

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR
“Coronel Osmar Alves Pinheiro”
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**

Cadete BM/2 **SAMUEL** DE CASTRO BERNARDES



**A GEOGRAFIA DO TEMPO RESPOSTA OPERACIONAL DO CBMDF:
UMA ANÁLISE DA DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA DOS
GRUPAMENTOS MULTITEMPREGOS EM CONTRASTE COM O
HISTÓRICO DE LOCALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIAS REGISTRADAS**

BRASÍLIA
2022

Cadete BM/2 **SAMUEL** DE CASTRO BERNARDES

**A GEOGRAFIA DO TEMPO RESPOSTA OPERACIONAL DO
CBMDF: UMA ANÁLISE DA DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA DOS
GRUPAMENTOS MULTIEMPREGOS EM CONTRASTE COM O
HISTÓRICO DE LOCALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIAS
REGISTRADAS**

Artigo científico apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: Ten-Cel. QOBM/Comb. **JAPHET** ALVES PEREIRA LEITE

BRASÍLIA
2022

Cadete BM/2 **SAMUEL DE CASTRO BERNARDES**

**A GEOGRAFIA DO TEMPO RESPOSTA OPERACIONAL DO CBMDF: UMA
ANÁLISE DA DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA DOS GRUPAMENTOS
MULTIEMPREGOS EM CONTRASTE COM O HISTÓRICO DE
LOCALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIAS REGISTRADAS**

Artigo científico apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

CLAYSON AUGUSTO MARQUES FERNANDES – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Presidente

RAFAEL COSTA GUIMARÃES – 1º Ten. QOBM/Comb.
Membro

ROMMEL SILVA MENDONÇA – 1º Ten. QOBM/Comb.
Membro

JAPHET ALVES PEREIRA LEITE – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Orientador

RESUMO

O indicador tempo resposta é um parâmetro de qualidade para o atendimento das ocorrências de emergência e os estudos que buscam sua redução são indispensáveis. O objetivo deste trabalho foi analisar quais as áreas do Distrito Federal têm, historicamente, grandes demandas de ocorrências emergenciais e que estão distantes dos grupamentos do CBMDF. Este estudo produziu, com apoio em pesquisas documentais e bibliográficas, mapas contendo informações sobre ocorrências atendidas e linhas isócronas de tempo resposta centradas nos grupamentos multiempregos. Foram confeccionados, através do software QGIS, mapas setoriais relativos aos comandos de área e mapas globais de toda área do ente federativo. Os mapas confeccionados serviram como ferramentas para análise dos dados coletados. Os resultados apresentaram quais partes das áreas do Distrito Federal demandam maior atenção do CBMDF em relação ao tempo resposta. Também verificou como se dá o comportamento do indicador tempo resposta de acordo com a velocidade de deslocamento das viaturas de socorro. Ademais, demonstrou estatisticamente que o objetivo do CBMDF referente a tempo resposta só pode ser atingido, atualmente, caso a velocidade de deslocamento seja maior do que as velocidades indicadas nas vias de trânsito. A conclusão deste estudo foi que a cobertura operacional do CBMDF é adequada. Contudo, ela pode ser aperfeiçoada por meio de algumas mudanças estratégicas como realocação de viaturas ou unidades operacionais.

Palavras-chave: georreferenciamento; linhas isócronas; mapa de calor; tempo de deslocamento; tempo resposta.

**THE OPERATIONAL RESPONSE TIME GEOGRAPHY OF THE
FEDERAL DISTRICT FIRE DEPARTMENT: AN ANALYSIS OF THE
GEOGRAPHICAL LAYOUT OF FIREHOUSES IN CONTRAST TO THE
HISTORICAL LOCATION OF RECORDED EMERGENCY EVENTS**

ABSTRACT

The total response time is a quality parameter related to the attendance of emergency events and research that proposes its reduction are indispensable. The goal of this study was to analyze which areas of the Federal District have had large demands for emergency service historically and which of them are far away from the firehouses. This study produced, based on documentary and bibliographic research, maps containing information on attended events and isochronous lines of travel time from firehouses. Through the QGIS software, were made sectoral maps related to Zone's Commands and global maps of the entire area of the federal entity. The elaborated maps were used as tools for analyzing the collected data. The results showed which parts of the Federal District zones demand greater attention from the fire department in terms of travel time. It was investigated how the travel time behaves according to the travel speed of the fire vehicles. Further, it is statistically demonstrated that the objective of the Federal District Fire Department regarding travel time can only be achieved if the travel speed is greater than the speed limits of the roads. The conclusion of this study was that the operational coverage of the Fire Department is adequate. However, it can be improved through some strategic changes such as reallocation of operating units or firehouses.

Keywords: *georeferencing; heatmap; isochrone line; response time; travel time.*

1. INTRODUÇÃO

Após receber o chamado do brado, os bombeiros militares da prontidão de serviço devem rapidamente se equipar, adentrar a viatura e deslocar até o local da ocorrência. Tudo isso deve ser feito em muito pouco tempo, pois a excelência do atendimento à população depende, exclusivamente, da técnica aplicada no atendimento e o tempo transcorrido entre a ligação para número de emergência e a chegada do socorro.

