e 2	Saídas Digitais para Relés Externos	Externos
+ , -	Alimentação	
NET, 4V, RST, RX, TX E GND	Pinagem SIM800	Comunicação GPRS/TCP IP
1, 2, 3, 5, 6	Pinagem DB9	Comunicação Serial

Fonte: [https://ef91776f-66af-4e2e-8254-](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

[6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf](https://ef91776f-66af-4e2e-8254-6847fa7c8aaa.filesusr.com/ugd/04fe82_d307e47226414df68e92a45017a9d153.pdf)

3.15 Escolha da CPB Infinity

A escolha da CPB Infinity completa (tem-se a opção de ser mais simples dependendo da aplicação específica, podendo montar por encomenda) em vez do

Arduino Uno normal deu-se por algumas melhorias, similaridades e maior robustez. O Arduino uno é uma placa de prototipagem para desenvolvimento de projeto, teste de sistemas e outros periféricos, mas para desenvolvimento de produto ele não atende de forma satisfatória, tendo que pegar o diagrama dele para desenvolver uma placa melhor, isso porque o arduino é muito sensível a ruídos e interferências dependendo do local onde é aplicado, em uma empresa, casa e etc. Então, a Crescer Automação criou a CPB Infinity para viabilizar produtos e testes em campo de maneira estável (CRESCER ENGENHARIA,2020).

Ela tem uma alimentação de 24v, e uma parte específica que serve de filtro energético para o isolamento de potência, e a parte de sinal interno que o micro controlador atua fica isolado do tratamento de energia, parte que alimenta a shield de GSM e reles, o GSM tem resistores próprios porque necessita de uma fonte de tensão estável. A shield de GSM tem ligação direta com o micro controlador da placa, pois a mesma já vem com a pinagem para a mesma (CRESCER ENGENHARIA,2020).

Vem com 3 mini reles com micro controlador próprio, tem uma área específica para indústria com entrada RS 485 e RS232 com chip que converte tanto para um, quanto para outro. Octoacoplador com a opção de configurar direto na placa tanto para saída como entrada. O micro controlador principal da CPB Infinity é o whats MEL328 que é o mesmo do Arduino UNO, é programável pela mesma IDE do Arduino e dando acesso a todas as shields de prototipagem do mundo Arduino (CRESCER ENGENHARIA,2020).

4 METODOLOGIA

Este trabalho apresenta-se como uma pesquisa experimental, na qual buscou realizar um experimento com um sistema de monitoramento integrado na plataforma Arduino Profissional CPB Infinity com GSM + GPS para embarcações de transporte de cargas e passageiros nas vias fluviais. Segundo Oliveira (2007, p.66) a experimental implica a manipulação de dados obtidos através de estudos em laboratórios e pesquisa de campo com a utilização de instrumentos em área(s) delimitada(s) para pesquisa.

Assim, a pesquisa iniciou-se com a delimitação da área de estudo, sistemas, equipamentos e técnicas de rastreamento para serem experimentadas nas vias fluviais do Rio Amazonas e suas adjacências.

Definiu-se a plataforma de Microcontroladores para conectar as demais shields e o código fonte, que nos auxiliariam nas tarefas de produzir um equipamento e programar nossas ideias, testá-las em rotas reais, armazenando dados brutos de todo o trajeto.

As tecnologias utilizadas foram Arduino Profissional do modelo CPB Infinity com módulos integrados SIM800C com cobertura GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis) e NEO 6M de GPS (Sistema de Posicionamento Global).

O Placa CPB Infinity juntamente com o GPS e GSM foi adquirido no dia 20 de fevereiro de 2021 da Crescer Engenharia e Automação e a partir daí, foi feita a ligação correta dos módulos integrados em suas determinadas portas lógicas para a sua correta comunicação e integração entre elas. A partir do dia 09 de março foi criado uma case para armazenamento do equipamento para melhor manuseio e instalação no ambiente de teste e optamos por uma case blindada e assim desenvolvemos um protótipo em papelão e posteriormente feito em acrílico no dia 18 de Março de 2021.

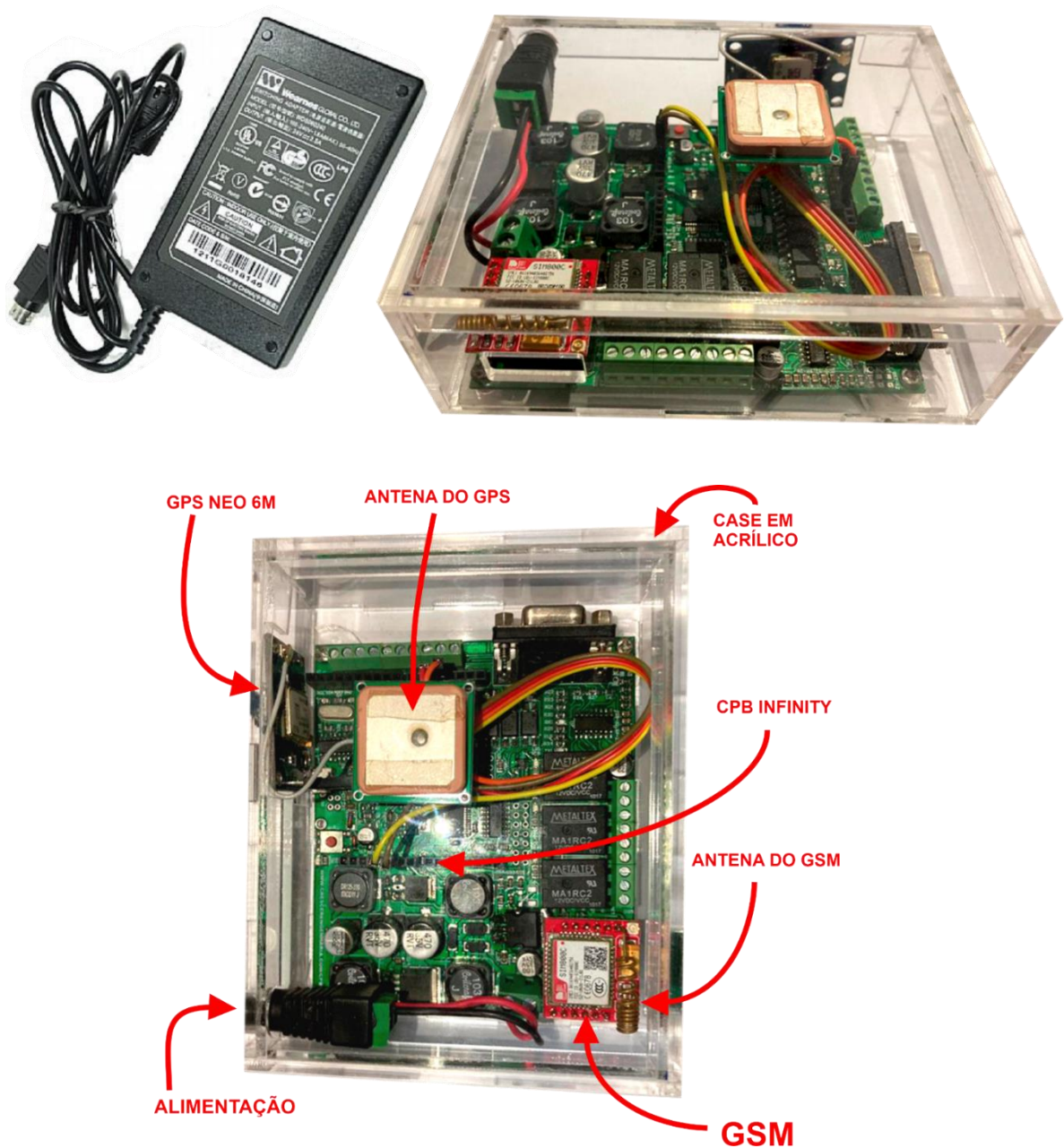
O experimento foi realizado do dia 20 de Março de 2021 a 26 do mesmo mês em uma balsa que faz o trajeto entre Santana – AP até Vitória do Xingu – PA levando em consideração uma rota muito utilizada por várias empresas de embarcações e por passar por 5 cidades diferentes e com sinais de GSM de no mínimo 3 operadoras para assim gerarmos relatórios de qualidade de sinal e cobertura.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

5.1 Montagem e apresentação do equipamento

Para a montagem e funcionamento da CPB Infinity, foi necessário o desenvolvimento de uma case em acrílico com saída de um adaptador para a fonte externa de 24v e 2 Amperes, também foi adaptado na case a antena do GPS e GSM como mostrado na Figura 14:

