

UNIVERSIDADE PAULISTA

MARCOS PAULO FRANCISCO VAZ

MATHEUS DOS SANTOS SILVA

MATHEUS OLIVEIRA DE MORAES

SAMUEL ARAUJO DE SOUZA

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS OPERAÇÕES DE CERCO E

ACOMPANHAMENTO DA POLÍCIA MILITAR:

Um estudo acerca da eficiência da comunicação dos agentes de segurança

SÃO PAULO

2023

**MARCOS PAULO FRANCISCO VAZ
MATHEUS DOS SANTOS SILVA
MATHEUS OLIVEIRA DE MORAES
SAMUEL ARAUJO DE SOUZA**

**TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS OPERAÇÕES DE CERCO E
ACOMPANHAMENTO DA POLÍCIA MILITAR:**

Um estudo acerca da eficiência da comunicação dos agentes de segurança

Trabalho de conclusão de curso para
obtenção do título de graduação em
Ciência da Computação apresentado à
Universidade Paulista – UNIP.

Orientador: Marcos Gomes

SÃO PAULO

2023

MARCOS PAULO FRANCISCO VAZ

MATHEUS DOS SANTOS SILVA

MATHEUS OLIVEIRA DE MORAES

SAMUEL ARAUJO DE SOUZA

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS OPERAÇÕES DE CERCO E

ACOMPANHAMENTO DA POLÍCIA MILITAR:

Um estudo acerca da eficiência da comunicação dos agentes de segurança

Trabalho de conclusão de curso para
obtenção do título de graduação em
Ciência da Computação apresentado à
Universidade Paulista – UNIP.

Orientador: Marcos Gomes

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Arthur Mielli

Universidade Paulista – UNIP

Prof. Luiz Fernando

Universidade Paulista – UNIP

Prof. Mario da Silva Quinello

Universidade Paulista – UNIP

RESUMO

Num patrulhamento, um policial pode abordar algum veículo. Caso este empreenda fuga, inicia-se o Procedimento Operacional Padrão (POP) de cerco e acompanhamento a veículos. Existem diversas tarefas atribuídas ao policial, que conta apenas com um rádio de modulação manual como ferramenta para executá-las. Essa limitação tem dificultado o desempenho eficaz da preservação da ordem pública e da segurança pessoal por parte dos agentes em ocorrências que envolvem cerco e acompanhamento. Acredita-se que a utilização de produtos digitais na comunicação da corporação resolveria este problema. Nesse sentido, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, coletando informações de trabalhos existentes, publicações de autoridades da área, vídeos, entre outros. Os dados coletados confirmam que a quantidade de procedimentos manuais estabelecidos pelo POP sobrecarrega o policial, diminui sua performance na direção e pode causar acidentes. Autoridades argumentam que o investimento na infraestrutura das corporações, na tecnologia e comunicação são necessários para evitar casos fatais em acompanhamento. Concluiu-se que a automação da comunicação entre o policial e a central de inteligência pode diminuir a sobrecarga mental do policial, além de reduzir as chances de ocorrer um acidente durante um acompanhamento.

Palavras-chave: comunicação, polícia militar, perseguições, acompanhamento, cerco, segurança pública, procedimento operacional padrão, modulação manual.

ABSTRACT

During patrol, a police officer may approach a vehicle. If the vehicle attempts to flee, the Standard Operating Procedure (SOP) for vehicle containment and pursuit is initiated. There are various tasks assigned to the police officer, who relies solely on a manually modulated radio as a tool to perform them. This limitation has hindered the effective performance of maintaining public order and personal safety by the agents in incidents involving containment and pursuit. It is believed that the use of digital products in the communication of the department would solve this problem. In this regard, a bibliographical and documentary research was conducted, collecting information from existing works, publications from authorities in the field, videos, among other sources. The collected data confirm that the quantity of manual procedures established by the SOP overwhelms the police officer, reduces their performance in driving, and can lead to accidents. Authorities argue that investing in the infrastructure of the departments, technology, and communication is necessary to prevent fatal incidents during pursuits. It was concluded that the automation of communication between the police officer and the intelligence center can reduce the mental burden on the police officer, as well as decrease the likelihood of accidents during a pursuit.

Keywords: communication, military police, pursuits, monitoring, containment, public safety, standard operating procedure, manual modulation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Códigos Q mais utilizados	27
Tabela 2 - Alfabeto fonético internacional utilizado por militares	28
Tabela 3 - Compromisso de cobertura do 5G no Brasil, Jun 2023 – Jun 2029	47
Tabela 4 - Equipe de desenvolvimento	85
Tabela 5 - Backlog inicial com as histórias de usuário da visão geral do sistema	85
Tabela 6 - Matriz de rastreabilidade do projeto	97
Tabela 7 - Duração média de perseguições policiais e a média de modulações manuais com o COPOM	117

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Registro de mortes cometidas por policiais, 2019 - 2022	36
Gráfico 5 - Média de velocidade em Mbps das redes 5G e 4G de algumas operadoras do Brasil, Jul 2022	48
Gráfico 6 - Velocidade média em Mbps do 5G nos Estados Unidos, Jul 2022	49
Gráfico 7 - Média de velocidade em Mbps das redes 5G e 4G de algumas operadoras do Brasil, Jan 2023	50
Gráfico 8 - Velocidade média em Mbps do 5G nos Estados Unidos, Jan 2023	50
Gráfico 9 - Linguagens de programação mais utilizadas, 2023	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Presença ostensiva da Polícia Militar em escolas	21
Figura 2 - Policial usando rádio para comunicação na viatura	33
Figura 3 - Câmera acoplada à farda da PMESP	35
Figura 4 - Sala da COPOM da PMESP	37
Figura 5 - Estrutura do IPv6	52
Figura 6 - Arduino Uno	54
Figura 7 - Jaquetas com sinalização que informa quando um ciclista irá trocar de faixa através de <i>leds</i> , feito om Arduino	56
Figura 8 - Como funcionam os GPS	57
Figura 9 - <i>Chip</i> NEO-6M	58
Figura 10 - Regulador de tensão do Módulo GPS GY-NEO6MV2	59
Figura 11 - Bateria recarregável e memória EEPROM	60
Figura 12 - Antena que acompanha o Módulo GPS GY-NEO6MV2	61
Figura 13 - Pinos do Módulo GPS GY-NEO6MV2 e esquema de ligação com arduino	61
Figura 14 - Microcontrolador ESP32	62
Figura 15 - Microcontrolador ESP32-CAM	63
Figura 16 - Esquema de conexão do ESP32-CAM com conversor <i>USB</i> para programação do módulo	63
Figura 17 - Comunicação bidirecional do TCP	65
Figura 18 - Comunicação simplex do UDP	66
Figura 19 - <i>Socket</i> estabelecido entre cliente e servidor	67
Figura 20 - Padrão publish-subscriber	68
Figura 21 - Navegador da <i>Netscape</i> , 1994	69
Figura 22 - Diagrama de caso de uso representando o planejamento geral do sistema	83
Figura 23 - Caso de uso para cadastros de equipes de policiais	89
Figura 24 - Caso de uso para cadastros de equipes de policiais e operadores do COPOM	89
Figura 25 - Caso de uso para início e término de trabalho dos policiais e operadores do COPOM	92
Figura 26 - Caso de uso para início de acompanhamento por parte dos policiais	93

Figura 27 - Caso de uso para solicitação de apoio por parte dos policiais	93
Figura 28 - Interface de gestão do MongoDB na Cloud da Atlas	99
Figura 29 - Interface de autenticação	100
Figura 30 - Interface para cadastro de agentes	100
Figura 31 - Interface para criação de equipes policiais	101
Figura 32 - Interface para listagem de agentes	102
Figura 33 - Interface para listagem de grupos	102
Figura 34 - Dashboard dos policiais no celular	103
Figura 35 - Policial recebendo notificação para início de patrulhamento em conjunto	103
Figura 36 - Interface com mapa de patrulhamento	104
Figura 37 - Interface com mapa no estado de acompanhamento	106
Figura 38 - Rastro deixado numa perseguição indicando o histórico de deslocamento	107
Figura 39 - Marcador verde indicando o apoio na ocorrência	107
Figura 40 - Estado de suporte em uma ocorrência	108
Figura 41 - Dashboard de operações do COPOM	109
Figura 42 - Interface com mapa de operações do COPOM	110
Figura 43 - Policial inicia patrulhamento e operador do COPOM tem acesso a sua localização	110
Figura 44 – COPOM recebe notificação de início de acompanhamento	111
Figura 45 - Operador do COPOM no apoio em uma perseguição	111
Figura 46 - Protótipo com GPS GY-NEO6MV2 e ESP32 CAM	113
Figura 47 - Esquema de montagem do protótipo	113
Figura 48 - Policial modulando com a central enquanto pilota moto no acompanhamento	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Art.	Artigo
PM	Polícia Militar
COPOM	Centro de Operações da Polícia Militar
TDPV	Tiro Defensivo na Preservação da Vida
PMGO	Polícia Militar de Goiás
PMESP	Polícia Militar do Estado de São Paulo
PMMG	Polícia Militar de Minas Gerais
COP	Câmeras Operacionais Portáteis
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IOT	<i>Internet of Things</i>
M2M	<i>Machine to Machine</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPv6	<i>Internet Protocol version 6</i>
IPv4	<i>Internet Protocol version 4</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
BOPM	Boletim de Ocorrência da Polícia Militar
5G	Quinta Geração de Redes Móveis
4G	Quarta Geração de Redes Móveis
ITU	União Internacional de Telecomunicações
ITU	<i>ITU-Radiocommunication</i>
IMT	<i>International Mobile Telecommunications</i>
Mbps	Mega bits por segundo
ms	milissegundos
CGNAT	<i>Carrier Grade Network Address Translation</i>
GHz	<i>Gigahertz</i>
PIT	<i>Pursuit Intervention Technique</i>
STF	Supremo Tribunal Federal
BWCs	<i>Body-Worn Cameras</i>

MDIP	Mortes Decorrentes de Intervenção Policial
RA	Realidade Aumentada
ADAS	<i>Advanced Driver Assistance Systems</i>
NSC	Conselho Nacional de Segurança
FBI	<i>Federal Bureau of Investigation</i>
FCW	<i>Forward Collision Warning</i>
AEB	<i>Autonomous Emergency Braking</i>
FE	<i>Fatal Encounters</i>
APM	Academia de Polícia Militar da Bahia
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
Denatran	Departamento Nacional de Trânsito
GPS	<i>Global Positioning System</i>
PL	Projeto de Lei
ALESP	Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
ALMG	Assembleia Legislativa de Minas Gerais
MCT	Terminal de Computador Móvel
PMDF	Polícia Militar do Distrito Federal
HPD	Hillsboro <i>Police Department</i>
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
CPP	Código de Processo Penal
IPA	Alfabeto Fonético Internacional
ABS	<i>Anti-lock Brake System</i>
DENARC	Departamento de Investigações sobre Narcóticos
PIT	<i>Pursuit Intervention Technique</i>
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
ORM	<i>Object-Relational Mapping</i>
IDE	Integrated Development Environment
DIP	Dual In-line Package
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
PCB	Placa de circuito impresso
OTA	<i>Over-the-Air</i>
SPIFFS	SPI Flash File System

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Problemática	15
1.2	Hipóteses e justificativa	16
1.3	Objetivo	17
1.4	Objetivos específicos	17
2	REVISÃO LITERÁRIA	18
2.1	Estado da arte	20
2.1.1	Procedimento operacional padrão e doutrina policial	20
2.1.2	Policiamento ostensivo	21
2.1.3	Fundada suspeita	23
2.1.4	Perseguição, ou acompanhamento, policial	25
2.1.5	Procedimentos quando em acompanhamento à distância	26
2.1.6	Código Q e o alfabeto fonético internacional	27
2.1.7	Viatura policial: motocicleta ou carro?	28
2.1.8	Rastreamento de veículos da polícia	29
2.1.9	Tempo de resposta: métrica de eficácia para todos os crimes	30
2.1.10	Medidas de encerramento de acompanhamento	32
2.1.11	Equipamentos utilizados em um acompanhamento	32
2.1.11.1	Rádio comunicadores	32
2.1.11.2	Câmeras corporais	34
2.1.12	Funcionamento do COPOM	37
2.2	Estudos de caso	40
2.2.1	Visão e percepção visual	40
2.2.2	Estímulo visual em um acompanhamento policial	41
2.2.3	Sobrecarga mental enquanto dirigindo	43
2.2.4	Localização em tempo real dos agentes e notificação para central	43

2.3	Intervenção computacional	44
2.3.1	Transformação digital	44
2.3.2	Tecnologia 5G e o IPv6	46
2.3.3	Internet das coisas	53
2.3.4	Arduino Uno	54
2.3.5	Módulo GPS GY-NEO6MV2.....	57
2.3.6	Módulo ESP32-CAM	62
2.3.7	<i>TCP, UDP</i> e Socket.....	64
2.3.8	Padrão publish-subscriber	68
2.3.9	<i>JavaScript</i>	69
2.3.10	<i>React DOM</i>	72
2.3.11	<i>React Native</i>	74
2.3.12	<i>NestJS</i>	76
2.3.13	<i>MongoDB</i>	77
2.3.14	UML.....	80
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	83
3.1	Visão geral do sistema.....	83
3.2	Metodologia de gestão.....	84
3.3	Requisitos do sistema	85
3.3.1	Requisitos funcionais.....	87
3.3.1.1	[RF001] Cadastrar equipe de campo.....	88
3.3.1.2	[RF002] Cadastrar operador do COPOM	89
3.3.1.3	[RF003] Iniciar operações	90
3.3.1.4	[RF004] Encerrar operações	90
3.3.1.5	[RF005] Iniciar patrulhamento	91
3.3.1.6	[RF006] Encerrar patrulhamento	91
3.3.1.7	[RF007] Iniciar acompanhamento.....	92

3.3.1.8	[RF008] Solicitar apoio	93
3.3.1.9	[RF009] Acompanhar <i>livestream</i>	94
3.3.2	Requisitos não funcionais	94
3.3.2.1	[NF001] Interface de patrulhamento minimalista	94
3.3.2.2	[NF002] Ergonomia do botão “iniciar acompanhamento”	95
3.3.2.3	[NF003] Usar voz para acionar “iniciar acompanhamento”	95
3.3.2.4	[NF004] Utilização do 5G para comunicação em tempo real	95
3.3.2.5	[NF005] Manter a sessão em regiões sem cobertura de sinal	96
3.3.2.6	[NF006] Segurança e prevenção de interceptação de mensagens	96
3.3.2.7	[NF007] Quantidade de policiais no apoio	96
3.3.2.8	[NF008] Baixo tempo de resposta	97
3.3.3	Matriz de rastreabilidade	97
3.4	Desenvolvimento dos requisitos	98
4	RESULTADOS.....	117
5	ANÁLISE DE RESULTADOS	120
5.1	Recapitulação	120
5.2	Resultados coletados e discussão	120
5.2.1	Modulações manuais.....	120
5.2.2	Sobrecarga mental	121
6	CONCLUSÃO	123
7	RECOMENDAÇÕES.....	124
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
	APÊNDICE A – CÓDIGO DO PROJETO	134
	APÊNDICE B – LISTA DOS 282 MUNICÍPIOS BRASILEIROS LIBERADOS PARA O 5G EM 2023	135
	ANEXO A – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA ACOMPANHAMENTO E CERCO A VEÍCULO (PMGO).....	139

ANEXO B – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO SOBRE EQUIPAMENTOS DE VIATURA	144
ANEXO C – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS: PROJETO DE LEI Nº 523/2015	147

1 INTRODUÇÃO

Doutrina pode ser definida como “o conjunto de valores, princípios, conceitos, normas, métodos e processos, cuja finalidade é orientar para a concepção e sua aplicação nas instituições, disciplinando e sistematizando todas as suas atividades” (JORGE, 2009 apud LISOT, 2011, p. 46).

Em vista disso, a doutrina da Polícia Militar (PM) é um conjunto de princípios, valores e normas definidas que norteiam as ações dos policiais durante suas operações, orientando, sistematizando e condensando práticas e saberes desenvolvido visando a proteção dos agentes e dos cidadãos durante a execução do policiamento ostensivo (LISOT, 2011).

1.1 Problemática

No desempenho do policiamento ostensivo, é possível que um policial se depare com um indivíduo em atividade suspeita em um automóvel. Conforme art. 195 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a viatura pode se aproximar veículo e dar ordem de parada (BRASIL, 1997), mas, caso o indivíduo desobedeça (BRASIL, 1940) e empreenda fuga, inicia-se o processo de acompanhamento estabelecido pela doutrina da PM.

Mas o que o policial deve fazer? Conforme Anexo A, em suma, (1) o policial deve utilizar os equipamentos sonoros e luminosos da viatura para alertar os demais motoristas; (2) preservar a manutenção da visibilidade do veículo acompanhado; (3) manter uma comunicação clara e objetiva com o Centro de Operações da Polícia Militar (COPOM) difundindo os posicionamentos; (4) difundir características do infrator e do veículo utilizado na fuga; o operador do COPOM deve repassar essa informação para os demais policiais na rede para que estes possam realizar o deslocamento para o cerco do veículo em fuga. Durante todo esse processo, espera-se que o policial mantenha a calma necessária para a transmissão dos dados e posicionamento; que todas as suas ações sejam coordenadas; que se evite, ao máximo, acidentes de trânsito (PMGO, 2014).

São muitas as responsabilidades do policial durante um acompanhamento que é realizado em alta velocidade. Na PM brasileira, o equipamento de viatura que os policiais dispõem para esse processo é o rádio, como pode ser visto no Anexo B.

No entanto, para este tipo de ocorrência, a utilização de rádios apresenta limitações e problemas que afetam a efetividade da operação e dificultam o exercer das responsabilidades dos agentes que não conseguem agir conforme art. 144 da constituição e preservar a ordem pública (BRASIL, 1988).

Além de se concentrar no indivíduo em fuga e no trânsito ao seu redor, o policial ainda deve modular sua localização com o COPOM enquanto realiza o deslocamento em alta velocidade — a comunicação deve ser constante devido a frequente mudança de localização em poucos segundos. A carga mental é grande e erros são iminentes (ZAHABI et al., 2021).

Se tratando dos patrulheiros em motocicletas, a integridade física deles é colocada em risco, uma vez que é necessário retirar uma das mãos do guidão da moto para modular na rede. Isso pode afetar a estabilidade e a segurança do policial na condução da motocicleta, aumentando o risco de acidentes, assim, comprometendo a segurança própria (BRASIL, 1988).

Ainda, é possível que durante um acompanhamento o policial acabe saindo da sua região de trabalho para um lugar desconhecido, o que dificulta a transmissão dos dados de localização, obrigando-o a identificar, em alta velocidade, placas de indicação com o endereço ou pontos de referência que o ajudem nessa tarefa.

1.2 Hipóteses e justificativa

Podemos resumir os problemas citados na seguinte questão: é possível facilitar a vida dos policiais em ocorrências de cerco e acompanhamento?

Hipótese: a implementação de um sistema de rastreamento *Global Positioning System* (GPS) em tempo real durante as operações de cerco e acompanhamento por parte dos policiais poderia reduzir significativamente a dependência de várias intervenções manuais para determinar a localização e a direção de um veículo em fuga, conforme estipulado no POP. Este sistema automatizado simplificaria um dos processos, aliviando a carga cognitiva sobre os policiais, facilitando sua vida e, como resultado, diminuindo os riscos de acidentes (ZAHABI et al., 2021).

Neste cenário, a geolocalização dos policiais em campo seria compartilhada com o COPOM que seria responsável por coordenar o cerco entre todos os policiais envolvidos na ocorrência. Mais, com um sistema automatizado, a solicitação de apoio seria muito mais rápida e precisa.

1.3 Objetivo

A inserção de produtos digitais no trabalho dos policiais é uma medida que pode trazer grandes benefícios para a corporação, agentes e civis. Graças ao *software*, é muito fácil transformar a experiência de usuários e melhorar os resultados de qualquer organização. De acordo com Eric Ries,

O que evita que esse tipo de solução passe a ser a norma é só a crença equivocada de que o *software* não tem nada a ver com o setor em questão. [...] Ao mesmo tempo, o *software* reduz os custos de transação, derruba as barreiras e acelera as mudanças (LAWSON, 2022, grifo nosso).

Automatizar rotinas dos policiais permite que eles deixem de lado tarefas rotineiras, foquem no negócio (o que realmente é necessário em cada uma de suas operações) e liberem todo o seu potencial como agentes.

Assim, o propósito principal deste estudo é criar um sistema de rastreamento GPS em tempo real, dotado de uma interface gráfica, com o intuito de automatizar a transmissão das coordenadas do policial em campo para o COPOM, visando assim diminuir a carga mental desses profissionais, resolvendo o procedimento manual de indicar localização e direção do veículo em fuga.

1.4 Objetivos específicos

Dado o objetivo geral, podemos definir os seguintes objetivos específicos:

- Demonstrar que a quantidade de processos manuais atuais sobrecarrega os policiais;
- Mostrar que o sistema proposto reduz drasticamente a quantidade de modulações manuais com o COPOM;
- Automatizar o envio de coordenadas do policial em campo;
- Automatizar a solicitação de apoio.

2 REVISÃO LITERÁRIA

A presente pesquisa pode ser classificada como uma ciência *soft*, ou ciência suave, pois as evidências aqui coletadas são baseadas em dados anedóticos, isto é, em estudos de caso (WAZLAWICK, 2020).

Sendo assim, a natureza dessa pesquisa é secundária, ou bibliográfica, cujo intuito é buscar informações de recursos já publicados — livros, artigos científicos, dissertações, teses, relatórios técnicos e outras fontes de informações disponíveis na internet. Então, o procedimento é a exploração dessas fontes. Isso é válido pois a ideia não é refutar nenhuma teoria existente, apenas validar as hipóteses em estudo.

Além de descrever a realidade por intermédio da exploração da hipótese, o objetivo dessa pesquisa também é de *design*, cujo objetivo geral é desenvolver um sistema que automatize o envio de coordenadas dos policiais em operações de cerco e acompanhamento, intervindo assim na realidade retratada (WAZLAWICK, 2020).

Portanto, este capítulo é uma coleção de mapeamentos sistemáticos e revisões sistemáticas. De acordo com Wazlawick (2020):

O principal objetivo do mapeamento, usualmente, é aumentar a compreensão sobre uma área do conhecimento, oferecendo um panorama da pesquisa, indicando sua evolução e estado atual. Já a revisão sistemática tem objetivos mais pontuais, procurando responder a questões de pesquisa com dados e resultados de trabalhos publicados.

Na seção inicial (2.1), apresenta-se um mapeamento sistemático com o propósito de descrever como os policiais brasileiros atualmente lidam com os acompanhamentos, bem como os conceitos relacionados e futuras intervenções que podem ser relevantes para o objetivo em questão. Como ponto de partida, as seguintes questões preliminares de maior granularidade foram elaboradas:

- Quais os conceitos relacionados a um acompanhamento e cerco policial? Quais saberes foram trabalhados ao longo dos anos?
- Quais são as técnicas e ferramentas utilizadas pela polícia em operações de cerco e acompanhamento?
- Em operações de cerco e acompanhamento, ou em outros tipos de ocorrência, já são utilizadas tecnologias para facilitar a vida do policial? Se não, qual o impedimento?

- Quais são os princípios utilizados pela polícia em operações de cerco e acompanhamento? O que um policial deve fazer? O que um policial não pode fazer?

Na sequência (2.2), realiza-se uma revisão literária com o propósito de verificar a validade ou refutação da hipótese estabelecida: a implementação de um sistema de envio de coordenadas em tempo real pode diminuir a necessidade de procedimentos manuais em operações de cerco e acompanhamento, ao mesmo tempo em que alivia a carga mental dos profissionais envolvidos. Nesse contexto, foram formuladas as seguintes questões preliminares:

- Qual o impacto dos diversos procedimentos manuais estabelecidos no POP sobre a mente do policial num acompanhamento?
- Trocar o rádio por uma interface gráfica é uma boa opção? Qual seria o impacto na mente dos policiais e nas operações de cerco e acompanhamento?

A seleção de estudos relevantes para a pesquisa se estabelece em aderir estudos que contribuam na discussão da questão norteadora, dando subsídio de diferentes perspectivas e disciplinas. Como estratégia de pesquisa, alguns termos preliminares de pesquisas, tanto em língua portuguesa como inglesa, foram definidos: “perseguição policial”, “acompanhamento policial”, “acompanhamento AND cerco”, “doutrina policial”, “doutrina operacional”, “*response time*”, “*police AND response time*”, “*police pursuit*”, “*police AND technology*”, “*hazard AND decision making*”, “*real-time tracking systems*”, “*crisis AND decision making*”.

Ao final (2.3), apresenta-se um mapeamento de recursos tecnológicos provenientes da ciência da computação e áreas afins. Após a análise e validação da situação descrita, é imperativo propor uma intervenção com o intuito de aprimorar a rotina dos agentes de segurança pública. Nesse estágio, serão selecionadas as tecnologias a serem empregadas na construção de um protótipo, acompanhadas pela justificativa para a escolha dessas tecnologias específicas. Para guiar esse processo, foram delineadas as seguintes questões de design:

- Qual é a forma mais efetiva de se obter uma comunicação veloz entre os policiais em operações de cerco e acompanhamento?
- Qual a forma mais segura de estabelecer uma comunicação dos policiais em motos com outros policiais e a central de operações?

- Quais tecnologias se adequam para sistemas de tempo real?
- Quais processos da doutrina policial em operações de cerco e acompanhamento podem ser automatizados?
- Como podemos utilizar das câmeras corporais, já presentes, com o rastreador para tornar o acompanhamento ainda mais seguro?

2.1 Estado da arte

2.1.1 Procedimento operacional padrão e doutrina policial

Para entender o comportamento dos PMs precisamos entender o manual deles conhecido como Procedimento Operacional Padrão (POP). De acordo com Costa (2023):

Os POPs são orientações que visam promover uma padronização na execução de atividades operacionais, agilizando as ações e subsidiando o processo de tomada de decisão durante as missões, tornando o serviço policial militar mais organizado, eficaz e efetivo.

Uma definição mais simples é dada pela Polícia Militar de Goiás (PMGO, 2014): “o POP é uma descrição detalhada de todas as atividades operacionais e rotineiras do policial militar”.

O POP é um documento da PM que disciplina suas o poder de polícia. No geral, para se referir ele, e a outros documentos que delimitam ações, é utilizado a expressão doutrina policial (PEREIRA DE FARIA, 2014).

Qual a necessidade de se estabelecer um POP? O Instituto Sou da Paz, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), sediada em São Paulo, trabalha há mais de dez anos pela prevenção da violência no país. A diretora do instituto, Luciana Guimarães, que também é especialista em Direitos Humanos, frisa que “toda operação de perseguição policial envolve risco, como o próprio trabalho da polícia. Por isso existem uma série de POPs, para resguardar a vida dos policiais e das outras pessoas, da sociedade” (apud LOURENÇO; BONORA, 2014).

Segundo o capitão Vanclei Franci (apud LOURENÇO; BONORA, 2014), chefe da Seção de Comunicação Social da Polícia Militar de Sorocaba: “Todos os policiais recebem completo treinamento sobre o POP. Além desses cursos, são realizadas

reciclagens duas vezes por ano e também instruções mensais para lembrar os procedimentos”.

Exemplos de POPs podem ser vistos nos Anexos A e B, retirados do manual da PMGO (2014).

2.1.2 Policiamento ostensivo

De acordo com Julio da Rocha (2009):

O conceito de polícia ostensiva é abrangente e deve ser entendido, fundamentalmente, como a atuação tanto preventiva, para preservar a ordem pública, como repressiva, para restabelecê-la, sendo sua competência, neste caso, a repressão imediata. [...] Policiamento ostensivo é aquele em que o policial, isoladamente ou em grupo, pode ser reconhecido de relance, quer pelo fardamento utilizado, quer pelo armamento ou pela própria viatura.

Dito de outra forma por Sylvia (2020):

[...] de um lado, o cidadão quer exercer plenamente os seus direitos; de outro, a Administração tem por incumbência condicionar o exercício daqueles direitos ao bem-estar coletivo, e ela o faz usando de seu poder de polícia. [...] É a atividade do Estado consistente em limitar o exercício dos direitos individuais em benefício do interesse público.

Portanto, o policiamento ostensivo é o policiamento a mostra, onde qualquer pessoa é capaz de identificar o policial em serviço, como pode ser visto na figura 1. Por suas próprias características, então, fica claro que ideia deste tipo de policiamento é que a presença do policial fardado deve dissuadir qualquer um que esteja planejando algum crime, portanto, infere-se, que o policiamento ostensivo é eficiente quanto menor for a incidência de delitos na região.

Figura 1 - Presença ostensiva da Polícia Militar em escolas



Fonte: Fala Regional, 2023¹

De outro modo e, ao contrário do que pode parecer, um grande número de prisões em flagrante realizadas pelo policiamento ostensivo não prova, necessariamente, eficiência, pois pressupõe que os agressores da sociedade estão agindo livremente, apesar da presença do policial fardado, ou este não está presente, permitindo aos delinquentes agirem sem receio de confrontação.

Mas apesar disso, Silva (2010) diz que um efeito que a ostensividade causa é a sensação de segurança na população em razão da presença constante do policial.

De acordo com M. Dau *et al.* (2021), existem evidências de que a presença ostensiva da polícia tem seus maiores efeitos em crimes relacionados com roubo de moto ou propriedades, violência e armas. Também, a presença da polícia reduz os chamados de ocorrência e melhora o comportamento no trânsito. O maior pico de efetividade com a presença da polícia acontece quando ela foca em áreas específicas, horários ou tipos de crimes.

Ainda como dito por Julio da Rocha (2020), além da atuação preventiva, “outra característica do policiamento ostensivo é a intervenção repressiva imediata nos casos de grave perturbação da ordem pública”. A ideia principal é que não se

¹ Disponível em: <https://falaregional.com.br/policia-militar-patrolhamento-regional-sendo-feito-com-amor.html>. Acesso em: 23 de outubro de 2023

pode aceitar que, quando a prevenção falha, fique o policial fardado de braços cruzados, sem adotar qualquer medida.

No caso de um indivíduo que se evadiu de abordagem empreendendo fuga, como medida faz-se necessário o acompanhamento policial.

2.1.3 Fundada suspeita

Para um acompanhamento iniciar é, no entanto, necessário que antes tenha existido uma tentativa de abordagem por parte do policial dentro da legalidade.

O art. 240 § 2º (BRASIL, 1941) do Código de Processo Penal (CPP), ao falar sobre “busca pessoal”, determina que “proceder-se-á à busca pessoal quando houver fundada suspeita de que alguém oculte consigo arma proibida ou objetos mencionados nas letras *b* a *f* e letra *h* do parágrafo anterior”.

Portanto, só é possível iniciar uma abordagem “quando houver fundada suspeita”. O que significa “fundada suspeita”? É uma expressão para indicar a existência de indícios ou motivos razoáveis que justifiquem uma suspeita (CARDOSO; VIEIRA, 2023).

No entanto, devido sua subjetividade, polêmicas são geradas. Alguns argumentam que a ampla interpretação dessa ideia pode levar a abusos por parte das autoridades, resultando em violações dos direitos dos cidadãos, como discriminação racial e injustiças sociais, em abordagens realizadas como forma de intimidação.

Outros defendem a ideia que é necessária uma margem de discricionariedade² para os policiais agirem com base na experiência passada adquirida e sua intuição, pois sem estes eles não podem garantir a segurança pública e a prevenção de crimes.

Sobre a fundada suspeita, o Supremo Tribunal Federal (STF) decidiu:

A “fundada suspeita”, prevista no art. 244 do CPP, não pode fundar-se em parâmetros unicamente subjetivos, exigindo elementos concretos que indiquem a necessidade da revista, em face do constrangimento que causa. Ausência, no caso, de elementos dessa natureza, que não se pode ter por configurados na alegação de que trajava, o paciente, um “blusão” suscetível de esconder uma arma, sob risco de referendo a condutas arbitrárias ofensivas a direitos e garantias individuais e caracterizadoras de abuso de

² Liberdade dada à Administração Pública para agir e tomar decisões dentro dos limites da lei

poder. Habeas corpus deferido para determinar-se o arquivamento do Termo (PINHEIRO, 2016).

Segundo Guilherme de Souza, doutor e mestre em direito processual penal e professor da PUC-SP:

Fundada Suspeita: é requisito essencial e indispensável para a realização da busca pessoal, consistente na revista do indivíduo. Suspeita é uma desconfiança ou suposição, algo intuitivo e frágil, por natureza, razão pela qual a norma exige fundada suspeita, que é mais concreto e seguro. Assim, quando um policial desconfiar de alguém, não poderá valer-se, unicamente, de sua experiência ou pressentimento, necessitando, ainda, de algo mais palpável, como a denúncia feita por terceiro de que a pessoa porta o instrumento usado para o cometimento do delito, bem como pode ele mesmo visualizar uma saliência sob a blusa do sujeito, dando nítida impressão de se tratar de um revólver. Enfim, torna-se impossível e impróprio enumerar todas as possibilidades autorizadoras de uma busca, mas continua sendo curial destacar que a autoridade encarregada da investigação ou seus agentes podem – e devem – revistar pessoas em busca de armas, instrumentos do crime, objetos necessários à prova do fato delituoso, elementos de convicção, entre outros, agindo escrupulosa e fundamentadamente (SOUZA, 2005, p. 493 apud PINHEIRO, 2016).

Portanto, no caso de uma abordagem de veículos, há uma fundada suspeita quando as autoridades têm motivos razoáveis para acreditar que o veículo em questão está envolvido em atividades ilegais ou representa uma ameaça à segurança pública. Baseado na definição do Guilherme Souza, alguns motivos incluem comportamento suspeito do condutor (mudar de direção ao avistar uma *blitz*, por exemplo), informações do COPOM, características irregulares do veículo, violações de leis de trânsito, etc.

Um exemplo utilizando fuga e acompanhamento foi descrito por De Paula Carlos (2018):

Indivíduo que porta ilegalmente arma de fogo de forma oculta e, ao ser avistado pelo policial sob os aspectos fundados de suspeita, empreende fuga ao perceber que será abordado, visando se esquivar da ação policial. O policial militar, ao identificar elementos concretos que apresentem fundadas razões para abordagem de indivíduo que circula em via pública, ao intervir, pode se deparar com a fuga do suspeito que inicia deslocamento oposto aos agentes da lei, no intuito de não se submeter aos procedimentos legais policiais. Nesse sentido, devem persegui-lo para completar o procedimento policial visto que a fuga é uma atitude que denota fundada suspeita e, desde que o policial tenha dada ordem clara de parada para a abordagem, o suspeito, ao fugir, pode se encontrar em flagrante de crime de desobediência.

2.1.4 Perseguição, ou acompanhamento, policial

David Crundall definiu perseguição policial como:

Uma tentativa ativa por um oficial de aplicação da lei operando um veículo motorizado com equipamento de emergência para capturar um suspeito infrator da lei em um veículo motorizado, quando o motorista do veículo em questão tenta evitar a captura.

Semelhantemente, Nugent et al. (1990) definem perseguição como:

Uma tentativa ativa por parte de um oficial de aplicação da lei em serviço, dentro de um veículo de patrulha, de apreender um ou mais ocupantes de um veículo motorizado em movimento, desde que o motorista desse veículo esteja ciente da tentativa e esteja resistindo à prisão ao manter ou aumentar sua velocidade ou ao ignorar a tentativa do oficial de aplicação da lei de pará-lo.

Assim, perseguição policial é uma técnica usada por policiais para capturar suspeitos de crimes que, dada uma fundada suspeita e tentativa de abordagem, estão fugindo em um veículo motorizado. A Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo (apud LOURENÇO; BONORA, 2014) informou que os agentes são treinados para seguir o POP da Corporação e atuam sob a coordenação de oficiais capacitados.

A orientação é que os PMs adotem ações a partir do momento em que são detectados indícios de ilegalidade em ações de indivíduos abordados, ou seja, a opção de confronto é sempre do criminoso. Todas as mortes decorrentes de intervenção policial são investigadas em inquéritos policiais que, de acordo com a apuração das responsabilidades, podem resultar em investigações da Corregedoria da PM (LOURENÇO; BONORA, 2014).

No entanto, ao acompanhar vídeo de policiais digitalmente é dito que o termo “perseguição” é utilizado de maneira errada. Segundo eles, não existem leis no Brasil que regulamentem as “perseguições policiais” com essas palavras. A única regulamentação é o poder de polícia e o POP da corporação com o termo “acompanhamento”.

Além disso, encontramos na legislação algumas normas que os policiais devem seguir. O CTB, no art. 29, define como “veículos de emergência” aqueles destinados ao combate de incêndios e salvamentos, os de polícia, os de fiscalização de trânsito e as ambulâncias. Essa categoria de veículos tem livre circulação,

estacionamento e parada, mas somente quando, comprovadamente, prestando serviços de urgência. Nesses casos, a lei determina que usem dispositivos de alarmes sonoros (sirene) e de iluminação vermelha intermitente sobre os tetos parada (BRASIL, 1997).

Apesar da prioridade que a lei dá para veículos de emergência isso não autoriza o cometimento de infrações de trânsito. Para prestar o serviço público, não adianta criar problemas ainda maiores.

Mas qual a diferença entre a "perseguição" e "acompanhamento"?

Perseguir nada mais é que seguir de perto, na mesma toada do carro ou moto suspeita. Nesse formato, o policial, ao "perseguir", adota a mesma dirigibilidade de seu oponente. É preciso entender que a simples "perseguição" desenfreada é problemática, ou seja, não apresenta técnica operacional e nem segue protocolos de procedimentos recomendados para situações de risco ou emergência (LORDELLO, [20--]).

Por isso, ao invés do termo "perseguição" é recomendado o uso de "acompanhamento", pois este último infere a utilização de técnicas de direção defensiva, evasiva e ofensiva, e não uma perseguição desenfreada com o objetivo de prender o suspeito a todo custo.

A comunicação entre os policiais envolvidos no acompanhamento com a COPOM, faz parte de uma estratégia conhecida como "cerco" policial, onde o objetivo é cercar o automóvel ou motocicleta em fuga (LORDELLO, [20--]).