O CBMDF define 11 objetivos em seu Plano Estratégico 2017-2024, dentre eles, a redução do indicador tempo resposta para o padrão internacional. Contudo, dados do Anuário Estatístico do CBMDF 2019 mostra que o tempo resposta da corporação está aquém do proposto. (CBMDF, 2020b).

Compreendendo a importância do tempo resposta como um parâmetro de qualidade para o atendimento das ocorrências de emergência, a busca do CBMDF pela adequação deste indicador deve ser contínua e a indagação sobre a eficácia dos processos operacionais deve ser constante.

Ainda, as tomadas de decisões visando à materialização dos objetivos não devem ser baseadas no empirismo da visão humana e para fugir disso, a instituição deve nortear suas decisões em cima de dados confiáveis. Segundo Oliveira e Silva (2020), atualmente na Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação (DITIC) do CBMDF estão guardados todos os dados já registrados de localizações de ocorrências através de um *software*. Toda esta informação deve ser tratada e organizada para que ganhe valor e por meio dela, os gestores possam tomar decisões bem embasadas e confiáveis.

Dito isso, levando em consideração o interesse institucional na redução do tempo de deslocamento, a inexistência de estudos relativos às posições geográficas dos grupamentos multiempregos relacionadas com o histórico dos locais das ocorrências, surge a necessidade de uma pesquisa que busque preencher a lacuna no conhecimento relacionado à temática exposta acima.

A criação de um mapa contendo manchas de calor de ocorrências registradas no sistema FENIX confrontadas com linhas isócronas centradas nos grupamentos bombeiro militar (GBMs) é uma forma de visualizar, entender e identificar padrões desejados ou não. Dessa forma, por meio da análise dessa ferramenta, é possível aperfeiçoar as estratégias já existentes de disposição do socorro operacional do CBMDF.

Nesse contexto, levando em conta que a construção do indicador tempo resposta se sujeita diretamente às velocidades das vias, a distância entre o endereço da ocorrência e a posição geográfica da partida das viaturas de socorro, sopesando a inexistência de estudos relativos à posição geográfica dos pontos de partidas de viaturas operacionais relacionados com o histórico registrado da localização das ocorrências e o interesse institucional na redução do tempo de deslocamento, surge o problema a ser apreciado por este trabalho:

Com efeito, considerando o tempo resposta estabelecido pelo Plano Estratégico da corporação, a atual disposição geográfica dos Grupamentos Multiempregos e o histórico de localização de ocorrências, **quais as áreas do DF que estão localizadas fora do alcance do tempo resposta institucional e que têm, historicamente, maiores demandas por socorro?**

Mesmo contendo como objetivo a redução do indicador tempo resposta para um padrão internacional, o CBMDF ainda não atingiu essa meta. (CBMDF, 2020b). Levando em conta que a chegada rápida das equipes de socorro aos locais de ocorrência como um fator importante para o atendimento emergencial público, a confecção de estudos que buscam diminuir o espaço de deslocamento se torna imprescindível.

Portanto, este trabalho coaduna com o Plano Estratégico institucional vigente, pois fornece um estudo sobre o tempo resposta que examina não somente a localização dos quartéis operacionais, mas também o destino das viaturas, tomando o histórico de ocorrências como uma variável importante a ser considerada. De mais a mais, relacionar tempo resposta, localização de GBMs e demandas da população por serviços de emergências, podem melhor

fundamentar as decisões dos gestores da corporação na escolha de endereços de partida do socorro, dessa forma, atenuar o uso de recursos públicos e ainda melhor atender a população.

Também, este trabalho apresenta a construção de mapas para melhor visualização da distribuição geográfica do histórico de ocorrências correlacionada aos pontos de partida do socorro operacional do CBMDF, além da criação de técnicas e métodos para isso. Para mais, este estudo auxilia o processo de desenvolvimento do conhecimento científico, explorando o fenômeno de associação descrito anteriormente de forma inédita.

Com efeito, o principal objetivo deste estudo foi **analisar por meio de sobreposição de mapas isócronos e estimativas de densidade de Kernel, as áreas do Distrito Federal que têm, relativamente, grandes demandas históricas de ocorrências e que estão fora da área de atuação do CBMDF, considerando o indicador tempo resposta proposto pelo Plano Estratégico 2017-2024.**

Para alcançar a finalidade exposta acima, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Descrever o conceito do indicador tempo resposta;
- b) Identificar o padrão internacional de tempo resposta;
- c) Elaborar um mapa abrangendo todo o Distrito Federal com calor de ocorrências sobposto às linhas isócronas de tempo resposta dos indicadores institucionais;
- d) Elaborar mapas setoriais abrangendo todos os comandos de área do COMOP com calor de ocorrências sobposto às linhas isócronas de tempo resposta dos indicadores institucionais;

Este trabalho se inicia discorrendo sobre o indicador tempo resposta, a importância da utilização de dados para a tomada de decisão e o conceito e ferramentas do geoprocessamento. Em sequência, descreve a metodologia, classificando a pesquisa, seu escopo e a descrição de seu desenvolvimento. Depois, são apresentados os mapas desenvolvidos neste estudo e as reflexões

concebidas diante deles. Por fim, são mencionadas as considerações finais deste trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Compreendendo a importância do tempo resposta como um parâmetro de qualidade para o atendimento das ocorrências de emergência. A busca do CBMDF pela adequação deste indicador deve ser contínua e a indagação sobre a eficácia dos processos operacionais deve ser constante.