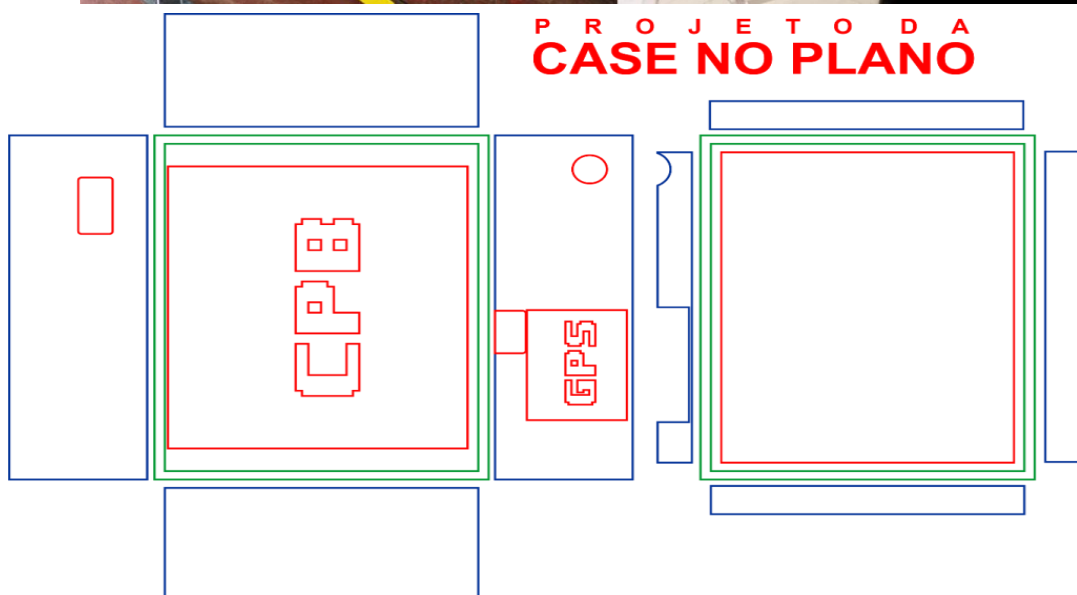
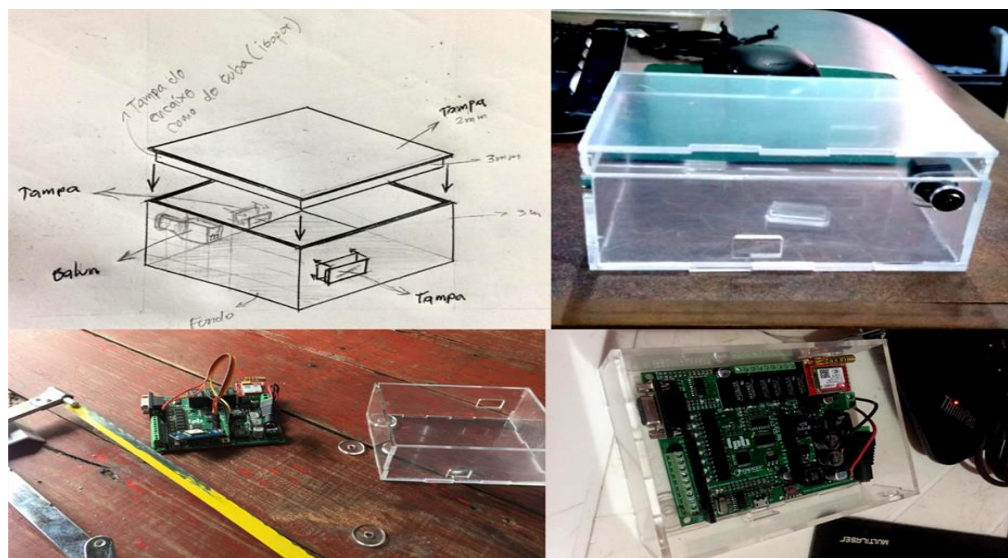
Figura 14 - Protótipo CPB Infinity



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Não tem no mercado uma case específica para CPB Infinty, por ser muito modular e ser integrada com muitos outros periféricos e sistemas, escolhemos em mandar confeccionar uma case que pudéssemos ver os leds de funcionalidades, o material usado foi acrílico transparente de 3mm para o retângulo e 2 mm para tampa, por causa da antena do GPS (a mesma é acoplada na tampa, com ponto de captação do sinal para cima. Pensamos em deixar todos os componentes dentro da case, e com pequenas portas de acesso para o micro-USB e troca de Chip do slot GSM, para fora só a entrada da alimentação elétrica. Como pode ser visualizado na Figura 15:

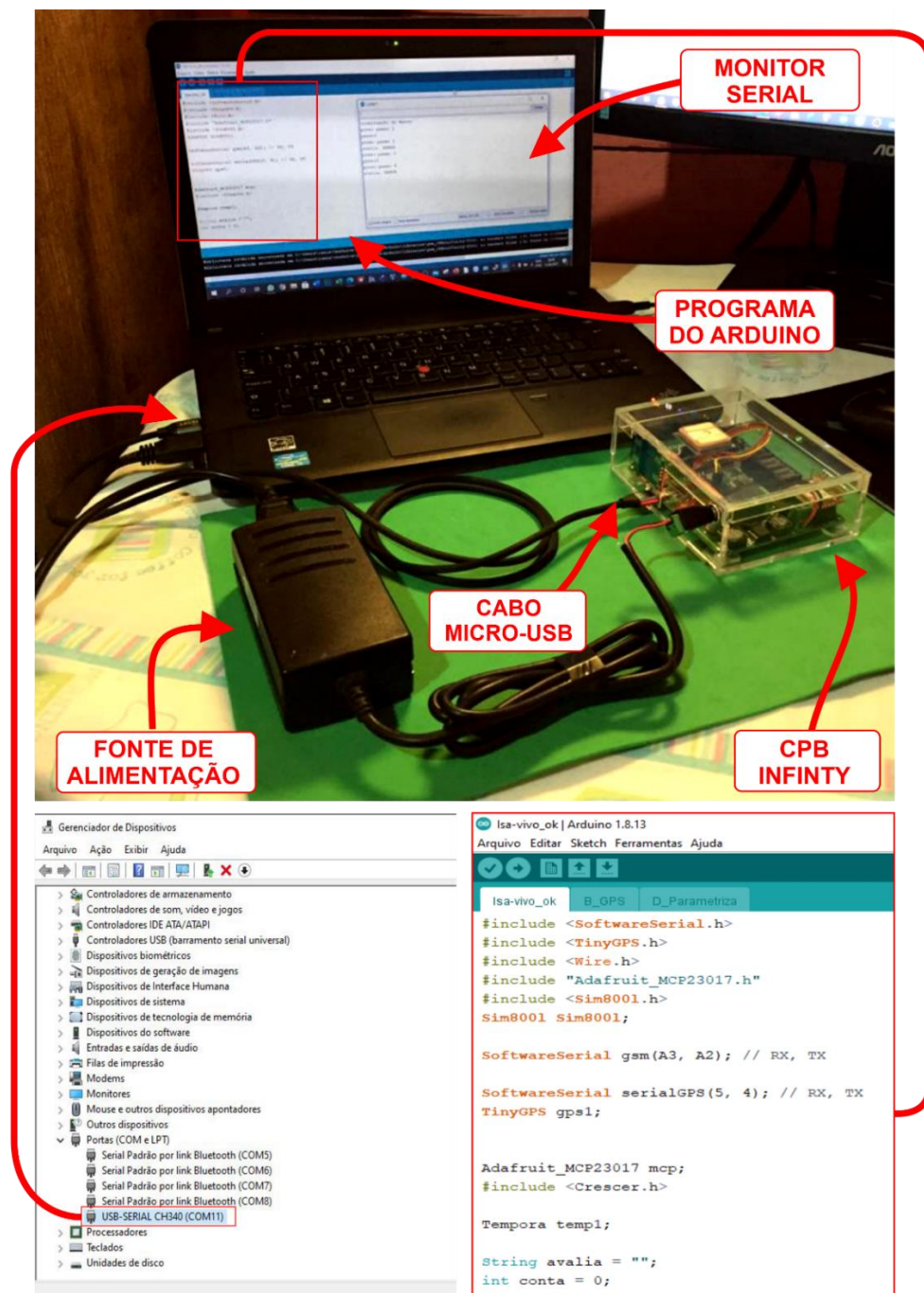
Figura 15 - Case específica para CPB Infinty