2.1.5 Procedimentos quando em acompanhamento à distância

No Anexo A é possível ver o POP para acompanhamento policial lançado pela PM de Goiás, em sua 3ª edição, bem como o respaldo legal para a atitude policial.

Além da PM de Goiás, a PM de Sorocaba, por intermédio do chefe da Seção de Comunicação Social (apud LOURENÇO; BONORA, 2014), descreveu os procedimentos operacionais quando iniciado um acompanhamento à distância de veículo:

Acionamento de dispositivos luminosos e sonoros das viaturas; acionar imediatamente o controle de rádio, passando todas as informações dos suspeitos; traçar estratégia para realizar o cerco do veículo; manter

distância segura do veículo acompanhado; e manter a atenção em cruzamentos e semáforos.

Ainda de acordo com o oficial da PM (apud LOURENÇO; BONORA, 2014):

A PM segue praticamente os mesmos métodos utilizados em outros lugares do mundo, porém, costuma adequar as práticas à realidade brasileira. Nos EUA, por exemplo, em alguns Estados, os policiais são orientados até a bater nos veículos em fuga, o que não ocorre aqui no nosso país. Nos horários de ronda, o Águia também é requisitado para apoiar nos acompanhamentos. Mas quando está no solo, só é chamado em casos de emergência.

2.1.6 Código Q e o alfabeto fonético internacional

Durante um acompanhamento, é comum ver o policial modular com a central utilizando códigos para deixar a comunicação mais limpa, clara e objetiva. Nesse sentido, os principais recursos utilizados são o código Q e o Alfabeto Fonético Internacional (IPA).

No início de 1900 o Governo Britânico desenvolveu o Código Q para facilitar a comunicação com navios de outras nações e com idiomas diferentes. Atualmente ainda é amplamente utilizado por agentes militares, civis e também empresas de segurança, logísticas, promotoras de eventos e dentre outras diversas frentes de serviços (GRUPO DHARMA, 2007).

A partir de então, a utilização do código *morse* ficou muito mais simples e rápida, com a utilização do Código Q. Informando apenas 3 letras, uma informação ou pergunta eram transmitidos pelos telégrafos e compreendidas rapidamente.

Mesmo após o código *morse* cair em desuso devido a tecnologia obsoleta dos telégrafos, o código Q passa a ter vida própria e independente, sendo peça chave na comunicação via rádio para uso militar, de empresas, polícia e vigilantes, radio amadores, entre outros.

Abaixo, na tabela 1, uma lista com os códigos Q mais utilizados:

Tabela 1 - Códigos Q mais utilizados

Código	Mensagem	Código	Mensagem
QAP	Na escuta	QRL	Estou ocupado
QSL	Entendido	QTH	Endereço

TKS	Obrigado	QRX	Aguarde
QAR	Desligar		

Fonte: Grupo Dharma (2007)

Sobre o IPA, ele “é uma espécie de gráfico que organiza e classifica todos os sons existentes em línguas já registradas — conforme novas línguas são registradas, novos sons são adicionados ao gráfico” (CAMARGO, 2020).

Esse alfabeto pode ser visto na tabela 2. Ele é utilizado na comunicação de militares no mundo todo. Para que serve? Para não confundir as letras, como por exemplo D, B e P, cuja pronúncia soa muito similar e, como a qualidade da comunicação via rádio pode ser baixa, erros de recepção podem ocorrer.

No caso de um acompanhamento em alta velocidade, o policial pode querer consultar junto ao COPOM a placada do indivíduo em fuga para traçar uma estratégia. Para isso, ele deve utilizar o IPA para manter a comunicação clara.

Tabela 2 - Alfabeto fonético internacional utilizado por militares

Letra	Pronúncia	Letra	Pronúncia	Letra	Pronúncia
A	<i>Alpha</i>	J	<i>Juliet</i>	S	<i>Sierra</i>
B	<i>Bravo</i>	K	<i>Kilo</i>	T	<i>Tango</i>
C	<i>Charlie</i>	L	<i>Lima</i>	U	<i>Uniform</i>
D	<i>Delta</i>	M	<i>Mike</i>	V	<i>Victor</i>
E	<i>Eco</i>	N	<i>November</i>	W	<i>Whiskey</i>
F	<i>Foxtrot</i>	O	<i>Oscar</i>	X	<i>X-Ray</i>
G	<i>Golf</i>	P	<i>Papa</i>	Y	<i>Yankee</i>
H	<i>Hotel</i>	Q	<i>Quebec</i>	Z	<i>Zulu</i>
I	<i>Índia</i>	R	<i>Romeu</i>		

Fonte: Castilho, 2023

2.1.7 Viatura policial: motocicleta ou carro?

Segundo Silva (2010, grifo nosso):

A mobilidade e a adaptabilidade ao terreno permitem à motocicleta aumentar a área de atuação do policiamento, tornando a presença do policial mais eficaz, bem como evita a prática delitiva. O deslocamento mais rápido e a possibilidade de ultrapassar obstáculos físicos com facilidade permitem ao motociclista policial patrulhar seu setor com uma frequência cerca de quatro vezes maior que os empregados em veículos de quatro rodas, o que, conseqüentemente, aumenta a ostensividade do policiamento.

No entanto, é evidente que a motocicleta é um veículo mais propenso a acidentes que um carro. A matéria *Moto é o veículo que mais mata no trânsito e o que mais gera indenizações* (PEREIRA, 2018) corrobora com esse pensamento.

A moto é o veículo que mais mata no Brasil. Das 37,3 mil mortes que ocorreram no trânsito no país em 2016, as motocicletas foram responsáveis por 12,1 mil, o que representa 32%, de acordo com as informações mais recentes do Observatório Nacional de Segurança Viária. Os automóveis vêm em segundo lugar, com 24% das vítimas. E em 21% dos casos de morte no trânsito não há registro oficial sobre o meio de locomoção da vítima.

Apesar de serem o maior causador de mortes no trânsito, as motos são apenas 27% do total da frota de veículos do país (97 milhões), segundo dados de 2017 do Departamento Nacional de Trânsito (*apud* PEREIRA, 2018).

No caso do motociclista policial, manter o equilíbrio, conduzir a motocicleta no trânsito e, ainda mais, efetuar o patrulhamento, tornam o veículo mais perigoso. Num acompanhamento a distância, as responsabilidades do policial crescem ainda mais, aumentando o nível de periculosidade.

No que diz respeito a viaturas quatro rodas, Silva (2010) diz o seguinte:

A nossa viatura policial deveria ser personalizada, ou seja, preparada para a nossa atividade fim, tomando-se uma configuração especial para tal, de acordo com as exigências de cada especialidade. Possuir o motor mais potente, suspensão para suportar curvas em alta velocidade, barra de proteção lateral, sistema de proteção contra impactos frontais, sistema GPS para localização e navegação, suspensões mais robustas, sistema de arrefecimento, enfim, muita coisa diferente.

Esses pontos levantados colocam as motocicletas como a opção mais viável para o acompanhamento à distância, apesar de sua periculosidade.

2.1.8 Rastreamento de veículos da polícia

O Departamento de Investigações sobre Narcóticos (DENARC) implementou, até então, um sistema inédito de rastreamento de carros através de GPS (FOLHA DE S. PAULO, 2002).

Os primeiros 20 veículos do Denarc rastreados serão monitorados diretamente por uma central computadorizada. Essa operação possibilita, por exemplo, a organização de cerco a traficantes e o apoio aos agentes em possíveis confrontos. Numa etapa mais avançada, o programa deverá treinar os agentes do Denarc para o uso de *palmtops* (computadores de mão) e equipar com microcâmeras os carros da polícia (FOLHA DE S. PAULO, 2002).

Em 2007, o deputado Baleia Rossi, na Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP), criou o Projeto de Lei (PL) 1309. A proposta estabelece que todas as viaturas das polícias Civil e Militar e do Corpo de Bombeiros, além das ambulâncias dos prontos socorros municipais e dos hospitais públicos e privados do Estado, serão obrigados a ter navegadores digitais GPS para orientar o roteiro de seus deslocamentos no trânsito (ALESP, 2007).

Em 2009, o governador Romeu Zema sancionou a norma, que determina GPS em ambulâncias e viaturas, na Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG). O texto tramitou na Casa Legislativa como o PL 523/15, de autoria do deputado Celinho Sintrocel – atualmente transformado em norma jurídica lei nº 23303, de 2019 (ALMG, 2019). Segundo o art. 1º: “os veículos destinados ao serviço de segurança e saúde públicas do Estado serão equipados com dispositivo que permita realizar sua geolocalização e identificar rotas e endereços”.

Num caso infortúnio envolvendo a PMESP, em 2020, foi pedido a “quebra de sigilo do GPS de viatura após sumiço de jovem em suposta abordagem da PM” (DIAS, 2020).

2.1.9 Tempo de resposta: métrica de eficácia para todos os crimes

Nas operações de cerco e acompanhamento, como podemos medir a eficácia dos soldados nessas ocorrências? Salimbene e Zhang (2020, v. 43, p. 935) nos dá uma métrica essencial: “o tempo de resposta da polícia aos chamados de serviço é uma medida central da eficácia policial”. Segundo os autores, a rapidez com que a polícia responde aos chamados de serviço é um indicador importante da capacidade

da instituição em lidar com as demandas da comunidade e em fornecer serviços de segurança pública de qualidade.

Responder rapidamente quando alertada sobre um crime é uma das ferramentas, por assim dizer, da PM. A efetividade de responder rápido ao alerta de um crime parece ser auto evidente: se a polícia chegar mais rápido, maiores serão as chances de conseguir prender um suspeito ou extrair informações de uma testemunha na cena do crime. Existem literaturas que concluem que a primeira resposta a uma denúncia é a mais importante de toda uma investigação criminosa (HESS, 2012 apud VIDAL; KIRCHMAIER, 2017).

No entanto, o tempo de resposta como medida de eficácia do policiamento não é unanimidade e muitos a questionam. Sherman (2013 apud VIDAL e KIRCHMAIER, 2017), argumenta:

Não há evidência direta que uma rápida resposta pode fazer diferença na taxa de crimes, pelo contrário, existem evidências indiretas de sua ineficácia. É bem raro um episódio onde uma rápida resposta pode pegar um criminoso (tradução nossa).

Bayley (1996, apud VIDAL e KIRCHMAIER, 2017) é mais específico:

Embora muitos estudos tenham procurado encontrar, não há evidências de que reduzir o tempo que a polícia leva para chegar às cenas do crime aumente as chances de que os criminosos sejam capturados [...]. Uma ressalva precisa ser feita: se a polícia puder chegar dentro de um minuto após a ocorrência de um crime, é mais provável que capturem o suspeito. Se chegarem depois disso, as chances de captura são muito pequenas, provavelmente menos de uma em dez (tradução nossa).

No entanto, numa pesquisa produzida por Vidal e Kirchmaier (2017), evidências robustas foram providas sobre o tempo de resposta como causa e efeito na taxa de solução de crimes. Existe muita substância para roubos e crimes com violências, embora todos os outros tipos de crimes também usufram desse efeito. Ainda, os autores definem os dois mecanismos pelo qual o efeito do tempo de resposta funciona: a probabilidade da vítima ou testemunha nomear um suspeito para a polícia; a probabilidade de flagrante e fazer um prisão no cenário do crime.

As descobertas contradizem aqueles que dizem que o tempo de resposta não tem impacto nenhum nas demandas policiais. "Nós argumentamos que minimizar o tempo de resposta é uma política altamente eficaz em termos de capturar uma porcentagem maior de criminosos" (VIDAL e KIRCHMAIER, 2017, tradução nossa).

No que diz respeito ao acompanhamento policial, domínio deste trabalho, o tempo de resposta, na maioria das vezes, é instântaneo (flagrante): o indivíduo comete uma infração, o policial flagra e então o infrator se evade. O tempo de resposta em acompanhamentos policiais pode ser medido a partir do pedido de apoio na ocorrência para realização do cerco.

2.1.10 Medidas de encerramento de acompanhamento

Foi visto (2.1.2) que quando a prevenção falha, é necessário tomar medidas para que a ordem seja restaurada.

As técnicas de encerramento de acompanhamento utilizadas pela polícia se dividem em duas categorias principais: ativas e passivas. As medidas ativas são aquelas que buscam incapacitar parcial ou completamente o veículo em fuga, tornando mais difícil ou impossível continuar dirigindo. Por outro lado, as medidas passivas se fundamentam em esperar o erro do infrator, ou desencorajá-lo a continuar a fuga (DEES, 2021).

O acompanhamento e cerco são medidas passivas que priorizam a segurança dos envolvidos (policiais, infrator e civis). No Brasil, nenhuma outra medida é prevista como procedimento. O policial não pode optar pelo encerramento da ocorrência de outra forma. Tudo se fundamenta na coordenação passiva da equipe para o cerco ou em outros fatores como: esperar o indivíduo cansar, desistir, ficar sem gasolina ou parada forçada devido uma colisão.

Técnicas ativas usadas por outros países não são respaldadas pela doutrina operacional brasileira por motivos de segurança do policial, da população em geral e do próprio condutor em fuga.

2.1.11 Equipamentos utilizados em um acompanhamento

2.1.11.1 Rádio comunicadores

Durante o acompanhamento policial, independente da medida de encerramento de perseguição utilizado, existe uma constante: a rádio comunicação com agentes nas demais viaturas e com o COPOM. Na figura 2, um policial modulando dentro da viatura.

Figura 2 - Policial usando rádio para comunicação na viatura



Fonte: Bearcom, 2019

A tecnologia de rádio é comumente utilizada por agências de aplicação da lei de todos os tamanhos. Rádios bidirecionais (*duplex*) são ferramentas rápidas, efetivas e vitais disponíveis a preços que se encaixam confortavelmente na maioria dos orçamentos. Com rádios bidirecionais, os oficiais podem se manter conectados o tempo todo, seja na estrada ou em uma cena de crime.

Os rádios bidirecionais funcionam convertendo o áudio em ondas de rádio, que são então transmitidas pelo ar. Esse processo é chamado de modulação. As ondas viajam na forma de oscilações elétricas de alta frequência, que são diferentes da forma como os sinais de informação são produzidos e processados. A modulação envolve combinar o sinal de informação com uma onda de alta frequência (chamada de "portadora"), gerando um sinal modulado que pode ser transmitido por rádio.

As ondas de rádio são então recebidas por outros rádios e convertidas de volta em áudio. Esse processo inverso é conhecido como demodulação, que envolve a separação do sinal modulado em sua forma original de sinal de informação e onda

portadora. Isso é feito no receptor de rádio, que remove a onda portadora do sinal modulado e, em seguida, recupera o sinal de informação original para reprodução ou processamento.

A demodulação é essencial para a recepção e decodificação correta de sinais de rádio. A conversão das ondas de rádio pode ser feita por um sinal digital ou analógico, sendo o primeiro a opção mais moderna. O rádio digital permite que os usuários também enviem outros tipos de dados por meio de ondas de rádio, como atualizações de status e mensagens de texto (*CPI OPENFOX*, 2022).

O rádio desempenha um papel fundamental nas operações policiais e é uma ferramenta de comunicação crucial para as forças policiais. Sem ele, as operações policiais seriam piores. Mas, como disse Silva (2010, p. 11), para os acompanhamentos à distância sejam ainda mais eficientes, a comunicação deve melhorar.

A *CPI OpenFox* (2022) vê como favorável a utilização de produtos digitais na comunicação e vida da polícia.

O *software* de comunicação fornece um local centralizado para enviar mensagens, fazer anotações, gerenciar arquivos, agendar atividades e muito mais. Há muitas maneiras pelas quais o *software* de comunicação pode ser inestimável em um ambiente de aplicação da lei. Um oficial no terreno, numa situação complexa, poderia utilizar a tecnologia de videoconferência para discutir a questão com um supervisor. Um policial pode agendar uma audiência no tribunal usando um calendário compartilhado ou colaborar em tempo real com um advogado. As soluções de *software* de informações para aplicação da lei podem ser especialmente úteis para departamentos que exigem compartilhamento rápido e seguro de informações entre unidades e departamentos. Esses sistemas de compartilhamento de informações incluem uma ampla gama de recursos para garantir a segurança e a privacidade de informações confidenciais, como geolocalização em tempo real, mapas e imagens sob demanda, vídeo de câmera corporal, leitura de placas de veículos e bancos de dados de mandados e prisões (tradução nossa).

Uma comunicação fraca, segundo eles:

[...] deixam os policiais e as suas comunidades em risco de lesões, roubos e outros crimes e catástrofes. Uma plataforma de comunicações confiável permite que as autoridades se liguem, envolvam e formem redes colaborativas de forma eficaz (tradução nossa).

2.1.11.2 Câmeras corporais

Em 2021, a Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP) iniciou o projeto de câmeras corporais acopladas ao uniforme dos policiais militares para gravar a rotina de trabalho, respaldar suas condutas e punir quando houver desvios. Veja na figura 3 o modelo de câmera *Axon Body*.

Figura 3 - Câmera acoplada à farda da PMESP



Fonte: Kruse, 2022

O programa consiste na adaptação e expansão de experiências anteriores da PMESP com Câmeras Operacionais Portáteis (COP) e ganhou manchetes dos principais jornais do país graças à aparente correlação entre o uso do dispositivo de vigilância e a queda relevante nos índices de violência policial (NEV-USP, 2021).

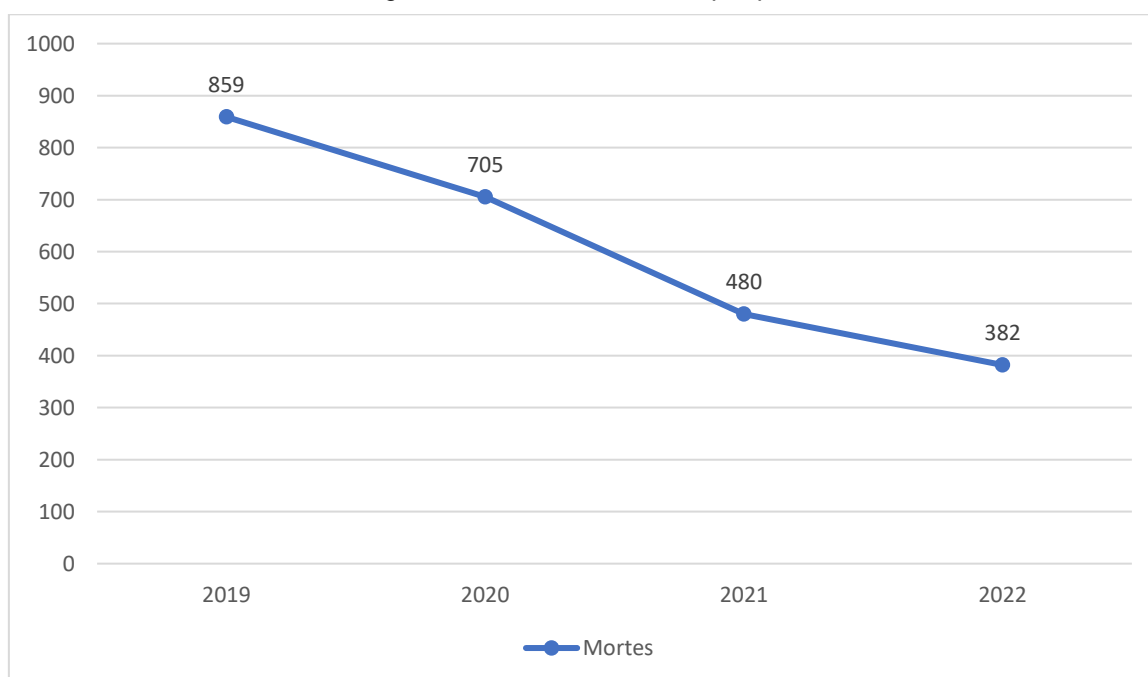
O uso de câmeras portáteis nos uniformes de policiais militares de São Paulo evitou 104 mortes, uma redução de 57%, em relação ao período anterior em que a medida entrou em vigor, segundo um estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

O estudo foi feito entre julho de 2021 e julho de 2022, com base nas ocorrências em regiões onde os policiais militares usavam a câmera corporal e onde não usavam. A pesquisa revelou também que além da letalidade policial, houve redução da criminalidade. Com as câmeras, o total de apreensão de armas cresceu 24%. Já os registros de casos de violência doméstica cresceram 102%.

De acordo com o estudo, os resultados indicam que a tecnologia cumpriu um papel fundamental na redução do uso excessivo da força. Áreas de companhias de polícia que adotaram a tecnologia tiveram as mortes decorrentes de intervenção policial reduzidas em relação às áreas de companhias que não adotaram (G1, 2022).

Segundo relatório anual da Ouvidoria da PMESP obtido pelo UOL (SIMÕES GOMES; MARTINS, 2022), há uma queda das mortes decorrentes de intervenção policial (MDIP) desde 2019, quando os números começaram a ser computados pela gestão, veja no gráfico 1 a relação de quatro anos. Naquele ano, policiais mataram 859 pessoas.

Gráfico 1 - Registro de mortes cometidas por policiais, 2019 - 2022



Fonte: Gomes e Martins, 2022³

Mas como funcionam as câmeras? O modelo utilizado pela PMESP de São Paulo é o *Axon Body 3*. A câmera tem resolução de vídeo de 1080p, com bateria que dura até 12 horas. A orientação é que os policiais liguem o equipamento quando estiverem a caminho de uma ocorrência enviada pelo COPOM.

³ O número total de 2022 foi retirado em dados levantados pelo G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/05/16/sp-teve-o-menor-no-de-mortes-por-pms-em-servico-na-historia-em-2022-apos-cameras-com-queda-de-80percent-entre-adolescentes.ghtml>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

As imagens, além de serem transmitidas em tempo real para uma central, também ficam armazenadas em uma nuvem, controlada pela empresa *Axon*. Na prática, eles não oferecem somente os equipamentos, mas todo o serviço de armazenamento das imagens.

A transmissão em tempo real permite que as ações de abordagens, fiscalizações, buscas, varreduras, acidentes e demais interações com o público sejam acompanhadas, segundo a Secretaria da Segurança Pública.

A plataforma de armazenamento é protegida por criptografia e permite que sejam feitas busca de vídeos por data, nome do policial, localização, entre outros filtros. As imagens também podem ser anexadas em processos judiciais (PASSARELLI, 2023).

As câmeras acopladas as fardas dos policiais de São Paulo se mostram excelentes. Os dados são muito bons em termos de redução da letalidade. No entanto, seu uso ainda gera muita controvérsia e muitas pessoas são a favor de retirá-las do uso do policial. Alguns argumentam que é necessário confiar no policial. Outros, que a câmera ligada por 12 horas é um abuso.

Por fim, as câmeras podem ser uma ferramenta aliada ao policial, principalmente no que tange acompanhamento de veículos em fuga.

2.1.12 Funcionamento do COPOM

A central de inteligência da PM é uma importante ferramenta do policial de campo, pois ele desempenha diversas funções cruciais para o funcionamento e eficiência da instituição.

Figura 4 - Sala da COPOM da PMESP



Fonte: Jalonetsky, 2017

Na figura 4 é exibido a sala do COPOM, que se constitui de um *videowall* que possui 3,4 metros de altura por 23 metros de largura e é composto por 95 de monitores de 55 polegadas, que podem operar em conjunto, produzindo uma imagem gigante, em grupos, ou individualmente, de acordo com nossa necessidade. Na frente dele, parte da equipe dos PMs responsáveis, pelo monitoramento e controle de ocorrências e do despacho e acompanhamento de forças de emergência (JALONETSKY, 2017).

Através do atendimento telefônico, o COPOM recebe informações sobre ocorrências, acionando as viaturas policiais para os locais necessários e coordenando o efetivo disponível para responder às demandas.

Além disso, o COPOM também é responsável pela centralização e distribuição de informações operacionais para as unidades da PM. Ele monitora as ocorrências em tempo real, auxiliando na tomada de decisões e na alocação eficiente dos recursos disponíveis.

Quando perguntado o que o COPOM faz.

A parte mais conhecida do nosso trabalho é providenciar socorro imediato para os pedidos da população relacionados a emergências Policiais ou dos Bombeiros. A central do COPOM atende os 21 milhões de cidadãos da área

metropolitana de São Paulo. Apenas como base de comparação, o Estado de Pernambuco possui 10 milhões de habitantes. A central recebe cerca de 45.000 (incluindo PM e corpo de Bombeiros) ligações por dia no “190”, das quais 15.000 geram ocorrências envolvendo o despacho de uma ou mais viaturas. Um dado curioso é que 52% destes casos atendidos pela PM são de cunho social, ou seja, não envolvem crime.

Para cargo de exemplo, *Jalonsky* (2017) narrou os procedimentos do COPOM em um caso de roubo de veículo:

O sistema do COPOM passou a preencher várias informações da ocorrência, de forma autônoma e independente, baseado no que o Atendente estava digitando (1). Antes mesmo do Atendente finalizar o registro, o sistema decidiu que possuía a quantidade de informações suficientes para procurar o carro roubado, e se integrou a uma grande rede de pontos de monitoramento distribuídos pelas rodovias e cidades de todo estado. Esses pontos conseguem ler as placas de veículos (2). Em minutos, um destes pontos encontrou o veículo e um alerta visual e sonoro apareceu nas telas do COPOM, indicando o local e as características do carro. Simultaneamente, usando um sistema de georreferenciamento, o sistema localizou todas as viaturas da PM que estavam num raio de 4km do evento e enviou um alerta eletrônico para seus tablets. Os PMs do COPOM também transmitiram por rádio um alerta para todas as viaturas. No instante que um veículo roubado é “visto” por um dos pontos de monitoramento, um alerta visual e sonoro é enviado para o COPOM e para os tablets das viaturas da PM, indicando o local (3). O sistema continuou indicando a passagem do veículo por outros pontos de monitoramento, o que, aliado à experiência profissional dos PMs, pode indicar o provável percurso do alvo; e pesquisar se o padrão de comportamento dos veículos adjacentes demonstrava uma possível ação em conjunto e identificá-los como parte de uma quadrilha. Essas informações eram acessadas instantaneamente pelos sistemas do COPOM e passadas para os *tablets* das viaturas envolvidas (4). No COPOM era possível acompanhar as viaturas e os Policiais engajados na ocorrência, seu local e trajeto exatos, assim como os do alvo, tudo online e em tempo real. O cerco e a abordagem foram feitos e o carro recuperado (5).

Em alguns vídeos de acompanhamentos da PM no *YouTube*, é possível ver o apoio em tempo real do COPOM, ou outras centrais de inteligência, com câmeras espalhadas pela cidade (PERSEGUIÇÃO..., 2017).

O capitão Gerson Baeto é coordenador do COPOM *Online*, ferramenta projetada pela própria corporação que permite o acompanhamento em tempo real de todas as ocorrências em andamento no Estado (atendimento e finalização). O sistema mapeia os locais de maior e menor incidência de crimes com base nas 35 mil ligações diárias recebidas nas 98 companhias da PM na capital e Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

O quadro com as ocorrências é atualizado automaticamente a cada 30 segundos. E o sistema autoriza o usuário imprimir, delimitar áreas específicas e dar

um zoom nos mapas, que são processados sobre imagens aéreas e de satélite. Além disso, emite relatórios com as últimas ocorrências notificadas e aponta áreas críticas para o policiamento.

Ao clicar sobre cada ponto no mapa, o policial é informado sobre qual é o local, tipo de ocorrência, nível de prioridade e qual viatura está empenhada no atendimento. O serviço fica disponível na rede interna (intranet) da Secretaria da Segurança Pública de São Paulo (SSP) e o administrador do sistema consegue identificar quem o utilizou, em qual horário e o que consultou.

A indicação geográfica de ocorrências é um serviço pioneiro no País. No Estado, atende a capital, ABC, Santos, São Vicente, Campinas, Ribeirão Preto, Sorocaba, Bauru, Araçatuba e São José do Rio Preto. Até o final do ano, estará disponível em Mogi das Cruzes, Jundiaí, Bragança Paulista e no Vale do Paraíba (MASCIA SILVEIRA, 2005).

2.2 Estudos de caso

2.2.1 Visão e percepção visual

O modelo de responsabilidade por acidentes de Petter Gregersen e Bjurulf (1996) reconhece dois inputs diretos no cálculo da responsabilidade por acidentes, ou a propensão de um motorista a se envolver em um acidente. Esses inputs incluem o contexto atual na estrada e as habilidades e conhecimentos que o motorista emprega para lidar com qualquer problema dentro desse contexto.

Um dos principais processos que ligam ambos os fatores é a extração visual de informações da cena de condução. Qualquer situação que um motorista possa enfrentar será predominantemente mediada pela visão. A aquisição de informações visuais é influenciada pela experiência e treinamento. Portanto, a percepção de uma situação potencialmente perigosa depende das habilidades e conhecimentos daquele motorista. Por esse motivo, treinamentos de direção evasiva para a PM é importante; para que a experiência possa agir de forma automática e prevenir acidentes.

Na academia, foi frequentemente relatado que 90% de todas as informações de condução são visuais, e embora a natureza quantitativa precisa dessas

afirmações seja um tanto duvidosa, a importância da visão para um motorista é aceita (SIVAK, 1996).

Cairney e Catchpole (1989) constataram que muitas pessoas pensam que o comportamento humano é a principal causa de acidentes de trânsito, ou seja, as coisas que as pessoas fazem erradas ao dirigir, mas, tentar mudar o comportamento das pessoas, como suas atitudes ou motivações, não havia funcionado muito bem até a data de publicação de seu artigo. De acordo com elas, a abordagem mais eficaz é mudar o sistema de transporte nas estradas para levar em conta as habilidades e limitações das pessoas que o usam, pois, segundo dados coletados em todos os tipos de acidentes, foi que a maioria das pessoas envolvidas nos acidentes não viu a outra pessoa com quem colidiram a tempo de evitar o acidente. Em muitos casos, obstáculos visuais, como outros carros na estrada, contribuíram para o fato de que as pessoas não vissem umas às outras.

Nagayama (1978) afirma que “não há dúvida que a percepção visual é vital para segurança no trânsito”. Segundo ele, percepção visual refere-se à capacidade do cérebro de interpretar e compreender as informações visuais que são recebidas pelos olhos. O autor argumenta que a segurança no trânsito não depende apenas da qualidade da visão das pessoas, mas, da percepção visual.

Certamente, visão e percepção visual são de extrema importância para o trânsito.

2.2.2 Estímulo visual em um acompanhamento policial

Os estudos sobre o estímulo visual e o perigo na estrada se concentram, em sua maioria, em pequenos eventos de curta duração, como a desatenção do motorista, um ciclista na lateral da rua que atravessa abruptamente, ou um pedestre trafegando no meio da via. Porém, que resultados temos sobre uma longa disposição ao perigo na estrada, como no caso de um acompanhamento policial?

Quanto mais tempo um estressor (causador do estresse) estiver presente, maior será a tensão sobre os motoristas (G. HOYOS 1988). Um exemplo óbvio desse tipo de situação é a perseguição policial típica. Nessas situações, o motorista está exposto a um perigo prolongado, que pode incluir alta velocidade, comportamento de acompanhamento próximo (ficar muito próximo do indivíduo),

manobras rodoviárias não convencionais e a carga mental adicional da comunicação e tomada de decisão em relação à perseguição.

Todos esses fatores podem influenciar as estratégias de atenção e oculomotoras do motorista para extrair informações visuais da cena. Por exemplo, a taxa de mudança da cena visual aumenta à medida que a velocidade de condução aumenta. Isso pode levar a fixações mais curtas, mas mais prevalentes, em um esforço para compensar a cena visual que muda mais rapidamente, ou, alternativamente, os motoristas podem tentar ver mais longe na estrada.

Em relação ao acompanhamento de veículos, Hella, Laya e Neboit (1996, apud *CRUNDALL et al.*, 2003) descobriram que o acompanhamento próximo de um veículo à frente pode levar a durações de fixação mais curtas no carro da frente e uma busca mais ampla. Muitos pesquisadores também mostraram que um aumento na dificuldade das manobras rodoviárias leva a um aumento na taxa de amostragem, mesmo ao comparar curvas simples com estradas retas (*SHINAR*, 1977; *ZWAHLEN*, 1993 apud *CRUNDALL et al.*, 2003).

Crundall et al. (2004) investigou como o ato intencional de seguir outro carro pode afetar a atenção visual dos motoristas e, conseqüentemente, prejudicar a capacidade de dirigir. Os resultados do estudo mostraram que quando os participantes seguiam intencionalmente o carro à frente, eles tinham uma atenção visual mais focada e passavam mais tempo olhando para o veículo à frente. Os participantes, também, estavam menos cientes da presença de pedestres, cometeram mais infrações de ceder a passagem e estiveram envolvidos em mais acidentes relacionados a ceder a passagem. Os resultados destacam os desafios enfrentados ao seguir outro carro e relacionam esses desafios às demandas cognitivas impostas aos motoristas, especialmente aos policiais que frequentemente se envolvem em perseguições e seguimentos intencionais de veículos.

O efeito do aumento da carga de trabalho nos movimentos oculares devido a uma tarefa secundária é mais complexo e depende da natureza da tarefa (*VERWEY e VELTMAN*, 1996 apud *CRUNDALL et al.*, 2003). Tarefas verbais tendem a diminuir as durações das fixações e a encorajar uma taxa de amostragem aumentada, enquanto as tarefas de imagens focam a atenção com fixações mais longas e uma busca menor.

2.2.3 Sobrecarga mental enquanto dirigindo

Zahabi *et al.* (2021) avaliaram os efeitos de tarefas secundárias (únicas e múltiplas) no desempenho e na carga cognitiva de policiais em condições de direção normais e de perseguição.

Acidentes de veículos são uma das principais causas de lesões e mortes de policiais em serviço. Esses acidentes são frequentemente atribuídos ao uso de tecnologias no veículo e à realização de múltiplas tarefas enquanto dirigem (NLEOMF, 2023).

Para testar essa constatação, dezoito policiais participaram de um experimento de simulação de direção. O experimento avaliou o efeito de tarefas secundárias únicas ou múltiplas (via MCT e rádio) e a condição de direção (normal *versus* perseguição) no desempenho de direção, carga cognitiva, precisão e tempo de reação das tarefas secundárias dos policiais.

Os resultados sugerem que os policiais protegem seu desempenho de direção quando realizam tarefas secundárias. No entanto, sua carga de trabalho e desempenho de direção se deterioraram em condições de perseguição em comparação com situações de direção normais. Os policiais experimentaram uma carga de trabalho mais alta quando estavam envolvidos em tarefas secundárias, independentemente da modalidade ou tipo da tarefa. No entanto, eles foram mais rápidos, mas menos precisos ao responder ao rádio em comparação com o MCT.

Os policiais experimentam uma alta carga de trabalho mental em situações de perseguição, o que pode reduzir seu desempenho de direção e precisão quando estão envolvidos em algumas tarefas secundárias.

Os resultados deste estudo podem ser úteis para agências de polícia, instrutores e fabricantes de tecnologia de veículos para modificar políticas existentes, protocolos de treinamento e o design de tecnologias de veículos policiais, a fim de melhorar a segurança dos policiais.

2.2.4 Localização em tempo real dos agentes e notificação para central

Como os policiais trabalham em campo dispersos geograficamente, a necessidade de um sistema de localização em tempo real parece ser bem intuitiva. Nesse sentido, um projeto utilizando GPS foi proposto na conferência *International*

Conference on Intelligent Computing and Communication for Smart World (2020). A ideia do projeto era preservar a vida de policiais em operações que envolvessem confronto, e para isso, queriam determinar a localização exata e os parâmetros de saúde da força policial (se está sangrando, por exemplo) e, em seguida, transmitir as informações para a sala de controle em tempo real, para que as ações apropriadas pudessem ser tomadas em caso de crise. O sistema proposto utiliza um módulo GPS e uma rede de sensores para registrar todos os parâmetros em tempo real. Além disso, os policiais são fornecidos com um interruptor de alerta para pedir ajuda em situações de emergência e um módulo de câmera para capturar evidências e transmitir as informações para a estação base.

Em uma outra conferência, *IEEE Student Conference on Research and Development* (SCOReD, 2019), Vinarao et al. propuseram a ideia de um aplicativo móvel de segurança para mulheres a fim de ajudar as autoridades a rastrear criminosos por meio do uso desse aplicativo, fornecendo notificações em tempo real via *Short Message Service* (SMS), rastreamento GPS e chamadas de emergência para a delegacia de polícia mais próxima.

O sistema também auxiliará as autoridades na prevenção de crimes antes que ocorram, dependendo da resposta do usuário. O estudo é mais adequado para indivíduos que viajam para destinos desconfortáveis. O estudo requer que os usuários tenham um saldo ativo de rede móvel para maximizar o potencial do sistema. Ele envolve um servidor de hospedagem que recebe e processa reclamações iniciadas pelos usuários (SCOReD, 2019, tradução nossa).

Por fim, na conferência *International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems* (ICAISS, 2023), um sistema foi criado para ajudar a localizar pessoas desaparecidas. A ideia é popular um banco de dados com *complaints* (reclamações) da pessoa desaparecida — possíveis avistamentos. Dentre as pessoas que têm acesso a esses dados se encontra a polícia. Para o desenvolvimento desse sistema foi utilizado o ESP32 e GPS.

2.3 Intervenção computacional

2.3.1 Transformação digital

De acordo com AWS ([202-?]):

A transformação digital é o processo que uma organização aplica para integrar a tecnologia digital em todas as áreas de uma empresa. Esse processo muda fundamentalmente a forma como uma organização agrega valor aos clientes. As empresas adotam tecnologias digitais inovadoras para fazer mudanças culturais e operacionais que se adaptam melhor às demandas dos clientes em constante transformação.

Simplificando, transformação digital é implementar *software* em todos os processos de uma empresa. A própria AWS ([202-?]) dá exemplos de transformações digitais:

- Empresas começam a criar soluções digitais, como aplicações móveis ou uma plataforma de comércio eletrônico;
- Empresas migram da infraestrutura de computadores *on-premises* para a computação em nuvem;
- Empresas adotam sensores inteligentes para reduzir os custos operacionais.