Dito isso, surge a necessidade de fazer o levantamento de informações e posições existentes acerca do tema “A geografia do tempo resposta operacional do CBMDF”.

Este capítulo de revisão de literatura adota a pesquisa bibliográfica como método. A investigação científica utilizada foi a revisão sistemática. A pesquisa foi feita através de consulta no banco de dados da biblioteca da ABM do CBMDF, busca de trabalhos referenciados em artigos conhecidos e através de busca por palavras chaves como “tempo resposta”, “NFPA”, “*isochrone*”, entre outros termos na internet.

O desenvolvimento deste capítulo se inicia expondo as definições encontradas do indicador tempo resposta, apresenta os principais padrões internacionais encontrados na literatura e o que o CBMDF manifesta em relação a esse tema.

Em seguida, no segundo subcapítulo, é mostrada a importância do uso dos dados para a tomada de decisão. Além disso, revela dados relacionados à área de atuação operacional definido pelo CBMDF e à área de atuação isócrona a partir de quartéis desta corporação.

Por fim, o terceiro subcapítulo do trabalho descreve a importância do geoprocessamento, como são feitas as Estimativas de Densidade de Kernel e quais ferramentas podem facilitar a utilização de dados georreferenciados. As considerações finais estão no quarto capítulo.

2.1. Tempo resposta

Indicador é um número decimal, porcentagem, razão ou taxa que reflete uma característica do comportamento, propiciando a comparação com uma medida de referência e assim otimizando a avaliação contínua de uma determinada atividade, servindo de insumo para a tomada de decisão no âmbito em que está inserido. (CBMDF, 2017).

Ainda segundo o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (2017, p. 50) em sua Portaria de 6 de março de 2017, que trata da aprovação dos indicadores de desempenhos utilizados no âmbito do CBMDF:

A implementação dos indicadores na corporação tem como alvo o amadurecimento organizacional, considerando-se o processo de aprendizagem dos gestores e o desenvolvimento de idéias que possam ser incorporadas aos processos, com o intuito de contribuir na ampliação da capacidade de gestão da instituição.

O indicador institucional “Tempo Resposta das Operações Emergenciais” é descrito como “média dos tempos de primeira-resposta das ocorrências de atendimento pré-hospitalar (APH), busca e salvamento, incêndio urbano e acidentes de trânsito, contados a partir do recebimento da chamada pelo CIADE” (CBMDF, 2017, p. 57). O tempo decorrido entre a chamada telefônica de emergência e a chegada da primeira viatura de socorro é chamado de tempo resposta. (CBMDF, 2020b, p. 18).

Fórmula:

$$I = \sum_{i=1}^{N_{OA}} \frac{(IC_i - IA_i)}{N_{OA}}$$

Legenda:

IC_i : Instante da chegada do primeiro socorro ao local.

IA_i : Instante da abertura da ocorrência.

i : Contador relativo a cada ocorrência.

N_{OA} : Número de ocorrências atendidas.

Para resolução da fórmula descrita anteriormente, é utilizado o minuto como unidade de tempo, os dados do sistema de registro de ocorrência FENIX como universo de amostra, e o período de amostragem utilizado na fórmula se inicia no primeiro e se estende ao último dia do mês. A fonte de dados deve ser fornecida pela DITIC. (CBMDF, 2017).

Segundo Dias (2020), a correlação entre tempo resposta e a distância do recurso operacional é positiva: quanto mais distante o recurso estiver do local da ocorrência, mais lenta será sua chegada e, por consequência, maior o tempo resposta. Portanto, pode-se deduzir que a localização dos pontos de partida dos recursos operacionais do CBMDF –viaturas e militares - é fator significativo no resultado do indicador tempo resposta.

2.1.1. Padrões internacionais

Ainda não existe nenhuma organização internacional que uniformize os serviços de emergências. Contudo, existem organizações nacionais ou continentais que têm influência mundial, como é o caso da *National Fire Protection Association* (NFPA), a *National Association of Emergency Medical Technicians* (NAEMT) e *Comité Europeu de Normalização* (CEN).

Atualmente, a NFPA publica e mantém mais de 300 códigos e padrões de segurança que são revisados e completamente atualizados a cada três a cinco anos. Os códigos e padrões abrangem questões de incêndio, construção, eletricidade, processo e segurança de vida. Aproximadamente 9.000 voluntários trabalham em mais de 250 comitês técnicos para administrar este processo. (NFPA, 2022a).

Segundo a própria NFPA (2022b), os 50.000 membros da associação vêm de mais de 100 nações e incluem indivíduos de governo, bombeiros, negócios, indústria, saúde, seguros, design, comércio, manufatura, empresas de fornecimento e associações de trabalhadores. Todos esses personagens trabalham para cumprir a missão da NFPA de promover a ciência e melhorar a proteção, prevenção e segurança elétrica contra incêndio.