5.2 Configuração do arduino

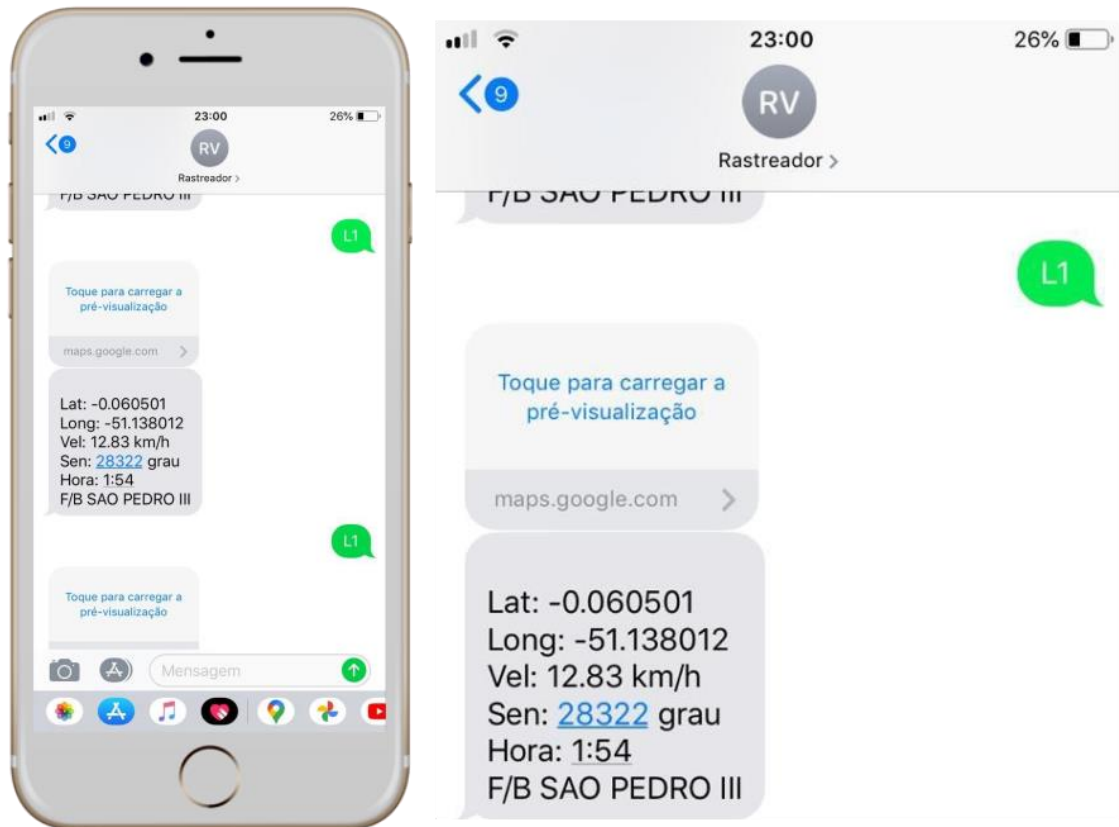
Para o funcionamento devemos exportar o código fonte utilizando um cabo micro usb e conectar através de um microcomputador pelo aplicativo do arduino. Conforme Figuras abaixo:

Figura 16 - Esquema de configuração



Fonte: Autores da pesquisa, 2021.

Figura 17 - Print de resposta do Equipamento



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.3 Testes práticos

5.3.1 Teste em celular

Funciona da seguinte forma, com o número de celular cadastrado no programa, envia-se uma requisição por SMS para o equipamento que tem número próprio, pois possui um chip para GSM, configura-se uma senha ou chave, por exemplo “L1”, esse caractere que vai ser a senha para o pedido do smartphone, envia-se a mensagem de texto, o equipamento reconhece em seu sistema que essa chave é válida, em seguida responde por SMS as informações pré - configuradas no sistema operacional com um hiperlink que direciona para o google maps, latitude, longitude, hora da posição, sentido em grau de direção, velocidade de deslocamento em quilômetros por hora e nome da embarcação. Abaixo exemplos práticos coletados em nossa viagem:

DadoResposta:<https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-0.123305,-51.087803>

Lat: -0.123305

Long: -51.087803

Vel: 15.09 km/h

Sen: 20209 grau

Hora: 20:34

F/B SAO PEDRO III

5.3.2 Teste em embarcação

Para os testes foi montado o equipamento no último andar da embarcação, em uma área aberta para que tivesse a melhor captação de sinal da constelação de satélites e a cobertura das redes GSM, mas também por algum momento colocamos em partes mais fechadas da embarcação, para analisarmos como o mesmo se comportaria em ambiente confinado. Pensamos em não ter barreiras físicas para não interferir e diminuir no desempenho das antenas do GPS e GSM, pois o GSM estava usando uma antena interna. Na figura 18 a embarcação e equipamento posicionado.

5.3.3 Teste em ambiente real

Para iniciarmos os testes, definimos o ambiente que seria ideal para chegarmos a melhor coleta de dados possíveis e chegar ao mais próximo do que pensamos para a aplicação do equipamento. Escolhemos a rota Santana – AP / Vitória do Xingu – PA por interligar dois estados e fazer escalas em 3 municípios: Gurupá – PA, Porto de Moz – PA e Senador José Porfírio antes de chegar ao destino final que é Vitória do Xingu que fica localizada no centro do estado do Pará. Nossa escolha deu-se por abranger várias cidades e sinais de cobertura GSM das operadoras A e B ao longo do trajeto e navegar por dois rios da Amazônia, o rio Amazonas e o Rio Xingu. Essa rota é muito comercial, pois o Amapá abastece alguns dos municípios que compõem esse trajeto assim como o Pará fornece mercadorias além de levar e trazer muitos passageiros pela rota fluvial.

Figura 18 – Estrutura para teste em ambiente real



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

O equipamento trabalha por requisições de SMS pelo usuário cadastrado previamente quando esse achar que é necessário, com isso evita-se o processamento desnecessário do aparelho. Mas durante todo o trajeto da viagem o mesmo fica ligado em modo Standby. Funciona em qualquer operadora, desde que haja um plano de dados de SMS e a cobertura abrangente da rede GSM, além de ter a banda GPRS até 2G.

Relatos dos testes ocorridos na prática, o trajeto de 403,49 km de ida e 403,49 de volta, somando a distância total de 806,98 km percorridos. Saindo de Santana no Amapá parando em alguns municípios no trajeto com destino final a cidade de Vitória do Xingu no Pará, e retornando até Santana.

No primeiro dia 20/03/2021 às 19 horas e 20 minutos, saímos do Porto do Grego em Santana - AP na embarcação F/B São Pedro III, clima normal e ventando bastante, iniciou-se o trajeto com os testes práticos reais e coleta dos dados para a pesquisa. A balsa percorreu uma distância de 13,99 km tendo cobertura GSM usando a operadora A, e a sua última requisição foi às 20 horas e 34 minutos.

Resposta do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-0.123305,-51.087803> / Lat: -0.123305/ Long: -51.087803/ Vel: 15.09 km/h/ Sen: 20209 grau/ Hora: 20:34/ F/B SAO PEDRO III.

Figura 19 – Mapa saindo de Santana-AP



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

No segundo dia 21/03/2021 às 09 horas e 58 minutos, entramos em área de cobertura GSM e foi feita a primeira requisição, deste ponto até ao porto da hidroviária de Gurupá - PA, a balsa percorreu uma distância de 14,16 km com cobertura usando GSM da operadora B, o clima estava chuvoso em com muitas nuvens, atracamos na hidroviária às 11 horas e 57 minutos. Observamos que alguns SMS deram erros no final da resposta pelo acompanhamento visto no monitor serial, não sabemos explicar qual o tipo de interferência que a nuvem carregada e a chuva causaram nessa transmissão SMS.

Resposta da primeira requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.309595,-51.584488/> Lat: -1.309595/ Long: -51.584488/ Vel: 11.72 km/h/ Sen: 23120 grau/ Hora: 9:58/ F/B SAO PEDRO III.

Figura 20 – Mapa chegando em Gurupá-PA



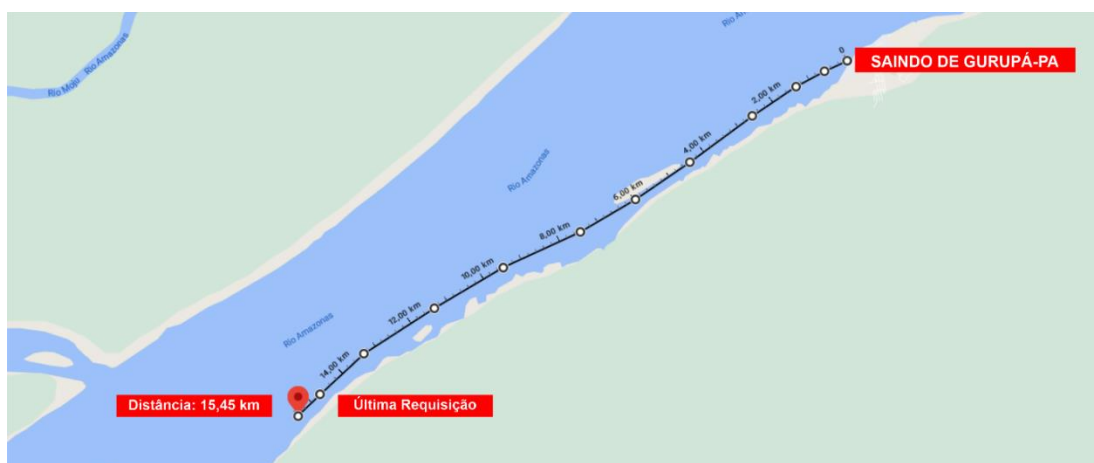
Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Saindo do porto de Gurupá - PA no mesmo dia às 12 horas e 55 minutos, a balsa percorreu uma distância de 15,45 km com cobertura GSM usando a operadora B, sem erros.