Segundo C. Verhoef *et al.* (2019), existem três principais necessidades guiando a transformação digital, o terceiro é o mais importante deles:

O comportamento do consumidor está mudando como resposta à revolução digital. Os números de mercado mostram que os consumidores estão direcionando suas compras para lojas *online*, e os pontos de contato digitais desempenham um papel importante na jornada do cliente, afetando tanto as vendas online quanto as *offline*. Com a ajuda de novas ferramentas de pesquisa e mídias sociais, os consumidores se tornaram mais conectados, informados, capacitados e ativos. As tecnologias digitais permitem que os consumidores cocriem valor ao projetar e personalizar produtos, realizar atividades de distribuição de última milha e ajudar outros clientes compartilhando avaliações de produtos. Dispositivos móveis se tornaram importantes no comportamento do consumidor atual e facilitam o "*showrooming*", a prática de examinar mercadorias *offline* e depois comprá-las *online*. Os consumidores também dependem fortemente de aplicativos e das novas tecnologias baseadas em IA, como o *Echo* da *Amazon* e o *Google Home*, que estão entrando na vida dos consumidores. Essas novas tecnologias digitais provavelmente mudarão estruturalmente o comportamento do consumidor e, conseqüentemente, o uso dessas novas tecnologias digitais pode facilmente se tornar a nova norma e desafiar as regras de negócios tradicionais. Se as empresas não conseguirem se adaptar a essas mudanças, elas se tornarão menos atraentes para os clientes e provavelmente serão substituídas por empresas que aproveitam essas tecnologias.

A facilidade que o consumidor encontra com a transformação digital é a principal necessidade. No âmbito do serviço público, como a corporação policial, os consumidores são os próprios colaboradores da organização. O governo federal

(MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS, [202-?]) põe desta forma:

Transformação digital no governo significa oferecer um serviço público de qualidade, com menos gasto de tempo e dinheiro por parte do cidadão, para melhorar a vida daqueles que vivem e trabalham no país. O potencial da transformação digital no setor público é enorme. Com a automação de serviços, o país reduz substancialmente as suas despesas anuais e torna a vida do cidadão mais fácil. Monitora-se melhor a oferta desses serviços e suas melhorias, tornando mais direta e transparente a relação do Estado com os brasileiros.

A transformação de processos em *software* é uma realidade no mundo atual pois, além de facilitar a vida de todos os envolvidos, ela reduz os custos, e, como dito na introdução, o único motivo para não a implementar em todos os setores da sociedade é a crença de que determinada área não é passível de automação (LAWSON, 2022).

A Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF) vem investindo em projetos de modernização e aprimoramento da área de tecnologia, visando oferecer serviços de qualidade à população e proporcionar maior eficiência em suas operações. Jefferson Cerqueira (2019), da Universidade de Brasília, propôs uma transformação no sistema de registro de ocorrências. Na PMESP, a aquisição de câmeras corporais (2.1.13.3) têm melhorado a prestação de serviço por parte dos policiais e os resultados obtidos. Em conferências, tecnologias utilizando rastreamento em tempo real vêm sendo propostas (I2C2SW, 2020; SCOReD, 2019; ICAISS, 2023).

Assim, a transformação digital é uma iniciativa de suma importância para proporcionar um serviço de excelência à população, trazendo eficiência nas operações e reduzindo o tempo de execução das atividades cotidianas dos policiais (COSTA DE LIMA *et al.*, [202-?]).

2.3.2 Tecnologia 5G e o IPv6

Em 2023, a tecnologia de comunicação móvel evoluiu significativamente e agora estamos caminhando para um novo salto tecnológico com o desenvolvimento da quinta geração de redes móveis, conhecida como 5G. Esse novo sistema promete ser mais rápido, eficiente e confiável do que as gerações anteriores, com

melhorias significativas em termos de velocidade, cobertura, capacidade e tempo de resposta (RENNÓ DE MENDONÇA FARIA, 2019).

Com o 5G, cada usuário terá sua própria rede em banda larga, isto é, cada dispositivo conectado à rede terá uma conexão individual de alta velocidade e capacidade, sem precisar compartilhar a largura de banda com outros dispositivos, permitindo que se conectem mais rapidamente e sem interrupções.

Em suma, como definiu Carvalho em artigo para o *Canaltech* (2022): maior velocidade, menor latência.

Como anda a implementação dessa tecnologia no Brasil? Em 2022, Brasília foi a primeira cidade do país a oferecer o 5G "puro" que funciona na faixa de frequência de 3,5 GHz⁴ em larga escala. A previsão inicial da Anatel era que todas as 26 capitais brasileiras oferecessem o 5G em julho de 2022, mas o prazo foi estendido para setembro de 2022 por razões técnicas (CARVALHO, 2022). O objetivo foi atingido em outubro de 2022 (MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES, 2022).

Em 2023, a Anatel anunciou a liberação da frequência de 3,5 GHz para 5G "puro" em mais 282 municípios brasileiros, o que cobre 62% do Brasil. De acordo com a agência, a liberação aumentará para 964 o número de municípios brasileiros aptos ao 5G puro. Esse total permitirá que 131,5 milhões de cidadãos estejam em áreas atendidas por esse tipo de rede (ALECRIM, 2023).

O plano de cobertura total no Brasil se estende até 2029. Abaixo, na tabela 3, segue o cronograma.

Tabela 3 - Compromisso de cobertura do 5G no Brasil, Jun 2023 – Jun 2029

Prazo	Compromisso de cobertura
Até 06/2023	Uma antena 5G para cada 50 mil habitantes nas capitais e DF
Até 06/2024	Uma antena 5G para cada 30 mil habitantes nas capitais e DF
Até 06/2025	Uma antena 5G para cada 15 mil habitantes nas capitais, DF e municípios com mais de 500 mil habitantes
Até 06/2026	Uma antena 5G para cada 15 mil habitantes nos municípios com mais de 200 mil habitantes
Até 06/2027	Uma antena 5G para cada 15 mil habitantes nos municípios com mais de 100 mil habitantes

⁴ "5G puro" significa que o espectro de 3,5 GHz será integralmente utilizado pela quinta geração, ao contrário do 5G DSS, que compartilha as licenças do 4G (BRAGA, 2022).

	habitantes
Até 06/2028	Uma antena 5G para cada 15 mil habitantes em pelo menos 50% dos municípios com mais de 30 mil habitantes
Até 06/2029	uma antena 5G para cada 15 mil habitantes em todos os municípios com mais de 30 mil habitantes

Fonte: Alecrim, 2023

A liberação do 5G vem sendo feita de maneira progressiva por razões técnicas cujo detalhamento não cabe por aqui. De acordo com o exposto no Apêndice A, temos a lista dos municípios brasileiros que podem implementar o 5G em 2023.

Segundo o relatório *International Mobile Telecommunications-2020* (IMT-2020)⁵ da União Internacional de Telecomunicações (ITU), o 5G tem o potencial de oferecer velocidades de download mínimas de 100 Mbps e uma capacidade máxima de até 20 Gbps. Essas velocidades são muito superiores às oferecidas pelas gerações anteriores de redes móveis, como o 4G (ITU, 2020 apud CARVALHO, 2022).

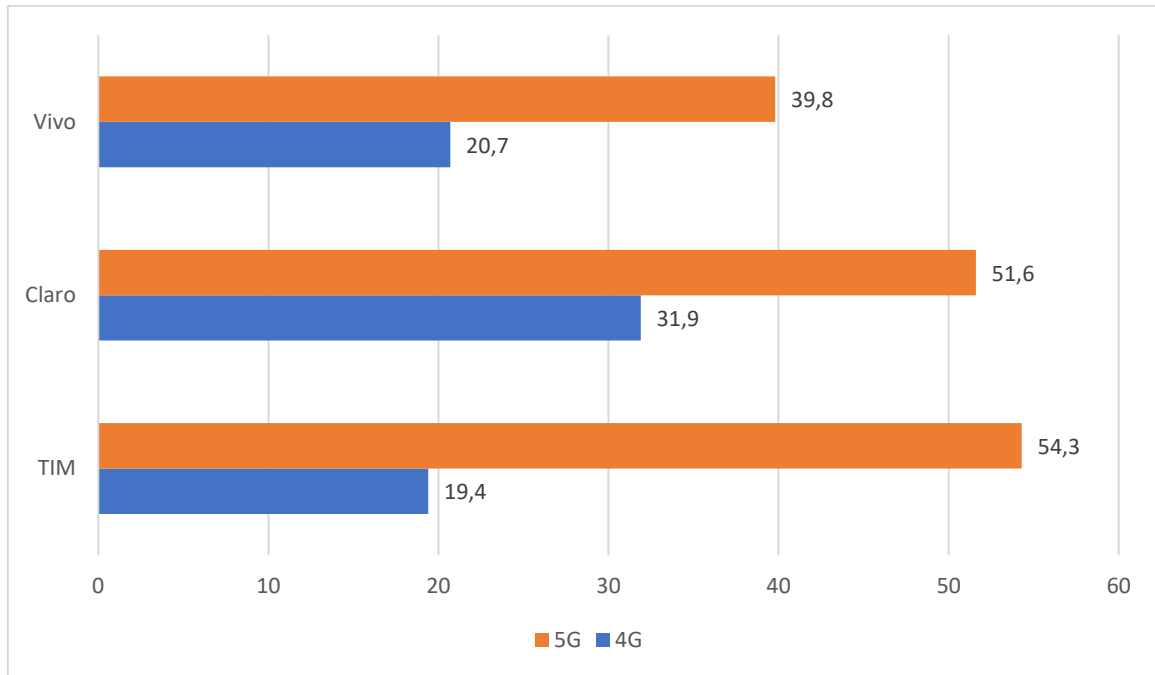
Mas, ainda segundo Carvalho (2022), a realidade ainda é muito diferente. Dados da consultoria *OpenSignal*⁶ publicados em julho de 2022 revelam que o 5G no Brasil já opera na média de 50 Mbps em determinadas operadoras, velocidade que de fato é superior ao 4G que, em análise publicada pelo *Ookla Speedtest*⁷ em junho de 2022, atinge pico de 31,9 Mbps, embora geralmente flutue entre 10 Mbps e 20 Mbps nas cidades do país. Podemos ver essa relação 4G e 5G de algumas operadoras do Brasil no gráfico 5 a seguir:

Gráfico 2 - Média de velocidade em Mbps das redes 5G e 4G de algumas operadoras do Brasil, Jul 2022

⁵ A ITU tem seu grupo de estudos, *ITU- Radiocommunication* (ITU-R), com mais de 5 mil especialistas ao redor do mundo, para desenvolver os fundamentos técnicos da rádio comunicação que guiam as decisões de conferências. Mais, eles criam padrões (recomendações), reportes e livros sobre a rádio comunicação. O IMT-2020, estabelecido em 2015, é um relatório de um grupo de estudos estudando e descrevendo o 5G.

⁶ A Opensignal é o padrão global independente para a análise da experiência móvel do consumidor". Disponível em: <https://www.opensignal.com/reports/2022/07/brazil/mobile-network-experience-5g>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

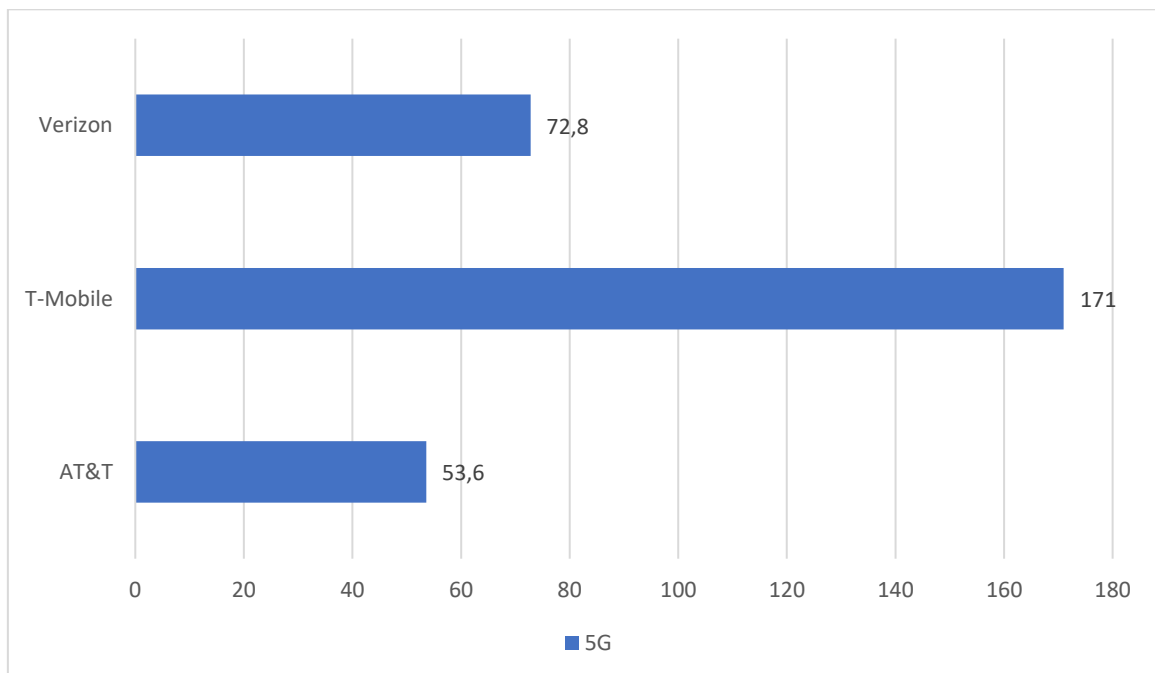
⁷ Disponível em: <https://www.speedtest.net/global-index/brazil>. Acessado em: 19 de maio de 2023.



Fonte: Carvalho, 2020

Nos Estados Unidos, no mesmo período, a experiência é diferente do Brasil. Algumas operadoras superam o potencial de 100 Mbps definido pela ITU enquanto outras ficam abaixo disso, assim mostra o gráfico 6 a seguir:

Gráfico 3 - Velocidade média em Mbps do 5G nos Estados Unidos, Jul 2022

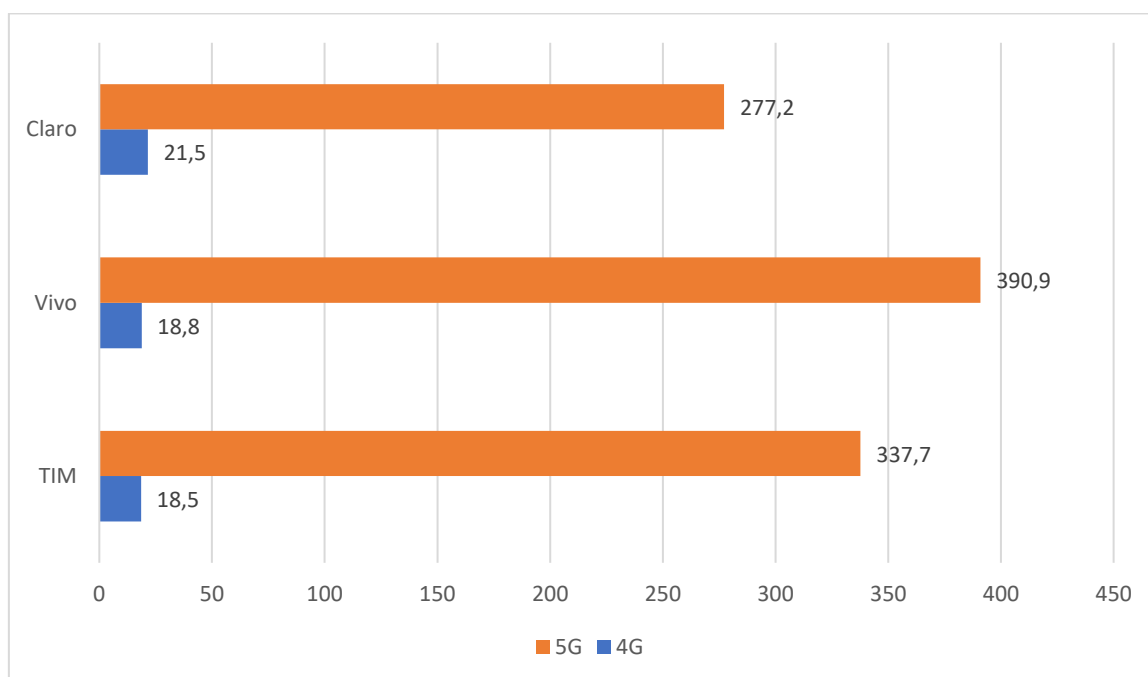


Fonte: Opensignal, 2022⁸

⁸ Disponível em: <https://www.opensignal.com/reports/2022/07/usa/mobile-network-experience-5g>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

Em janeiro de 2023, ainda com dados publicados pela *Opensignal*⁹, podemos ver que o 5G no Brasil já opera em média de 300 Mbps, veja o gráfico 7:

Gráfico 4 - Média de velocidade em Mbps das redes 5G e 4G de algumas operadoras do Brasil, Jan 2023



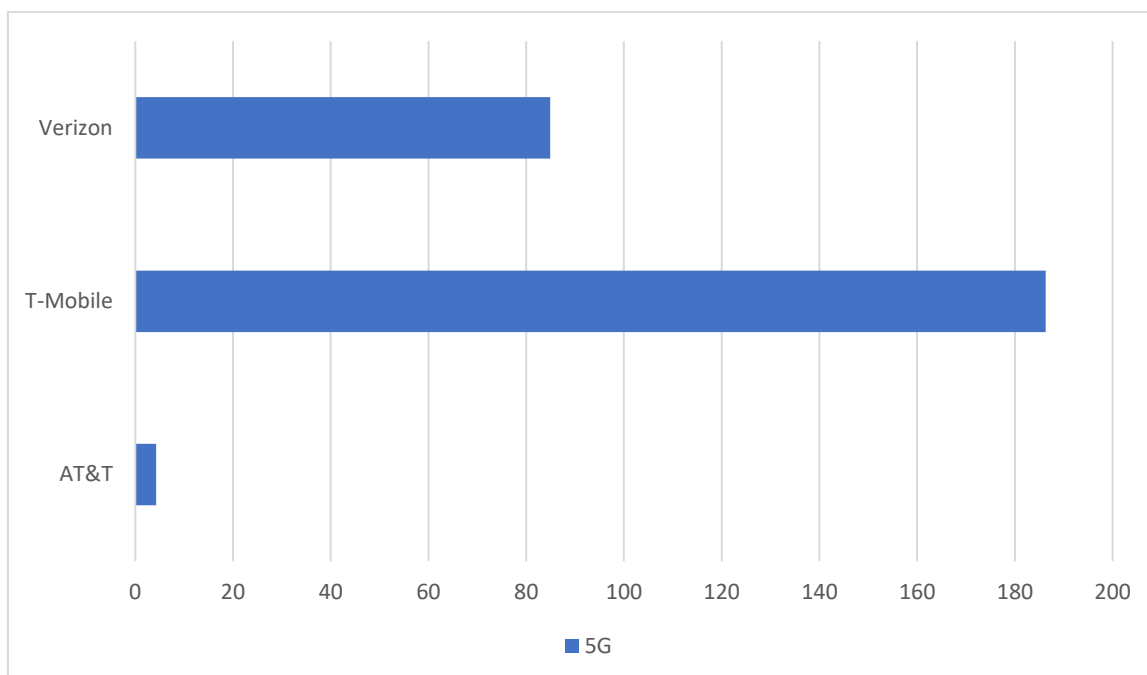
Fonte: *Opensignal*, 2023

Uma velocidade média superior que o próprio Estados Unidos, cuja média pode ser vista no o gráfico 8, em comparação com os 19 Mbps de média do 4G e outras tecnologias em redes móveis¹⁰.

Gráfico 5 - Velocidade média em Mbps do 5G nos Estados Unidos, Jan 2023

⁹ Disponível em: <https://www.opensignal.com/pt-br/reports/2023/01/brazil/mobile-network-experience-5g>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

¹⁰ Disponível em: <https://www.opensignal.com/pt-br/reports/2023/01/brazil/mobile-network-experience>. Acesso em: 19 de maio de 2023.



Fonte: Opensignal, 2023

Também, uma das diferenças significativas entre as redes 4G e 5G está relacionada à capacidade de suporte de dispositivos. Enquanto a rede 4G é capaz de suportar aproximadamente 10 mil dispositivos por quilômetro quadrado, a rede 5G tem uma capacidade muito maior, podendo suportar mais de 1 milhão de dispositivos por quilômetro quadrado (CARVALHO, 2022).

Com essa capacidade de suportar um número muito maior de dispositivos, o 5G tem o potencial de conectar simultaneamente uma variedade de dispositivos em uma área geográfica pequena. Isso é particularmente importante para o desenvolvimento de cidades inteligentes onde há uma necessidade crescente de conectar vários dispositivos, na conexão máquina para máquina, conhecida como *Machine to Machine* (M2M).

Essa necessidade e a capacidade do 5G de suportar tantos dispositivos se conecta diretamente com o advento do *Internet Protocol version 6* (IPv6). Pois, com tantos dispositivos conectado na rede, mais endereços IPs são necessários – estes que estavam se esgotando com o IPv4.

O IPv6 começou a ser adotado para garantir que cada coisa tenha o seu próprio IP, melhorando a estrutura da rede e garantindo mais segurança e eficiência na transmissão de dados.

O número de endereços IP já era considerado insuficiente anos antes do IPv6 surgir, afinal o IPv4 tem um limite de combinações de endereços de 4 bilhões e hoje

a população mundial já se aproxima dos 8 bilhões. Se considerarmos que cada pessoa possui apenas um único dispositivo, apenas metade da população teria direito a um endereço para acesso à internet.

Mas ainda na década de 90 surgiu o *Carrier Grade Network Address Translation* (CGNAT), uma solução de compartilhamento de IPs públicos, que permite que o mesmo endereço IP possa ser utilizado por várias máquinas. Essa tecnologia garantiu a conectividade até então, mas, mesmo com seu uso, os endereços IPv4 se esgotaram no mundo oficialmente em agosto de 2020.

A principal diferença da versão 6 do protocolo de internet é que ele tem um padrão de 128 bits (figura 5) e permite formar 340 undecilhões de endereços, endereços suficientes para a expansão da conectividade permitindo que cada *smartphone*, computador, *tablet*, *notebook* e dispositivos IOT possuam seu próprio endereço.

Figura 5 - Estrutura do IPv6



Fonte: Red Hat, 2019

Portanto, a característica de capacidade de dispositivos conectados do 5G só é possível com o IPv6. Este protocolo de internet é um divisor de águas e mesmo que boa parte das conexões ainda aconteçam com o endereçamento IPv4, o presente e o futuro é em IPv6 (ELETRONET, 2021).

Outra característica notável do 5G em comparação com o 4G é a menor latência, que se refere ao tempo que leva para o sinal percorrer uma rede de comunicação. O 4G geralmente possui uma latência média de cerca de 100 a 130

milissegundos (ms), enquanto o 5G é capaz de oferecer latências quase instantâneas, na faixa de 1 a 5 ms (CARVALHO, 2022).

Essa redução significativa na latência do 5G tem implicações importantes para várias aplicações. Por exemplo, para o entretenimento, em jogos online, onde a latência é crucial para a experiência do usuário, o 5G pode proporcionar respostas mais rápidas e maior capacidade de resposta em tempo real. Para outros setores, como a indústria, a saúde e os veículos autônomos, a baixa latência do 5G pode permitir comunicações ultra confiáveis e com tempos de resposta instantâneos, o que é fundamental para a implementação de tecnologias avançadas, como cirurgias remotas, controle remoto de maquinário e comunicação entre veículos.

Para a segurança pública e a PM, que estão em pauta nesta pesquisa, o baixo tempo de resposta do 5G pode melhorar a coordenação de qualquer operação das corporações, visto que, quase instantaneamente, os agentes poderão comunicar entre si. Isso pode ajudar a melhorar a capacidade de resposta e a tomada de decisões mais informadas em emergências.

Como a PM pode usufruir dessa nova tecnologia de rede em suas operações? Se beneficiando da relação entre o 5G e a Internet das Coisas (IOT).

2.3.3 Internet das coisas

A IOT permitirá que dispositivos eletrônicos se comuniquem entre si ou com o homem, proporcionando um novo nível de interatividade e conectividade em nosso mundo cada vez mais tecnológico. Desde eletrodomésticos inteligentes, como geladeiras e máquinas de lavar, até carros autônomos e drones de entrega, tudo será capaz de se comunicar uns com os outros de forma rápida e eficiente.

Em outras palavras, objetos do cotidiano se tornarão "inteligentes", capazes de coletar e analisar dados, comunicar-se com outros dispositivos e tomar ações com base nessas informações.

Segundo a *Oracle*¹¹, até 2025 serão mais de 22 bilhões de dispositivos IOT conectados na internet.

Com essa nova tecnologia, seremos capazes de construir cidades mais inteligentes e eficientes, onde tudo está conectado e as informações fluem

¹¹ Disponível em: <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>. Acesso em: 20 de maio de 2023

rapidamente, tornando nossas vidas mais fáceis e agradáveis. O 5G somado ao IOT promete revolucionar a forma como nos comunicamos e interagimos com o mundo ao nosso redor.

É aqui que entram os dispositivos de hardware e componentes eletrônicos, como o Arduino. Essas pequenas maravilhas da engenharia desempenham um papel vital na criação e no funcionamento dos dispositivos inteligentes que estão se tornando cada vez mais comuns em nossas vidas.

2.3.4 Arduino Uno

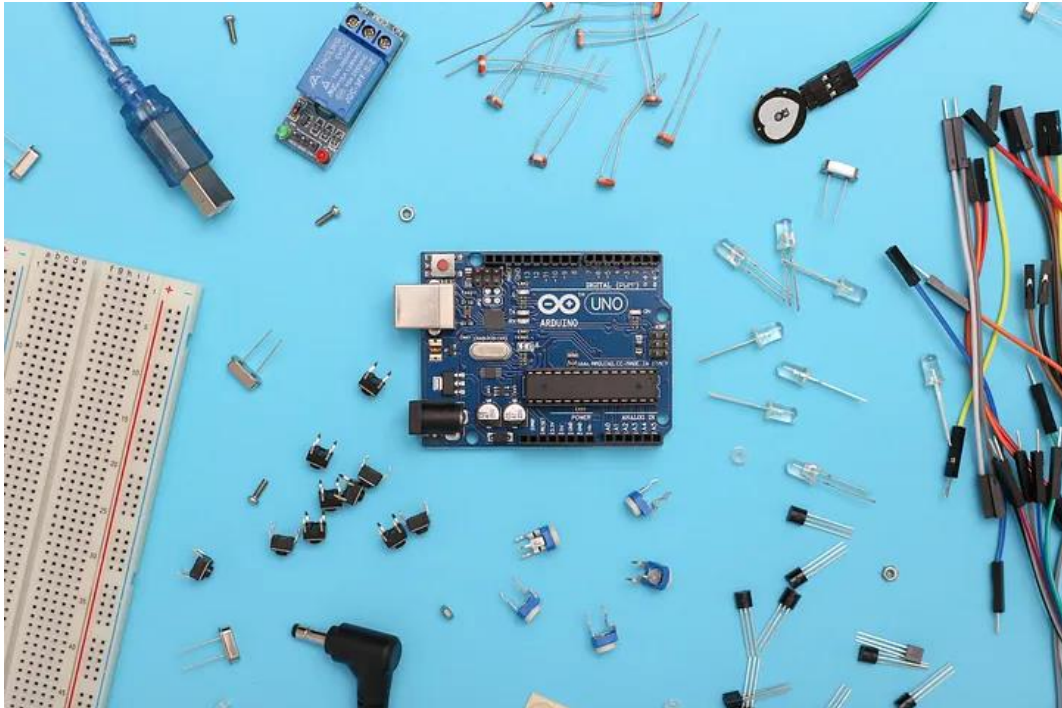
De acordo com o site da plataforma Arduino¹²:

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* que se baseia em *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar. É destinado a artistas, *designers*, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

O Arduino (figura 6) é parte de um futuro cheio de possibilidades quando conectado com outras ideias e conceitos: transformação digital, 5G, IPv6, Internet das Coisas, etc.

Figura 6 - Arduino Uno

¹² Disponível em: <https://playground.arduino.cc/Portugues/HomePage/>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.



Fonte: Sahand Babali, 2020¹³

A história do Arduino (ARDUINO TEAM, 2021) começa na Itália, em 2005, quando cinco estudantes de design de interação da *Interaction Design Institute Ivrea* (IDII) decidiram criar uma plataforma de hardware de código aberto que fosse acessível, fácil de usar e que permitisse a qualquer pessoa criar seus próprios dispositivos eletrônicos. Os fundadores originais do Arduino são: Massimo Banzi; David Cuartielles; David Mellis; Tom Igoe; Gianluca Martino.

Eles queriam criar uma plataforma que não apenas fosse acessível, mas também quebrasse as barreiras tradicionais de entrada na eletrônica e na programação, tornando-as mais amigáveis para iniciantes e entusiastas.

O nome "Arduino" foi inspirado no nome de um bar localizado em Ivrea, onde os fundadores costumavam se encontrar. A primeira placa Arduino, conhecida como "Arduino NG" (*Next Generation*), foi lançada em 2005. Era baseada no microcontrolador ATmega8 da *Atmel* e possuía uma interface de programação simples usando a linguagem de programação *Wiring* (que é muito semelhante ao C/C++).

O Arduino rapidamente ganhou popularidade na comunidade de *hackers*, entusiastas e artistas, pois permitia a criação de uma ampla variedade de projetos interativos, desde robôs até instalações de arte interativa.

¹³ Disponível em: <https://unsplash.com/photos/owjrvbyXYyc>. Acesso em: 20 de setembro de 2023

O sucesso do Arduino se deveu, em grande parte, à sua filosofia de código aberto. As placas Arduino eram acessíveis e todas as informações, esquemas, *layouts* de PCB e o próprio código fonte do *software* eram disponibilizados ao público. Isso incentivou uma comunidade vibrante de desenvolvedores, *designers* e entusiastas a contribuir com melhorias e a criar uma enorme quantidade de bibliotecas e projetos.

Ao longo dos anos, várias versões e modelos do Arduino foram lançados, atendendo a diferentes necessidades e aplicativos. O Arduino também se tornou uma plataforma educacional valiosa, sendo adotado por escolas e universidades em todo o mundo para ensinar eletrônica e programação.

Hoje, o Arduino é uma das plataformas de prototipagem eletrônica mais populares e amplamente utilizadas em todo o mundo. Sua história é um exemplo notável de como a combinação de acessibilidade, código aberto e uma comunidade apaixonada pode revolucionar a maneira como as pessoas abordam a eletrônica e a programação (ARDUINO TEAM, 2021).

Conectando dispositivos no Arduino, uma infinidade de possibilidades é criada:

Suas aplicações são as mais diversas, de diversão passando pela arte, automação residencial e até ajuda a outras pessoas. Por exemplo, o Arduino já foi utilizado para criar uma chopeira controlada por um *iPad* onde era possível acompanhar o fluxo da bebida e obter informações sobre os diferentes tipos de *chopp*. Além disso a placa também servia para informar a temperatura e descobrir quem bebeu mais. Já outra equipe criou uma luva sensível ao tato que ajuda cegos a “enxergar” obstáculos no caminho. Na mesma linha, outro usuário criou uma jaqueta utilizando a versão *LilyPad* (desenhada para construir projetos vestíveis) do Arduino que informa quando um ciclista irá trocar de faixa através de *leds* colocados nas costas da jaqueta (LEMOS apud TELES, 2016).

Na figura 7 abaixo é possível ver uma possibilidade desenvolvida para ciclistas:

Figura 7 - Jaquetas com sinalização que informa quando um ciclista irá trocar de faixa através de *leds*, feito om Arduino



Fonte: Telles, 2016

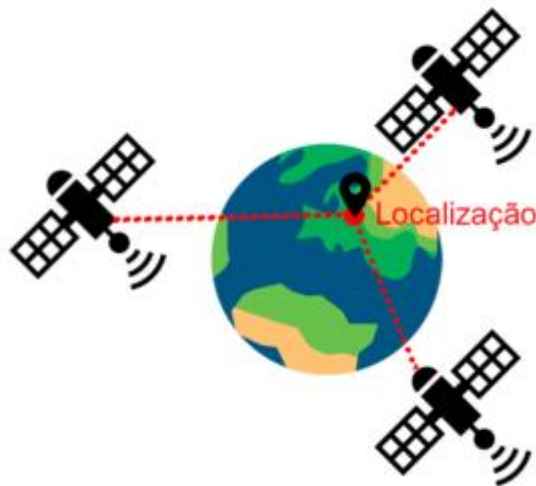
2.3.5 Módulo GPS GY-NEO6MV2

Geolocalização para o trabalho da PM é muito importante. Para isso, é necessário adicionar o recurso de GPS no processo de transformação digital. O Módulo GPS GY-NEO6MV2 ajuda nesse sentido.

Como funcionam os GPS? A função dos receptores GPS é descobrir a que distância eles estão de vários satélites, a figura 8 ilustra bem esse conceito. Os satélites transmitem, na forma de sinais de rádio, em direção à Terra, duas informações: a posição deles; a hora atual. Esses dados identificam os satélites e conseguem informar ao receptor onde eles estão localizados.

O receptor então calcula a distância de cada satélite, levando em consideração quanto tempo levou para os sinais chegarem. Uma vez que tenha informações sobre a distância de pelo menos três satélites e onde eles estão no espaço, o receptor pode identificar sua localização na Terra (OLIVEIRA, 2022).

Figura 8 - Como funcionam os GPS



Fonte: Oliveira, 2022

O Módulo GPS GY-NEO6MV2 é um dispositivo que tem como finalidade definir a geolocalização e fornecer os dados para uma plataforma microcontrolada.

Este Módulo conta com uma antena externa para melhorar a recepção de sinal e a comunicação com a plataforma microcontrolada é feita via *serial* (RX/TX).

O *chip* GPS NEO-6M da *u-blox*, visto na figura 9, é o coração deste módulo. Este *chip* é cheio de recursos, o que torna este módulo bem completo. Ele pode rastrear até 22 satélites em 50 canais, com uma sensibilidade de rastreamento de -162dBm, enquanto consome apenas 45mA de corrente. Ao contrário de outros módulos GPS, ele pode fazer até 5 atualizações de localização por segundo com precisão de posição horizontal de 2,5m.

Um dos melhores recursos que o *chip* oferece é o *Power Save Mode* (PSM), que permite uma redução no consumo de energia do sistema ligando e desligando seletivamente partes do receptor. Isso reduz drasticamente o consumo de energia do módulo (de 45 para 11mA), tornando-o adequado para aplicações sensíveis à energia, como relógio de pulso com GPS.

Figura 9 - *Chip* NEO-6M



Fonte: Oliveira, 2022

Há um *LED* no Módulo GPS NEO-6M que indica o status da Posição Fixa. Ele piscará em várias taxas, dependendo do estado em que está:

- Sem piscar: está procurando por satélites;
- Pisca a cada 1 segundo: posição fica encontrada (o módulo pode ver satélites suficientes).

A tensão de operação do chip NEO-6M é de 2,7 a 3,6V. Porém, um regulador de 3.3V já vem integrado ao módulo como é possível ver na figura 10, assim, os pinos lógicos deste módulo são tolerantes a 5V para que possamos conectá-lo facilmente a um Arduino ou a qualquer outro microcontrolador lógico de 5V, sem a necessidade de reguladores de tensão externos.

Figura 10 - Regulador de tensão do Módulo GPS GY-NEO6MV2



Fonte: Oliveira, 2022

Como é possível ver na figura 11, o módulo GPS GY-NEO6MV2 possui uma *electrically erasable programmable read-only memory* (EEPROM) de 4KB de conectada ao *chip* NEO-6M. Além disso, ele também contém uma bateria recarregável que atua como um supercapacitor. A bateria deste módulo é carregada automaticamente quando o módulo é ligado.

Figura 11 - Bateria recarregável e memória EEPROM



Fonte: Oliveira, 2022

Sem a antena da figura 12 que acompanha o módulo não haveria comunicação. Ela possui um conector U.FL para ser conectado ao módulo e tem sensibilidade de rastreamento de -162dBm, como mencionado acima.

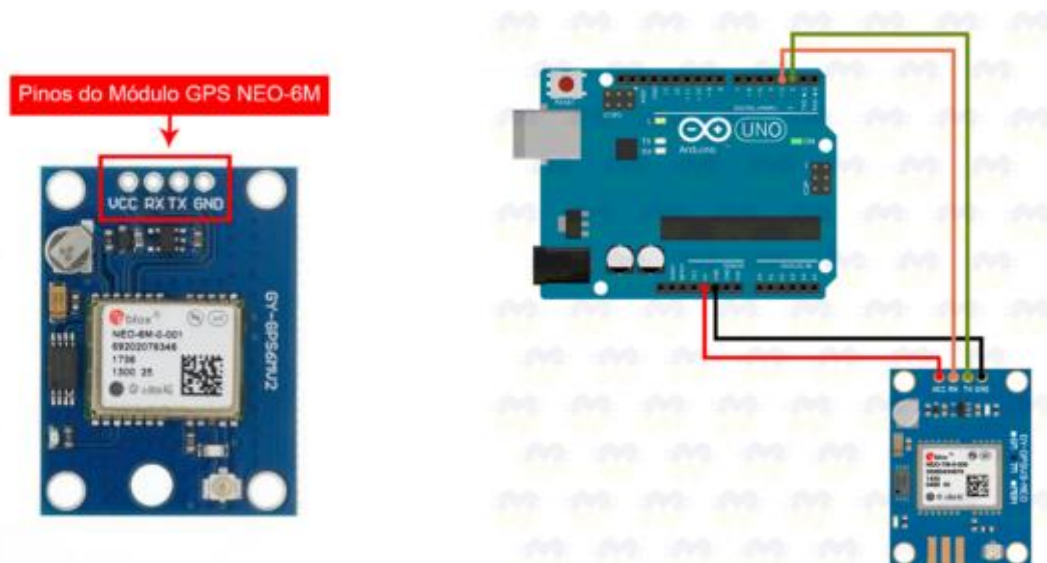
Figura 12 - Antena que acompanha o Módulo GPS GY-NEO6MV2



Fonte: Oliveira, 2022

Esse módulo possui somente 4 pinos, portanto, seu esquema de ligação é simples como visto na figura 13.