Segundo o governo da Inglaterra (2020), o tempo médio de resposta para os serviços de extinção de incêndio na Inglaterra em 2018/2019 foi de 8 minutos e 49 segundos, **sendo que 5 minutos e 48 segundos deste tempo foi consumido no deslocamento das viaturas.**

Em Nova Iorque, o número médio de tempo resposta cai para **4 minutos e 28 segundos**, no Brooklin, cerca de **4 minutos**. Esses dados mostram um pouco de como é o contexto nos Estados Unidos da América em uma de suas cidades mais importantes, com relevância mundial, inclusive. (TOTAL FIRE PROTECTION, 2020).

A NFPA (2020) por intermédio da norma 1710 estabelece como padrão o tempo de deslocamento de **até 4 minutos** para a primeira unidade de socorro e para as demais unidades o tempo é de **até 8 minutos**.

À vista disso, fica claro o que é definido como padrão internacional. Temos as estatísticas de cidades e países importantes dizendo que o indicador tempo resposta se dá em torno de 8 minutos e que o tempo de deslocamento da primeira resposta é feito em até 6 minutos. Além disso, foi salientada a norma com abrangência internacional que decide qual deve ser o tempo de deslocamento de viaturas de socorro.

2.1.2. Objetivo do CBMDF

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal como uma das instituições que estão na vanguarda nacional em relação à excelência no atendimento de emergência, almeja objetivos internacionais, além do que as normas nacionais exigem. Esta corporação de forma ousada define como objetivo de longo prazo a realização de ações de prevenção e investigação de incêndio e atendimento de ocorrências emergenciais nos padrões consagrados internacionalmente, com foco no cidadão e com responsabilidade socioambiental, até 2024. (CBMDF, 2016).

Em seguimento a essa visão, o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (2016), através do Plano Estratégico 2017-2024 estabelece como objetivo "Simplificar, agilizar e racionalizar os processos, por meio do

aprimoramento e da inovação, bem como da supressão de práticas desnecessárias, proporcionando melhor desempenho à corporação”.

Ainda consoante com o com o CBMDF (2016, p.24) em seu Plano Estratégico 2017-2024, a descrição do seu primeiro objetivo é:

O padrão internacional de atendimento às ocorrências emergenciais, notadamente os incêndios, almejado pelo CBMDF é o modelo da NFPA 1710. A principal medida deste padrão será a redução do **tempo-resposta a 8 minutos**. A oportunidade de entregar serviços públicos de nível internacional para a população do DF é evidente para o CBMDF. O aumento populacional no DF, a intensificação de desastres naturais e a redução do efetivo projetados para a próxima década, surgem como desafios para este objetivo. [grifo nosso]

O indicador tempo resposta foi instituído no CBMDF pela da Portaria nº 29 de 30 de dezembro de 2008 e por meio dela é possível verificar que a busca pela excelência no tempo resposta é antiga dentro do CBMDF. Essa portaria define que os objetivos de tempo resposta desejáveis para ocorrências de incêndios em edificações e meio de transporte (estruturais) é de até 8 minutos em 90% das ocorrências e de para atendimento pré-hospitalar e salvamento de até 8 minutos em até 80% das ocorrências. (CBMDF, 2008).

O Plano de Emprego Operacional, diz que o tempo resposta alvo será de 8 minutos em até 80% das ocorrências emergenciais no âmbito do Distrito Federal, sendo distribuídos de modo que os 2 minutos iniciais são contados da recepção da chamada telefônica até o início do deslocamento e os outros 6 minutos são contados do início do deslocamento até a chegada do socorro. (CBMDF, 2020a)

O Anuário Estatístico do CBMDF de 2019 diz que a cada ano a corporação vem baixando o tempo resposta, chegando cada vez mais perto de seu primeiro objetivo estratégico. O resultado em 2019 foi de 10 minutos e 5 segundos. (CBMDF, 2020b).

Não obstante, os dados mostram que a rotina operacional do CBMDF ainda não alcançou os padrões internacionais. Por isso, deve-se analisar o sistema operacional de atendimento de ocorrências de forma generalizada e

com auxílio de ferramentas modernas da computação, encontrar e detalhar seus processos específicos e assim, examiná-los e os aperfeiçoar.

2.2. Uso de dados para a tomada de decisão

“Uso de dados”, “*data-based decision making*” ou “tomada de decisão baseada em dados” são tópicos cada vez mais explorados em discursos e textos de políticas públicas. Os formuladores de políticas acreditam plenamente no poder dos dados para transformar o desempenho, mas o destino de seus esforços dependerá em grande medida do desempenho do que eles esperam executar. Na maioria das conversas sobre o uso de dados, no entanto, as relações entre os dados e a prática foram pouco conceituadas. (SPILLANE, 2012).

Turban (2009 *apud* OLIVEIRA E SILVA, 2020, p. 22) afirma que “As empresas privadas ou públicas sentem crescentes pressões que as forçam a mudanças, além de terem que ser inovadoras na maneira como operam”. Segundo Moreira (2020) a utilização e a análise de dados históricos podem suplementar decisões durante ocorrências operacionais. É possível identificar padrões em ocorrências, de acordo com clima, sazonalidade, ambiente físico, especialização dos respondedores, entre outros aspectos.