Resposta a última requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.483017,-51.766785/> Lat: -1.483017/ Long: -51.766785/ Vel: 11.57 km/h / Sen: 23031 grau/ Hora: 14:12/ F/B SAO PEDRO III.

Figura 21 – Mapa saindo de Gurupá-PA



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Segundo dia 21/03/2021 às 18 horas e 58 minutos, entramos em área de cobertura GSM e foi feita a primeira requisição, desse ponto até a hidroviária de Porto de Moz - PA, a balsa percorreu uma distância de 11,73 km com cobertura usando GSM da operadora A, o clima estava com chuva fina, chegamos ao destino às 19 horas e 45 minutos. Observações: assim que entrou em área operadora B o sinal estava forte, mas não conseguimos enviar SMS, trocamos para A e o sinal estava fraco, mas comunicável, já parado no porto nenhuma delas funcionava.

Resposta de primeira requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.679845,-52.223850/> Lat: -1.679845/ Long: -52.223850/ Vel: 12.70 km/h / Sen: 24287 grau/ Hora: 18:58/ F/B SAO PEDRO III.

Figura 22 – Mapa chegando em Porto de Moz-PA



Fonte: Autores da pesquisa, 2021.

Saindo de Porto de Moz - PA no mesmo dia às 22 horas e 53 minutos, a balsa percorreu uma distância de 18,85 km com cobertura GSM usando a operadora A, sem erros.

Resposta a última requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.919107,-52.214993/> Lat: -1.919107/ Long: -52.214993/ Vel: 14.35 km/h/ Sen: 16890 grau/ Hora: 0:15/ F/B SAO PEDRO III.

Figura 23 – Mapa saindo de Porto de Moz-PA



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

No Terceiro dia 22/03/2021 às 04 horas e 48 minutos, entramos em área de cobertura GSM e foi feita a primeira requisição, desse ponto até a hidroviária de Senador José Porfírio - PA, a balsa percorreu uma distância de 15,44 km com cobertura GSM usando a operadora A, o clima estava nublado atracamos no porto às 05 horas e 50 minutos.

Resposta de primeira requisição do equipamento:

DadoResposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-2.472702,-52.002167/> Lat: -2.472702/ Long: -52.002167/ Vel: 14.37 km/h/ Sen: 16560 grau/ Hora: 4:48/ F/B SAO PEDRO III

Figura 24 – Mapa chegando em Senador José Porfírio-PA



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Figura 26 – Mapa chegando em Senador José Porfírio-PA



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Saindo de Senador José Porfírio - PA no mesmo dia às 21 horas e 45 minutos, a balsa percorreu uma distância de 33,84 km com cobertura GSM usando a operadora A, sem erros. E nesse trecho obtivemos o melhor resultado de cobertura GSM de toda a viagem e a última requisição foram às 20 horas e 6 minutos.

Resposta da última requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-2.310704,-52.064449> / Lat: -2.310704 / Long: -52.064449 / Vel: 14.30 km/h / Sen: 32869 grau / Hora: 0:3 / F/B SAO PEDRO III.

Figura 27 – Mapa saindo de Senador José Porfírio-PA



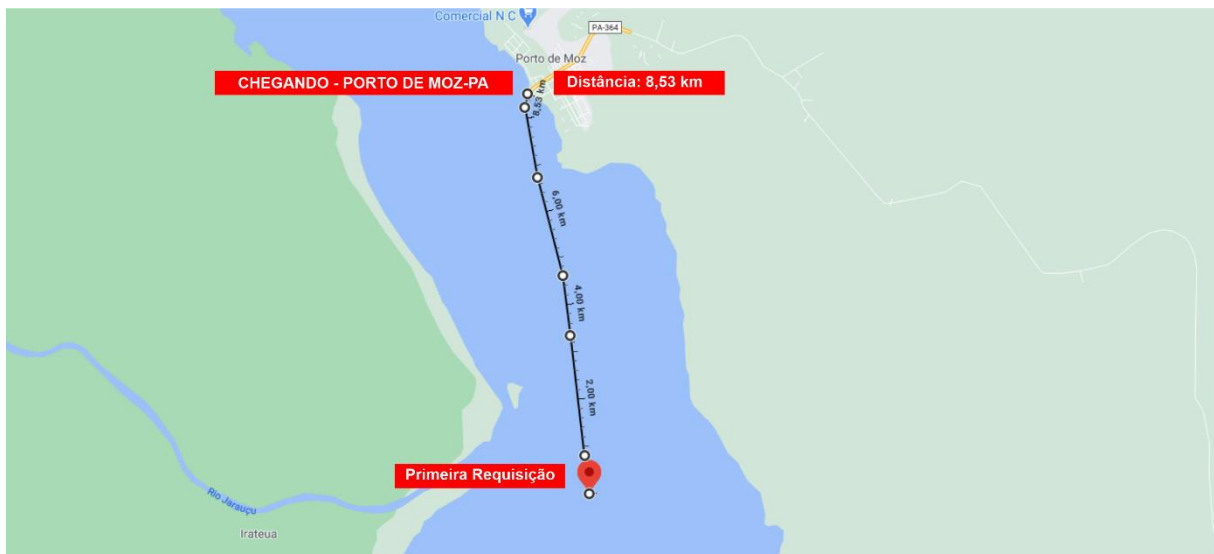
Fonte: Autores da pesquisa, 2021

No quinto dia 24/03/2021 às 04 horas e 10 minutos, entramos em área de cobertura GSM e foi feita a primeira requisição, desse ponto até a hidrovíaria de Porto de Moz - PA, a balsa percorreu uma distância de 8,53 km com cobertura GSM usando a operadora B, o clima estava chuvoso e atracamos na hidrovíaria as 04 horas 49 minutos. Observações: O Sinal da A estava forte, mas não comunicável já o da B, por vez, estava fraco, mas funcionando perfeitamente.

Resposta de primeira requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.829507,-52.229218> / Lat: -1.829507 / Long: -52.229218 / Vel: 14.35 km/h / Sen: 34804 grau / Hora: 4:10 / F/B SAO PEDRO III.

Figura 28 – Mapa chegando em Porto de Moz-PA



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Saindo de Porto de Moz - PA no mesmo dia às 10 horas e 24 minutos, a balsa percorreu uma distância de 21,05 km com cobertura GSM usando a operadora B, sem erros. E nesse trecho obtivemos o segundo melhor resultado de cobertura GSM agora com a operadora B e a última requisição foram às 11 horas e 29 minutos.

Resposta da última requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.627285,-52.163239> / Lat: -1.627285 / Long: -52.163239 / Vel: 19.45 km/h / Sen: 3612 grau // Hora: 11:29 / F/B SAO PEDRO III.

Figura 29 – Mapa saindo de Porto de Moz-PA



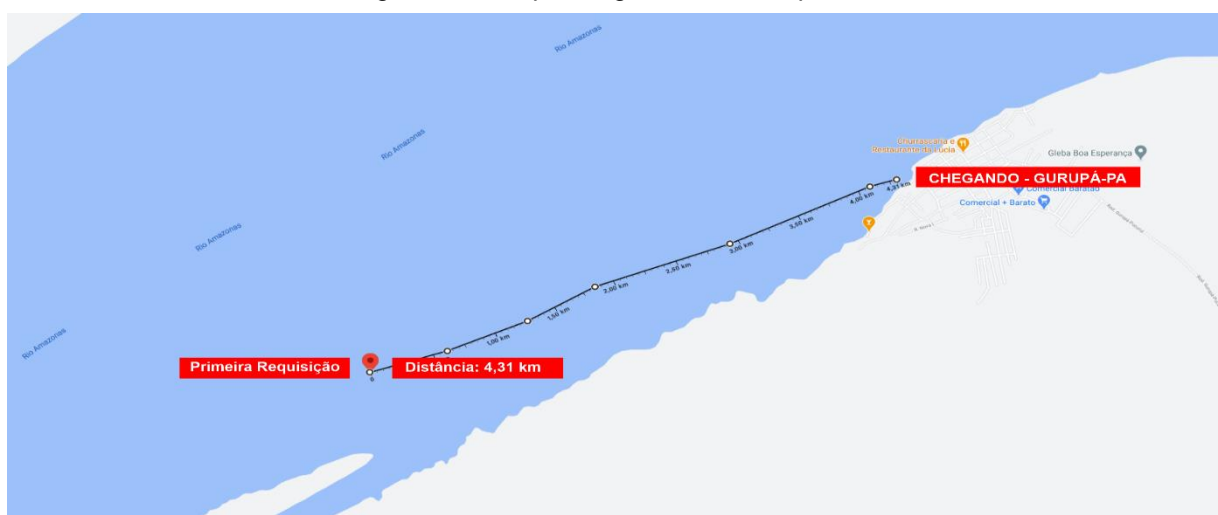
Fonte: Autores da pesquisa, 2021

No quinto dia 24/03/2021 às 14 horas e 28 minutos, entramos em área de cobertura GSM e foi feita a primeira requisição, desse ponto até a hidroviária de Gurupá - PA, a balsa percorreu uma distância de 4,31 km com cobertura GSM usando a operadora B, o clima estava ensolarado e com nuvens chegamos na hidroviária às 14 horas e 45 minutos.