Figura 13 - Pinos do Módulo GPS GY-NEO6MV2 e esquema de ligação com arduino

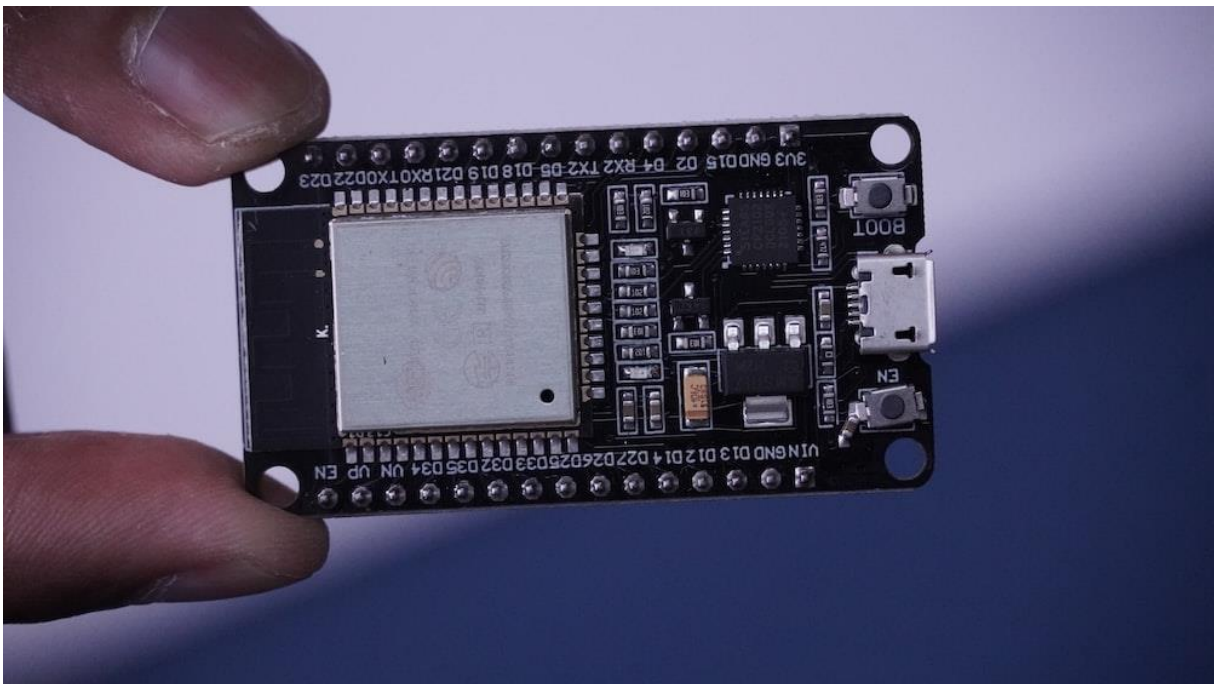


Fonte: Oliveira, 2022

2.3.6 Módulo ESP32-CAM

Em 2015, a empresa chinesa *Espressif* lançou o Microcontrolador ESP8266. O produto foi uma inovação pois já vinha com os circuitos de *WIFI* embutidos no próprio *chip* e com preço bem acessível. O uso do ESP8266 foi muito difundido devido à essas versatilidades. Com a bagagem tecnológica adquirida e com a garantia do sucesso do ESP8266, a *Espressif* lançou em 2016 um outro Microcontrolador com mais recursos além do *WIFI* – o ESP32, visto na figura 14, agora com *Bluetooth* (ELETROGATE, 2022).

Figura 14 - Microcontrolador ESP32



Fonte: *Hamed Taha*, 2022¹⁴

Ele possui dois Microprocessadores Xtensa 32-bit LX6 com até 600 *Dhrystone Million Instructions per Second* (DMIPS) — velocidade de processamento. A frequência do *clock* pode ser de até 240 MHz, dependendo do modelo. A frequência mais comum é 160 MHz (10 vezes o *clock* do Arduino Uno).

O ESP32-CAM, como o próprio nome sugere, integra o *chip* ESP32 com uma câmera, assim visto na figura 15. Além disso, há também entrada para cartão *SD* e um *LED* de alto brilho para cumprir a função de *flash*. Com seu alto poder de

¹⁴ Disponível em: <https://unsplash.com/photos/NEqR20e6eY4>. Acesso em: 20 de setembro de 2023

processamento, o módulo é capaz de fazer *stream* de vídeo, tirar fotos e até processar reconhecimento facial (ELETROGATE, 2022).

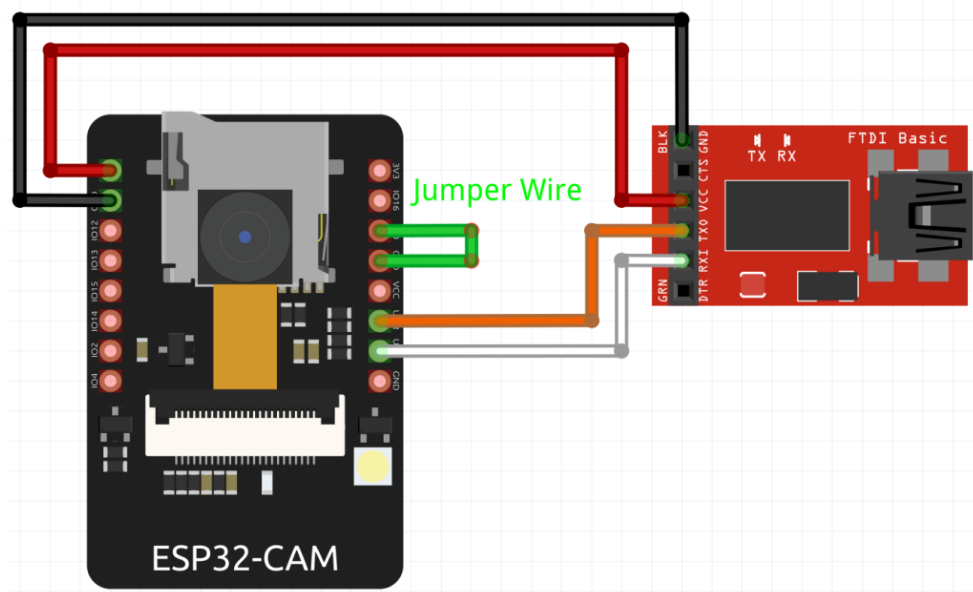
Figura 15 - Microcontrolador ESP32-CAM



Fonte: Eletrogate, 2022

Não há conversor *USB-Serial* nessa placa. Então, para programar o módulo, é necessário montar a seguinte conexão (figura 16) com um conversor:

Figura 16 - Esquema de conexão do ESP32-CAM com conversor *USB* para programação do módulo



Fonte: Eletrogate, 2022

2.3.7 TCP, UDP e Socket

Usar o 5G em cooperação com o IOT é um conceito promissor. No entanto, como funciona exatamente a comunicação dos dispositivos na rede? Como diversos dispositivos interagem entre eles mesmo? Os conceitos aqui trabalhados vêm do artigo “Uma introdução a *TCP, UDP e Sockets*” (TEDESCO, 2019).

Uma rede de computadores é um conjunto de dispositivos eletrônicos interconectados, tais como computadores, servidores, roteadores, *switches*, entre outros, que se comunicam entre si para compartilhar recursos e trocar informações. Essa comunicação pode ocorrer através de cabos, fibra ótica, ondas de rádio ou tecnologias sem fio. A finalidade de uma rede de computadores é permitir que usuários possam compartilhar arquivos, impressoras, conexão com a Internet, além de possibilitar a execução de tarefas em conjunto e a comunicação entre as pessoas, de forma mais eficiente e produtiva.

Cliente e servidor são dois termos comuns utilizados em redes de computadores para descrever a relação entre os dispositivos conectados. O cliente é um dispositivo que solicita serviços ou recursos a um servidor, enquanto o servidor é um dispositivo que fornece esses serviços ou recursos aos clientes.

Na maioria das vezes, os clientes são computadores, *smartphones*, *tablets* ou outros dispositivos eletrônicos que se conectam a uma rede para acessar serviços ou recursos, como arquivos, impressoras, *e-mails*, aplicativos, entre outros. Os clientes enviam solicitações para os servidores, informando o que precisam e aguardando uma resposta.

Já os servidores são dispositivos mais poderosos e especializados que fornecem esses serviços e recursos aos clientes. Eles são responsáveis por gerenciar e armazenar informações, processar dados, controlar o acesso à rede e executar outras tarefas importantes. Os servidores podem ser físicos ou virtuais e podem ser configurados para executar diferentes tipos de serviços, como servidor de arquivos, servidor de impressão, servidor de *e-mail*, servidor *web*, servidor de banco de dados, entre outros.

Uma rede funciona sob protocolos, que são conjuntos de regras e padrões que permitem que dispositivos em uma rede de computadores se comuniquem entre si de forma organizada e estruturada. Eles são essenciais para garantir a

interoperabilidade e a comunicação eficiente entre dispositivos e sistemas diferentes.

A família de protocolos mais conhecida e utilizada em redes de computadores é a TCP/IP, que engloba diversos protocolos importantes. Na camada de rede, o *Internet Protocol* (IP) é responsável pelo endereçamento e roteamento de pacotes. Já na camada de transporte, o *Transmission Control Protocol* (TCP) é um protocolo orientado a conexão que garante a entrega confiável dos dados, enquanto *User Datagram Protocol* (UDP) é um protocolo mais simples, sem conexão e não confiável.

Na camada de aplicação, um dos protocolos mais importantes é o *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), responsável pela comunicação entre o navegador *web* e o servidor *web*. Além desses, a família TCP/IP também inclui outros protocolos essenciais, como o *Domain Name System* (DNS), que é responsável por traduzir nomes de domínio em endereços IP, e o *File Transfer Protocol* (FTP), utilizado para transferência de arquivos entre computadores em rede.

Voltando ao TCP e UDP, que são os mais relevantes aqui, ambos são protocolos da camada de transporte e, quando precisamos de confiabilidade no transporte do dado, usamos o protocolo IP associado ao TCP (que garante a entrega das informações). Quando priorizamos mais velocidade e menos controle, associamos o protocolo IP ao UDP (tráfego de voz e vídeo são bons exemplos onde o UDP teria boa aplicabilidade, ademais, perdendo um ou outro pacote, não interfere totalmente no todo, permanecendo inteligível).

A comunicação do TCP é bidirecional (*full-duplex*), ou seja, permite que as duas máquinas envolvidas transmitam e recebam ao mesmo tempo. O diagrama da figura 17 mostra essa relação bidirecional. Além disso, ele garante a entrega dos dados de forma ordenada e não duplicada.

Figura 17 - Comunicação bidirecional do TCP



Fonte: Tedesco, 2019

Já no UDP, a comunicação não é confiável como no TCP, pois ele não garante a entrega de dados de forma integral – mas isso não é um malefício, porque, por não ter o mesmo controle do TCP, sua entrega acaba sendo mais rápida. Em algumas situações isso é um benefício. Também, a conexão do UDP é *simplex*, ou seja, unidirecional, como pode ser visto na figura 18 a seguir.

Figura 18 - Comunicação simplex do UDP



Fonte: Tedesco, 2019

É importante mencionar que tanto o UDP quanto o TCP usam portas como elementos lógicos para conectar clientes e servidores de aplicações em redes TCP/IP. Cada porta está associada a um serviço específico, permitindo que múltiplas aplicações compartilhem um mesmo endereço IP.

Ao estabelecer uma conexão, o cliente precisa saber qual porta se conectará no servidor para acessar o serviço desejado. Por exemplo, os servidores *web* por padrão usam a porta 80 para servir páginas *web*. Quando um usuário acessa uma página *web* usando o protocolo *HTTP*, é estabelecida uma conexão TCP na porta 80 do servidor para carregar a página.

Ao utilizar portas, é possível distinguir entre diferentes aplicações em execução no mesmo computador ou em computadores diferentes na rede, permitindo que elas operem de forma independente. Além disso, é possível definir regras de *firewall* para controlar o acesso a serviços específicos com base nas portas utilizadas, aumentando a segurança da rede.

É nesse contexto de protocolos de transmissão e portas lógicas que entram os *sockets*. Em termos simples, um *socket* é uma combinação de um endereço IP e uma porta que permite que um processo de aplicação em um computador se

comunique com outro processo em outro computador em uma rede. Mais simples ainda, o *socket* provê a conexão entre duas pontas, sejam elas remotas ou locais. Quando um processo de aplicação em um computador deseja se comunicar com outro processo em outro computador, ele cria um *socket* associando um endereço IP e uma porta.

O *socket* no lado do cliente é configurado com o endereço IP e porta do servidor, enquanto o *socket* no lado do servidor é configurado com a porta onde ele espera por conexões de clientes. Quando um cliente se conecta a um servidor, uma conexão de rede é estabelecida entre os dois *sockets*, permitindo que a comunicação ocorra. Veja essa representação no diagrama da figura 19.

Portanto, o *socket* é uma parte importante do processo de comunicação em redes de computadores, trabalhando em conjunto com o conceito de portas para permitir que os processos de aplicação se comuniquem entre si.

Figura 19 - *Socket* estabelecido entre cliente e servidor



Fonte: Tedesco, 2019

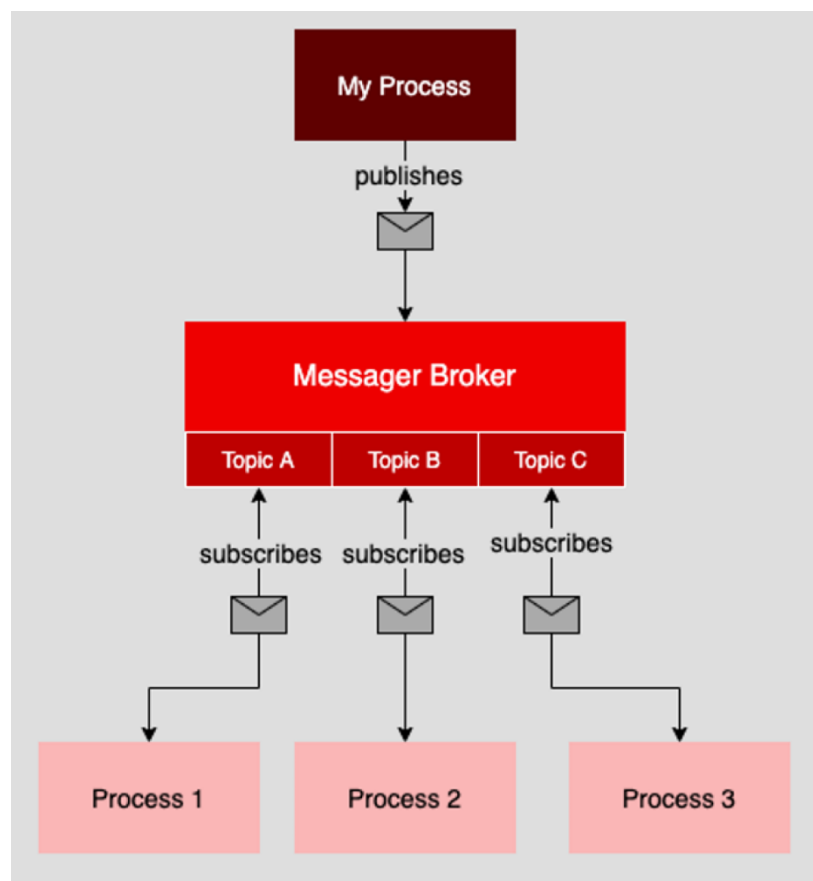
Todo cliente deve conhecer o *socket* do servidor (conjunto IP e porta) para se comunicar, mas o servidor só vai conhecer o *socket* do cliente quando este realizar uma conexão com ele, ou seja, a conexão no modelo cliente-servidor é sempre iniciada pelo cliente.

Para implementação de uma comunicação *socket* é utilizado o *socket.io*, uma biblioteca para comunicação em tempo real baseada em *WebSocket* que permite a troca de dados em tempo real entre clientes (navegadores da *web*) e servidores. Foi lançado em 2010 e é frequentemente utilizado em aplicações *web* para criar recursos como bate-papo em tempo real, notificações em tempo real, jogos *multiplayer* e outras funcionalidades que exigem uma comunicação instantânea entre o cliente e o servidor (ABLY, 2022).

2.3.8 Padrão publish-subscriber

Para comunicação em tempo real, um padrão conhecido como *publish-subscriber* é implementado. Nele, um processo envia uma mensagem para um *message broker* que é responsável por fazer o broadcast para todos os ouvintes interessados naquele evento. Esse processo pode ser visualizado na figura 20. Enviar a mensagem é um processo chamado de *publishing*. Se portar como um ouvinte e esperar por mensagens é chamado de *subscriber*.

Figura 20 - Padrão publish-subscriber



Fonte: Reselman (2021)

Sobre esse padrão, Reselman (2021) argumenta que, graças a sua característica assíncrona, os processos podem fazer o famoso “dispara e esquece”, permitindo enviar o que deve ser enviado enquanto cuida de outras responsabilidades. Também, segundo ele, adicionar *subscribers* é “só um detalhe de configuração” (tradução nossa), nenhuma ação complexa é necessária, o que permite uma alta escalabilidade dessa arquitetura.

2.3.9 JavaScript

MDN Web Docs (2023) descreve *JavaScript* como

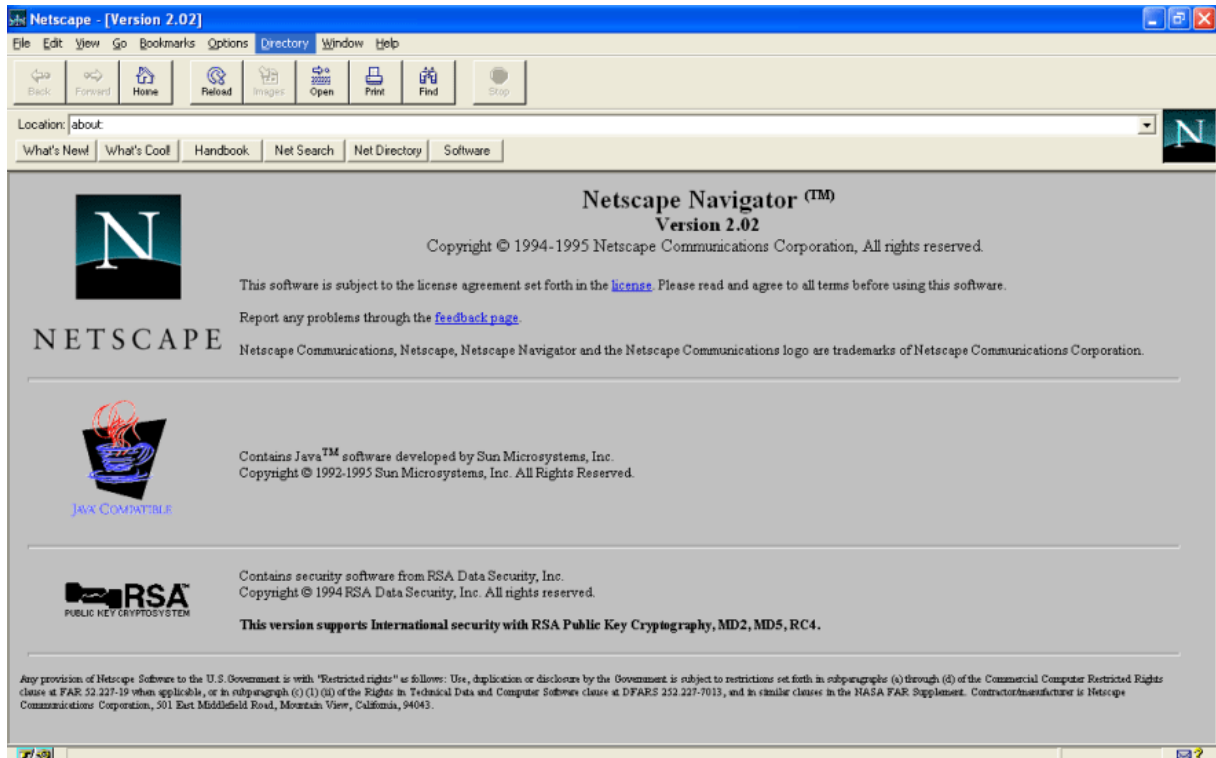
uma linguagem de programação leve interpretada com funções de primeira classe. Embora seja mais conhecida como a linguagem de *script* para páginas da *web*, muitos ambientes que não são navegadores também a utilizam, como *Node.js*, *Apache CouchDB* e *Adobe Acrobat*. *JavaScript* é uma linguagem baseada em protótipos, de múltiplos paradigmas, de *thread* único, dinâmica, que suporta estilos de programação orientada a objetos, imperativa e declarativa (por exemplo, programação funcional).

Uma característica que difere o *JavaScript* de outras linguagens é que ela é baseada em protótipos. A programação baseada em protótipos é um estilo de programação orientada a objetos no qual a reutilização de lógica ou comportamento é realizada reutilizando as propriedades e métodos de objetos existentes, em comparação com o uso explícito da herança baseada em classes. Os objetos dos quais os comportamentos são reutilizados são chamados de Protótipos. A reutilização da lógica pode ser alcançada através da clonagem do objeto base ou da criação de um novo objeto a partir dos protótipos, o mesmo se aplica à extensão ou adição de novos comportamentos também (KUMAR, 2022).

Além disso, outra característica que tornou *JavaScript* uma linguagem popular é fazer parte da trinca da *web* junto com a *HyperText Markup Language* (HTML), responsável por estruturar páginas, e *Cascading Style Sheets* (CSS), responsável por estilizar páginas. O *JavaScript* te permite adicionar funcionalidades e comportamentos para a sua página.

No artigo “Uma breve história do *JavaScript*”, Dickson (2022) narra a história dessa linguagem. Segundo ele, o Mosaic foi o primeiro navegador da *web* com uma interface gráfica de usuário. Ele foi lançado pela primeira vez em 1993 e desempenhou um papel fundamental no rápido desenvolvimento da *web* como a conhecemos hoje. Os principais desenvolvedores do Mosaic fundaram a *Netscape* (agora *Mozilla*) e lançaram um navegador mais elegante chamado *Netscape Navigator* em 1994, como pode ser visto na figura 21 abaixo:

Figura 21 - Navegador da *Netscape*, 1994



Fonte: Dickson, 2022

Nos primeiros anos da *web*, as páginas eram apenas estáticas, sem a capacidade de comportamento dinâmico e interatividade. Como resultado, houve um desejo na comunidade de desenvolvimento *web* na época de eliminar essa limitação. Isso levou a *Netscape* a decidir adicionar uma linguagem de *script* ao navegador *Navigator*.

Em setembro de 1995, um programador da *Netscape* chamado Brendan Eich desenvolveu uma nova linguagem de *script* em apenas 10 dias. Inicialmente, ela foi chamada de *Mocha*, mas rapidamente ficou conhecida como *LiveScript* e, mais tarde, *JavaScript*.

A linguagem derivou sua sintaxe do *Java*, suas funções de primeira classe do *Scheme* e sua herança baseada em protótipos do *Self*. Desde então, o *JavaScript* foi adotado por todos os principais navegadores da *web* com interface gráfica.

A escolha de usar o nome "*JavaScript*" sempre causou alguma confusão de que a linguagem está diretamente relacionada ao *Java*. No entanto, exceto pela semelhança sintática, o *JavaScript* tem praticamente nada a ver com a linguagem de programação *Java*. São duas linguagens completamente diferentes.

Quando o *JavaScript* foi introduzido inicialmente, o *Java* estava sendo intensamente promovido e era a linguagem mais comentada na época. Portanto, a

Netscape achou que seria uma boa ideia capitalizar esse sucesso criando o nome "*JavaScript*". Basicamente, a semelhança no nome entre as duas linguagens foi uma estratégia de *marketing* simples para facilitar a aceitação do *JavaScript*.

Quando o *JavaScript* foi introduzido pela *Netscape*, havia uma competição em curso entre todos os fornecedores de navegadores no mercado naquela época, no que ficou conhecido como "A guerra dos navegadores".

A *Microsoft* e vários outros fabricantes de navegadores implementaram suas próprias versões do *JavaScript* (com nomes e sintaxes diferentes) em seus navegadores respectivos. Isso criou muitos problemas para os desenvolvedores, já que o código que funcionava bem em um navegador era inútil em outro. Isso continuou por um tempo até que todos concordaram em usar a mesma linguagem (*JavaScript*) em seus navegadores.

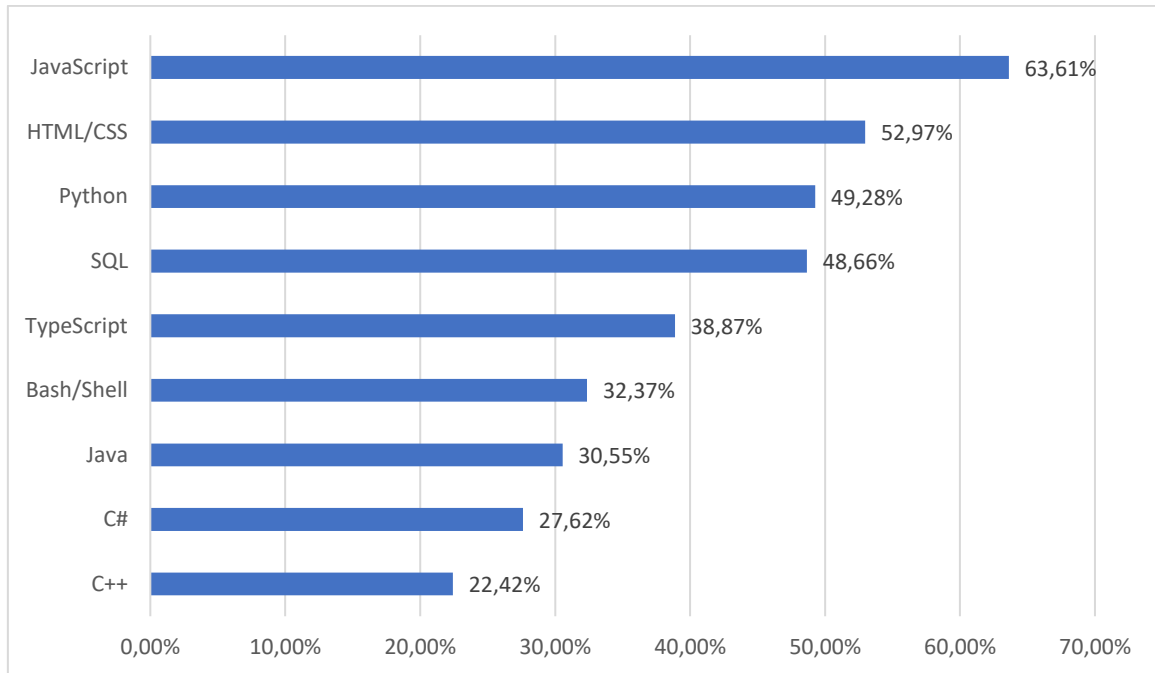
Como resultado, a *Netscape* submeteu o *JavaScript* à *European Computer Manufacturers Association* (ECMA) para padronização, a fim de garantir a manutenção adequada e o suporte da linguagem. Desde que o *JavaScript* foi padronizado pela ECMA, ele foi oficialmente nomeado *ECMAScript*.

Essa padronização do *JavaScript* como *ECMAScript* foi um passo importante para garantir que a linguagem fosse consistente e interoperável em diferentes navegadores, tornando mais fácil para os desenvolvedores criarem aplicativos *web* que funcionassem em diversos ambientes.

De acordo com o relatório *Octoverse* 2021 (apud DICKSON, 2022) do *GitHub*, existem mais repositórios de código em *JavaScript* do que em qualquer outra linguagem, e esse número está constantemente aumentando.

O *JavaScript* pode ser encontrado virtualmente em todos os lugares na Internet. Ele foi nomeado a linguagem de programação mais amplamente usada várias vezes, com mais de 63,5 por cento dos desenvolvedores usando-a em 2023 (STATISTA, 2023), veja o gráfico 9.

Gráfico 6 - Linguagens de programação mais utilizadas, 2023



Fonte: Statista, 2023

Uma série de estruturas (*frameworks*) e bibliotecas *JavaScript*, como *Ember*, *Angular*, *React* e *Vue*, foram criadas para desenvolver aplicativos *web* poderosos e complexos. Além disso, ao lado do *software* do cliente e servidor, agora é possível escrever aplicativos móveis nativos usando *JavaScript*.

Desde seu início tumultuado, o *JavaScript* agora é usado para construir mais de 90% dos sites na *web*, incluindo algumas das maiores aplicações da *web* do mundo, como o *Twitter*, o *Facebook* e o *YouTube*.

Ele agora superou suas raízes como uma linguagem de *script* para se tornar uma linguagem geral robusta e eficiente. Isso deixa claro que o *JavaScript* estará conosco por muitos anos.

2.3.10 React DOM

MDN Web Docs (2023) define *React* como “uma biblioteca para construir interfaces de usuário. O *React* não é um *framework* - ele nem mesmo é exclusivo para a *web*”. Hámori (2022), narrou a história dessa biblioteca.

Em 2011, os desenvolvedores do Facebook começaram a enfrentar alguns problemas com a manutenção de código. À medida que o aplicativo Facebook *Ads* ganhava um número crescente de recursos, a equipe precisava de mais pessoas para mantê-lo funcionando sem problemas. O aumento no número de membros da

equipe e de recursos do aplicativo estava tornando a empresa mais lenta. Com o tempo, o aplicativo tornou-se difícil de gerenciar, pois enfrentava muitas atualizações em cascata.

Depois de um tempo, os engenheiros do Facebook não conseguiam acompanhar essas atualizações. Seu código exigia uma atualização urgente para se tornar mais eficiente. Eles tinham o modelo certo, mas precisavam fazer algo em relação à experiência do usuário. Foi então que Jordan Walke construiu um protótipo que tornou o processo mais eficiente, e isso marca o nascimento do *React.js*.

O *FaxJS*, o protótipo inicial do *React*, foi usado para implementar um elemento de pesquisa no Facebook.

O Instagram tinha o desejo de incorporar a mais recente tecnologia desenvolvida pelo Facebook, o que gerou um ambiente de pressão sobre esta última empresa para tomar uma decisão significativa. Consequentemente, o Facebook enfrentou a necessidade de desvincular o *React* de sua estrutura interna e torná-lo uma plataforma de código aberto acessível à comunidade de desenvolvedores. Este movimento audacioso foi acompanhado por um árduo trabalho de engenharia, grande parte do qual foi liderado por Pete Hunt.

Essa iniciativa de tornar o *React* ‘open source’ provou ser um passo fundamental na história do desenvolvimento de *software*, pois permitiu que uma ampla gama de desenvolvedores de todo o mundo colaborasse no aprimoramento da biblioteca. Como resultado, o *React* se tornou uma das bibliotecas *JavaScript* mais populares para a criação de interfaces de usuário interativas e reativas, impulsionando a inovação e a eficiência no desenvolvimento *web* e de aplicativos móveis. Essa abertura e colaboração demonstram o poder do código aberto e da comunidade de desenvolvedores na evolução e no sucesso das tecnologias modernas.

Um fato interessante é que, na apresentação do *React*, a audiência inicial estava cética. Muitas pessoas acharam que o *React* era um grande retrocesso. Isso ocorreu porque a conferência era frequentada principalmente por “*early adopters*” (pessoas que adotam tecnologias novas rapidamente), enquanto o *React* tinha como alvo os inovadores. Os criadores do *React* perceberam esse erro a tempo e decidiram iniciar uma “*react tour*” posteriormente para converter os críticos em defensores (HÁMORI, 2022).

O *React* gradualmente conquistou sua reputação e começou a atrair a "*early majority*" (maioria inicial) de seus potenciais usuários. Neste ponto, eles precisavam de uma nova mensagem em vez de depender apenas de seus benefícios técnicos, e essa mensagem era: como o *React* é estável? Ao focar nisso, eles tinham como objetivo atrair empresas, como a Netflix.

Em 2015, o blog de tecnologia da Netflix no *Medium* fez um uma postagem intitulada "Netflix curte *React*". Segundo eles:

Estamos fazendo grandes mudanças na forma como construímos a experiência do Netflix com a biblioteca *React* do Facebook. Nossa decisão de adotar o *React* foi influenciada por diversos fatores, sendo os mais destacados: 1) velocidade de inicialização, 2) desempenho em tempo de execução e 3) modularidade (NETFLIX, 2015).

Dentro do próprio Facebook, ninguém era obrigado a utilizar o *React* mas todos usavam mesmo assim pois o *React* "permitia gastar mais tempo se concentrando em seus produtos e menos tempo lutando com *frameworks*" (OCCHINO, 2015).

Além dos fatores desempenhos, o *React* tem outras características positivas para o desenvolvedor:

Ele nos obriga a dividir nossas aplicações em componentes discretos, cada um representando uma única visualização. Esses componentes facilitam a iteração em nossos produtos, já que não precisamos manter todo o sistema em nossa mente para fazer alterações em uma parte dele. Mais importante, o *React* encapsula a *API* mutável e imperativa do *DOM* com uma *API* declarativa, o que eleva o nível de abstração e simplifica o modelo de programação. O que descobrimos é que, quando construímos com o *React*, nosso código é muito mais previsível. Essa previsibilidade nos permite iterar mais rapidamente com confiança, e nossas aplicações são muito mais confiáveis como resultado. Além disso, não é apenas mais fácil dimensionar nossas aplicações quando são construídas com o *React*, mas também descobrimos que é mais fácil dimensionar o tamanho de nossas equipes em si (OCCHINO, 2015).

2.3.11 *React Native*

Criado pelo Facebook em 2015, o *React Native* é uma biblioteca para desenvolvimento de aplicativos móveis multiplataforma. De acordo com Occhino (2015, tradução nossa), múltiplas plataformas de desenvolvimento *mobile* forçou a divisão das equipes do Facebook.

Junto com o ciclo rápido de iteração da *web*, fomos capazes de construir produtos incríveis com o *React*, incluindo muitos componentes do Facebook.com. Além disso, construímos frameworks incríveis em JavaScript em cima do *React*, como o *Relay*, que nos permite simplificar muito o nosso processo de obtenção de dados em grande escala. Claro, a *web* é apenas parte da história. O Facebook também possui aplicativos amplamente utilizados para Android e iOS, que são construídos em cima de pilhas de tecnologia proprietárias e desconexas. Ter que construir nossos aplicativos em várias plataformas dividiu nossa organização de engenharia, mas isso é apenas uma das coisas que torna difícil o desenvolvimento de aplicativos móveis nativos.

Existem várias razões para o desenvolvimento de aplicações *mobile* fossem tão difíceis. Uma das razões, era “difícil organizar elementos na tela, e frequentemente era necessário calcular manualmente o tamanho e a posição de todas as nossas *views*” (OCCHINO, 2015). A pior coisa, segundo Occhino (2015, tradução nossa), na transição da *web* para o desenvolvimento *mobile*, era “o quanto isso reduzia nossa velocidade de desenvolvimento”.

Ao desenvolver para a *web*, podemos simplesmente salvar nossos arquivos e recarregar o navegador para ver o resultado de nossas alterações. No entanto, em plataformas nativas, precisamos recompilar após cada alteração, mesmo que queiramos apenas mover um texto alguns pixels na tela. Como resultado, os engenheiros acabam trabalhando de maneira muito mais lenta, especialmente em um código-fonte extenso onde a compilação é especialmente demorada. Construir para plataformas nativas também torna mais difícil testar novas funcionalidades. No Facebook, lançamos uma nova versão do site duas vezes ao dia, para que possamos obter os resultados de um experimento quase imediatamente. No entanto, em dispositivos móveis, muitas vezes precisamos esperar semanas ou meses para obter os resultados de um experimento ou teste A/B, porque novas versões do nosso aplicativo são lançadas com muito menos frequência. “Mover-se rapidamente” faz parte do DNA do Facebook, mas não podemos nos mover tão rapidamente em dispositivos móveis como podemos na *web*. Então, por que fazer a transição longe da *web* em primeiro lugar? (OCCHINO, 2015, tradução nossa).

Por que não abandonar o *mobile* e focar somente na *web*, uma vez que estes são lentos para desenvolver? De acordo com Occhino (2015, tradução nossa):

Embora o desenvolvimento de aplicativos móveis nativos leve mais tempo, existem muitas razões pelas quais podemos oferecer experiências melhores nas plataformas móveis do que na *web*. Para começar, temos acesso a componentes de interface do usuário específicos da plataforma, como mapas, seletores de data, interruptores e pilhas de navegação. É possível reimplementar esses componentes na *web*, mas nossas reimplementações nunca têm exatamente a mesma sensação que suas contrapartes nativas, e também não são atualizadas automaticamente com as alterações na plataforma. Além disso, na *web*, não temos nada tão sofisticado quanto os reconhecedores de gestos móveis nativos, e ainda não temos as ferramentas adequadas ou a disciplina de desenvolvedor necessária para

criar um sistema que funcione perfeitamente nesse aspecto. Na *web*, também não temos um modelo de *threading* sofisticado, então não podemos paralelizar o trabalho em várias *threads*. Podemos tentar usar *web workers* para executar parte da lógica do nosso aplicativo em segundo plano, mas ainda não conseguimos realizar eficientemente cálculos numéricos intensivos, como decodificação de imagens ou medição de texto fora da *thread* principal no navegador. Isso provavelmente é um dos maiores desafios na construção de aplicativos *web* de alto desempenho e responsivos.

O cenário desejado então “é a experiência do usuário das *mobiles* nativas, combinada com a experiência de desenvolvimento que temos ao construir com o *React* na *web*” (OCCHINO, 2015, tradução nossa). Em 2015, a primeira expansão do *React* foi feita para *mobile*, mas com alguns pontos negativos:

Primeiro, ela é exclusiva para iOS, então, se quisermos aproveitá-la no Android, teríamos que construir uma implementação separada e ensinar os engenheiros a usá-la. Além disso, não temos acesso a nada do que construímos para a *web* com base no *React*, como o *Relay*, que nos ajuda a resolver problemas reais que enfrentamos ao dimensionar a obtenção de dados. O mais importante, no entanto, é que não resolvemos fundamentalmente nosso desafio de velocidade de desenvolvimento - ainda precisamos recompilar após cada alteração (OCCHINO, 2015, tradução nossa; HÁMORI, 2022).