Segundo Oliveira e Silva (2020, p.14):

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal está inserido nesse contexto e um estudo minucioso de quais dados de ocorrências são relevantes e qual a melhor forma de visualizá-los com vistas à gestão de recursos humanos e de materiais das unidades operacionais do CBMDF poderia otimizar tempo e recursos na realização das diversas missões desempenhadas pela Corporação. Em um momento posterior à coleta de dados, exige-se a análise de dados em tempo hábil e a disseminação dessas informações por meio de técnicas de visualização.

Atualmente o CBMDF utiliza um software de gerenciamento de ocorrências chamado Fênix. Esse sistema é responsável por despachar, controlar e fechar as ocorrências do CBMDF. Desde que ele foi implantado, os dados de ocorrências atendidas pela corporação vêm sendo gravadas em um banco de dados.

Para manipular toda a informação criada no sistema Fênix, o CBMDF vem utilizando o Microsoft BI como ferramenta de *Business Intelligence (BI)*. Para Branco (2016, p.15) o *BI* é:

Um conjunto de ferramentas utilizadas para manipular uma massa de dados operacional em busca de informações inteligentes e estruturadas, essenciais para a empresa, baseada em um sistema de apoio à gestão e aos executivos para a tomada de decisões.

2.3. Área de atuação operacional

O Distrito Federal (2010) mediante o Decreto 31.817, de 21 de junho de 2010, dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. No Título III, em seu primeiro capítulo, delibera sobre a estrutura dos órgãos de execução. Esta legislação diz que:

Art. 21. O Comando Operacional do CBMDF é o órgão de execução de mais alto escalão, dotado de Estado-Maior próprio e diretamente subordinado ao Comandante-Geral, incumbido de realizar as atividades-fim e cumprir as missões e as destinações da Corporação mediante a execução de diretrizes e ordens emanadas dos órgãos de direção.

§ 1º Para a execução de suas missões, o Comando Operacional tem a seguinte estrutura:

I – Subcomando Operacional:

a) Unidades de Multiemprego:

[...]

§ 2º As Unidades de Multiemprego serão agrupadas em Comandos de Área, por ato do Comandante-Geral, aos quais competirá a coordenação operacional das Unidades subordinadas.

§ 3º O número de Comandos de Área e sua área de abrangência serão definidos pelo Comandante-Geral, de acordo com critérios técnicos.

§ 4º Os Comandos de Área terão sob sua jurisdição tantos Grupamentos de Bombeiro Militar subordinados quantos forem necessários para o atendimento das respectivas missões.

§ 5º Considerados os aspectos demográficos, os riscos específicos e o fator tempo-resposta, o Comandante-Geral poderá propor a criação de outros Grupamentos de Bombeiro Militar. [grifo nosso]

Sobre as competências dos órgãos de execução, essa legislação decreta que:

Art. 25. Compete ao Comando de Área, além do previsto no artigo 22 deste decreto:

I – consolidar os levantamentos estratégicos das diversas áreas de risco; e

II – supervisionar as atividades desempenhadas pelas Unidades subordinadas.

Art. 26. Compete aos Grupamentos de Bombeiro Militar do CBMDF, Unidades operacionais de multiemprego:

I – a execução de duas ou mais das seguintes atividades operacionais:

- a) busca, salvamento e resgate;
- b) prevenção e combate a incêndio;
- c) atendimento pré-hospitalar;
- d) proteção civil;
- e) proteção ambiental.

II – realizar o levantamento estratégico de sua área operacional e remetê-lo ao Comando de Área a que estiver subordinado;

III – interagir com os demais órgãos internos e externos, visando um melhor desempenho de suas atividades;

IV – exercer outras atividades que lhe forem legalmente conferidas.[grifo nosso]

O Distrito Federal é dividido em 4 Regiões Integradas de Segurança Pública (RISP) com vistas à execução de políticas de segurança pública e defesa social. Dessa forma, o Plano de Emprego Operacional que objetiva apresentar a Matriz Operacional do CBMDF, definiu que cada RISP corresponde a um Comando de Área (COMAR) do CBMDF e, portanto, via de regra, os limites de atuação de seus grupamentos. (CBMDF, 2020a).

Entretanto, considerando a proximidade com as bordas de outras RISP e com base no Indicador tempo resposta, as unidades SIERRA III, 6º GBM e 21º GBM tiveram as respectivas áreas de atuação ampliadas para além dos limites da RISP Sul, passando a atuar também na RISP Oeste e Metropolitana. Já a unidade 19º GBM teve a sua respectiva área de atuação ampliada para além dos limites da RISP Sul, passando a atuar também na RISP Metropolitana. (CBMDF, 2020a).

O plano de emprego traz a figura a seguir, com uma visão panorâmica do Distrito Federal. Note a presença da área de atuação do 4º GBM que ainda não foi estabelecido como um grupamento multiemprego.

Figura 1 – Visão Panorâmica das áreas de atuação dos Grupamentos



Fonte: CBMDF (2020a, p.51).