Resposta de primeira requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.423333,-51.685856> / Lat: -1.423333 / Long: -51.685856 / Vel: 17.65 km/h / Sen: 6213 grau / Hora: 14:28 / F/B SAO PEDRO III.

Figura 30 – Mapa chegando em Gurupá-PA



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Saindo Gurupá - PA no mesmo dia às 15 horas e 36 minutos, a balsa percorreu uma distância de 4,70 km com cobertura GSM usando a operadora B, sem erros. E nesse trecho obtivemos os piores resultados de cobertura GSM, e percebemos que a chegada e a saída possuíam uma área de 4 km de cobertura em área aberta.

Resposta da última requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-1.374290,-51.625515> / Lat: -1.374290 / Long: -51.625515 / Vel: 18.63 km/h / Sen: 3913 grau / Hora: 15:53 / F/B SAO PEDRO III.

Figura 31 – Mapa saindo de Gurupá-PA



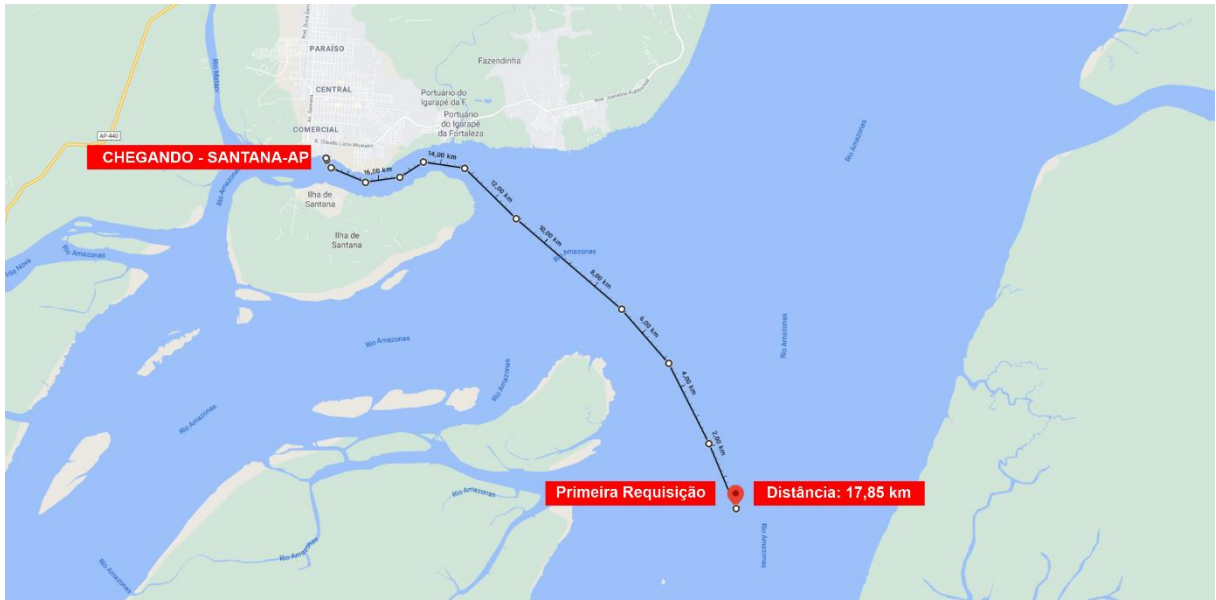
Fonte: Autores da pesquisa, 2021

E por fim às 00 horas e 47 minutos do dia 25/03/2021, entramos em área de cobertura GSM e foi feita a primeira requisição, desse ponto até o Porto do Grego em Santana - AP, a balsa percorreu uma distância de 17,85 km com cobertura usando GSM da operadora B, chegamos ao destino final às 02 horas e 14 minutos e finalizamos os testes do trajeto.

Resposta da requisição do equipamento:

Dado Resposta: <https://maps.google.com/maps/?&z=10&q=-0.152390,-51.064056> / Lat: -0.152390 / Long: -51.064056 / Vel: 11.76 km/h / Sen: 35743 grau / Hora: 0:47 / F/B SAO PEDRO III.

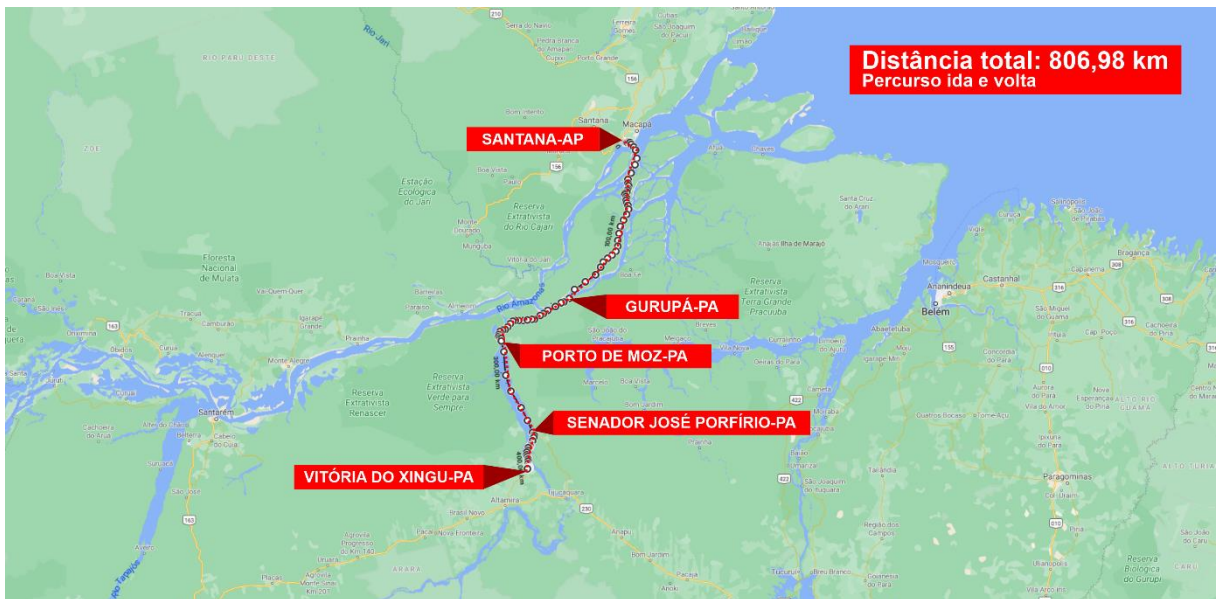
Figura 32 – Mapa chegando em Santana-AP



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

No mapa a seguir temos o trajeto total de ida e volta em seis dias de viagem.

Figura 33 – Mapa total da Viagem

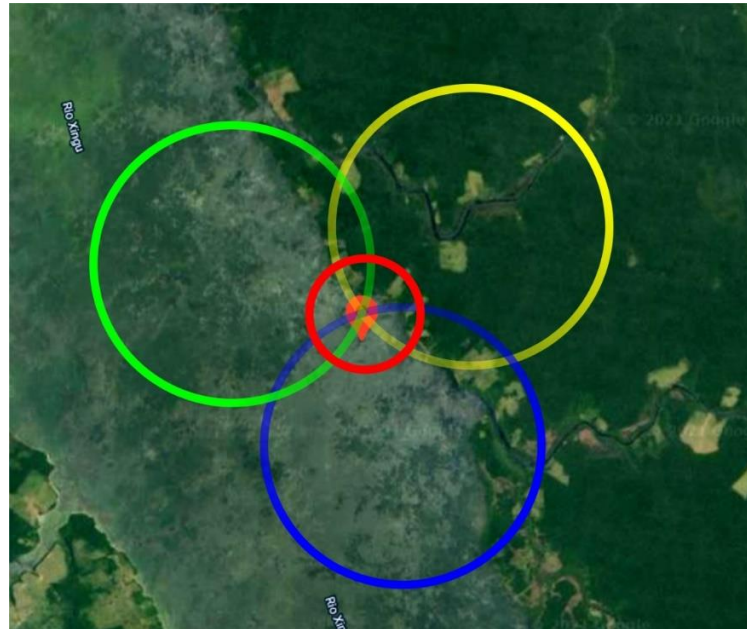


Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.4 Funcionamento pelo GPS

A Figura a seguir mostra uma ilustração de como localizar o módulo GPS, que foi realizada utilizando como coordenadas a localização do módulo na trajetória entre as cidades de Senador José Porfírio PA e Porto de Moz PA.