No entanto, meses depois, a equipe de engenheiros do Facebook lançou o *React Nativa* para Android (WITTE; VON WEITERSHAUSEN, 2015).

2.3.12 NestJS

De acordo com *Centizen Nationwide* (2019, tradução nossa), “*NestJS* é um *framework* de servidor projetado para aumentar a produtividade dos desenvolvedores. O *framework* Nest é uma aplicação node estruturada e escalável”.

Por que usar *NestJS* ao invés de criar uma aplicação com *JavaScript* puro rodando sobre o *Node*? Pois, diferente de muitos *frameworks*, *NestJS* é conhecido por ser um *framework* opinado, ou *framework* com opiniões.

Isso significa que os designers do *framework* criaram um “caminho feliz” que torna o desenvolvimento mais fácil e rápido para as pessoas que usam seu *framework* - desde que sigam determinadas suposições específicas. Escolher um *framework* com opiniões pode facilitar bastante o desenvolvimento de sua aplicação [...] (HACKERNOON, 2019).

O *Nest*, desenvolvido e projetado por Kamil Myśliwiec, é um *framework* de aplicação *backend* minimalista, inspirado no *Angular*. O *NestJS* é um *framework* estruturado com elementos como controladores, provedores, módulos e *pipes* que podem ser acessados a partir de pastas. A Interface de Linha de Comando (CLI) fornece a edição personalizada de módulos e controladores. O *NestJS* pode oferecer uma experiência exemplar pronta para uso.

O *NestJS* encaminha os desenvolvedores para trabalhar com dois padrões de projetos: injeção de dependência e inversão de controle. Esse sistema é implementado utilizando o *built-in Dependency Injection (DI) Container*. O *NestJS* abstrai toda a gestão de dependência. A única responsabilidade do desenvolvedor é manter a inversão de controle e declarar quais classes são injetáveis ou não.

O *NestJS* é uma opção viável para o desenvolvimento rápido utilizando excelente padrões de projeto. Com ele, é fácil escalonar e estender aplicações, graças ao baixo acoplamento entre camadas.

2.3.13 MongoDB

DeJoy (2020, tradução nossa) narrou a história do *MongoDB* em seu site pessoal. Segundo ele, em 2007, Eliot Horowitz, Dwight Merriman e Kevin Ryan acabavam de ter sua *startup* de tecnologia de publicidade adquirida pelo Google e estavam em busca de seu próximo desafio. O mundo estava se movendo cada vez mais para o ambiente *online*, e esses três se encontraram muito próximos ao epicentro do avanço no desenvolvimento *web* que levaria à era de ouro de *frameworks* e ferramentas para o desenvolvimento produtivo de aplicativos na internet.

Com isso, eles fundaram a 10gen, uma empresa com o objetivo de construir uma plataforma como serviço (PaaS) centrada na *web* usando apenas componentes de código aberto.

Conforme começaram a construir a pilha de ferramentas que se acumularia na plataforma como serviço (PaaS) da 10gen, eles se depararam com uma tendência interessante: até aquele momento, os desenvolvedores *web* haviam quase exclusivamente usado bancos de dados relacionais como soluções "tamanho único" para construir aplicativos *web*.

Quando falamos do tamanho de aplicações, nos referimos a escalabilidade.

Escalabilidade é a habilidade de ajustar o sistema à capacidade desejada, o que geralmente significa lidar com mais e mais cargas de trabalho com baixo custo. Quando falamos de produtos de alta escala, essas cargas de trabalho geralmente representam usuários, dados armazenados, transações ou número de requisições, tudo relacionado ao crescimento sem afetar a experiência do usuário (FELIX, 2020).

Ainda, a escalabilidade pode ser vertical ou horizontal:

Escalar verticalmente é relativamente simples, basta adicionar mais recursos ao *hardware* do servidor, como CPU e memória, ou melhorar o desempenho do disco, alterando-o para um mais rápido. [...] Existem várias técnicas para dimensionamento horizontal, o que é realizado de maneira simples, adicionando servidores em vez de comprar mais recursos para uma única máquina. A escalabilidade horizontal é o pote de ouro de muitas empresas globais para atender a um grande número de clientes em todo o mundo com a mesma experiência de usuário — por exemplo Netflix, Uber e Amazon (FELIX, 2020, grifo nosso).

Bancos de dados relacionais são excelentes, mas já existiam há mais de 40 anos e não estavam preparados para lidar com a escalabilidade horizontal que eles viam como um requisito fundamental para a construção de aplicativos em escala *web* moderna.

Muitas de suas frustrações estavam direcionadas ao paradigma de escalabilidade vertical que havia sido popularizado por bancos de dados relacionais comerciais, como o *Oracle*, nos quais recursos são alocados para uma única instância desse banco de dados para adicionar largura de banda incremental (um único computador muito grande alimentando um único repositório de informações muito grande). Naquele momento, a escalabilidade vertical agressiva da camada de banco de dados era geralmente aceita como um mal necessário para executar um grande aplicativo na *web*; na verdade, quando a AWS lançou seu produto de banco de dados baseado no *MySQL* (agora *RDS*), eles convenientemente anunciaram instâncias maiores do EC2 no mesmo dia para se preparar para a escala prevista do uso do produto.

A equipe da 10gen enxergava o mundo de forma um pouco diferente; eles acreditavam que, se a plataforma deles fosse bem preparada para lidar com os desafios que a próxima geração da internet imporia, ela precisaria de um banco de dados que escalasse horizontalmente (executar o banco de dados em vários computadores menores com informações diferentes em cada um, como uma

planilha com sobrenomes de A-L no meu laptop e sobrenomes de M-Z no seu, ambos dos quais podem ser consultados simultaneamente para encontrar usuários com a mesma data de nascimento).

Isso não seria uma tarefa fácil; bancos de dados relacionais eram a forma padrão de executar aplicativos *web*, e construir um banco de dados relacional que pudesse escalar horizontalmente é extraordinariamente complexo por algumas razões, dentre elas é sua estrutura rígida, que é muito difícil de alterar em produção; quando você altera informações em várias tabelas, precisa bloquear essas tabelas simultaneamente para garantir atualizações consistentes;

Então, eles decidiram construir o *MongoDB*: um banco de dados *NoSQL* escalável horizontalmente que seria o núcleo da plataforma da 10gen. O fundador Eliot Horowitz relembra (apud DEJOY, 2020):

O *MongoDB* nasceu da nossa frustração ao usar bancos de dados tabulares em implantações de produção grandes e complexas. Decidimos construir um banco de dados que gostaríamos de usar, para que sempre que os desenvolvedores quisessem construir um aplicativo, pudessem se concentrar no aplicativo, em vez de contornar o banco de dados.

Bastante rapidamente, o mercado reagiu e deu a eles indicadores de que não eram os únicos a enfrentar esse problema. Em 2008, eles tornaram o *MongoDB* de código aberto e começaram a concentrar toda a sua energia na manutenção, desenvolvimento e suporte do projeto. Até o final de 2011, as únicas ofertas de produtos que a Mongo anunciava em seu site eram suporte, serviços profissionais e treinamento para o próprio projeto de código aberto.

Quando chegou o ano de 2013, a 10gen começou a explorar um novo conjunto de produtos por assinatura e ofereceu algumas funcionalidades adicionais junto com seus serviços de suporte, serviços e treinamento existentes. Nomeadamente, eles haviam lançado:

- *Enterprise*: uma oferta semiabstrata que parecia ser uma distribuição separada do *MongoDB* com algumas funcionalidades específicas para empresas;
- Monitoramento: um serviço gratuito baseado na nuvem para monitorar implantações do *MongoDB* a partir de um painel centralizado de controle como SaaS;

- Serviço de *Backup*: um serviço em nuvem para fazer backup e restaurar o *MongoDB*.

Logo depois, no final de 2013, eles reformularam sua empresa para *MongoDB* Inc. Curiosamente, com essa nova marca, eles combinaram seu serviço de *backup* e ferramenta de monitoramento no *MongoDB Management Service* (MMS), o que expandiu o escopo dessas ofertas para novos territórios. De acordo com sua nova definição, o MMS seria "um conjunto de serviços para gerenciar implantações do *MongoDB*, fornecendo monitoramento, *backup* e recuperação para ajudar os usuários a otimizar *clusters* e mitigar riscos operacionais". Ele estaria disponível como um serviço em nuvem totalmente gerenciado ou como *software* local incluído em uma assinatura *Enterprise*.

Simplificando, a equipe decidiu se concentrar totalmente na camada de observabilidade e confiabilidade ao executar o *MongoDB* em grande escala. O MMS foi uma maneira de expor essa camada ao máximo possível do mercado.

Em junho de 2016, Eliot Horowitz divulgou um comunicado à imprensa anunciando o *MongoDB Atlas*: a maneira mais simples, robusta e econômica de executar o *MongoDB* na nuvem.

O Atlas permite que você crie um servidor *MongoDB* com um clique de botão que se conecta à sua VPC e é executado na mesma região e nuvem dos seus dados. Além disso, porque é um *software* executado, gerenciado e administrado pela equipe do *MongoDB*, eles conseguem automatizar muitos dos pesadelos operacionais associados à implantação e escalabilidade de um banco de dados; tarefas como configuração de banco de dados, provisionamento de infraestrutura, aplicação de *patches*, eventos de escalabilidade e *backups* são tratados prontamente.

O *MongoDB* está entrando em território desconhecido e expandindo seus horizontes para os espaços de plataforma de dados integrada e desenvolvimento móvel. Eles estão aproveitando o sucesso explosivo do Atlas para se tornarem mais do que apenas uma solução de implantação e hospedagem para código aberto: eles estão se esforçando para serem a *API* padrão para armazenar, acessar, analisar e atualizar dados de aplicativos móveis e *web*.

2.3.14 UML

De acordo com Walker (2023, tradução nossa):

Os diagramas *Unified Modeling Language* (UML) são uma linguagem de modelagem unificada. É um padrão amplamente utilizado para criar modelos de documentação significativos e orientados a objetos para qualquer sistema de *software* presente no mundo real. Ele nos fornece uma maneira de desenvolver modelos detalhados que descrevem o funcionamento de sistemas de *software* ou *hardware*.

UML te permite criar documentação profissional padronizada, por esse motivo, pode ser entendida de maneira fácil por qualquer pessoa no mundo. Além disso, por ser uma linguagem de modelagem, alguns dizem que antes de começar a escrever qualquer código de uma aplicação é necessário, antes, por uma série de motivos, desenhar o funcionamento do *software*.

É o que argumenta Messaoudi (2021, tradução nossa).

Quanto mais você organiza as coisas, mais fácil se torna realizá-las. [...] Muitas vezes, desenvolvedores de *software* com experiência tendem a ter uma ideia equivocada sobre produtividade no desenvolvimento de *software*. Eles acreditam que para serem produtivos, precisam estar escrevendo código o tempo todo. Planejar com antecedência significa entender a ideia geral do *software* que você está escrevendo.

Uma sugestão do Messaoudi (2021) é quebrar o projeto em pequenas partes, pois isso reduzirá a complexidade do projeto em pedaços gerenciáveis. “Quando você está trabalhando com partes menores de um problema, descobrirá que não é avassalador” (MESSAOUDI, 2021).

Com o seu projeto dividido em partes menores, você pode começar a pensar na implementação de cada parte. Nesta fase, você deve pensar em termos de pseudo-código e não fazer o código real. Você provavelmente estará trabalhando com um *framework* ou bibliotecas, então procure quais funcionalidades o *framework* ou a biblioteca oferece que o ajudariam a implementar seu pseudo-código. Abordar seu projeto dessa maneira específica permite que você retroceda facilmente se encontrar algum problema com sua abordagem. A melhor parte é que você não desperdiçou seu tempo tentando codificar apenas para descobrir no meio do caminho que a abordagem não funcionará.

Nesse sentido, UML é um aparato visual que pode ajudar a quebrar um *software* em pequenos pedaços.

O UML foi inventado pelos brilhantes engenheiros de *software* Grady Booch, Ivar Jacobson e James Rumbaugh da *Rational Software* durante 1994 e 1995. Ele esteve em desenvolvimento até 1996 (WALKER, 2023). O objetivo era reduzir a complexidade da análise de grandes sistemas desenvolvidos por linguagens orientadas a objetos.

Desde 1997 até os dias atuais o UML passou por várias versões e diferentes tipos de diagramas foram desenvolvidos, com suas próprias características e propósitos.

De acordo Walker (2023), os diagramas UML estão divididos em três categorias:

- Diagramas estruturais: são usados para representar a visão estática de um sistema;
- Diagramas comportamentais: são usados para representar o funcionamento do sistema; a parte dinâmica;
- Diagramas de interação: é uma subparte dos diagramas comportamentais, e serve para visualizar o fluxo de dados na interação entre entidades.

Abaixo, segue a lista com diagramas estruturais:

- Diagrama de classe;
- Diagrama de objetos;
- Diagrama de pacotes;
- Diagrama de componentes;
- Diagrama de *deploy*.

Abaixo, segue a lista com diagramas comportamentais:

- Diagrama de atividades;
- Diagrama de caso de uso;
- Diagrama de máquina de estado.

Abaixo, segue a lista com diagramas de interação:

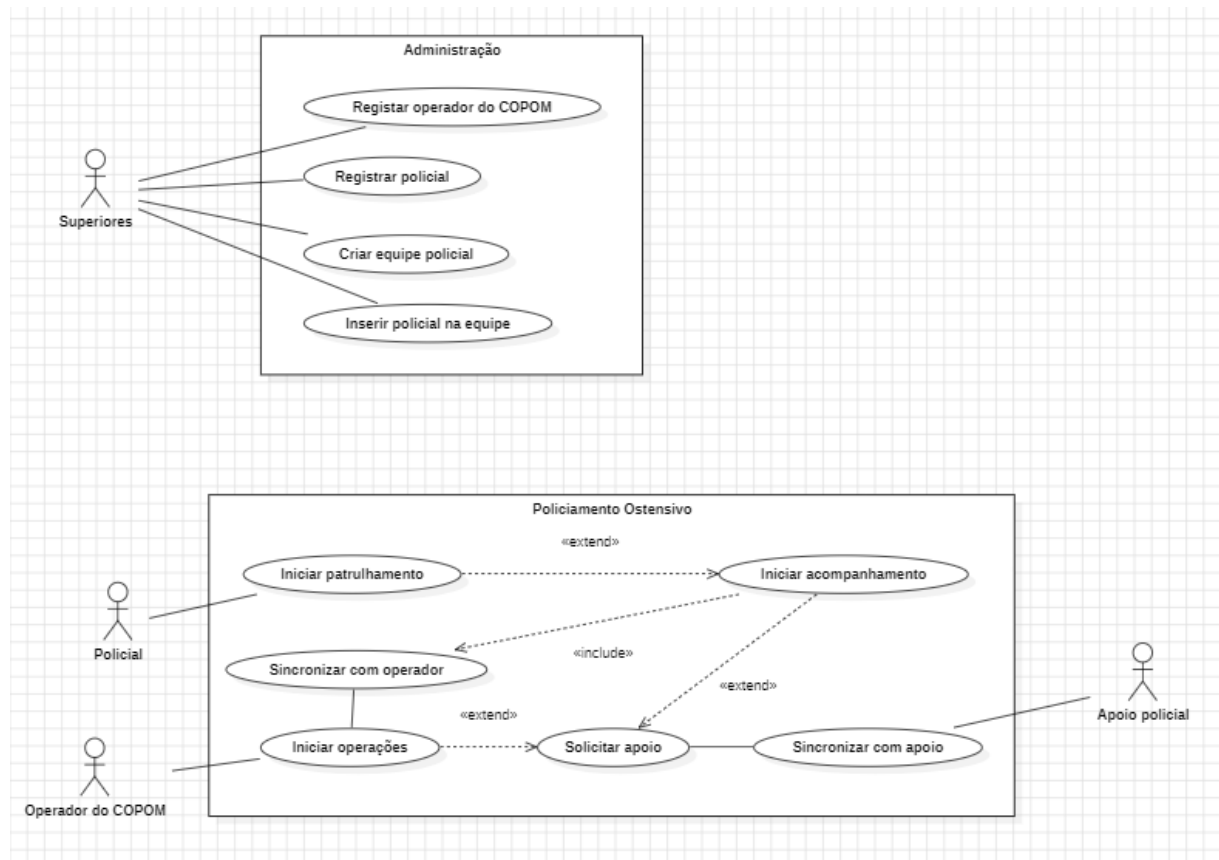
- Diagrama de temporização;
- Diagrama de sequência;
- Diagrama de colaboração.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Visão geral do sistema

Na figura 22 abaixo está um diagrama de caso de uso representando o planejamento geral do sistema, com seus atores e principais interações:

Figura 22 - Diagrama de caso de uso representando o planejamento geral do sistema



Fonte: Própria, 2023

Nesse cenário, existem quatro atores (*stakeholders*) que têm interesse direto no projeto e que podem ser afetados por suas atividades ou resultados:

- Policial: agentes que trabalham no campo (ruas), geralmente em duplas, como no caso dos motos patrulheiros, ou em equipes, como os policiais que trabalham em viatura quatro rodas; nesse caso de uso, eles são os agentes responsáveis por terem iniciado uma ocorrência de acompanhamento;

- Operador do COPOM: agente responsável pelo por recebimento de uma ocorrência de acompanhamento, para auxiliar o policial em campo na tomada de decisão;
- Apoio policial: agentes que estendem as características de um policial; no entanto, estes não iniciaram uma ocorrência, mas, foram solicitados a prestar apoio em uma;
- Superiores: são os líderes dos agentes, como por exemplo sargentos, subtenentes e tenentes; são responsáveis por gerenciar equipes policiais.

Também, esse caso de uso tem dois *subjects* (divisões do sistema): administração e policiamento ostensivo.

Na administração, somente os superiores terão acesso, nele temos alguns casos de uso responsáveis por fazer o famoso *create, read, update e delete* (CRUD). A partir daí, cadastros são gerados para que os outros atores possam usar o sistema. Tudo isso, para evitar acesso público ao sistema e uma melhor gestão de pessoas.

No policiamento ostensivo é onde resolvemos a hipótese de trabalho: um sistema de tempo real com interface gráfica para resolver operações de cerco e acompanhamento da PM. Os policiais de campo e os operadores do COPOM iniciam (caso de uso) suas jornadas de trabalho, se colocando à disposição no sistema para lidar com ocorrências. Os policiais podem ou não iniciar um acompanhamento. Caso aconteça, ele deve ser sincronizado com um operador do COPOM – é reponsabilidade do sistema garantir essa sincronização. Durante o acompanhamento, o policial pode ou não solicitar apoio caso sinta a necessidade. O operador do COPOM, auxiliando um policial no acompanhamento, também pode solicitar apoio caso sinta a necessidade.

3.2 Metodologia de gestão

Para a gestão do desenvolvimento do sistema foi escolhido como metodologia o *Scrum*. Essa metodologia permite entregar muito valor em pouco tempo, pois prioriza os casos de uso de maior valor para o sistema; aqueles itens que trarão mais valor para os *stakeholders*.

Além disso, essa metodologia tem como pilar a inspeção e adaptação contínua, o que consegue extrair o melhor da equipe de desenvolvimento, impedido que trabalho desnecessário seja realizado e que barreiras sejam removidas. Também, a transparência é um pilar que ajuda a entender o ponto em que se encontra o desenvolvimento e se um objetivo será alcançado ou não.

Por fim, as reuniões de planejamento são muito melhores por enfrentar a realidade. Nas palavras do criador do *Scrum*:

[...] próprio ato de planejar é tão sedutor, tão atraente, que o planejamento em si se torna mais importante do que o plano. E o plano se torna mais importante do que a realidade. Nunca se esqueça disto: o mapa não é o terreno (SUTHERLAND, 2019, p. 132).

Nesse modelo, a equipe é composta pelas seguintes pessoas:

Tabela 4 - Equipe de desenvolvimento

Equipe de desenvolvimento	
Integrante	Responsabilidade
Marcos Paulo F. Vaz	<i>Scrum Master</i>
Matheus dos Santos Silva	Desenvolvedor
Matheus Oliveira de Moraes	Desenvolvedor
Samuel Araujo de Souza	Desenvolvedor, <i>Product Owner</i>

Fonte: Própria, 2023

3.3 Requisitos do sistema

Tendo em vista a visão geral do sistema, o seguinte *backlog* foi gerado:

Tabela 5 - Backlog inicial com as histórias de usuário da visão geral do sistema

Backlog		
Título	Descrição	Tipo
Iniciar patrulhamento	Como policial, quero iniciar um patrulhamento para iniciar minha jornada de trabalho e ser capaz de iniciar um acompanhamento ou prestar apoio quando necessário	<i>User story</i>
Iniciar acompanhamento	Como policial, quero iniciar um acompanhamento para que minha localização seja transmitida automaticamente e eu evite a modulação manual	<i>User story</i>

Solicitar apoio	Como policial, durante um acompanhamento, quero solicitar apoio, caso seja necessário, para realização do cerco no indivíduo em fuga	<i>User story</i>
Visualizar perseguidor	Como policial, no apoio, quero ser visualizar a posição do policial que solicitou ajuda para ser capaz de planejar o deslocamento para o cerco	<i>User story</i>
Iniciar operações	Como operador do COPOM, quero iniciar as operações para iniciar minha jornada de trabalho e ser capaz de auxiliar policiais em acompanhamento	<i>User story</i>
Monitorar posições	Como operador do COPOM, quero visualizar a posição de todos policiais em patrulhamento para fazer uma melhor gestão do efetivo policial	<i>User story</i>
Módulo GPS	Analisar qual o melhor módulo GPS e como fazer integração com o policial de campo e seu celular	Tarefa
Gestão de equipes	Como supervisor, quero a criar policiais, suas equipes e operadores do COPOM para gerenciá-los	<i>User story</i>
<i>Design system</i>	Criar todo o design do sistema no Figma	Tarefa
Mostrar endereço	Como policial, no acompanhamento, quero saber o endereço em que me encontro para, se necessário, transmitir verbalmente	<i>User story</i>
Mostrar “rastros”	Como operador do COPOM, quero visualizar o rastro de um policial em acompanhamento para que possamos entender o padrão de fuga dos indivíduos	<i>User story</i>
Canal de voz	Como policial, em acompanhamento, quero poder iniciar um canal de voz, se necessário, com operador do COPOM para que possamos trocar informações verbalmente	<i>User story</i>
Transmissão ao vivo	Como operador do COPOM, quero acompanhar uma <i>livestream</i> do policial em acompanhamento para capturar informações do indivíduo em fuga (placa, veículo, cores, etc)	<i>User story</i>
Feed de notícias	Como policial, em patrulhamento, quero um <i>feed</i> de notícias para visualizar denúncias, veículos roubados e outras informações das redondezas	<i>User story</i>

Fonte: Própria, 2023

Os itens no topo do *backlog* são os mais prioritários. À medida que se desce na lista a prioridade vai diminuindo. Essa priorização serve para evitar o pensamento de que tudo é importante. De acordo com Jeff Sutherland (2019, grifo nosso):

A pergunta que precisam fazer é: o que agregará mais valor ao projeto? Faça isso primeiro. No desenvolvimento de *softwares*, a regra, criada a partir de décadas, é que 80% do valor de qualquer programa estão em 20% de suas funcionalidades. Pense nisto: quando foi a última vez que você usou o editor do *Visual Basic* no *Microsoft Word*? Você provavelmente não sabe o que é *Visual Basic*, muito menos porque precisaria usar essa ferramenta. Mas ela está lá, e alguém gastou tempo em implementá-la, mas garanto que ela não aumenta o valor agregado do *Word* de maneira significativa.

No entanto, essa priorização não é fixa. Os itens podem ser inspecionados e adaptados a cada *sprint* de acordo com o feedback do usuário ou uma nova necessidade percebida. Além disso, novos itens podem entrar ou ser excluídos do *backlog*. Itens podem sofrer mudança na sua descrição; podem ser subdivididos em itens menores; podem ser mesclados, etc. Por que disso? Segundo Jeff Sutherland (2014):

Na essência, o *Scrum* se baseia em uma ideia simples: quando começamos um projeto, por que não verificar a intervalos regulares se ele está indo no caminho certo e se isso é de fato o que as pessoas querem? E por que não se perguntar se é possível aprimorar a forma como você está trabalhando para obter resultados melhores e mais rápidos, e o que estaria impedindo você de fazer isso? O nome disso é ciclo de “inspeção e adaptação”. De tempos em tempos, pare o que está fazendo, revise o que já fez e verifique se deveria continuar fazendo a mesma coisa e como poderia fazer melhor.

O nome de todo esse processo é *grooming*, ou refinamento de *backlog*, em português, e é responsabilidade do dono do produto manter o escopo atualizado.

3.3.1 Requisitos funcionais

Aqui segue-se uma sequência mais detalhada dos requisitos funcionais (caso de uso) e não funcionais (qualidade) do sistema. Por convenção, a referência a requisitos é feita através do identificador do requisito. Por exemplo, o requisito [RF016] é identificado pelo RF (Requisito Funcional) e do número 016. Já o requisito não funcional [NF008] é identificado pelo NF (Não Funcional) e por 008.

Para estabelecer a prioridade dos requisitos foram adotadas as denominações “essencial”, “importante” e “desejável”.

- **Essencial** é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados impreterivelmente;
- **Importante** é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim;
- **Desejável** é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis são requisitos que podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

3.3.1.1 [RF001] Cadastrar equipe de campo

Este caso de uso (figura 23) descreve como a um gerente pode cadastrar equipes de policiais em campo. Apesar da individualidade de cada soldado, as ocorrências envolvem uma equipe cadastrada.

Ator: Superiores dos soldados.

Prioridade: Essencial.

Pré-condições: O ator deve estar autenticado no sistema e ter a devida autorização para cadastrar as equipes de policiais.

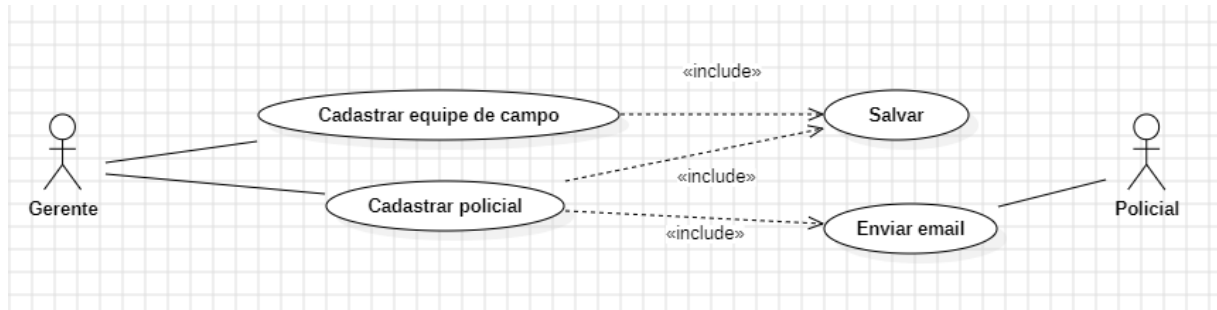
Pós-condições: Equipe cadastrada; policiais individuais com acesso ao sistema; nova equipe listada na dashboard de controle.

Fluxo principal:

1. O superior das equipes (*admin*) clica no botão “Cadastrar Nova Equipe” numa *dashboard* de controle;
2. O sistema exibe o formulário de criação de equipes;
3. O *admin* preenche os campos obrigatório para cada membro;
4. O sistema valida os dados em tempo real;
5. O *admin* clica em “Cadastrar”;

6. O sistema envia um *e-mail* para cada policial cadastrado com seu usuário e senha.

Figura 23 - Caso de uso para cadastros de equipes de policiais



Fonte: Autoria própria, 2023

3.3.1.2 [RF002] Cadastrar operador do COPOM

Este caso de uso (figura 24) descreve como a um gerente pode cadastrar um operador do COPOM.

Ator: Superiores dos soldados.

Prioridade: Essencial.

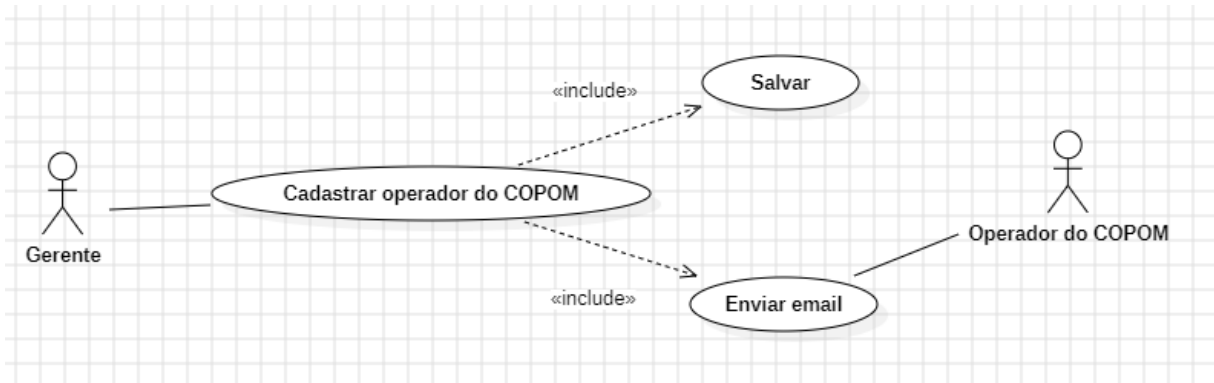
Pré-condições: O ator deve estar autenticado no sistema e ter a devida autorização para cadastrar os operadores do COPOM.

Pós-condições: Operador cadastrado; operador com acesso ao sistema; novo operador listado na *dashboard* de controle.

Fluxo principal:

1. O superior das equipes (*admin*) clica no botão “Cadastrar Novo Operador” numa *dashboard* de controle;
2. O sistema exibe o formulário de criação de operadores;
3. O *admin* preenche os campos obrigatório;
4. O sistema valida os dados em tempo real;
5. O *admin* clica em “Cadastrar”;
6. O sistema envia um *e-mail* para o operador cadastrado com seu usuário e senha.

Figura 24 - Caso de uso para cadastros de equipes de policiais e operadores do COPOM



Fonte: Autoria própria, 2023

3.3.1.3 [RF003] Iniciar operações

Este caso de uso descreve como um membro da COPOM pode iniciar seu expediente.

Ator: Operador do COPOM.

Prioridade: Essencial.

Pré-condições: Ter sido cadastrado no sistema; fazer autenticação.

Pós-condições: Mapa de operações.

Fluxo principal:

1. O operador faz a autenticação no sistema;
2. O sistema apresenta uma *dashboard* para o operador;
3. O operador clica em “Iniciar Operações”;
4. O sistema atualiza o *status* do operador para “em patrulhamento”;
5. O sistema atualiza a *dashboard* de controle dos superiores;
6. O sistema disponibiliza o operador para pegar ocorrências.

3.3.1.4 [RF004] Encerrar operações

Este caso de uso descreve como um membro da COPOM pode encerrar seu expediente.

Ator: Operador do COPOM.

Prioridade: Essencial.

Pré-condições: Ter iniciado as operações.

Pós-condições: *Dashboard* de controle do operador.

Fluxo principal:

1. O operador clica em “Encerrar Operações”;
2. O sistema atualiza o *status* do operador para “Inativo”;
3. O sistema atualiza a *dashboard* de controle dos superiores;
4. O sistema retorna o operador para a *dashboard*.

3.3.1.5 [RF005] Iniciar patrulhamento

Este caso de uso descreve como a equipe policial iniciar seu expediente.

Ator: Equipe de policiais.

Prioridade: Essencial.

Pré-condições: Ter sido cadastrado no sistema; fazer autenticação.

Pós-condições: Mapa de patrulhamento.

Fluxo principal:

1. O policial faz a autenticação no sistema;
2. O sistema apresenta uma *dashboard* para o agente;
3. O policial clica em “Iniciar Patrulhamento”;
4. O sistema sincroniza o início de patrulhamento em todos os membros da equipe individualmente – ou seja, o estado deles passa a ser “em patrulhamento”;
5. O sistema atualiza a *dashboard* de controle dos superiores;
6. A equipe fica disponível para prestar apoio ou iniciar uma ocorrência.

3.3.1.6 [RF006] Encerrar patrulhamento

Este caso de uso (figura 25) descreve como a equipe policial encerrar seu expediente.

Ator: Equipe de policiais.

Prioridade: Essencial.

Pré-condições: Ter iniciado um patrulhamento.

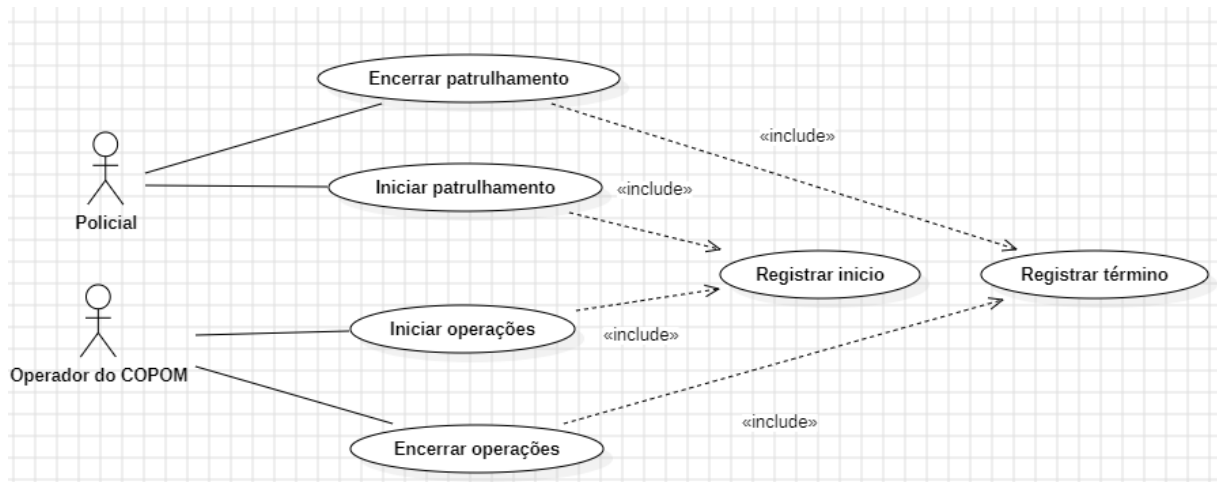
Pós-condições: *Dashboard* de controle do patrulheiro.

Fluxo principal:

1. O policial clica em “Encerrar Patrulhamento”;

2. O sistema sincroniza o término de patrulhamento em todos os membros da equipe individualmente – ou seja, o estado deles passa a ser “inativo”;
3. O sistema atualiza a *dashboard* de controle dos superiores;
4. A equipe fica indisponível para prestar apoio ou iniciar uma ocorrência e retorna para *dashboard*.

Figura 25 - Caso de uso para início e término de trabalho dos policiais e operadores do COPOM



Fonte: Autoria própria, 2023

3.3.1.7 [RF007] Iniciar acompanhamento

Este caso de uso (figura 26) descreve como a equipe policial em patrulhamento pode iniciar uma sincronização com o COPOM para evitar a modulação manual.

Ator: Equipe de policiais.

Prioridade: Essencial.

Pré-condições: Ter iniciado o patrulhamento (expediente de trabalho).

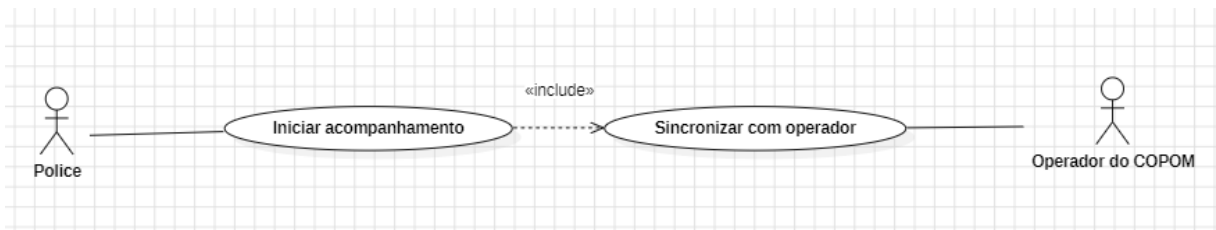
Pós-condições: Dashboard de acompanhamento.

Fluxo principal:

1. O policial clica no botão “Iniciar Acompanhamento”;
2. O sistema liga a câmera do policial;
3. O sistema cria um *socket* entre o policial e o operador do COPOM;
4. O sistema abre um mapa e atualiza as coordenadas do policial em tempo real;

5. O sistema envia coordenadas para o COPOM e atualiza o mapa deles em tempo real.

Figura 26 - Caso de uso para início de acompanhamento por parte dos policiais



Fonte: Autoria própria, 2023

3.3.1.8 [RF008] Solicitar apoio

Este caso de uso (figura 27) descreve como a equipe policial em um acompanhamento pode solicitar apoio para o cerco.

Ator: Equipe de policiais.

Prioridade: Essencial.