2.4. Geoprocessamento

Para Câmara e Davis (2001, p.2), “o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação”

Oliveira e de Oliveira (2017, p.90) dizem que:

O geoprocessamento engloba desde o levantamento até o processamento de dados relativos ao meio ambiente, valendo-se de programas especializados, viabilizando diversas operações, tais **como interpolações e sobreposição de dados**, gerando de forma eficiente e barata diversas informações importantes, tais como declividade, uso e ocupação do solo, focos de calor, hidrografia, relevo, entre outras. [grifo nosso]

Atualmente, existem diversas ferramentas de edição e análise de dados georreferenciados. O QGIS é um software livre com código-fonte aberto licenciado segundo a Licença-Pública-Geral – GNU. Funciona em Linus, Unix, Mac-OSX, Windows e Android e suporta inúmeros formatos de dados e

funcionalidades. Por ter uma comunidade relativamente grande, as funcionalidades do QGIS estão em constante crescimento fazendo o uso das funções nativas e de complementos. Nessa plataforma, é possível visualizar, gerir, editar, analisar dados e criar mapas para impressão. (QGIS, 2022).

Dito isso, uma das funcionalidades do QGIS é a criação de mapas de Estimativa de Densidade Kernel, também chamados de Mapas de Calor e a criação de mapas isócronos.

2.4.1. Mapas isócronos

Um mapa isócrono é um mapa que representa a área acessível, em um determinado tempo, a partir de um ponto.

Allen (2018) diz que a referida técnica de mapeamento utiliza polígonos concêntricos para representar a área que alcançável a partir de um determinado ponto (isso = igual, crônico = tempo). Nos últimos anos, com o aumento do poder de processamento computacional e melhorias nos algoritmos, a geração de mapas isócronos foi facilitada.

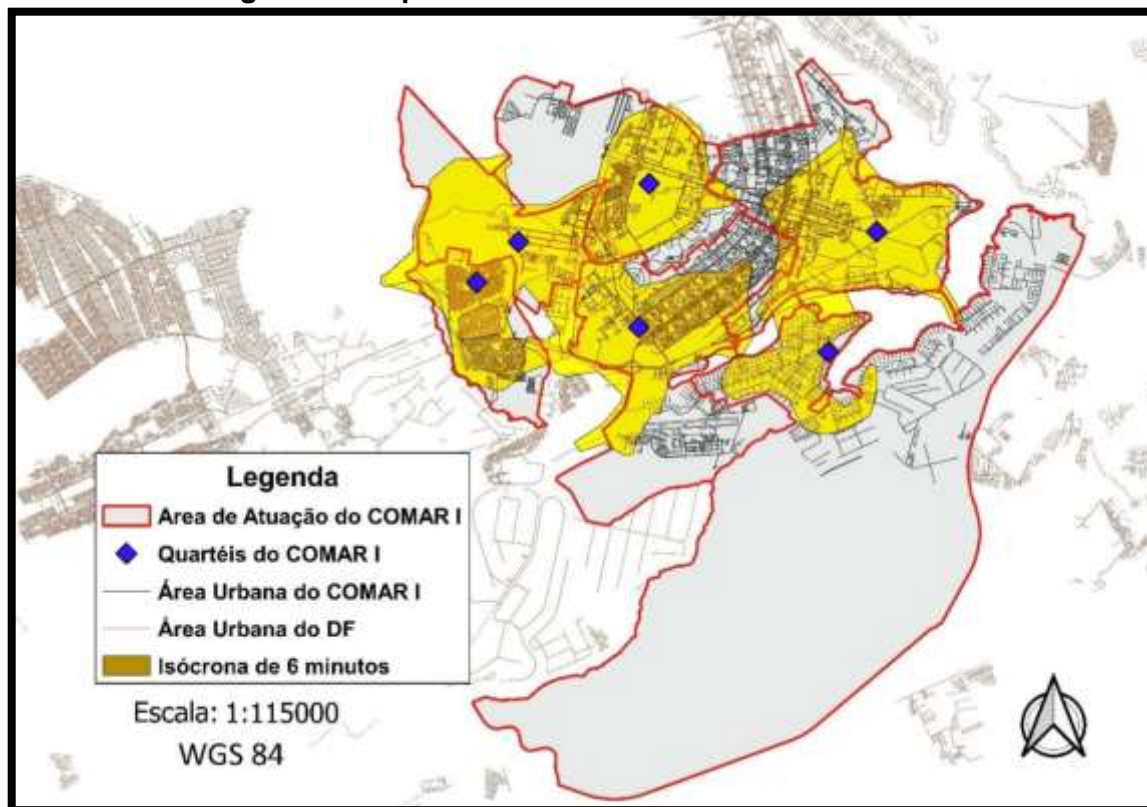
Segundo Dias (2020, p. 59):

Utilizar mapas isócronos dos quartéis multiemprego e especializados como ferramenta para tomada de decisões estratégicas como: a definição das áreas de atuação dos grupamentos, os locais para estabelecimento de Postos Avançados, ou ainda como fator relevante para tomada de decisão da construção de novas Unidades Operacionais.

Para Dias (2020, p.58), “pode-se afirmar que com a atual estrutura operacional do Comando de Área I há diversos locais em que a **não há viabilidade técnica para atingir o indicador tempo resposta**“. O autor propõe ainda que deva ser analisada a viabilidade de utilização de postos avançados nos quartéis especializados como uma forma de ampliar a área acessível dentro do tempo de deslocamento objetivado pela corporação distrital. [grifo nosso].

Em seguida, no Mapa Isócrono de 6 minutos do COMAR I é possível ver as áreas acessíveis a partir dos quartéis em um tempo de 6 minutos.