Figura 34 - Funcionamento do GPS



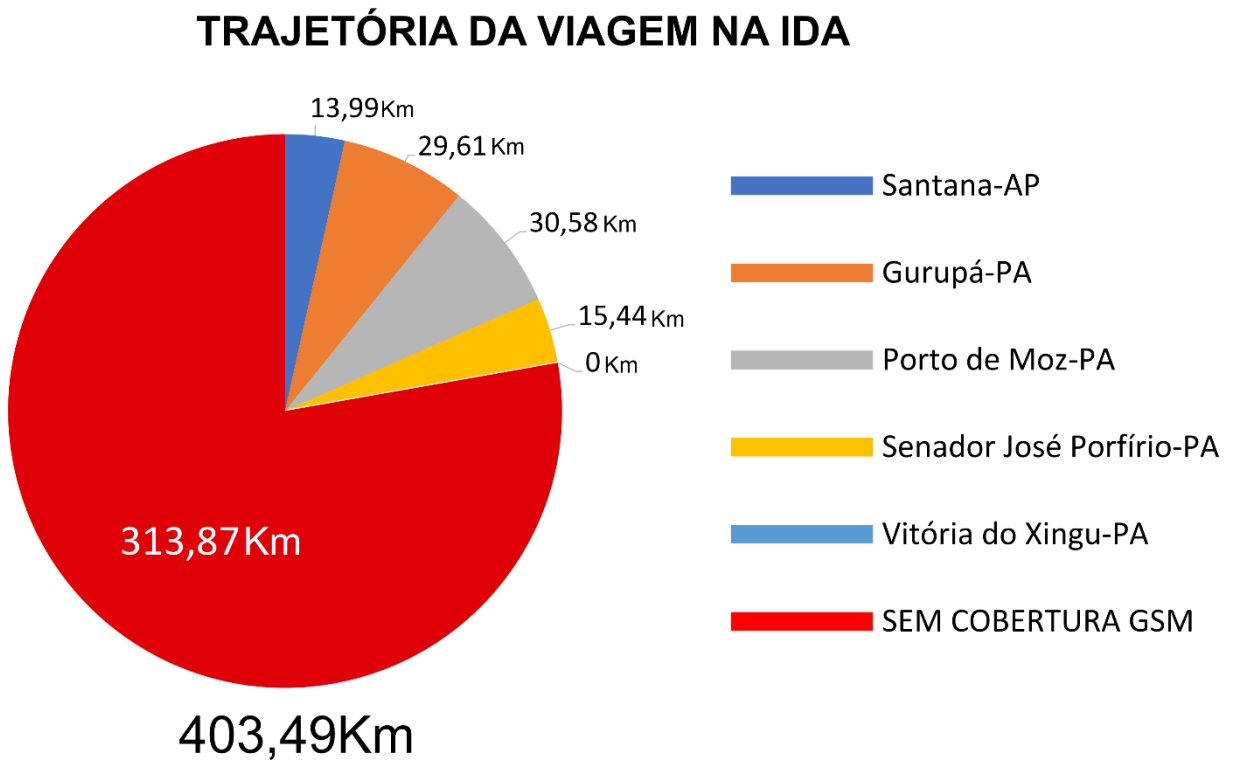
Fonte: Autores da pesquisa, 2021.

A localização exata do módulo GPS está indicada pela circunferência vermelha. Cada uma das outras circunferências são os sinais provenientes de três satélites. Caso o GPS recebesse sinal de apenas um satélite como, por exemplo, o verde, ele saberia que está em algum ponto de toda a sua circunferência. Porém se o GPS recebesse sinais de apenas dois satélites como, por exemplo, verde e amarelo, note que existe duas intersecções entre estes círculos. Assim, o módulo não saberia discernir em qual dos dois pontos eles estão. Porém, quando o módulo GPS recebe o sinal de três satélites, note que existe apenas um ponto de intersecção entre os três sinais. Isso permite que o módulo consiga se localizar geograficamente com maior precisão.

5.5 Análise de Gráficos de Ida

O Gráfico 1 mostra a trajetória da viagem de ida com sua distância de cobertura GSM em quilômetros (Km) baseado em recebimentos de SMSs com informações de vetores de localização por cada município que a embarcação passou. Com base na distância total de 403,49 km.

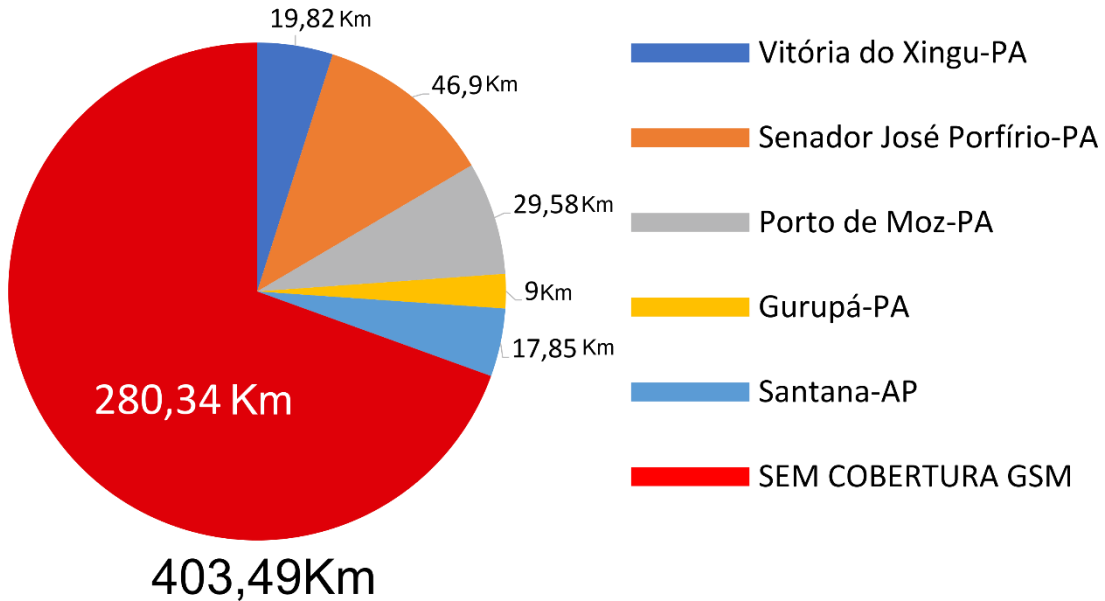
Gráfico 1- Cobertura GSM – Ida



5.6 Análise de Gráficos de Volta

O Gráfico 2 da trajetória da viagem de volta mostra a distância de cobertura GSM em quilômetros (Km) baseado em recebimentos de SMSs com informações de vetores de localização por cada município que a embarcação passou.

Gráfico 2- Cobertura GSM – Volta
TRAJETÓRIA DA VIAGEM NA VOLTA



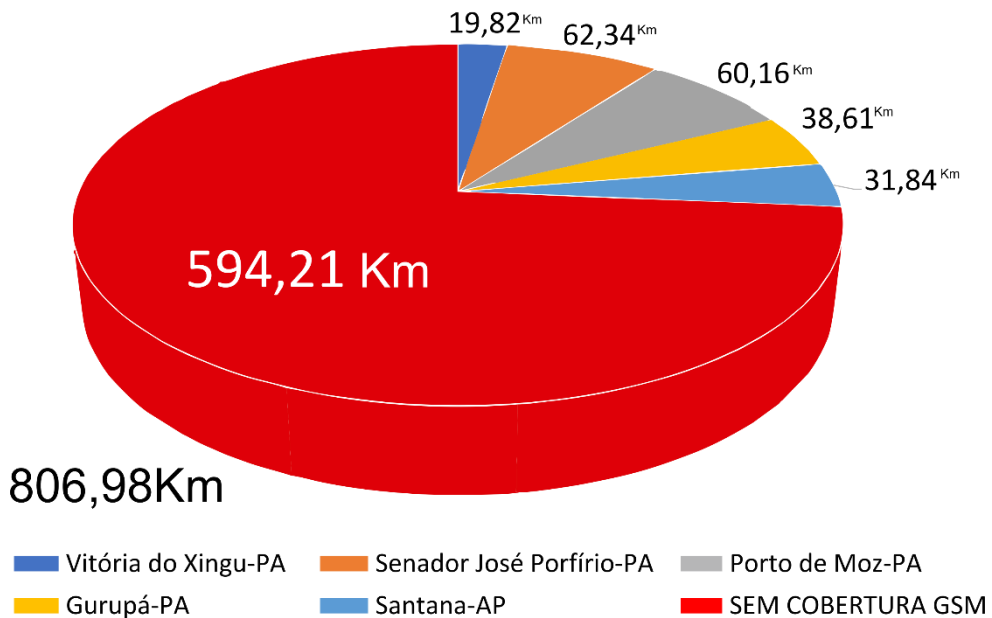
Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.7 Análise de Gráficos de Ida e Volta – Total

O Gráfico 3 da trajetória da viagem de ida e volta mostra a distância de cobertura GSM em quilômetros (Km) baseado em recebimentos de SMSs com informações de vetores de localização por cada município que a embarcação passou.