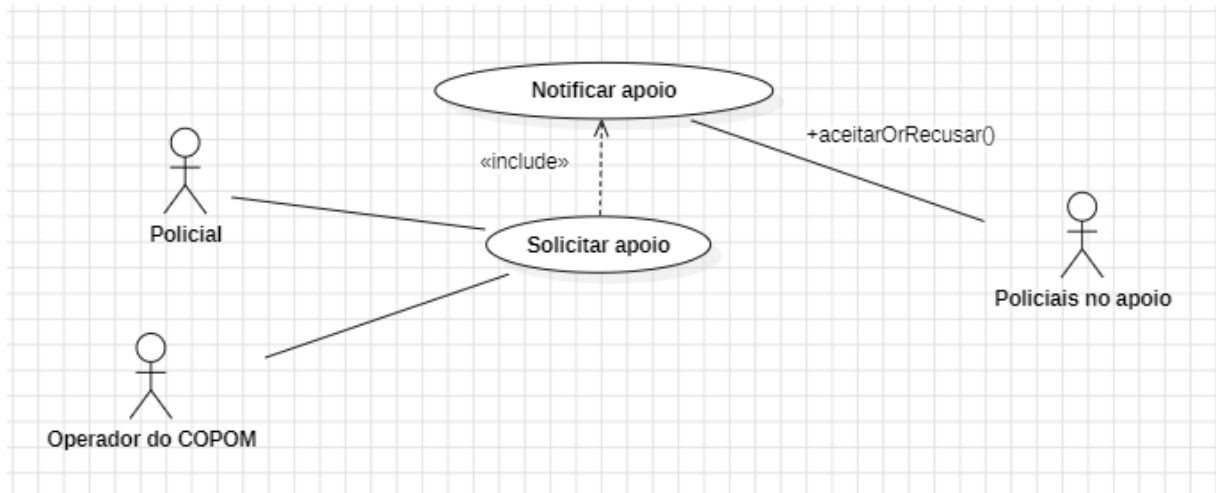
Pré-condições: Ter iniciado um acompanhamento (ocorrência).

Pós-condições: Dashboard de acompanhamento.

Fluxo principal:

1. O policial clica no botão “Solicitar Apoio”;
2. O sistema faz uma varredura de policiais na região que iniciaram o patrulhamento e não estão em nenhuma ocorrência;
3. Os policiais em patrulhamento podem “aceitar” ou “recusar” a solicitação de apoio;
4. O sistema adicionar os policiais que aceitaram o apoio na ocorrência;
5. O sistema sincroniza a posição dos policiais que aceitaram o apoio no mapa.

Figura 27 - Caso de uso para solicitação de apoio por parte dos policiais



Fonte: Autoria própria, 2023

3.3.1.9 [RF009] Acompanhar *livestream*

Este caso de uso descreve como um operador da COPOM pode abrir, em tempo real, a câmera de um policial que iniciou um acompanhamento (como uma *livestream*). O objetivo é evitar que o policial module manualmente informações sobre as características do veículo e infrator.

Ator: Operador do COPOM.

Prioridade: Desejável.

Pré-condições: Equipe policial ter iniciado um acompanhamento (ocorrência).

Pós-condições: Lista com todos os policiais na ocorrência; interface de *livestream*.

Fluxo principal:

1. O operador clica o botão “Assistir” no soldado desejado;
2. Uma interface com o vídeo da câmera do policial é aberta.

3.3.2 Requisitos não funcionais

3.3.2.1 [NF001] Interface de patrulhamento minimalista

Quando em patrulhamento, os policiais devem manter todo o seu foco no trânsito e em eventuais suspeitos. Quanto menor a quantidade de “*clicks*” e informações na tela, melhor para o policial.

Prioridade: Essencial.

Casos(s) de uso associado(s): [RF004]; [RF005].

3.3.2.2 [NF002] Ergonomia do botão “iniciar acompanhamento”

Quando um indivíduo desobedecer a ordem de parada e empreender fuga, o policial deve com facilidade ser capaz de clicar em um botão para “iniciar o acompanhamento”. O correto acionamento deve ser respondido com um *feedback* claro, para que não haja dúvidas de que ele conseguiu iniciar o acompanhamento e uma sincronização com o COPOM está sendo feita. Por fim, erros de clique no botão devem ser minimizados.

Prioridade: Importante.

Casos(s) de uso associado(s): [RF005].

3.3.2.3 [NF003] Usar voz para acionar “iniciar acompanhamento”

Quando um indivíduo desobedecer a ordem de parada e empreender fuga, pensando nos policiais que trabalham em motocicletas principalmente, seria interessante que eles não tirassem as mãos do guidão da moto. Para isso, poderia ser possível acionar o “iniciar o acompanhamento” com a voz.

Prioridade: Desejável.

Casos(s) de uso associado(s): [RF005].

3.3.2.4 [NF004] Utilização do 5G para comunicação em tempo real

O sistema deve ser capaz de aproveitar a tecnologia de comunicação 5G para fornecer uma conectividade de alta velocidade, baixa latência e confiável entre os policiais envolvidos na perseguição, operadores do COPOM e outros policiais na região. A utilização do 5G garantirá uma transmissão rápida e eficiente das coordenadas e informações gráficas no mapa, permitindo uma colaboração ágil e precisa entre as equipes.

Prioridade: Importante.

Casos(s) de uso associado(s): [RF005]; [RF006]; [RF007].

3.3.2.5 [NF005] Manter a sessão em regiões sem cobertura de sinal

O sistema deve ser resiliente e, ao adentrar zonas com baixa disponibilidade de sinal, deve ser capaz de continuar armazenando as coordenadas para enviar para os demais assim que possível.

Prioridade: Essencial.

Casos(s) de uso associado(s): [RF005]; [RF006].

3.3.2.6 [NF006] Segurança e prevenção de interceptação de mensagens

O sistema deve ser projetado com medidas robustas de segurança para garantir a confidencialidade, integridade e autenticidade das mensagens transmitidas entre os policiais envolvidos na perseguição, operadores do COPOM e outros policiais na região. Deve-se implementar mecanismos adequados de criptografia, autenticação e controle de acesso para prevenir a interceptação ou acesso não autorizado às informações sensíveis transmitidas.

A segurança da comunicação é de extrema importância para garantir que as informações transmitidas durante uma perseguição sejam acessíveis apenas pelas partes autorizadas. A interceptação de mensagens por indivíduos não autorizados pode comprometer a eficácia da operação, colocar em risco a segurança dos envolvidos e prejudicar a integridade das investigações policiais. Portanto, é essencial implementar medidas de segurança adequadas para proteger a confidencialidade e a privacidade dos dados transmitidos.

Prioridade: Essencial.

Casos(s) de uso associado(s): [RF005]; [RF006].

3.3.2.7 [NF007] Quantidade de policiais no apoio

Muitos policiais podem aceitar o apoio solicitado. O sistema deve ser capaz de lidar com um aumento no número de usuários, dispositivos e mensagens transmitidas, garantindo um desempenho consistente e sem degradação significativa em situações de alto tráfego.

Prioridade: Essencial.

Casos(s) de uso associado(s): [RF006].

3.3.2.8 [NF008] Baixo tempo de resposta

O sistema deve fornecer uma resposta rápida e eficiente, garantindo tempos de resposta baixos e desempenho otimizado, mesmo em condições de carga intensa ou conexões de rede mais lentas. Porque, assim, o tempo de reação dos policiais no apoio e dos operadores do COPOM será dentro da realidade, melhorando a coordenação e estratégia dos policiais na operação.

Prioridade: Essencial.

Casos(s) de uso associado(s): [RF006]; [RF007].

3.3.3 Matriz de rastreabilidade

Uma matriz de rastreabilidade é uma ferramenta que tem como objetivo principal estabelecer e documentar a relação entre diferentes elementos em um projeto ou sistema. Seu objetivo principal é fornecer uma visão clara e rastreável das conexões entre os requisitos, permitindo assim, por exemplo, descobrir quais requisitos serão afetados caso um outro requisito seja mudado.

Com base nos requisitos funcionais, não funcionais e com a interface com o usuário, a elaboração da matriz de rastreabilidade foi realizada com o intuito de concluir se o sistema atende o que foi solicitado, junto com sua breve descrição, prioridade, dependência e sujeito. Veja a tabela 9 a seguir:

Tabela 6 - Matriz de rastreabilidade do projeto

Requisitos funcionais				
Código	Título	Prioridade	Dependência	Sujeito
RF001	Cadastrar equipe de campo	Essencial	*	Gerentes
RF002	Cadastrar operador do COPOM	Essencial	*	Gerentes
RF003	Iniciar operações	Essencial	RF002	COPOM
RF004	Encerrar operações	Essencial	RF003	COPOM
RF005	Iniciar patrulhamento	Essencial	RF001	Policial
RF006	Encerrar patrulhamento	Essencial	RF005	Policial
RF007	Iniciar acompanhamento	Essencial	RF005	Policial
RF008	Solicitar apoio	Essencial	RF003, RF005,	Policial,

			RF007	COPOM
RF009	Acompanhar livestream	Desejável	RF003, RF005	COPOM

Requisitos não funcionais

Código	Título	Prioridade	Dependência	Sujeito
NF001	Interface de patrulhamento minimalista	Importante	RF005	Policial
NF002	Botão para “iniciar acompanhamento”	Importante	RF005	Policial
NF003	Recurso de voz para “iniciar acompanhamento”	Desejável	RF005	Policial
NF004	Utilizar 5G para comunicação em tempo real	Importante	RF005, RF003, RF008, RF009	Policial, COPOM
NF005	Manter sessão em regiões sem cobertura de sinal	Essencial	RF005	Policial
NF006	Segurança e prevenção de interceptação de eventos	Essencial	RF005, RF008	Policial, COPOM
NF007	Quantidade de policiais no apoio	Essencial	RF008	Policial
NF008	Baixo tempo de resposta	Essencial	RF005, RF008, RF009	Policial, COPOM

Mapeamento de dependências entre requisitos

	RF001	RF002	RF003	RF004	RF005	RF006	RF007	RF008	RF009
RF001									
RF002									
RF003		x							
RF004			x						
RF005	x								
RF006					x				
RF007					x				
RF008			x		x		x		
RF009			x		x				

Fonte: Autoria própria, 2023

3.4 Desenvolvimento dos requisitos

Para cadastrar uma equipe de campo [RF001], primeiro criou-se um servidor utilizando a CLI do *NestJS*. É gerado uma estrutura padrão com um módulo raiz

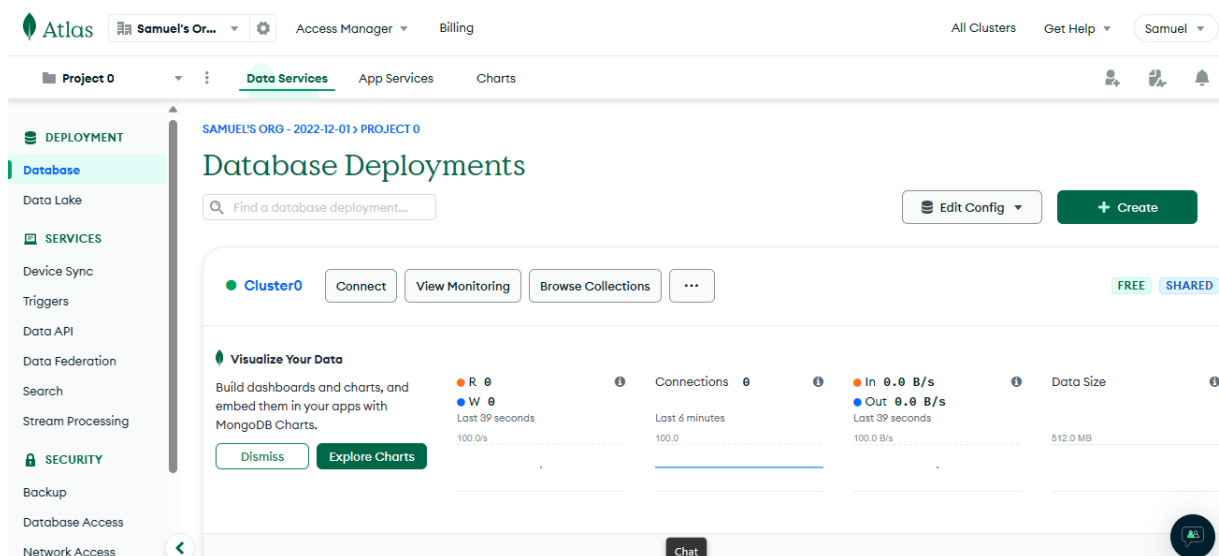
chamado “*AppModule*”. A partir dele, foram criados dois módulos para realização do CRUD.

Para cada módulo, três classes são geradas seguindo o padrão *n-layers* do *NestJS*:

- Módulo: classe responsável por fazer o encapsulamento de um recurso dentro do servidor;
- Controlador: uma classe responsável por agir como uma interface pública HTTP, recebendo requisições e respondendo-as;
- Serviço: uma classe que fica disposta de modo subsequente da *controller*, responsável por encapsular as regras de negócio e separá-las do tráfego de entrada. Além disso, graças a *engine* do *NestJS*, ela gera uma outra camada implícita ao desenvolvedor conhecida como repositório para armazenamento dos dados.

Com as interfaces de CRUD de agentes e equipes criadas, foi necessário criar funcionalidades específicas para gestão de grupos: inserir e remover agentes nos grupos. Para armazenamento de dados, foi criado um banco *MongoDB* utilizando o serviço grátis da *Atlassian* na nuvem, veja a interface de gestão na figura 28:

Figura 28 - Interface de gestão do MongoDB na Cloud da Atlas

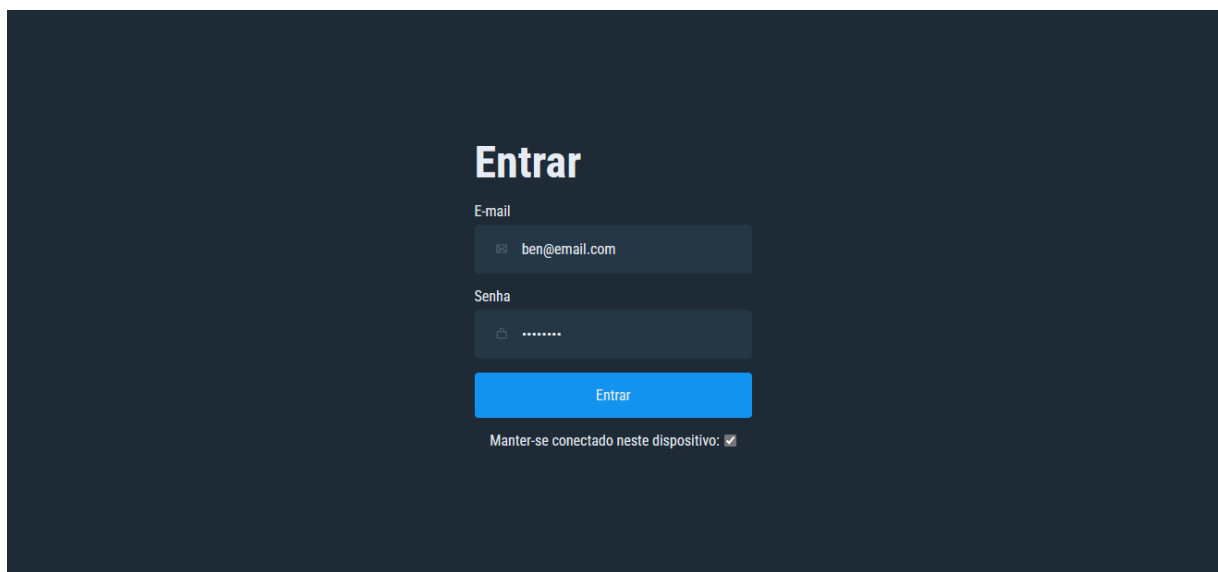


Fonte: Autoria própria, 2023

Para conectar o *MongoDB* com o *NestJS*, foi utilizado um *Object-Relational Mapping* (ORM), responsável por abstrair, no nosso caso, os recursos da linguagem *JavaScript* para os comandos do *MongoDB*. O ORM escolhido foi o *TypeORM*.

Com o banco de dados conectado, a configuração do servidor termina. Em seguida, vem a criação da interface de usuário, feita com *React DOM* e estilizada com *CSS* puro. A primeira interface desenvolvida foi para a autenticação de usuários, veja na figura 29 o resultado:

Figura 29 - Interface de autenticação

A imagem mostra uma interface de autenticação com o título "Entrar" em branco sobre um fundo escuro. Abaixo do título, há dois campos de entrada: "E-mail" com o valor "ben@email.com" e "Senha" com caracteres ocultos por pontos. Um botão azul com o texto "Entrar" está abaixo dos campos. Na base, há uma opção "Manter-se conectado neste dispositivo:" seguida de uma caixa de seleção marcada.

Fonte: Autoria própria, 2023

Ao se autenticar como administrador, o usuário se depara com a interface de cadastro de usuários como na figura 30:

Figura 30 - Interface para cadastro de agentes

Menu

- Criar agentes
- Criar squads
- Lista de agentes
- Lista de squads

Dashboard Gestão

Samuel Araújo Souza samuel.araujo.souza@outlook.com
Gerente

Criar agentes

Nome

E-mail

Senha

Tipo do usuário Policial

Cadastrar

Fonte: Autoria própria, 2023

No menu lateral esquerdo, o agente também tem a opção de fazer cadastro de *squads*, que nada mais é que equipes policiais. Na figura 31, é possível ver a interface para criação de grupos:

Figura 31 - Interface para criação de equipes policiais

Menu

- Criar agentes
- Criar squads
- Lista de agentes
- Lista de squads

Dashboard Gestão

Samuel Araújo Souza samuel.araujo.souza@outlook.com
Gerente

Criar um Squad

Nome do grupo

Selecione usuários sem grupo

Noronha

Usuários selecionados:

Noronha

Criar grupo

Fonte: Autoria própria, 2023

É possível inserir o nome do grupo e selecionar todos os policiais que vão participar dele. Na lista de seleção só aparecerão policiais que ainda não estão em nenhum grupo.

Já na figura 32, é possível ver a interface de listagem de agentes:

Figura 32 - Interface para listagem de agentes

Menu

- Criar agentes
- Criar squads
- Lista de agentes
- Lista de squads

Dashboard Gestão

Identificador Nome Email Tipo

652846a26063aa7d29...	Medmedev	la@email.com	Policial	
6529a9b195fa4ac1e3...	Cleiton	cle@email.com	Operador	
65308e0d867c31dc2e...	Matheus	ma@email.com	Policial	
65308e1e867c31dc2e...	Bel	be@email.com	Policial	
6535825a1fc8d9a727...	Samuel	mozart@email.com	Operador	
6535891fe8bb747c2...	Samuel	ben@email.com	Operador	
6535c770e8b8b747c2...	Samuel	macedonia@elizete.co...	Policial	
6535cf1f4a4f8c46bac...	Elizabeth	elzia@elizete.com	Policial	

samuel.araujo.souza@outlook.com
Gerente

Fonte: Autoria própria

É possível deletar um usuário ao clicar no botão vermelho na direita.

Na figura 33, está a interface de listagem de grupos:

Figura 33 - Interface para listagem de grupos

Menu

- Criar agentes
- Criar squads
- Lista de agentes
- Lista de squads

Dashboard Gestão

Selecionar um grupo:
Aldeia da folha

Identificador Nome do squad

6539a329c16a72a20e226f20	Aldeia da folha
--------------------------	-----------------

Identificador Policial

6539a308c16a72a20e22...	Hashirama	
6539a319c16a72a20e22...	Madara	
6539a340c16a72a20e22...	Naruto	

Selecionar usuários:
Sakura
Kakashi
Konohamaru

Usuários selecionados:

Adicionar

samuel.araujo.souza@outlook.com
Gerente

Fonte: Autoria própria, 2023

Nesta tela, é possível visualizar a relação de agentes em um grupo específico. É possível deletar um usuário ao clicar no botão vermelho à direita do nome do usuário. Também, é possível adicionar um usuário ainda sem grupo na relação do grupo.

Ao se autenticar, o policial verá a tela da figura 34:

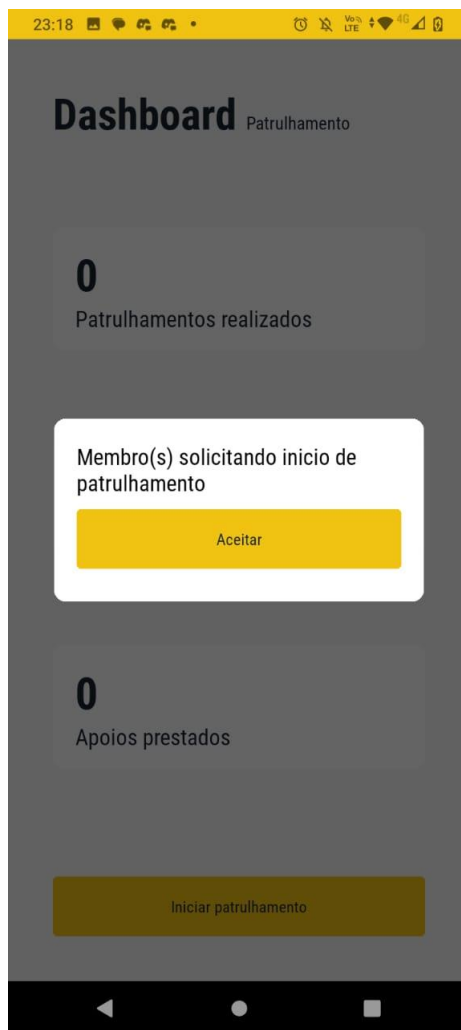
Figura 34 - Dashboard dos policiais no celular



Fonte: Autoria própria, 2023

Ao clicar em iniciar patrulhamento, se o policial estiver em um *squad*, todos os membros receberão uma notificação igual à da figura 35 solicitando o início de patrulhamento em conjunto.

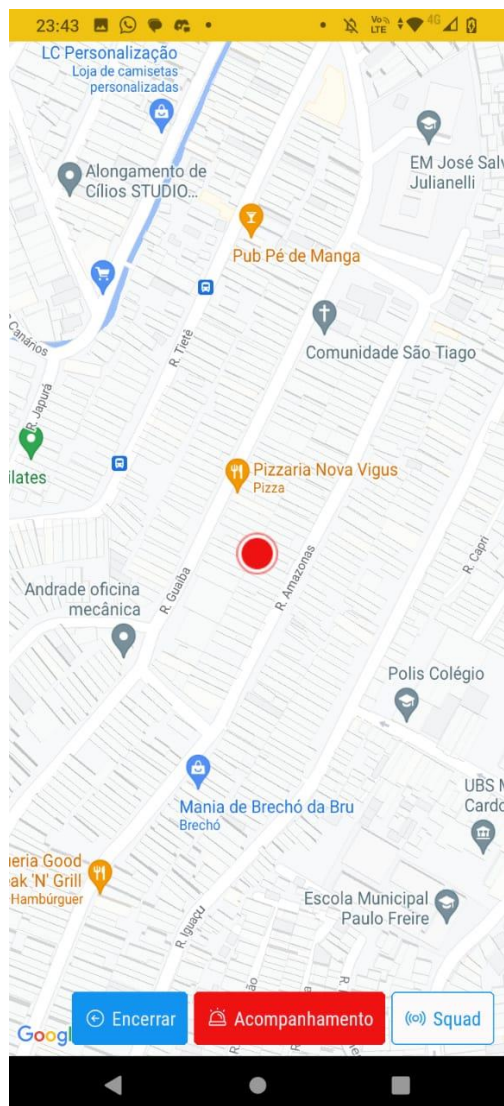
Figura 35 - Policial recebendo notificação para início de patrulhamento em conjunto



Fonte: Autoria própria, 2023

Quando todos aceitam o início de patulhamento, a tela da figura 36 é carregada e um patulhamento é registrado no banco de dados.

Figura 36 - Interface com mapa de patulhamento



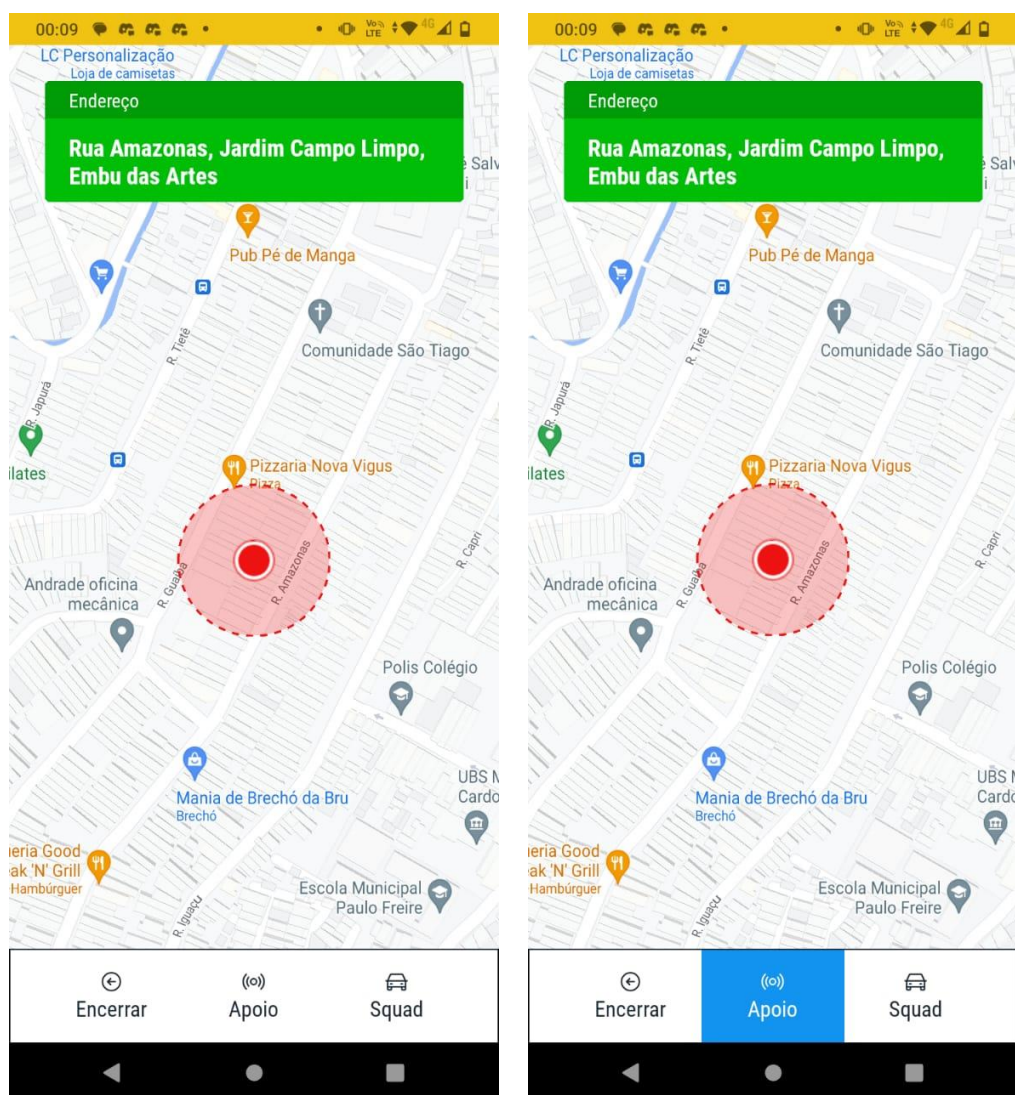
Fonte: Autoria própria, 2023

Nesse mapa, os policiais tem as seguintes opções:

- Iniciar um acompanhamento: quando em patrulhamento, dada uma fundada suspeita e fuga do indivíduo, basta o policial pressionar essa opção e todos os membros do *squad* entrarão no estado “acompanhamento” que pode ser visto na figura 37. Além disso, uma notificação é enviada para os operadores do COPOM que podem aceitar ou não;
- *Squad*: em caso de separação dos agentes no campo por algum motivo, basta pressionar esse botão e o modo como as coordenadas são enviadas para o COPOM é mudado. Os policiais podem enviar as coordenadas como “*squad*” (um envio de coordenada único para todo time) ou como “policial” (envio de coordenadas individual);

- Encerrar: ao finalizar um dia de trabalho, o policial pode encerrar o patrulhamento. Ao pressionar esse botão, uma notificação semelhante à da figura 35 será enviada para todos os membros do time. Só é possível encerrar um patrulhamento se todos aceitarem.

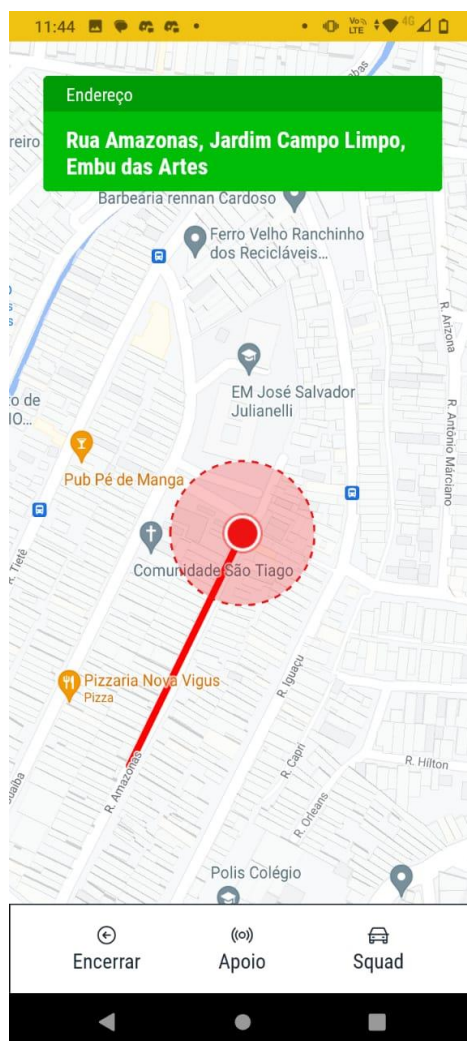
Figura 37 - Interface com mapa no estado de acompanhamento



Fonte: Autoria própria, 2023

Nesse estado, os policiais têm, além das opções anteriores da figura 38, a opção de solicitar apoio. Ao pressionar, o botão fica azul indicando a continuidade da solicitação. Além disso, existe o quadro verde na parte superior indicando o endereço atual. Quando o marcador se desloca, um “rastros” igual o da figura 49 é deixado para trás indicando o histórico de deslocamento do policial.

Figura 38 - Rastro deixado numa perseguição indicando o histórico de deslocamento



Fonte: Autoria própria, 2023

Ao solicitar apoio, e à medida que outros policiais vão entrando na ocorrência, marcadores verdes iguais da figura 39 são colocados no mapa na visão de quem solicitou o apoio:

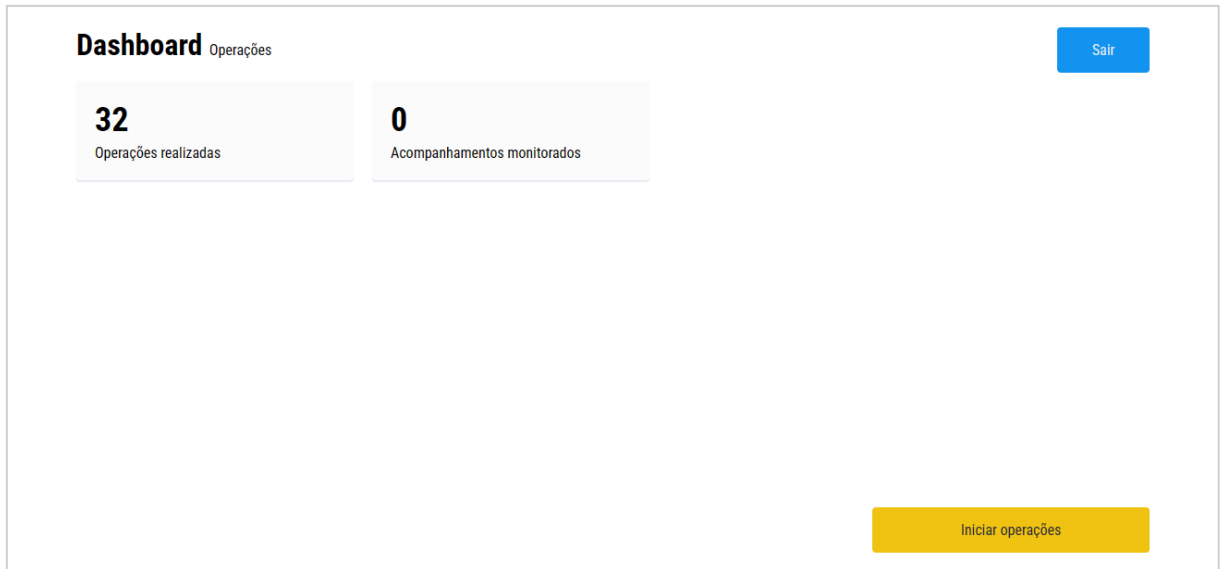
Figura 39 - Marcador verde indicando o apoio na ocorrência



Fonte: Autoria própria, 2023

Já o suporte tem a visão da figura 40:

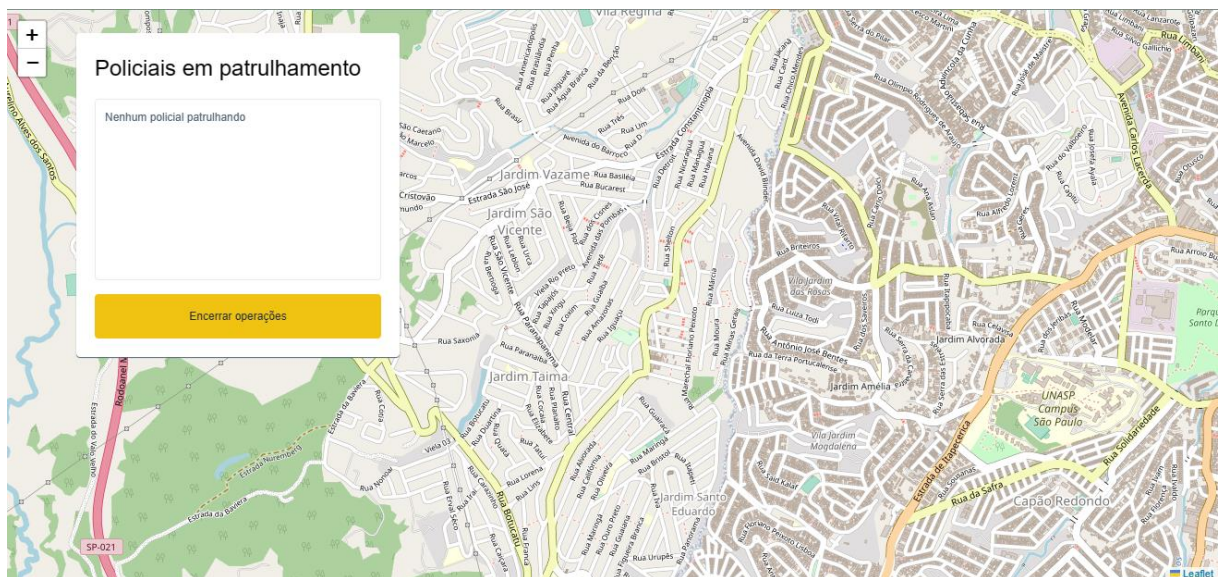
Figura 40 - Estado de suporte em uma ocorrência



Fonte: Autoria própria, 2023

Ao iniciar as operações, o mapa da figura 42 será renderizado.

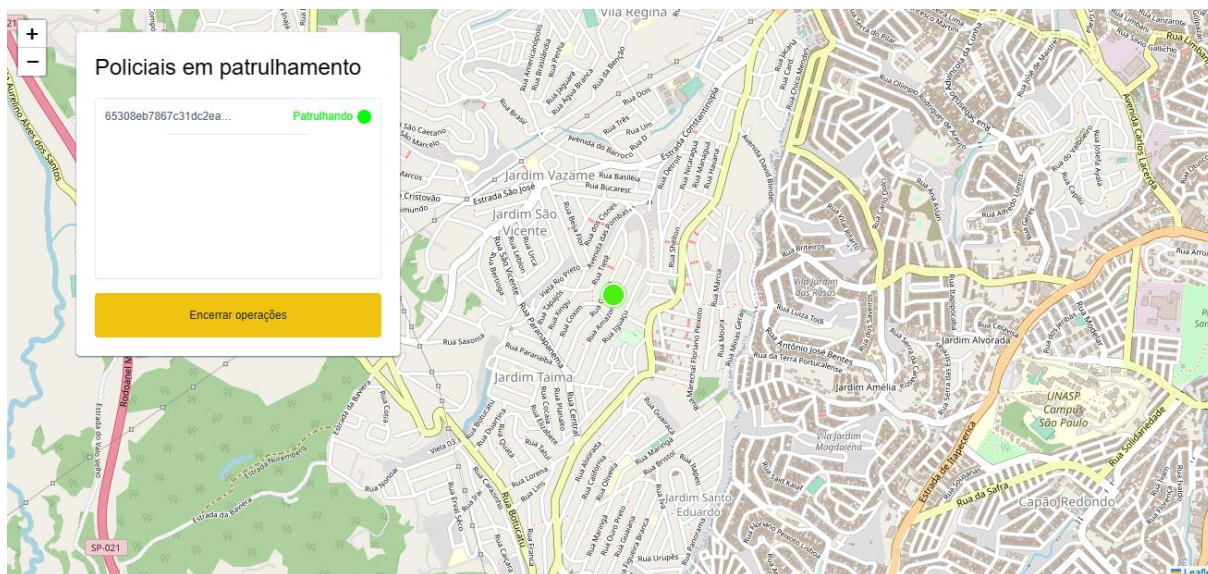
Figura 42 - Interface com mapa de operações do COPOM



Fonte: Autoria própria, 2023

Quando um policial inicia um patrulhamento, um registro no painel do operador do COPOM é feito e ele tem acesso em tempo real a localização do policial como pode ser visto na figura 43:

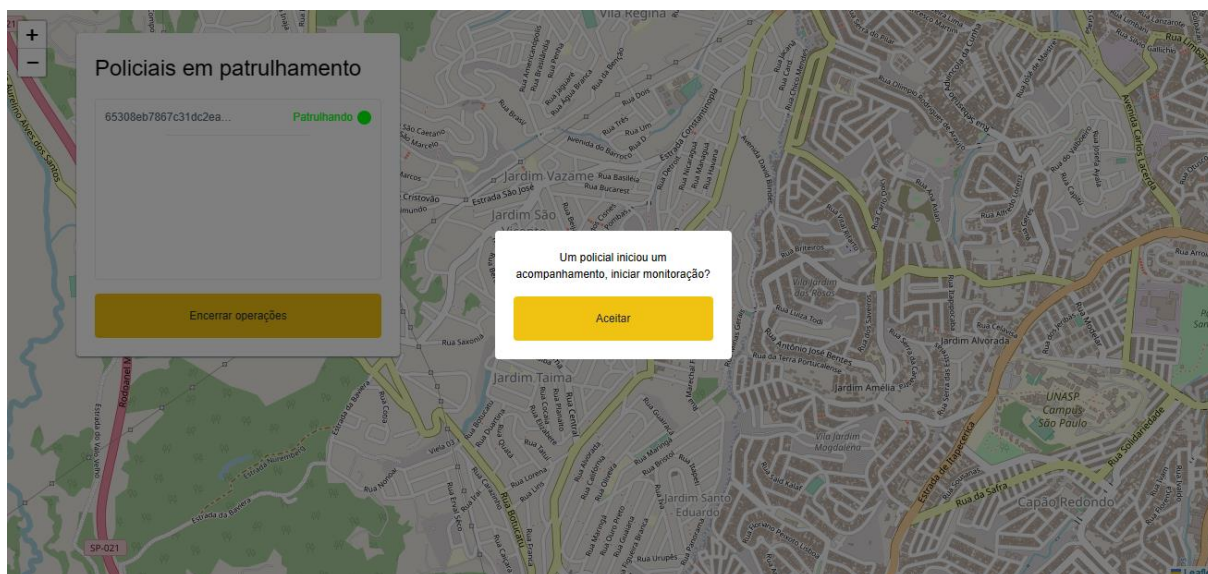
Figura 43 - Policial inicia patrulhamento e operador do COPOM tem acesso a sua localização



Fonte: Autoria própria, 2023

No painel, ao clicar no policial em patrulhamento, a câmera irá centralizar e se manter fixa nele. Quando um policial inicia um acompanhamento, o operador do COPOM recebe a notificação da figura 44.