Figura 2 – Mapa Isócrono de 6 minutos do COMAR I



Fonte: DIAS (2020, p. 50)

2.4.2. Estimativa de Densidade Kernel

A Estimativa de Densidade de Kernel é uma importante ferramenta para a análise espacial. É um método de interpolação exploratória que gera uma superfície de densidade para a identificação visual das chamadas “áreas quentes” dos mapas de calor. (SOUZA NETO *et al.*, 2021)

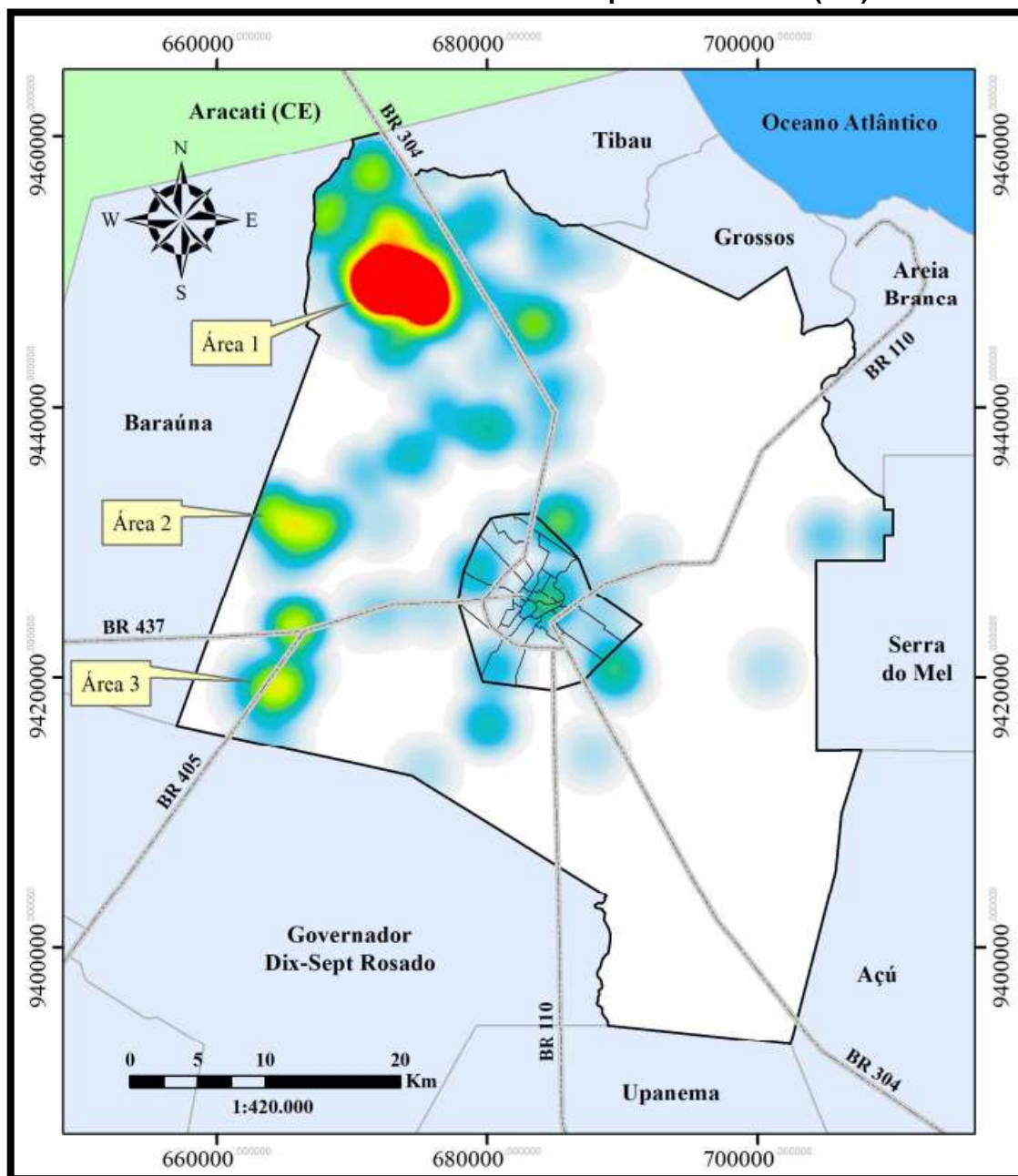
A etimologia da palavra Kernel significa “núcleo”. Neste método cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. A partir desse núcleo é definido o raio que se fará sentir a influência do ponto que está sendo estudado. (REICHERT, 2019).

De acordo com Silverman (1986 *apud* SOUZA *et al.*, 2013, p. 3):

O estimador de densidade Kernel desenha uma vizinhança circular ao redor da cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores Kernel sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa.

A Figura 3 se refere a uma estimativa de densidade Kernel dos focos de queimadas observados no município de Mossoró (RN). O mapa foi elaborado de tal forma que a cor vermelha indica o local com uma alta concentração de focos de incêndios florestais, enquanto a cor amarela aponta uma concentração média e a cor azul mostra os locais com baixa concentração de queimadas.