Gráfico3 - Cobertura GSM – Ida e Volta

TRAJETÓRIA DA VIAGEM TOTAL



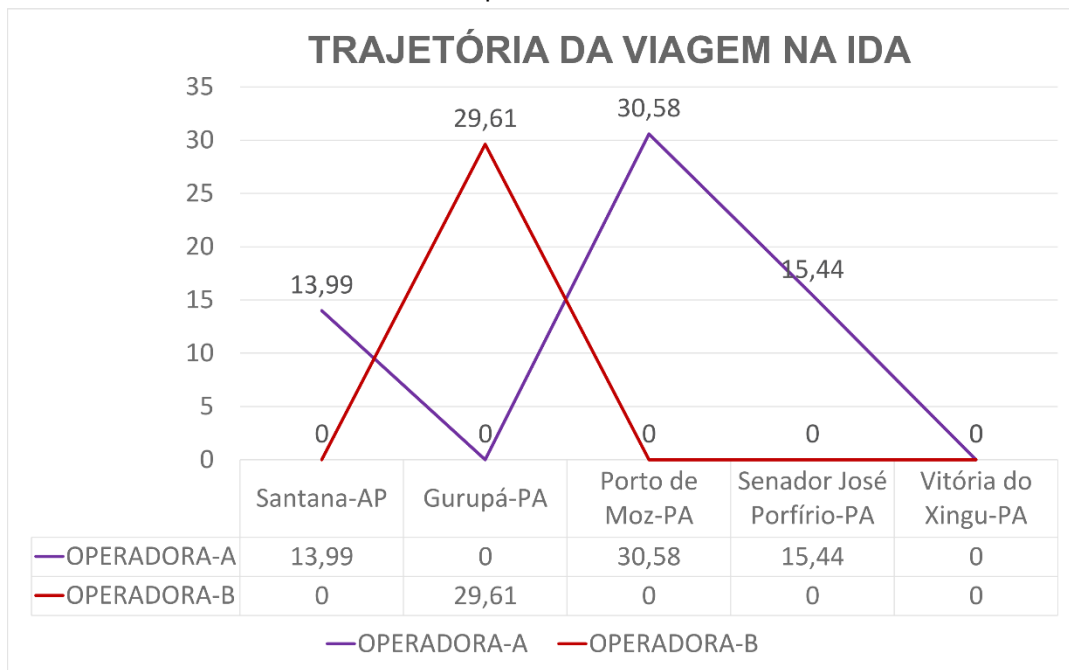
Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.8 Análise de Gráficos Operadoras Ida

Os Gráficos a seguir demonstram todos os testes com as operadoras móveis para melhor visualização e compreensão.

O Gráfico 4 a seguir mostram como as operadoras A e B se comportaram na trajetória de ida baseado em recebimentos de SMSs com informações de vetores de localização por cada município que passou.

Gráfico 4 – Operadoras móvel – Ida

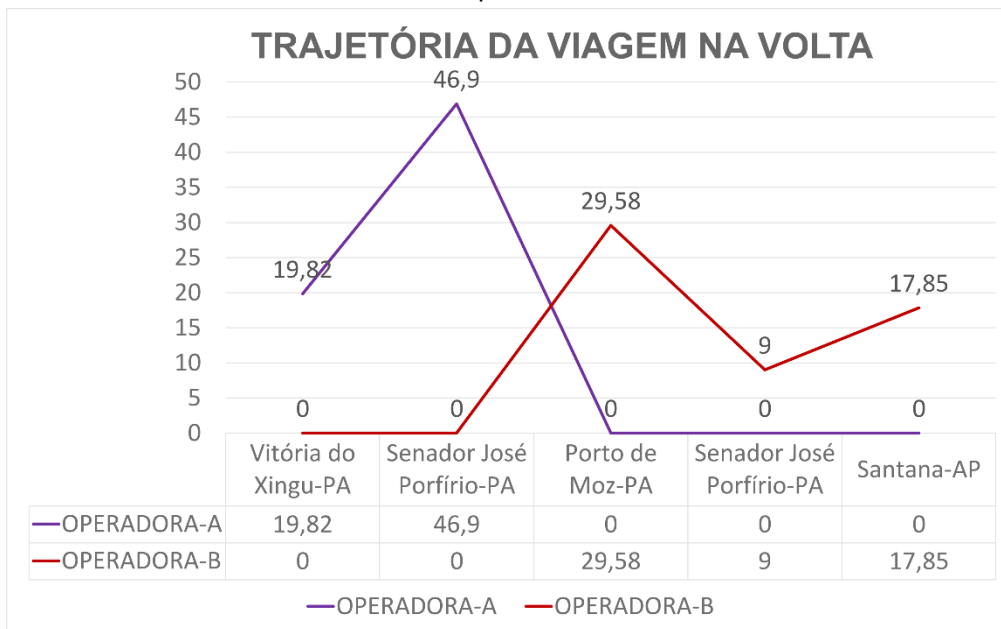


Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.9 Análise de Gráficos Operadoras Volta

O Gráfico 5 a seguir mostra como as operadoras A e B se comportaram na trajetória de volta baseado em recebimentos de SMSs com informações de vetores de localização por cada município que passou.

Gráfico 5 – Operadoras móvel –volta

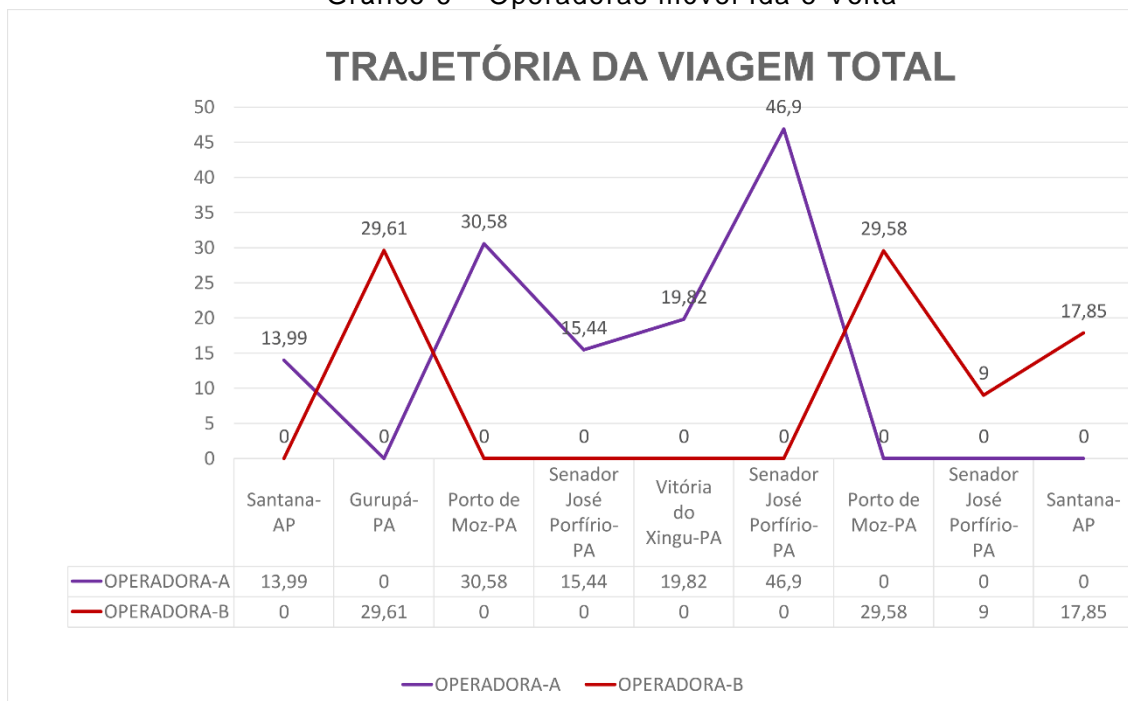


Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.10 Análise de Gráficos Operadoras Ida e Volta

O Gráfico 6 a seguir mostra como as operadoras A e B se comportaram durante toda trajetória da viagem com base em recebimentos de SMSs com informações de vetores de localização.