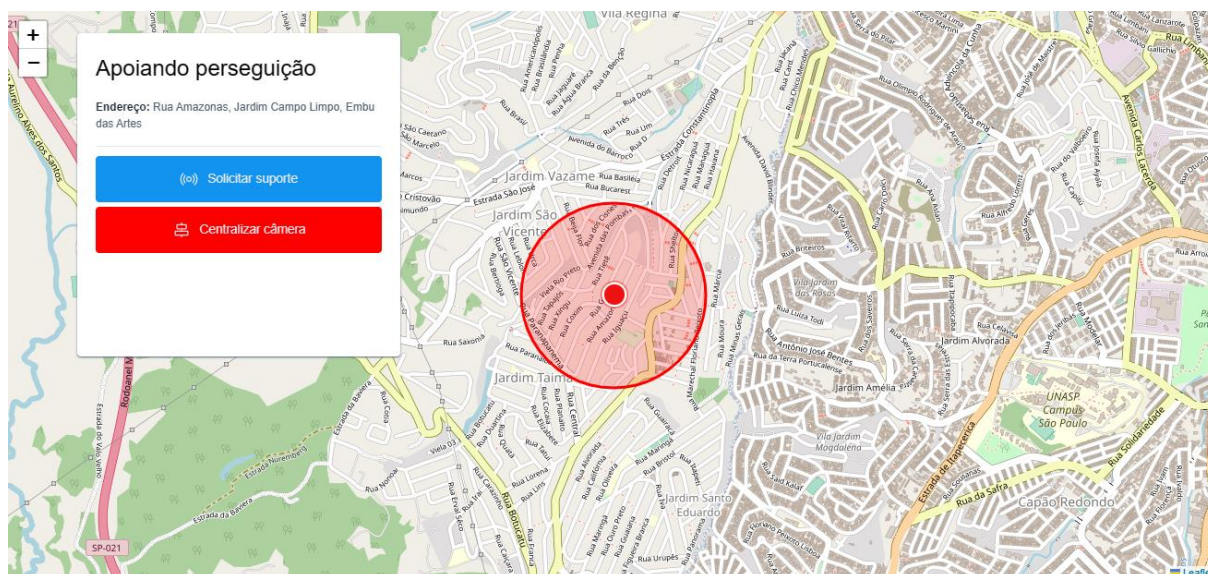
Figura 44 – COPOM recebe notificação de início de acompanhamento



Fonte: Autoria própria, 2023

Ao aceitar a solicitação de monitoração, o operador do COPOM terá a tela da figura 45.

Figura 45 - Operador do COPOM no apoio em uma perseguição



Fonte: Autoria própria, 2023

Nesse estado, o operador do COPOM pode solicitar suporte para o policial na perseguição e ainda centralizar a câmera, caso ele tenha movido a posição do mapa por algum motivo.

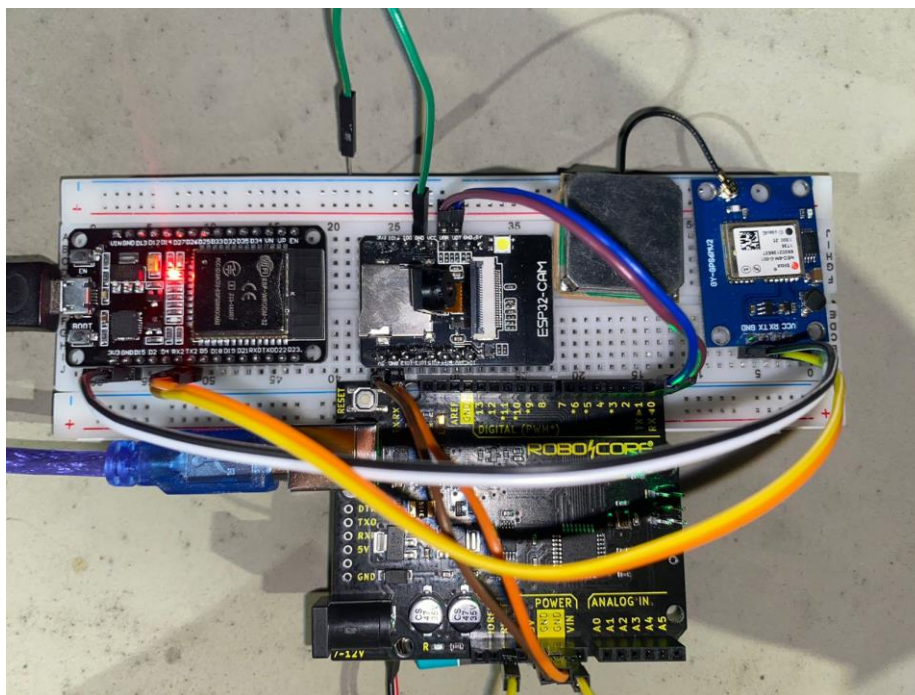
Ao iniciar um patrulhamento ou operação, ambos irão se conectar com um servidor *websocket* para a que as ações em tempo real aconteçam. Para se conectar, antes é necessário instalar o *client* do *websocket* em ambos (*React Native* e *DOM*), logo em seguida, instanciar uma conexão com o servidor utilizando o *hook* “*useMemo*” do *React* para evitar duplicação de *sockets*. O *hook* “*useMemo*” do *React* garante que apenas uma instância de conexão com o servidor será criada, evitando o desperdício de memória. Cada cliente conectado terá o seu tipo verificado. Se ele for um operador do COPOM, então “*operations*”, se não, “*patrolling*”. Isso definirá em qual sala o cliente será colocado.

Para criar um servidor *websocket*, assim como nas interfaces HTTP, também foi utilizado a CLI do NestJS. Ele gera uma classe chamada “*gateway*” que utiliza o padrão *publish and subscriber*. Em suma, utilizando esse recurso é possível criar eventos onde publicadores podem enviar suas mensagens. Foram criados eventos, por exemplos, para transmissão das coordenadas de um policial; retransmissão dessas coordenadas para o COPOM; alerta de perseguição iniciada por parte de um policial, etc.

Quanto a localização do policial, por padrão é utilizado a geolocalização do celular do policial. Mas, para persistir o envio de coordenadas caso o policial faça o deslocamento a pé, foi implementado o envio de localização com o módulo GPS GY-

NEO6MV2 em conjunto com o *Bluetooth* do ESP32. Uma foto do protótipo pode ser vista na figura 46:

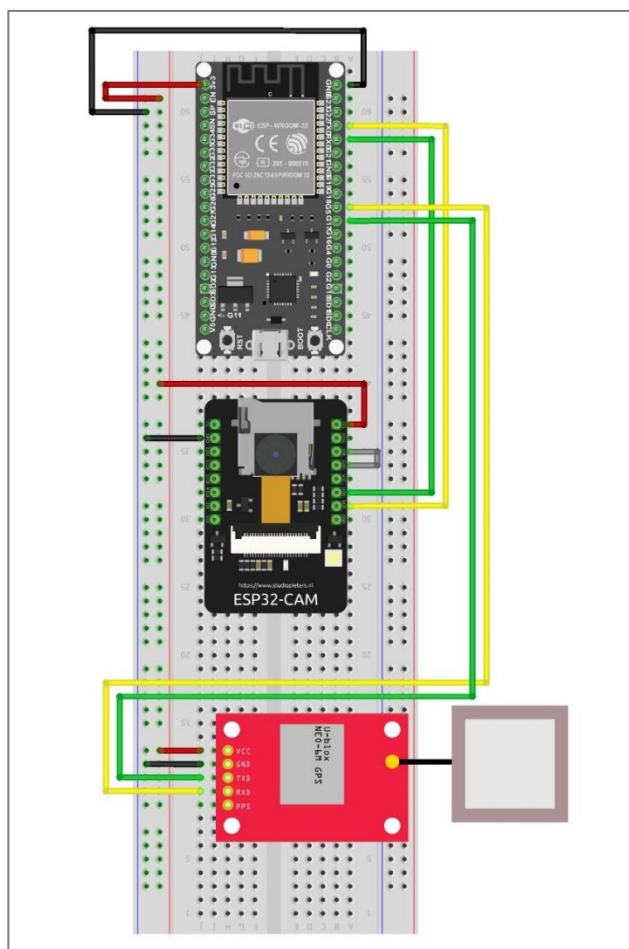
Figura 46 - Protótipo com GPS GY-NEO6MV2 e ESP32 CAM



Fonte: Autoria própria, 2023

Na figura 47 é possível ver o esquema de montagem:

Figura 47 - Esquema de montagem do protótipo



Fonte: Autoria própria, 2023

O desenvolvimento do protótipo demonstra uma abordagem estratégica na seleção e integração de módulos, visando atender aos requisitos necessários. A escolha do módulo ESP32-CAM, em conjunto com o módulo de GPS GY-NEO6MV2, assim como um Arduino UNO e uma protoboard, destaca-se pela presença de recursos como Bluetooth, Wi-Fi e uma câmera, e revela-se alinhada às necessidades do projeto, considerando, também, tanto a acessibilidade econômica como o fácil acesso a esse hardware.

A utilização de um Arduino UNO dá-se pela interface USB que permite sua conexão a um computador para gravar o código executável no módulo via serial utilizado sua *Integrated Development Environment* (IDE) nativa. Já a protoboard serviu de base para a estruturação do projeto.

O módulo ESP32-CAM se destaca por possuir diversos recursos, dos quais se encaixam nos requisitos necessários, compacto e capaz de operar de maneira independente com um sistema mínimo e apresentando uma corrente de repouso extremamente baixa, chegando a apenas 6mA. Este módulo conta com Bluetooth LE

versão 4.2 e com antena integrada. Assim como 4MB de memória Flash, sendo no máximo 3MB *Over-the-Air* (OTA) que pode ser usado para gravar código executável e 1MB *SPI Flash File System* (SPIFFS) que é reservado para uso próprio do módulo, como o *bootloader*, por exemplo. Sua câmera, modelo OV2640 possui 2MP e é conectada por um cabo flat, o que permite ser substituída por outros modelos.

Sua utilidade abrange dispositivos inteligentes residenciais, empresariais, controle sem fio, monitoramento sem fio, identificação sem fio por QR code, transmissão de vídeo em tempo real e gravação, já que o módulo possui um slot para cartão de memória de até 4GB, onde é possível armazenar os vídeos e imagens.

O módulo de GPS, modelo GY-NEO6MV2 tem a finalidade de definir a geolocalização e fornecer os dados via serial, sendo bem compacto, ele exige apenas uma alimentação de 3,3V, além de contar com uma pequena conexão coaxial para utilização de uma antena, esse modelo já conta com uma antena externa de cerâmica e que possui uma precisão de aproximadamente 5 metros.

Todos os módulos utilizados possuem um formato *Dual In-line Package* (DIP), o que permite que sejam inseridos diretamente em uma placa de circuito impresso (PCB), em uma placa de montagem ou diretamente em uma Protoboard. Assim como também possuem uma interface *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) que permite uma comunicação serial, ou seja, podemos receber dados de um dispositivo e enviar a outro com apenas dois fios.

Durante o processo de desenvolvimento, foi identificada uma limitação de armazenamento no módulo ESP32-CAM, motivando a adição do módulo ESP-WROON-32 para alocar parte do código. Sendo muito semelhante com o ESP32-CAM, com exceção da câmera. A opção por uma conexão BLE para a comunicação entre os módulos é justificada pela eficiência energética, embora seja importante ressaltar sua limitação de alcance reduzido.

A estratégia de divisão de funções entre os módulos ESP32-CAM e ESP-WROON-32 permitiu a distribuição eficiente de tarefas e mitigar as restrições de armazenamento, além de tentar manter o projeto econômico.

A lógica em relação ao protótipo, envolve a conexão Bluetooth para obtenção de credenciais Wi-Fi e subsequente transmissão da câmera com retorno do IP de acesso ao dispositivo móvel, uma vez que o usuário tenha acesso ao 4G ou 5G e compartilhe a conexão criando um *hotspot*. Assim que fizer login no aplicativo, é

necessário que o usuário escolha o módulo em uma lista de dispositivos Bluetooth. Após emparelhar, o aplicativo dispõe para o usuário dois campos para inserir as credenciais sendo o SSID e a senha, credenciais essas que serão enviadas via Bluetooth para o módulo principal ESP-WROON-32, assim que o módulo verificar que se trata das credenciais ele repassa os dados ao módulo ESP32-CAM, se a conexão for feita, e envia de volta o IP de acesso a transmissão da câmera. Assim que o módulo principal recebe o IP, ele também repassa o dispositivo, enviando também, os dados recebidos do GPS sempre que há novas atualizações.

A análise do consumo energético, considerando os valores médios para o módulo GPS consumindo 40mA, ESP32 consumindo 80mA e o ESP32-CAM 180mA, demonstra uma estimativa de eficiência em torno de 1 hora e 60 minutos, quando alimentado por uma bateria de 9V com capacidade média de 500mA.

4 RESULTADOS

Nas ocorrências que envolviam acompanhamento, os policiais envolvidos precisavam, manualmente, transmitir suas coordenadas para um operador do COPOM. Este, por sua vez, retransmitia os dados na rede de rádios para que outros policiais em patrulhamento pudessem prestar o apoio. Na figura 48, é possível ver um policial brasileiro modulando manualmente com a central enquanto pilota uma moto acompanhando o suspeito:

Figura 48 - Policial modulando com a central enquanto pilota moto no acompanhamento



Fonte: Karlos ROMU, 2019

A tabela 7 apresenta a duração média de um acompanhamento bem como a quantidade, média, de vezes que um policial precisa retirar a mão do guidão da moto para modular com o COPOM em alta velocidade.

Tabela 7 - Duração média de perseguições policiais e a média de modulações manuais com o COPOM

Acompanhamentos policial			
Disponível em	Acesso em	Duração (HH:MM:SS)	Modulações
youtu.be/ktqrTtQzRul?si=0WoLJwKnMakl0y2J	08/12/2023	00:02:50	11

youtu.be/pJ24gLbwyfA?si=Zz7uBGwD307XrGUZ	08/12/2023	00:07:33	4
youtu.be/K8pXl6A_Mmg?si=5hF8B5tH9njgog6V	08/12/2023	00:03:22	15
youtu.be/iyBN4mDZvjE?si=UigEeb7BYyINqxlC	08/12/2023	00:03:20	11
youtu.be/IHasJS1SYTg?si=z8BvUi1mqZnbGXj6	08/12/2023	00:05:01	9
youtu.be/ak64olsnSyE?si=sfXCpTkNjHv6ekwk	08/12/2023	00:06:28	8
youtu.be/8eqj_xgKUIk?si=sJM-X_ndaNXW3yBF	08/12/2023	00:07:38	8
youtu.be/yn_UZsuuAjE?si=7EqbAX9A6WOcWUS1	08/12/2023	00:01:16	4
youtu.be/URh2PhREl3A?si=fPrialYWPiwa28UF	08/12/2023	00:04:02	11
youtu.be/7wyu_ecw-JA?si=dCQNtJO6hlePKJ4z	08/12/2023	00:11:32	33
youtu.be/BelFHqX0EtY?si=a3a-4ODQ74qWLS1h	08/12/2023	00:04:48	8
youtu.be/QDcqwg0ta8Y?si=c-bbLq012-_NWki1	11/12/2023	00:03:49	7
youtu.be/XXz2nKj_Jgs?si=A36VmwI4Vs4JrzJ8	11/12/2023	00:04:47	14
youtu.be/G2_xqHMIkH0?si=JiiaFeMXvbNLOrEI	11/12/2023	00:03:47	3
youtu.be/h173YJf90Ts?si=KvDfdYfSF86CQ79f	11/12/2023	00:04:23	7
youtu.be/plCe7hKDkqk?si=XL-DHkmRh7duG9cQ	11/12/2023	00:09:23	16
youtube.com/watch?v=iyBN4mDZvjE	11/12/2023	00:06:48	12
youtube.com/watch?v=DEU6AHdlq3w	11/12/2023	00:06:39	8
youtube.com/watch?v=kV19Cno7HYo	11/12/2023	00:05:53	7
youtube.com/watch?v=nOnTK-IH-Ro	11/12/2023	00:07:05	4
youtube.com/watch?v=gltMiB9QlvQ	11/12/2023	00:04:51	7
youtube.com/watch?v=GnhOtpD08NU	11/12/2023	00:06:32	7
youtube.com/watch?v=bpwLWZjC8AA	11/12/2023	00:03:46	9
youtube.com/watch?v=uG_DuQZ9mWI	11/12/2023	00:05:49	11
youtube.com/watch?v=m5QF_ouJEgs	11/12/2023	00:15:38	36
youtube.com/watch?v=8dN6fgC6UQM	11/12/2023	00:06:37	8
youtube.com/watch?v=A7t2Zry6CdY	11/12/2023	00:05:39	11
youtube.com/watch?v=szu6hwYArJY	11/12/2023	00:07:26	8
youtube.com/watch?v=aVY2MJA42bs	11/12/2023	00:07:21	5
youtube.com/watch?v=omjyTBaQiOo	11/12/2023	00:04:13	19
youtube.com/watch?v=K8pXl6A_Mmg	11/12/2023	00:05:40	14

Médias:**00:05:59****10**

Fonte: Autoria própria, 2023

Como foi visto (2.2.3), acompanhar o suspeito de perto, prestar atenção na via, no trânsito e ainda modular com o COPOM sobrecarrega o policial e piora sua dirigibilidade, podendo gerar acidentes (ZAHABI et al., 2021).

Com o sistema aqui desenvolvido, como pode ser visto (3.4), o policial precisa apertar um botão para “iniciar acompanhamento” uma vez. Para solicitar apoio durante o acompanhamento, se necessário, o policial precisa apertar o botão “solicitar apoio” uma vez. Subsequentes modulações só são necessárias para passar características do indivíduo e veículo em fuga.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Recapitulação

Wazlawick (2020) diz que uma pesquisa, no contexto científico, pode ser classificada em relação à sua natureza, aos objetivos e os procedimentos técnicos.

A natureza da pesquisa aqui realizada é *secundária* ou *bibliográfica*, pois o trabalho foi de cunho teórico onde buscou-se validar ou refutar hipóteses obtendo informações apenas em trabalhos já existentes e publicações de autoridades da área de domínio. Quanto ao objetivo, buscou-se descrever uma realidade; um problema percebido. Em relação aos procedimentos técnicos, executou-se a pesquisa bibliográfica, documental e análise empírica; antes definindo questões de pesquisa e então selecionar as fontes relevantes para análise crítica.

Devido essas características, o capítulo de revisão literária (2) foi de extrema importância. Nele, foi realizado um mapeamento sistemático (2.1) para entender o estado da arte da PM e das ocorrências de cerco e acompanhamento. Depois, uma revisão sistemática (2.2) buscando informações para validar ou refuta a hipótese em estudo. Por fim, um mapeamento sistemático (2.3) de tecnologias para serem utilizadas na proposta de transformação digital.

O objetivo geral da pesquisa era de *design*; desenvolver um sistema responsável por enviar coordenadas de forma automática para o COPOM facilitando a vida do policial num acompanhamento de alta velocidade. Em outras palavras, o objetivo era minimizar a frequência com que o policial precisa tirar a mão do guidão para enviar coordenadas para central, reduzindo sua carga mental e o risco de acidente.

Embora a ideia de reduzir a modulação manual pareça facilitar a vida do policial, no início desta pesquisa isto era especulativo. Por este motivo, decidiu-se optar por procedimentos metodológicos bibliográficos e documentais, para revisar na literatura qual o real impacto dessa mudança.

5.2 Resultados coletados e discussão

5.2.1 Modulações manuais

Nos resultados (3) é possível ver uma tabela com a lista de perseguições, duração e a quantidade de vezes que o policial precisou tirar a mão do guidão da moto para modular com o COPOM.

Esses dados foram coletados a partir da análise do conteúdo publicado dos próprios policiais na internet. Buscou-se descobrir dois pontos: quanto tempo, em média, dura uma perseguição; quantas vezes um policial precisa modular no acompanhamento.

As perseguições duram em média 6 minutos e, dentro desse período, um policial precisa modular, mais ou menos, 10 vezes. A maioria dessas modulações, como é de se esperar, são para passar a localização e direção do veículo em fuga. O comportamento do fugitivo influencia a modulação do policial — indivíduos que trafegam por vias locais, por exemplo, demandam uma maior quantidade de modulações. A chegada do apoio de veículos quatro rodas diminui a necessidade de várias modulações manuais por parte do policial na moto.

Tendo em vista essa situação, o sistema desenvolvido diminui drasticamente a quantidade de vezes que um policial precisa modular com o COPOM. Na aplicação, ao iniciar um acompanhamento, o policial precisa dar apenas um clique num botão. Então, sua direção e localização é passada de forma automática para o COPOM. Se o policial sentir a necessidade, ele ainda pode clicar num outro botão para solicitar apoio. Ao fazer isso, suas coordenadas são compartilhadas de forma automática com todos os policiais na ocorrência. Nesse novo modelo, de envio de localização, o policial precisa se esforçar apenas duas vezes para cumprir sua responsabilidade sem sobrecarga mental. No entanto, ainda são necessárias modulação para, por exemplo, informar o número de indivíduos no veículo, placa e características.

5.2.2 Sobrecarga mental

A CPI *OpenFox* (2.1.11.1), uma empresa responsável por lançar *softwares* para as corporações de segurança, argumenta que o *software* só facilita a vida dos agentes de segurança, e que a falta dele só submete os policiais e as pessoas a situações que elas não precisam mais passar na era dos produtos digitais.

Como foi visto (2.1.5), durante um acompanhamento são muitas as responsabilidades dos policiais definidas pelo POP.

A realização de tarefas secundárias numa perseguição pode prejudicar o desempenho do policial no motorista, distraindo-o e gerando um acidente (2.2.3). Também, essas tarefas, num acompanhamento em alta velocidade, onde o ambiente está mudando constantemente, obrigando o policial a processar vários *frames* visuais, podem impactar a tomada de decisão do policial (2.2.2), gerando erros (alguns que são previstos no POP, conforme Anexo A). Esses erros, ainda que não intencionais, podem ser vistos como desvios de conduta, destruindo a carreira do policial.

São muitas as decisões que o policial deve tomar num pequeno espaço de tempo. Uma interpretação errada, pode acabar com uma carreira e uma vida. O policial, por exemplo, deve prestar atenção nas mãos do indivíduo e se a movimentação delas não representa uma ameaça. Nesta situação, com o sistema, o policial tem uma de suas responsabilidades automatizada, ficando livre para tomar outras atitudes como policial.

6 CONCLUSÃO

Se um indivíduo suspeito se evadir de uma abordagem policial, inicia o POP de cerco e acompanhamento de veículos. Durante esse processo, são várias as responsabilidades do policial, dentre elas: manter uma comunicação com o COPOM; informar de maneira contínua a localização e a direção do veículo em fuga, e solicitar apoio, se necessário, orientando o posicionamento das viaturas. O equipamento que se dispõe para essas ações é o rádio.

O objetivo da pesquisa era de *design*, isto é, construir uma aplicação para transmissão de coordenadas em tempo real para o COPOM, automatizando um dos procedimentos dos policiais — o mais recorrente deles, como visto nos resultados (4) — em ocorrências de cerco e acompanhamento.

Além disso, buscou-se na literatura argumentos que indicassem a necessidade desse sistema. Zahabi et al. (2021) provaram que tarefas secundárias, assim dizendo, procedimentos, em condições de perseguição, tendem diminuir a performance de direção do policial, podendo causar acidentes em razão da carga mental gerada. O que antes era especulativo torna-se um fato devido aos estudos de Zahabi et al. (2021).

Com o sistema produzido aqui, o policial reduz drasticamente a quantidade de modulações manuais realizadas com o COPOM. Sua posição em um acompanhamento é sempre compartilhada de forma automática com o COPOM e com outros policiais no apoio quando este for solicitado pela aplicação.

Dentre as dificuldades enfrentadas, a falta de estatísticas da PM brasileira sobre as ocorrências de cerco e acompanhamento foi a maior.

7 RECOMENDAÇÕES

Este trabalho foca na transformação digital da PM apenas nas operações de cerco e acompanhamento, automatizando os processos relacionados a essas ocorrências. A expansão do sistema para anexar outros tipos de ocorrência é uma opção. Segue-se alguns tipos de ocorrência da PM:

- Perturbação do sossego: um sistema digital para recebimento de denúncias de som alto conectados com uma *dashboard* no celular de cada policial em patrulhamento;
- Furto ou roubo de veículos: um sistema digital para realizar denúncias em poucos passos de um veículo roubado, permitindo a rápida intervenção dos policiais em patrulhamento na região;
- Desaparecimento de pessoas: criar uma base de dados com o rosto de todos os desaparecidos e utilizar processamento de imagem, junto com as câmeras acopladas dos policiais, para identificar automaticamente essas pessoas;
- Acidentes de trânsito: utilizar câmeras em cruzamentos para identificar acidentes e transmitir a localização para policiais em patrulhamento;
- Primeiros socorros: criar um canal de comunicação entre operadores do COPOM e pessoas precisando de atendimento em primeiros socorros (por exemplo, pedindo ajuda para uma criança engasgada), tendo a opção do *livestream* para visualização das orientações.

Para continuar explorando as operações de cerco e acompanhamento, recomenda-se coletar mais dados sobre as perseguições da PM no Brasil, já que estes são muito importantes para a justificativa do trabalho, uma vez que se fala de pessoas inocentes que são vitimadas devido procedimentos pouco eficientes.

Recomenda-se, também, como procedimento metodológico testar em campo a diferença dos resultados de um acompanhamento utilizando rádio como equipamento, *versus* um acompanhamento totalmente digital.

Para o sistema, criar funcionalidades que integrem mais o COPOM no meio da ocorrência. Possibilitando, por exemplo, que ele “arraste” no seu mapa, traçando linhas, indicando o deslocamento do apoio para a realização de um cerco eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLY. **Socket.io**: *How it works, when to use it, and how to get started*. Ably, 5 dez. 2022. Disponível em: <https://ably.com/topic/socketio>. Acesso em: 22 set. 2023.

AMAZON WEB SERVICES (AWS). **O que é Transformação digital?** AWS, [202-?]. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/digital-transformation/>. Acesso em: 20 set. 2023.

ANDREW SALIMBENE, Nicholas; ZHANG, Yan. *An examination of organizational and community effects on police response time*. **Policing: An International Journal**, [s. l.], v. 43, n. 6, p. 935-946, 3 nov. 2020. DOI 10.1108/PIJPSM-04-2020-0063. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/PIJPSM-04-2020-0063/full/html>. Acesso em: 14 set. 2023.

ARDUINO TEAM. **One board to rule them all**: *One board to rule them all*. Blog Arduino, 9 set. 2021. Disponível em: <https://blog.arduino.cc/2021/12/09/one-board-to-rule-them-all-history-of-the-arduino-uno/>. Acesso em: 20 set. 2023.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS (ALMG). **Sancionada lei que determina GPS em ambulâncias e viaturas**: depois de ter seu veto derrubado na Assembleia de Minas, governador publica a norma. Minas Gerais, 20 maio 2019. Disponível em: https://www.almg.gov.br/acompanhe/noticias/arquivos/2019/05/20_sancao_gps_ambulancias.html. Acesso em: 14 set. 2023.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ALESP). **Deputado quer GPS para monitorar viaturas policiais e ambulâncias**: "salvar muitas vidas sem gastar muito dinheiro". São Paulo, 14 nov. 2007. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=316135>. Acesso em: 14 set. 2023.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, ano 191-A, p. 1-32, 5 out. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/DOUconstituicao88.pdf. Acesso em: 29 set. 2023.

BRASIL. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. **Dos crimes contra a Administração Pública**: Capítulo II - Dos crimes praticados port particular contra a administração em geral, Brasília, DF, 7 dez. 1940. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848.htm. Acesso em: 30 set. 2023.

BRASIL. Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. **Diário Oficial da União**: capítulo XI, Brasília, DF, 3 out. 1941. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm. Acesso em: 16 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**: Capítulo XIV da Habilitação, Brasília, DF, 23 set.

1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm. Acesso em: 30 set. 2023.

C. VERHOEF, Peter; BROEKHUIZEN, Thijs; BART, Yakov; BHATTACHARYA, Abhi; QI DONG, John; FABIAN, Nicolai; HAENLEIN, Michael. *Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda*. **Journal of Business Research**, Holanda, p. 889-901, 10 set. 2019. DOI 10.1016/j.jbusres.2019.09.022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296319305478>. Acesso em: 20 set. 2023.

CAIRNEY, P.; CATCHPOLE, J. *Road User Behaviours Which Contribute to Accidents at Urban Arterial/Local Intersections*. **Australian Road Research Board**, Vermont South, 1989. Disponível em: <https://trid.trb.org/view/364806>. Acesso em: 18 set. 2023.

CAMARGO, Camila Vicentini. **Você conhece o alfabeto IPA?** PET Letras, Universidade Federal de Santa Catarina, 27 out. 2020. Disponível em: <https://petletras.paginas.ufsc.br/2020/10/27/voce-conhece-o-alfabeto-ipa/>. Acesso em: 24 out. 2023.

CARDOSO, Alexsander; VIEIRA, Leonardo Rozwalka. A fundada suspeita em abordagens policiais e na busca pessoal. **Brazilian Journal of Development**, Paraná, v. 9, n. 9, p. 26633-26648, 13 set. 2023. DOI 10.34117/bjdv9n9-072. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/>. Acesso em: 24 out. 2023.

CASTILHO, Rafael. Alpha, bravo, charlie: conheça a origem do alfabeto fonético e como ele é usado na aviação. *Melhores Destinos*, 15 set. 2023. Disponível em: <https://www.melhoresdestinos.com.br/alfabeto-fonetico-aviacao.html>. Acesso em: 24 out. 2023.

CENTIZEN NATIONWIDE. **Is Nest JS the next big thing?** Medium, 1 ago. 2019. Disponível em: <https://medium.com/@centizennationwide/is-nest-js-the-next-big-thing-2b5413608612>. Acesso em: 22 set. 2023.

COSTA DE LIMA, Clauder; ARAÚJO DE DEUS VIEIRA, Jerônimo. **Os Projetos de Tecnologia da Informação e Comunicação e a Transformação Digital da PMDF**. Brasília, DF, [202-?]. Disponível em: <https://intranet.pm.df.gov.br/portaria/tic-na-pmdf/>. Acesso em: 20 set. 2023.

COSTA, Edson. **PM aprova Manual de Procedimento Operacional Padrão (POP)**. Polícia Militar do Pará, 13 ago. 2023. Disponível em: <https://www.pm.pa.gov.br/component/content/article/80-blog/news/838-pm-aprova-manual-de-procedimento-operacional-padr>. Acesso em: 22 set. 2023.

CPI OPENFOX. **Should Law Enforcement Officials Use Radio Or Communication Software?** [S. l.], 28 fev. 2022. Disponível em: <https://www.openfox.com/should-law-enforcement-officials-use-radio-or-communication-software/>. Acesso em: 15 set. 2023.

CRUNDALL, David *et al.* *Eye Movements during Intentional Car following. Perception*, University of Nottingham, v. 33, p. 975-986, 2004. DOI <https://doi.org/10.1068/p5105>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/p5105>. Acesso em: 18 set. 2023.

CRUNDALL, David *et al.* *Eye movements and hazard perception in police pursuit and emergency response driving. Journal of Experimental Psychology: Applied*, University of Nottingham, v. 9, n. 3, p. 163-174, 2003. DOI <https://doi.org/10.1037/1076-898X.9.3.163>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F1076-898X.9.3.163>. Acesso em: 18 set. 2023.

DE PAULA CARLOS, Leandro. **Aspectos legais da perseguição policial e seus reflexos na execução prática da atividade**: Trata-se de abordagem a legislação que regula a intervenção policial na modalidade perseguição a pessoa sob suspeita ou em flagrante delito. DireitoNet, 2 jan. 2018. Disponível em: <https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/10495/Aspectos-legais-da-perseguiacao-policial-e-seus-reflexos-na-execucao-pratica-da-atividade>. Acesso em: 22 set. 2023.

DEES, Tim. **How police use the PIT maneuver to end vehicle pursuits: Go deep on the steps to PIT and its alternatives, as well as the history, advantages and disadvantages of the precision immobilization technique**. Police1, 28 nov. 2021. Disponível em: <https://www.police1.com/suspect-pursuit/articles/how-police-use-the-pit-maneuver-to-end-vehicle-pursuits-fZP3HtT386Mpu5oF/>. Acesso em: 14 set. 2023.

DEJOY, Pete. **A Short History of MongoDB: Unpacking the product strategy that shaped a winner**. Pete DeJoy, 31 jul. 2020. Disponível em: <https://petedejoy.com/writing/mongodb>. Acesso em: 22 set. 2023.

DIAS, Carlos. **Polícia pede quebra de sigilo do GPS de viatura após sumiço de jovem em suposta abordagem da PM**: Carlos Eduardo dos Santos, de 20 anos, foi visto pela última vez no dia 27 de dezembro, em um bar de Jundiaí. Segundo o delegado, moradores ficaram em silêncio sobre o caso. Sorocaba, 8 jan. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/noticia/2020/01/08/policia-pede-quebra-de-sigilo-do-gps-de-viatura-apos-sumico-de-jovem-em-suposta-abordagem-da-pm.ghtml>. Acesso em: 14 set. 2023.

DICKSON, Boateng. *A Brief History of JavaScript*. In: DICKSON, Boateng. **A Brief History of JavaScript**. DEV Community, 20 maio 2022. Disponível em: <https://dev.to/dboatengx/history-of-javascript-how-it-all-began-92a>. Acesso em: 22 set. 2023.

DIREITO Administrativo. In: SYLVIA ZANELLA DI PIETRO, Maria. **Direito Administrativo**. 33ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Forense Ltda., 2020. ISBN 978-85-309-8972-9.

FELIX, Waldyr. **Escalabilidade vertical vs escalabilidade horizontal**. Medium, 2 mar. 2020. Disponível em: <https://waldyrfelix.com.br/escalabilidade-vertical-vs-escalabilidade-horizontal-6a3981783477>. Acesso em: 22 set. 2023.

FOLHA DE S. PAULO. Polícia Civil vai rastrear carros do Denarc em SP. *In*: FOLHA DE S. PAULO. **Polícia Civil vai rastrear carros do Denarc em SP**. [S. l.], 7 ago. 2002. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u56405.shtml>. Acesso em: 14 set. 2023.

G. HOYOS, Carl. *Mental load and risk in traffic behaviour*. **Ergonomics**, [s. l.], v. 31, p. 571?584, 1988. DOI <https://doi.org/10.1080/00140138808966700>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1988-34335-001>. Acesso em: 18 set. 2023.

G1 (São Paulo). **Uso de câmeras nos uniformes da PM em SP evitou 104 mortes, aponta levantamento da FGV**: O estudo foi feito entre julho de 2021 e julho de 2022 no estado de São Paulo entre as áreas de companhias de polícia que utilizam a câmera corporal com os batalhões que não utilizam. São Paulo, 5 dez. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2022/12/05/uso-de-cameras-nos-uniformes-da-pm-em-sp-evitou-104-mortes-aponta-levantamento-da-fvg.ghml>. Acesso em: 16 set. 2023.

GRUPO DHARMA RÁDIOCOMUNICAÇÃO. **Código Q**: Significados. Grupo Dharma Rádiocomunicação, 24 out. 2007. Disponível em: <https://www.grupodharma.com.br/codigoq.htm>. Acesso em: 22 set. 2023.

HACKERNOON. **Opinionated or Not: Choosing the Right Framework for the Job**. Hackernoon, 28 out. 2019. Disponível em: <https://hackernoon.com/about/jason>. Acesso em: 22 set. 2023.

HÁMORI, Ferenc. **The History of React.js on a Timeline**. *RisingStack*, 31 maio 2022. Disponível em: <https://blog.risingstack.com/the-history-of-react-js-on-a-timeline/>. Acesso em: 22 set. 2023.

IEEE STUDENT CONFERENCE ON RESEARCH AND DEVELOPMENT, 2019, Bandar Seri Iskandar, Malaysia. **Athena: A Mobile Based Application for Women's Safety with GPS Tracking and Police Notification for Rizal Province [...]**. IEEE: [s. n.], 2019. 6 p. Tema: Segurança Pública. DOI 10.1109/SCORED.2019.8896274. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8896274>. Acesso em: 24 out. 2023.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUGMENTED INTELLIGENCE AND SUSTAINABLE SYSTEMS, 2022, Trichy, India. **IoT Smart Tracking Device for Missing Person Finder (Women/Child) using ESP32 AI camera and GPS [...]**. IEEE: [s. n.], 2023. Tema: Segurança Pública. Acrônimo para o evento: ICAISS. DOI 10.1109/ICAISS55157.2022.10011079. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10011079>. Acesso em: 24 out. 2023.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT COMPUTING AND COMMUNICATION FOR SMART WORLD (I2C2SW), 2018, Trichy, India. **Real Time Location Tracking and Health Monitoring of Police Force [...]**. IEEE: [s. n.], 2020. 4 p. Tema: Segurança Pública. DOI 10.1109/I2C2SW45816.2018.8997132. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8997132>. Acesso em: 24 out. 2023.

JALONETSKY, André. **Conheça o COPOM, centro de excelência no atendimento de emergências**: Você já teve aquela sensação de chegar num lugar e parecer que cruzou um portal para outra dimensão no futuro? Foi o que senti ao entrar no Centro de Operações da Polícia Militar do Estado de São Paulo, o COPOM. Último Segundo, 9 nov. 2017. Disponível em: <https://ultimosegundo.ig.com.br/policia/2017-11-09/copom.html>. Acesso em: 17 set. 2023.

JEFFERSON CERQUEIRA, Anderson. **Transformação Digital do Serviço de Registros de Ocorrências na Polícia Militar do Distrito Federal**. Orientador: Rejane Maria da Costa Figueiredo. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade de Brasília, [S. l.], 2019. Disponível em: https://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/36803/1/2019_AndersonJeffersonCerreira.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

JULIO DA ROCHA, Abelardo. **As polícias militares e a preservação da ordem pública**. Jusmilitaris, 13 nov. 2009. Disponível em: <https://jusmilitaris.com.br/sistema/arquivos/doutrinas/pmpreservacao.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

KUMAR, Subodh. **Why JavaScript is called Prototype-based? What is Prototype-based programming?** Medium, 6 jan. 2022. Disponível em: <https://javascript.plainenglish.io/why-javascript-is-called-prototype-based-e9326562bf43>. Acesso em: 22 set. 2023.

LISOT, Altair. Doutrina policial militar e as parcerias público-privadas na gestão por resultados. **Revista Ordem Pública**, Santa Catarina, v. 4, n. 1/1, p. 35-53, 2011. Disponível em: <https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/36>. Acesso em: 30 set. 2023.

LORDELLO, Jorge. É melhor perseguir ou acompanhar? procedimentos recomendados ao policial no atendimento de ocorrências com veículos em fuga. Tudo sobre segurança, [20--]. Disponível em: http://tudosobreseguranca.com.br/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=1379&Itemid=169. Acesso em: 24 out. 2023.

LOURENÇO, Amilton; BONORA, Miriam. **Mortes durante perseguições geram questionamentos sobre ações da PM**. Jornal Cruzeiro do Sul, Sorocaba, 7 fev. 2014. Disponível em: <https://www2.jornalcruzeiro.com.br/materia/530032/mortes-durante-persegucoes-geram-questionamentos-sobre-acoes-da-pm>. Acesso em: 29 set. 2023.

M. DAU, Philipp et al. *Policing Directions: A Systematic Review on the Effectiveness of Police Presence*. **European Journal on Criminal Policy and Research**, [s. l.], n. 29, p. 191-225, 12 nov. 2021. DOI 10.1007/s10610-021-09500-8. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10610-021-09500-8>. Acesso em: 14 set. 2023.

MASCIA SILVEIRA, Rogerio. **Sistema de Informações Operacionais da Polícia Militar**: Computadores interligados, imagens aéreas e radiocomunicadores garantem

a efetividade da PM em todas as regiões do Estado. Jornalista Rogério Mascia Silveira, 9 abr. 2005. Disponível em: <http://rogeriosilveira.jor.br/tag/sistema-de-informacoes-operacionais-da-policia-militar-siopm>. Acesso em: 22 set. 2023.

MDN WEB DOCS. **Getting started with React**. MDN, 7 set. 2023. Disponível em: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Tools_and_testing/Client-side_JavaScript_frameworks/React_getting_started. Acesso em: 22 set. 2023.

MDN WEB DOCS. **JavaScript**. MDN, 12 set. 2023. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>. Acesso em: 21 set. 2023.

MESSAOUDI, Fakhreddine. **The importance of planning before coding**. Medium, 25 fev. 2021. Disponível em: <https://fakhrymessaudi.medium.com/the-importance-of-planning-before-coding-a75c6d1dfcbb>. Acesso em: 22 set. 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 23303, de 17 de maio de 2019**. Determina que os veículos destinados ao serviço de segurança e saúde públicas do Estado sejam equipados com dispositivo que permita sua geolocalização. [S. l.], 17 maio 2019. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/23303/2019/>. Acesso em: 14 set. 2023.

MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS. Gov.br. **Transformação Digital: O que é?** Gov.br, [202-?]. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/transformacao-digital/o-que-e>. Acesso em: 20 set. 2023.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Gov.br. **5G é ativado em todas as capitais brasileiras**: Nova geração de internet móvel chegou às cidades antes do prazo definido pela Anatel. Gov.br, 6 out. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2022/outubro/5g-e-ativado-em-todas-as-capitais-brasileiras>. Acesso em: 20 set. 2023.

NUGENT, Hugh; CONNORS, Edward F.; MCEWEN, J. Thomas; MAYO, Lou. **Restrictive Policies for High-Speed Police Pursuits**. Estados Unidos: National Institute of Justice, 1990. 38 p. Disponível em: <https://www.ojp.gov/pdffiles1/Digitization/122025NCJRS.pdf>. Acesso em: 23 out. 2023.

NAGAYAMA, Y. *Role of visual perception in driving*. **International Association of Traffic and Safety Sciences**, [s. l.], v. 2, p. 64-73, 1978. Disponível em: <https://trid.trb.org/view/146303>. Acesso em: 18 set. 2023.

NATIONAL LAW ENFORCEMENT OFFICERS MEMORIAL FUND. **Causes of law enforcement deaths over the past decade (2008- 2017)**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://nleomf.org/memorial/facts-figures/officer-fatality-data/causes-of-law-enforcement-deaths/>. Acesso em: 18 set. 2023.

NETFLIX. **Netflix Likes React**. Medium, 28 jan. 2015. Disponível em: <https://netflixtechblog.com/netflix-likes-react-509675426db>. Acesso em: 22 set. 2023.

NÚCLEO DE ESTUDOS DA VIOLÊNCIA DA USP (NEV USP). **Pesquisa: uso Câmeras Corporais pela Polícia Militar de SP.** [S. l.], 2021. Disponível em: <https://nev.prp.usp.br/projetos/pesquisa-uso-cameras-corporais-pela-policia-militar-de-sp/>. Acesso em: 16 set. 2023.

OCCHINO, Tom. **React Native: Bringing modern web techniques to mobile.** *Engineering at Meta*, 26 mar. 2015. Disponível em: <https://engineering.fb.com/2015/03/26/android/react-native-bringing-modern-web-techniques-to-mobile/>. Acesso em: 22 set. 2023.

OLIVEIRA, Greici. **Módulo GPS GY-NEO6MV2:** Guia completo de como usá-lo com o Arduino. Master Walker, 29 maio 2022. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/modulo-gps-gy-neo6mv2-guia-completo-de-como-usa-lo-com-o-arduino>. Acesso em: 20 set. 2023.

PASSARELLI, Vinicius. **Saiba como funcionam as câmeras corporais da PM, mantidas por Tarcísio:** No centro do debate de segurança pública desde a campanha eleitoral, câmeras corporais da PM serão mantidas pelo governo Tarcísio. Metrôpoles, 12 jan. 2023. Disponível em: <https://www.metropoles.com/sao-paulo/policia-sp/entenda-como-funcionam-as-cameras-corporais-da-pm-de-sp>. Acesso em: 16 set. 2023.

PEREIRA, Clarice. Moto é o veículo que mais mata no trânsito e o que mais gera indenizações: motos representam 1/3 das 37 mil mortes por ano no Brasil; carros são 24%. **Folha de São Paulo**, [s. l.], 15 jun. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2018/06/moto-e-o-veiculo-que-mais-mata-no-transito-e-o-que-mais-gera-indenizacoes.shtml>. Acesso em: 14 set. 2023.

PERSEGUIÇÃO Rocam - Fuga de Suspeito acaba em Acidente - Obedecer evita acidentes. YouTube: Polícia nas Ruas, 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Slr5Fglvyws&ab_channel=Pol%C3%ADcianasRuas. Acesso em: 22 set. 2023.

PETTER GREGERSEN, Nils; BJURULF, Per. *Young novice drivers: Towards a model of their accident involvement.* **Accident Analysis & Prevention**, University of Linköping, v. 28, n. 2, p. 229-241, 1996. DOI [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(95\)00063-1](https://doi.org/10.1016/0001-4575(95)00063-1). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0001457595000631>. Acesso em: 18 set. 2023.

PINHEIRO, Adriano Martins. **Abordagem policial, fundada suspeita e abuso de autoridade. Breves Considerações:** Comentários acerca de leis, decisões judiciais e doutrina. Jusbrasil, 2016. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/abordagem-policial-fundada-suspeita-e-abuso-de-autoridade-breves-consideracoes/372009832>. Acesso em: 24 out. 2023.

PMGO. **Procedimento Operacional Padrão.** 3. ed. rev. e aum. Goiânia: Polícia Militar do Estado de Goiás, 2014. 370 p. ISBN 978-85-63793-00-3. Disponível em: <https://ponte.org/wp-content/uploads/2021/05/POP-3a-edicao-revisto-e-ampliado.pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.

PROCEEDINGS OF THE 2019 IISE ANNUAL CONFERENCE, 2019, Orlando, Florida, USA. **Analysis of Law Enforcement Mobile Computer Terminal Interface** [...]. Texas A&M University: [s. n.], 2019. 6 p. Disponível em: https://hsi.engr.tamu.edu/wp-content/uploads/sites/200/2019/09/Zahabi_etal_IISE19_Final.pdf. Acesso em: 22 set. 2023.

RESELMAN, Bob. **The pros and cons of the Pub-Sub architecture pattern**: The Pub-Sub architecture pattern is very common, and with good reason. See how this pattern handles performance for asynchronous messaging. Red Hat, 6 maio 2021. Disponível em: <https://www.redhat.com/architect/pub-sub-pros-and-cons>. Acesso em: 25 out. 2023.

ROBERTO, Jones. **Os Princípios do SOLID**: OCP Princípio aberto-fechado. Medium, 18 out. 2019. Disponível em: <https://medium.com/xp-inc/os-princ%C3%ADpios-do-solid-ocp-princ%C3%ADpio-aberto-fechado-2dd7272cdd46>. Acesso em: 22 set. 2023.

SIMÕES GOMES, Helton; MARTINS, Leonardo. **Com câmeras, letalidade policial cai 32% em SP; queda é maior entre brancos**. UOL, 22 abr. 2022. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2022/04/20/com-cameras-letalidade-policial-cai-31-em-sp-queda-e-maior-entre-brancos.htm>. Acesso em: 16 set. 2023.

SIVAK, Michael. *The Information That Drivers Use: Is it Indeed 90% Visual? Perception*, Estados Unidos, v. 25, p. 1081-1089, 1996. DOI <https://doi.org/10.1068/p251081>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/p251081>. Acesso em: 18 set. 2023.

SILVA, Alden José Lázaro. **Perseguição vs Acompanhamento**: qual a diferença? [S. l.], 2010. Disponível em: http://abordagempolicial.com/colestrategia/persegue_acompanha.pdf. Acesso em: 13 set. 2023.

STATISTA. **Most used programming languages among developers worldwide as of 2023**. Statista, 19 jul. 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/793628/worldwide-developer-survey-most-used-languages/>. Acesso em: 22 set. 2023.

SUTHERLAND, Jeff. **Scrum**: A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Sextante, 2019. 256 p. ISBN 978-8543107165.

TELES, Elaine. **Arduino: O que é? Pra que serve? Quais as possibilidades?** Uma plataforma? muitas possibilidades. Medium, 22 set. 2016. Disponível em: <https://medium.com/nossa-coletividade/arduino-o-que-%C3%A9-pra-que-serve-quais-as-possibilidades-efbd59d33491>. Acesso em: 20 set. 2023.

VIDAL, Jordi Blanes I; KIRCHMAIER, Tom. *The Effect of Police Response Time on Crime Clearance Rates*. **The Review of Economic Studies**, Inglaterra, v. 85, p. 855-891, 5 set. 2017. DOI 10.1093/restud/rdx044. Disponível em: <https://academic.oup.com/restud/article-abstract/85/2/855/4104675>. Acesso em: 14 set. 2023.

WALKER, Alyssa. **What are UML Diagrams?** History, Types, Characteristics, Versions, Tools. *Guru99*, 25 ago. 2023. Disponível em: <https://www.guru99.com/uml-diagrams.html>. Acesso em: 22 set. 2023.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: GEN LTC, 2020. 152 p. ISBN 978-85-951-5109-3.

WITTE, Daniel; VON WEITERSHAUSEN, Philipp. **React Native for Android**: How we built the first cross-platform React Native app. Engineering at Meta, 14 set. 2015. Disponível em: <https://engineering.fb.com/2015/09/14/developer-tools/react-native-for-android-how-we-built-the-first-cross-platform-react-native-app/>. Acesso em: 22 set. 2023.

YARALI, Abdulrahman. 4G and 5G for PS: *Technology Options, Issues, and Challenges*. In: YARALI, Abdulrahman. **Public Safety Networks from LTE to 5G**. 1. ed. [S. l.]: Wiley Telecom, 2020. cap. 9, p. 161-169. ISBN 9781119580157. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9116797>. Acesso em: 16 set. 2023.

ZAHABI, Maryam *et al.* *Effect of Secondary Tasks on Police Officer Cognitive Workload and Performance Under Normal and Pursuit Driving Situations*. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, Texas A&M University, Estados Unidos, p. 1-14, 2021. DOI 10.1177/00187208211010956. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33874772/>. Acesso em: 18 set. 2023.

APÊNDICE A – CÓDIGO DO PROJETO

O código-fonte completo do projeto pode ser acessado no repositório do Github, disponível em: <https://github.com/samuelastech/police-chase-system>.

Neste repositório, encontra-se todos os arquivos relevantes e estrutura de diretórios que compõem a implementação detalhada neste trabalho. A consulta ao código no Github proporcionará uma compreensão mais aprofundada da lógica de programação, funcionalidades específicas e recursos utilizados.

APÊNDICE B – LISTA DOS 282 MUNICÍPIOS BRASILEIROS LIBERADOS PARA O 5G EM 2023

Esta é a relação das 282 cidades liberadas para a frequência de 3,5 GHz a partir de maio (ALECRIM, 2023):

Estado	Município	Estado	Município
AC	Senador Guimard	MA	Cajapió
BA	Anguera	MG	Itaú de Minas
BA	Barra do Choça	MG	Cachoeira da Prata
BA	Itanagra	MG	Congonhas
BA	Juazeiro	MG	Governador Valadares
BA	Santa Cruz Cabrália	MG	Uberaba
CE	Acarape	MG	Araporã
CE	Forquilha	MG	Cachoeira Dourada
ES	Cachoeiro de Itapemirim	MG	Canápolis
ES	Santa Leopoldina	MG	Centralina
ES	São José do Calçado	MG	Carmo do Cajuru
GO	Ananguera	MG	Igaratinga
GO	Aparecida do Rio Doce	MG	São Gonçalo do Pará
GO	Montividiu	MG	Belmiro Braga
GO	Caldas Novas	MG	Bias Fortes
GO	Colinas do Sul	MG	Chiador
GO	Santo Antônio da Barra	MG	Ewbank da Câmara
GO	Santa Rita do Novo Destino	MG	Pedro Teixeira
GO	Davinópolis	MG	Pequeri
GO	Ouvidor	MG	Santa Bárbara do Monte Verde
GO	Três Ranchos	MG	Santana do Deserto
GO	Cristianópolis	MG	Simão Pereira
GO	São Miguel do Passa Quatro	RJ	Areal
GO	Vianópolis	RJ	Barra do Piraí
GO	Silvânia	RJ	Comendador Levy Gasparian
GO	Gameleira de Goiás	RJ	Engenheiro Paulo de Frontin
GO	Iaciara	RJ	Mendes
GO	Teresina de Goiás	RJ	Miguel Pereira
GO	Nova Roma	RJ	Paty do Alferes
GO	Campo Limpo de Goiás	RJ	Piraí
GO	Ouro Verde de Goiás	RJ	Rio das Flores
MA	Bacurituba	RJ	São José do Vale do Rio Preto

RJ	Teresópolis	RJ	Angra dos Reis
RJ	Valença	RJ	Italva
MS	Ladário	RJ	Araruama
MT	Juscimeira	RJ	Arraial do Cabo
MT	São José do Povo	RJ	Carapebus
MT	Arenópolis	RJ	Casimiro de Abreu
MT	Santo Afonso	RJ	Conceição de Macabu
PA	Terra Alta	RJ	Iguaba Grande
PA	Bonito	RJ	Macaé
PA	Peixe-Boi	RJ	Rio das Ostras
PE	Chã Grande	RJ	São Pedro da Aldeia
PE	Vitória de Santo Antão	RJ	Saquarema
PE	Condado	RN	Baía Formosa
PE	Itaquitinga	RN	Senador Georgino Avelino
PE	Tracunhaém	RN	Tibau do Sul
PI	Pau D'Arco do Piauí	RN	Vila Flor
PR	Mauá da Serra	RN	Baraúna
PR	Foz do Iguaçu	RN	Grossos
PR	São Jerônimo da Serra	RN	Rio do Fogo
PR	Nova Santa Bárbara	RO	Rio Crespo
PR	Santa Cecília do Pavão	RO	Alto Paraíso
PR	Ângulo	RO	Cujubim
PR	Atalaia	RO	Itapuã do Oeste
PR	Bom Sucesso	RS	Caraá
PR	Califórnia	RS	Turuçu
PR	Cambira	RS	Nova Alvorada
PR	Floresta	RS	Barra do Quaraí
PR	Flórida	RS	Passo Fundo
PR	Iguaraçu	RS	Balneário Pinhal
PR	Mandaguaçu	RS	Capivari do Sul
PR	Mandaguari	RS	Cidreira
PR	Marumbi	RS	Palmares do Sul
PR	Novo Itacolomi	RS	Mostardas
PR	Ourizona	RS	Tavares
PR	Paiçandu	RS	Formigueiro
PR	Pitangueiras	RS	São Sepé
PR	Rio Bom	RS	Júlio de Castilhos
PR	Sabáudia	RS	Jari
PR	Sarandi	RS	Jaguari
PR	Uniflor	RS	Mata

RS	Unistalda	RS	Sertão Santana
RS	Toropi	RS	Tabaí
RS	Santiago	RS	Tapes
RS	Tupanciretã	RS	Taquari
RS	São Martinho da Serra	RS	Bento Gonçalves
RS	São Pedro do Sul	RS	Três Coroas
RS	Itaara	RS	Capão do Leão
RS	Ivorá	RS	Morro Redondo
RS	Quevedos	SC	Armazém
RS	São Vicente do Sul	SC	São Martinho
RS	Barão do Triunfo	SC	Treviso
RS	Barra do Ribeiro	SC	Siderópolis
RS	Bom Princípio	SC	Nova Veneza
RS	Brochier	SC	Forquilha
RS	Butiá	SC	Maracajá
RS	Canela	SC	Meleiro
RS	Vale Real	SC	Morro Grande
RS	Carlos Barbosa	SC	Morro da Fumaça
RS	Cerro Grande do Sul	SC	Içara
RS	Chувиска	SC	Balneário Rincão
RS	Dom Feliciano	SC	Itapoá
RS	Feliz	SC	Agrolândia
RS	General Câmara	SC	Agronômica
RS	Lindolfo Collor	SC	Apiúna
RS	Linha Nova	SC	Ascurra
RS	Maratá	SC	Atalanta
RS	Mariana Pimentel	SC	Aurora
RS	Minas do Leão	SC	Barra Velha
RS	Monte Alegre dos Campos	SC	Benedito Novo
RS	Morro Reuter	SC	Bombinhas
RS	Nova Pádua	SC	Botuverá
RS	Nova Petrópolis	SC	Braço do Trombudo
RS	Paverama	SC	Brusque
RS	Poço das Antas	SC	Campo Alegre
RS	Presidente Lucena	SC	Chapadão do Lageado
RS	Santa Maria do Herval	SC	Corupá
RS	São Francisco de Paula	SC	Dona Emma
RS	São José do Hortêncio	SC	Doutor Pedrinho
RS	São Vendelino	SC	Gaspar
RS	Sentinela do Sul	SC	Ibirama

SC	Imbuia	SP	Vargem
SC	Indaial	SC	Rio dos Cedros
SC	Itaiópolis	SC	Rio do Sul
SC	Itajaí	SC	Rio Negrinho
SC	Itapema	SC	Rodeio
SC	Ituporanga	SP	Tuiuti
SC	José Boiteux	SP	Estiva Gerbi
SC	Laurentino	SP	Américo Brasiliense
SC	Lontras	SP	Motuca
SC	Mafra	SP	Rincão
SC	Massaranduba	SP	Santa Lúcia
SC	Navegantes	SP	São Carlos
SC	Penha	SP	Araraquara
SC	Petrolândia	SP	Limeira
SC	Balneário Piçarras	SP	Cordeirópolis
SC	Pomerode	SP	Conchal
SC	Porto Belo	SP	Engenheiro Coelho
SC	Pouso Redondo	SP	Cosmópolis
SC	Presidente Getúlio	SP	Rio Claro
SC	Rio do Oeste	SP	Mombuca
SC	Rio dos Cedros	SP	Rafard
SC	Rio do Sul	SP	Saltinho
SC	Rio Negrinho		
SC	Rodeio		
SC	Salete		
SC	São Bento do Sul		
SC	Taió		
SC	Timbó		
SC	Trombudo Central		
SC	Vidal Ramos		
SC	Vitor Meireles		
SC	Witmarsum		
SP	Bady Bassitt		
SP	Marília		
SP	Boracéia		
SP	Piratininga		
SP	Presidente Prudente		
SP	Capela do Alto		
SP	Araçariguama		
SP	Campo Limpo Paulista		

**ANEXO A – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA
ACOMPANHAMENTO E CERCO A VEÍCULO (PMGO)**

MAPA DESCRITIVO DO PROCESSO 405

NOME DO PROCESSO	POP 405 ACOMPANHAMENTO E CERCO A VEÍCULO
MATERIAIS NECESSÁRIOS	
1. Equipamentos de Uso Individual – EUI e de viatura (POP 101 e 102).	
ETAPA	PROCEDIMENTO
Acompanhamento e cerco a veículo	POP 405.02

FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

DESCRIÇÃO	LEGISLAÇÃO	PAG
Busca pessoal	Art. 244 do Código de Processo Penal – CPP	304
Busca pessoal em mulheres	Art. 249 do Código de Processo Penal – CPP	304
Deslocamento para o local de ocorrência	Art. 29, inc. VII do Código de Trânsito Brasileiro – CTB	317
Desobediência	Art. 330 do Código Penal – CP	318
Poder de polícia	Art. 78 do Código Tributário Nacional – CTN	347
Preservação da ordem pública	Art. 144, inc. V, §5º da Constituição Federal – CF	349
Resistência	Art. 329 do Código Penal – CP	351

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS		
PROCESSO	405 ACOMPANHAMENTO E CERCO A VEÍCULO	
PROCEDIMENTO	405.01 Acompanhamento e cerco a veículo	
ESTABELECIDO EM:	22/08/2003	
REVISADO EM:	04/06/2014	REVISÃO: 3ª ed. rev. e amp.
RESPONSÁVEL:	Comandante da guarnição de acompanhamento	
ATIVIDADES CRÍTICAS		

1. Manutenção da visibilidade do veículo acompanhado;
2. Difusão dos posicionamentos;
3. Cerco do veículo acompanhado;
4. Deslocamento para a contenção;
5. Abordagem ao veículo.

SEQUÊNCIA DE AÇÕES

1. Preservar a segurança própria e de terceiros ao se deparar com veículo em movimento, usado em ilícito, proveniente de ilícito ou em estado de suspeição;
2. Acompanhar o veículo a distância e de forma discreta (Ações corretivas nº 1, 2, esclarecimentos itens 4 e 5);
3. Solicitar prioridade na rede de rádio;
4. Priorizar a realização de um acompanhamento a distância, informando, continuamente, de forma clara e objetiva, a localização e a direção do veículo (Esclarecimento item 1);
5. Verificar, através do Centro de Operações da Polícia Militar – COPOM, a placa do veículo a ser acompanhado, além de solicitar rápida e eficaz análise de sua utilização em ilícito;
6. Informar a quantidade de ocupantes do veículo, suas características e outras informações necessárias ao planejamento do cerco, bem como a natureza do ilícito ou da suspeição;
7. Solicitar, junto ao COPOM, se necessário, imediato apoio da tropa especializada;
8. Mapear mentalmente a área e orientar o posicionamento das viaturas;
9. Fornece todas as coordenadas para o cerco, em conformidade com o Comandante do Policiamento de Unidade – CPU, que determinará as guarnições de apoio ao cerco;
10. Informar, as guarnições de apoio, de forma objetiva na rede de rádio: prefixo, posição e direção durante o cerco;
11. Aguardar o correto posicionamento da viatura de apoio para a ação de abordagem (Ação corretiva nº 4 e POP 206.01);
12. Escolher o local apropriado para abordagem (Esclarecimentos itens 6 e 7);
13. Informar ao COPOM, se possível, o local e momento da abordagem;
14. Abordar o veículo (Ação corretiva nº 6 e POP 206.01);
15. Determinar, o CPU, que uma guarnição percorra o trajeto do acompanhamento,

preferencialmente em sentido contrário, à procura de objetos ou armas dispensados.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Caso os ocupantes do veículo percebam, de pronto, a presença da viatura, primar-se por manter a distância de acompanhamento e informar tal condição ao COPOM (Sequência de ação nº 2);
2. Caso ocorra tentativa de evasão por parte do veículo, iniciar o acompanhamento de contenção, acionar a luz vermelha intermitente e sinalização sonora, respeitando as normas de prioridade de trânsito e livre circulação (Sequência de ação nº 2 e esclarecimento item 5);
3. Caso, durante o acompanhamento, sejam dispensadas armas, drogas ou qualquer objeto, informar ao COPOM, imediatamente;
4. Caso o veículo acompanhado venha a parar durante a ação, somente abordar se houver superioridade numérica, devendo, em contrário, imobilizar a viatura a uma distância de segurança, informar imediatamente o COPOM, desembarcar da viatura, abrigar e aguardar a chegada de apoio (Sequência de ação nº 11):
 - a. Havendo agressão por parte dos ocupantes do veículo, fazer uso seletivo da força;
 - b. Havendo fuga a pé, não abandonar o veículo acompanhado, buscando visualizar a direção tomada ou local de homizio.
5. Caso haja resistência ativa durante o acompanhamento, como agressões com disparos de arma de fogo, estando o veículo acompanhado em movimento, adotar medidas prudentes e eficazes de preservação da integridade física própria e de terceiros, priorizando e valendo-se ainda do uso seletivo da força e, se for o caso, abortar a ação;
6. Caso exista mais de duas viaturas no momento da abordagem, cumprir o POP 206, realizando-a com os componentes das duas guarnições, ficando os demais policiais militares abrigados, fora da linha de tiro e responsáveis pela segurança do perímetro externo (Sequência de ação nº 14);
7. Caso algum veículo se envolva em acidente de trânsito com vítima, ou tenham sido efetuados disparos de arma de fogo que provoquem vítimas, ou ainda, vítimas de qualquer natureza, parar e providenciar imediato socorro, informando tal situação na rede de rádio;
8. Caso haja mudança de área de Unidade, ou até mesmo de Estado, continuar o

acompanhamento, utilizando dos meios necessários para informar o responsável, o mais rápido possível, para aquiescência e apoio.

POSSIBILIDADES DE ERRO

1. Acompanhar o veículo, envolvido em ilícito ou em estado de suspeição, sem qualquer iniciativa para o cerco;
2. Disparar arma de fogo no intuito de parar o veículo ou, ainda, para advertência; 3. Abordar o veículo em local escolhido pelos ocupantes, sendo a guarnição alvo de emboscada;
4. Não informar na rede de rádio, quando da necessidade de abortar o acompanhamento;
5. Descartar a possibilidade de haver reféns e/ou vítimas no interior do veículo acompanhado.

ESCLARECIMENTOS

Item 1 – Localização e direção

- a. Nome da rua, avenida, estrada, praça, logradouro, etc.;
- b. Pontos de referência;
- c. Sentido e possíveis rotas a serem utilizadas pelo veículo acompanhado;
- d. Possíveis itinerários para as demais viaturas.

Item 2 – Fatores

- a. **Condições do tempo:** suas variáveis (chuva, neblina, etc.);
- b. **Condições do terreno:** fatores físicos da área: tamanho e tipo da via, inclinação, desfiladeiros, pontos e vias de fugas (estradas, favelas e matagais, etc.).

Item 3 – Comandamento: A personalidade e o tato profissional do CPU e do Comandante da Guarnição são imprescindíveis, não podem hesitar, devem estar preparados para missões dessa natureza. Disto vai depender a correta execução dos instantâneos planos estratégicos, visando o êxito da missão.

Item 4 – Acompanhamento a distância: é o ato de seguir um veículo usado em ilícito, proveniente de ilícito ou em estado de suspeição, que se encontra em deslocamento, com variação de velocidade, conforme as condições normais de tráfego. O acompanhamento deve ser realizado a uma distância que permita aos

policiais manter o contato visual com o veículo e seus ocupantes, e também prosseguir, com segurança, em sua trajetória.

Item 5 – Acompanhamento de contenção: é o ato de seguir um veículo em fuga, estando acionados na viatura a luz vermelha intermitente e sinalização sonora, respeitando as normas de prioridade de trânsito e livre circulação, buscando o apoio de outra(s) guarnição(ões), adotando medidas prudentes e eficazes de preservação da integridade própria e de terceiros, priorizando e valendo-se ainda do uso seletivo da força. Obs.: não se pode descartar a possibilidade de haver reféns e/ou vítimas no interior do veículo.

Item 6 – Local apropriado para abordagem

- a. Local de baixo fluxo de pessoas e veículos;
- b. Local com restrição de pontos de fuga;
- c. Local com pontos de abrigo disponíveis aos policiais;
- d. Local plano e de boa visibilidade.

Item 7 – Local impróprio para abordagem

- a. Pontes;
- b. Viadutos;
- c. Área escolar;
- d. Local movimento;
- e. Outro.

ANEXO B – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO SOBRE EQUIPAMENTOS DE VIATURA

NOME DO PROCESSO	POP 102 EQUIPAMENTOS DE VIATURA
MATERIAIS NECESSÁRIOS	
1. Viatura operacional caracterizada e equipada com os dispositivos de sinalização de emergência.	
ETAPA	PROCEDIMENTO
Conferência dos equipamentos	POP 102.01

FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

DESCRIÇÃO	LEGISLAÇÃO	PAG
Busca pessoal	Art. 78 do Código Tributário Nacional – CTN	347

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS		
PROCESSO	102 EQUIPAMENTOS DE VIATURA	
PROCEDIMENTO	102.01 Equipamentos de viatura	
ESTABELECIDO EM:	11/06/2010	
REVISADO EM:	04/06/2014	REVISÃO: 3ª ed. rev. e amp.
RESPONSÁVEL:	Motorista da guarnição	
ATIVIDADES CRÍTICAS		
1. Conferência dos equipamentos.		
SEQUÊNCIA DE AÇÕES		
1. Cautelar um rádio portátil e o celular funcional, estando estes com suas baterias carregadas (Resultado esperado nº 1 e possibilidade de erro nº 1);		
2. Colocar no porta luvas da viatura: fita zebreada, luvas descartáveis sobressalentes, mapa da cidade, carregador veicular para o celular funcional;		
3. Colocar 3 (três) cones no compartimento posterior ao banco traseiro (Ação corretiva nº 2);		
4. Colocar a prancheta em local seguro e de fácil acesso (Esclarecimento item 1);		
5. Colocar a pasta de documentos no banco traseiro (Esclarecimento item 1);		
6. Cautelar o Dispositivo Eletrônico de Controle – DEC, o comandante da guarnição (Ação corretiva nº 3 e POP 106).		

RESULTADOS ESPERADOS
<p>1. Que o celular funcional seja acondicionado no bolso do fardamento do comandante da viatura e o rádio portátil em sua respectiva porta, ficando acomodado pela sua alça de transporte na altura do peito, lado contrário do armamento (Sequência de ação nº 1);</p> <p>2. Que os equipamentos fiquem acondicionados de forma organizada na viatura.</p>
POSSIBILIDADES DE ERRO
<p>1. Colocar o celular funcional na parte frontal do cinto de guarnição (Sequência de ação nº 1);</p> <p>2. Não acomodar corretamente a arma longa, quando houver, na viatura durante o patrulhamento (Ação corretiva nº 1);</p> <p>3. Deixar a arma longa, quando houver, dentro da viatura sem que um dos componentes da guarnição esteja fazendo a segurança (Ação corretiva nº 1).</p>
AÇÕES CORRETIVAS
<p>1. Caso a área de patrulhamento da guarnição seja considerada de risco, o comandante do policiamento da unidade – CPU poderá determinar o uso de arma longa na viatura (Possibilidades de erros nº 2 e 3);</p> <p>2. Caso seja necessário fazer a condução de preso(s), passar os cones para o banco traseiro (Sequência de ação nº 3);</p> <p>3. Caso o comandante da guarnição porte o Dispositivo Eletrônico de Controle – DEC, este deverá ser posicionado no cinto de guarnição, em substituição aos portas espargidor e BP – 60 (Sequência de ação nº 6);</p> <p>4. Caso a guarnição seja empregada em alguma missão específica, cautelar os materiais inerentes à atividade.</p>

ESCLARECIMENTOS

Item 1

Prancheta

- a. Folhas de rascunho;
- b. Relação dos veículos roubados e furtados.

Pasta de documentos

- a. Planilha de abordagem (Esclarecimento item 2);

- b. Fichas de visitas comunitárias;
- c. Fichas de visitas solidárias;
- d. Ficha de autorização para busca domiciliar;
- e. Justificativa de uso de algema;
- f. Auto de resistência à prisão;
- g. Boletins de Ocorrência – BO;
- h. Relação de telefones funcionais da unidade e do CRPM;
- i. Relação de telefones e endereços das unidades de saúde da área e dos distritos policiais.

Item 2 – Modelo de planilha de abordagem

Funções	Posto/Grad	RG	Nome		
DADOS DO ABORDADO					
Nome:		CPF:			
RG:	Órgão expedidor:		Data de Nas.:		
Filiação (Mãe):		Naturalidade:			
DADOS DO VEÍCULO					
Marca/Modelo:			Placa:		
DADOS DO CONDUTOR					
CNH:	Categoria:		Vencimento:		
Local:			Horário:		
<i>Observações: situação (condutor, passageiro ou pedestre), nº do Auto de Infração de Trânsito, comprovante de recolhimento.</i>					
<i>(CR) do CRLV, auto de prisão em flagrante, TCO, apreensão do veículo, retenção do veículo ou recolhimento da CNH.</i>					

**ANEXO C – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS: PROJETO DE LEI
Nº 523/2015**

Determina a instalação de equipamentos de conexão com o Sistema de Posicionamento Global - GPS - nos veículos dos órgãos estaduais de segurança e de saúde.

A Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais decreta:

Art. 1º - Os veículos dos órgãos estaduais de segurança e de saúde públicas deverão ser equipados com equipamentos que permitam a conexão com o Sistema de Posicionamento Global - GPS.

Parágrafo único - Aplica-se esta lei aos serviços prestados na forma de concessão e aos convênios celebrados pelo governo do Estado.

Art. 2º - Todas as viaturas adquiridas pelos órgãos de segurança e de saúde públicas, a partir da data da promulgação desta lei, deverão sair da fábrica com o equipamento para conexão com o GPS.

Art. 3º - O Poder Executivo, no prazo de dois anos contados da entrada em vigor desta lei, deverá promover a instalação do equipamento de conexão com o GPS em todos os veículos que integrem a frota dos órgãos de segurança e de saúde públicas.

Art. 4º - O descumprimento desta lei por parte das empresas que exploram o serviço de urgência e emergência acarretará as seguintes penalidades:

I - primeira infração: notificação com prazo de trinta dias para se adequar à lei;

II - segunda infração: multa de 2.300 Ufemgs (duas mil e trezentas Unidades Fiscais do Estado de Minas Gerais) por veículo;

III - terceira infração: revogação do alvará de licença, observado o contraditório e ampla defesa.

Art. 5º - Caberá ao governo do Estado normatizar o cumprimento desta lei.

Art. 6º - Esta lei entra em vigor na data de sua publicação.

Sala das Reuniões, 17 de março de 2015.

Celinho do Sinttrocel

Justificação: O governo do Estado não pode prescindir da alta tecnologia disponível e de, cada vez mais, desenvolver esforços para melhorar a qualidade dos gastos públicos e aperfeiçoar os métodos e as técnicas públicas de gestão.

Com a implantação de equipamentos de conexão com o Sistema de Posicionamento Global - GPS -, é possível facilitar e agilizar o acesso das viaturas às ocorrências, evitando o agravamento de situações; controlar, em tempo real, com exatidão, os locais onde estão sendo prestados os serviços; realizar controle posterior e avaliação dos serviços e verificar possíveis falhas nos procedimentos.

O GPS oferece uma navegação automática com acesso às rotas mais curtas e rápidas com direções detalhadas através de todo o percurso a ser realizado. Ao longo do caminho, ele fornece avisos na tela com sinais audíveis, que alertam o motorista sobre as necessárias mudanças de direção, a distância em relação às próximas curvas, o desvio de rumo e a distância do destino final. Além do mais, muitas vezes, encontrar determinados endereços e numerações é muito complexo. Com o GPS, as rotas serão determinadas com agilidade e os locais, facilmente encontrados.

- Publicado, vai o projeto às Comissões de Justiça, de Administração Pública e de Fiscalização Financeira para parecer, nos termos do art. 188, c/c o art. 102, do Regimento Interno.