Gráfico 6 – Operadoras móvel Ida e Volta

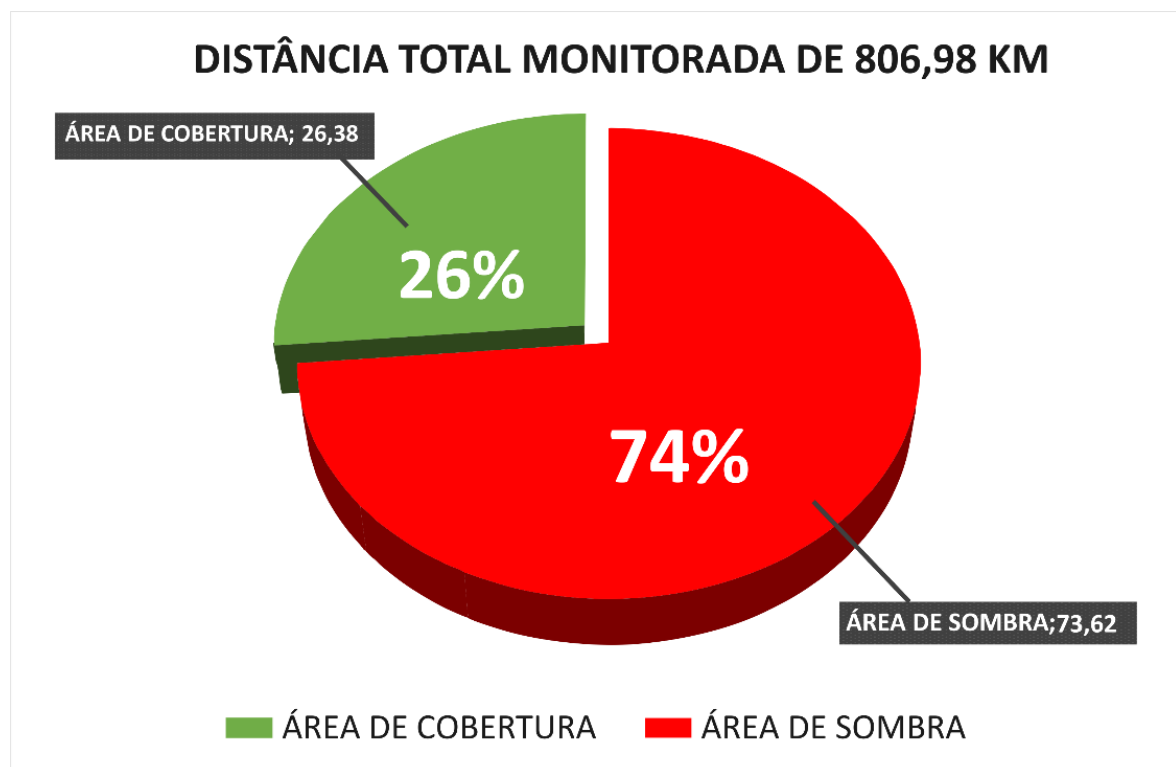


Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.11 Análise de Gráficos Distância Total Monitorada

O Gráfico 7 a seguir mostra a distância total monitorada de 806,98 km e as áreas de cobertura e de sombra em porcentagem, isso com base em recebimentos de SMSs com informações de vetores de localização.

Gráfico 7 – Distância Total Monitorada



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso trabalho teve a finalidade de apresentar tecnologias e recursos de monitoramento que pudessem ser oferecidos para pequenas embarcações, a fim de proporcionar melhor comunicação via GSM e GPS com seus clientes e usuários, trazendo os mesmos recursos tecnológicos utilizados pelas grandes empresas com preço acessível, e ao mesmo tempo criando um equipamento adaptado para a realidade da região Amazônica, pelas dificuldades enfrentadas no cotidiano das pessoas que se deslocam entre cidades, e utilizam esses meios de transporte.

Nesse sentido, os objetivos da pesquisa foram alcançados com a proposta de, por meio, de um equipamento a implantação de um sistema de monitoramento integrado na plataforma Arduino Profissional CPB Infinity com GSM + GPS para embarcações de transporte de cargas e passageiros nas vias fluviais. Tornando-se uma solução inovadora, para melhorar a segurança, confiabilidade, escalabilidade e usabilidade, agregando tecnologia de qualidade na pequena empresa e melhorando seu desempenho financeiro como consequência.

Com base nos dados obtidos na pesquisa em campo conseguimos obter informações precisas e corretas da rota realizada entre Santana – AP à Vitória do Xingu – PA e com isso confirmamos a real necessidade de implantação dessa solução prática, otimizando e informatizando área e ambientes que antigamente não eram possíveis por causa da tecnologia da época, mas em nosso tempo conseguimos implementar algumas melhorias, que ajudarão no bem-estar e segurança das pessoas.

Levando em conta que esse é um projeto experimental no qual fizemos testes em um protótipo com um bom resultado obtido, iremos dar continuidade na implementação de outros serviços e sistemas na mesma plataforma (CPB Infinity) que trabalhará no futuro integrado com um aplicativo que contemplará múltiplas funções de segurança e monitoramento, podendo ser feito conforme a encomenda do cliente.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO. **O que é Arduino?**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction/>. Acesso em: 15 Dez. 2020.
- BERNARDI, J.V.E. & LANDIM, P.M.B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados**. DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, São Paulo, Lab. Geomatématica, Texto Didático 10, 31 pp., 2002.
- BIRYUKOV, Alex; SHAMIR, Adi; WAGNER, David. **Criptanálise em tempo real de A5 / 1 em um PC**, 2000. Disponível em: <http://cryptome.org/a51-bsw.htm>. Acesso em: 14 Dez. 2020.
- CRESCERENGENHARIA. **CPB**. Disponível em: <https://www.crescerengenharia.com/cpb>. Acesso em: 14 Dez. 2020.
- DILLENBURG, Marcos R. **Alternativas de aplicação do serviço GPRS da rede celular GSM em telemetria pela Internet**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/751135-Alternativas-de-aplicacao-do-servico-gprs-da-rede-celular-gsm-em-telemetria-pela-internet.html> Acesso em: 17 Dez. 2020.
- GPS.GOV. **O Sistema de Posicionamento Global**. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/gps/>. Acesso em: 16 Dez. 2020.
- GPS.GOV. **Arranjo de Constelação**. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>. Acesso em: 16 Dez. 2020.
- MONTAINBAJA, Equipe. **Módulo GPS NEO - 6M com Arduino**, Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-gps-neo-6m/> Acesso em: 15 Dez. 2020.
- OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 3. ed. revista e ampliada. Petrópolis: Vozes, 2010.
- SCHILDT, Herbert. **C, completo e total**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- SILVA, Caio Silvio Braz Peixoto. **Utilização de Imagens SPOT 5 na detecção de embarcações marítimas brasileiras como suporte ao Programa de Rastreamento de Embarcações por Satélite** / Caio Silvio Braz Peixoto Silva – 2009.
- TRUFOS DO FUTURO. **História do GSM**. Disponível em: <https://supertrunfonet.tripod.com/trunfonticiadofuturo/id1.html/>. Acesso em: 16 Dez. 2020.
- YVANO, Michel Marialva. **Detecção de embarcações por imagens nos rios da Amazônia** / Michel Marialva Yvano. 2016. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2016.

APÊNDICE A - ORÇAMENTO

Seguem o orçamento feito após a coleta e comparação de preços junto aos fornecedores pela internet de equipamento.

Rastreador de Baixo Custo					
Item	Quant.	Descrição	Marca	Valor Unid.	Total
1	1	CPB Infinity + SIM800C	Crescer	R\$499,00	R\$499,00
1	1	Frete CPB e Fonte	Correios	R\$100,00	R\$100,00
1	1	Case Acrílico	King CNC	R\$65,00	R\$65,00
1	1	Fonte 24v 2,5 A + Frete	Juktel	R\$155,00	R\$155,00
1	1	GPS + Frete	Import	R\$89,89	R\$89,89
1	1	Aula de C+	Elias	R\$178,00	R\$178,00
				Total	R\$1086,89

<https://www.crescerengenharia.com/produtos>

<https://www.americanas.com.br/produto/30272436>

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1770012825>

<https://www.facebook.com/kingcncmacapa/>

Rastreador Utilizado pela Embarcação dos testes					
Item	Quant.	Descrição	Marca	Valor Unid.	Total
1	1	AIS 600	Garmin	R\$7.197,77	R\$7.197,77
1	1	Monitoramento por hora	Marine Traffic	R\$5,00	R\$20,00
				Total	R\$7917,77

Obs: O valor de monitoramento é pago devido a necessidade do cliente, estipulamos se ele for pagar uma viagem completa de ida e volta ao custo de 5,00 a hora.

Obs2: Custos apenas do equipamento e monitoramento sem instalação.

<https://www.hfnautica.com/ais-600-garmin-p101>

<https://www.marinetraffic.com/>