Figura 3 – Mapa de dispersão dos focos de queimadas observados entre 16/08/2015 a 15/08/2016 no município de Mossoró (RN)



Fonte: SOUZA NETO *et al.* (2021, p. 255)

Essa técnica apresenta, como uma das maiores vantagens, a rápida visualização de áreas que merecem atenção. Portanto o estimador de intensidade é uma boa alternativa para se avaliar o comportamento dos padrões de distribuição de pontos em uma determinada área de estudo. (CÂMARA; CARVALHO, 2002).

3. METODOLOGIA

A metodologia é uma ciência que reúne técnicas e procedimentos utilizados para resolver problemas de maneira estruturada e organizada e, dessa forma, metodizar e sistematizar o processo pelo qual se adquire o conhecimento científico. Para Oliveira (2011), metodologia literalmente se refere ao estudo sistemático e lógico dos métodos empregados nas ciências e, por isso, é fundamental para validar as pesquisas e seus resultados. Segundo Gil (1999 *apud* OLIVEIRA, 2011), o método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento.

Este capítulo permitirá ao leitor, identificar a classificação da pesquisa quanto à área do conhecimento, à finalidade, aos objetivos e à abordagem, além de compreender os procedimentos metodológicos e a forma de desenvolvimento. Ademais, os métodos empregados são coerentes com os objetivos propostos e as questões norteadoras deste estudo.

3.1. Classificações da pesquisa

Este trabalho pertence ao grande grupo das Ciências Exatas e da Terra, e mais especificamente utiliza conhecimentos das áreas de Ciência da Computação, Matemática e Geociências. Outrossim, ele é classificado como uma pesquisa aplicada, por ser aplicado a uma situação específica desenvolvida no âmbito do CBMDF. Ainda, é uma pesquisa explicativa, uma vez que terá como base teorias, técnicas e argumentos matemáticos para elucidar um problema, além de identificar as causas que contribuem para os níveis de tempo respostas já alcançados. Por fim, possui uma abordagem quantitativa em relação à natureza dos dados, pois tem como variáveis observadas as velocidade de vias, o tempo resposta, as localizações de GBMs e de ocorrências emergenciais, em outros termos, variáveis objetivas.

3.2. Cenário de pesquisa

A pesquisa será realizada considerando toda a área geográfica do Distrito federal, as localizações de todos os GBMs e as ocorrências atendidas pelo CBMDF nas operações de APH, busca e salvamento, incêndios urbanos, acidentes de trânsito de 01/08/2021 a 31/07/2022.

Tal delimitação geográfica ocorre devido à área de atendimento do CBMDF. Apesar de que o histórico de ocorrências registradas eletronicamente, por meio dos sistemas digitais da corporação, relativos a atendimentos emergenciais, iniciou-se em 2015, o recorte de dados relacionados às ocorrências atendidas levou em consideração a consolidação do sistema Fênix na corporação e a sazonalidade de um ano completo.

3.3. Descrição do desenvolvimento da pesquisa

Gil (2017) conta que a pesquisa bibliográfica se apoia em conteúdos publicados e elaborados por autores para um público específico ou quando o material obtido se originar de bases de dados. Distintivamente, a pesquisa documental recorre a quaisquer tipos de documentos, com diversas finalidades. Para o cumprimento dos objetivos iniciais deste trabalho, tanto a pesquisa bibliográfica quanto a documental foram utilizadas para descrever o conceito de tempo resposta e para identificar os padrões internacionais desse indicador de serviços de emergência.

Em um momento posterior, houve a coleta de dados para a montagem do mapa que será o objeto da análise principal deste trabalho. Os dados relacionados às ocorrências atendidas pelo CBMDF foram coletados com auxílio de pesquisa bibliográfica nas bases de dados da corporação. Ao passo que as coordenadas dos locais de saídas de socorro foram alcançadas por intermédio de pesquisa documental nos diversos documentos internos do CBMDF.

Em sequência, em posse dos dados de histórico de ocorrências e coordenadas dos quartéis, foram criados os mapas de calor e de linhas isócronas de tempo resposta. No intuito de adequar os mapas isócronos às

velocidades de deslocamento das viaturas, foram criados dois tipos de mapas de linhas isócronas, uma considerando como velocidade de deslocamento, a velocidade máxima da via e outro considerando que o deslocamento da viatura se dá em uma velocidade maior, em média 33% acima da velocidade máxima da via. Após, foi realizado o procedimento de cruzamento desses mapas. Para isso, foram utilizadas as ferramentas computacionais de georreferenciamento QGIS, a biblioteca de montagem de isócronos *ORS Tools* e o complemento para criação de mapas de calor chamada de *Interpolar*.

Dispondo da ferramenta cartográfica descrita acima, foi possível realizar, a análise apontada no objetivo principal deste trabalho, qual seja “Analisar por meio de sobreposição de mapas isócronos e estimativas de densidade de Kernel, as áreas do Distrito Federal que têm, relativamente, grandes demandas histórica de ocorrências e que estão fora da área de atuação do CBMDF considerando o indicador tempo resposta proposto pelo Plano Estratégico 2017-2024”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na revisão de literatura, descritos os conceitos de tempo resposta, identificado os padrões internacionais desse indicador, coletado os dados geográficos dos GBMs e históricos de ocorrências operacionais do CBMDF, cumprem-se os quatro primeiros objetivos específicos do trabalho.

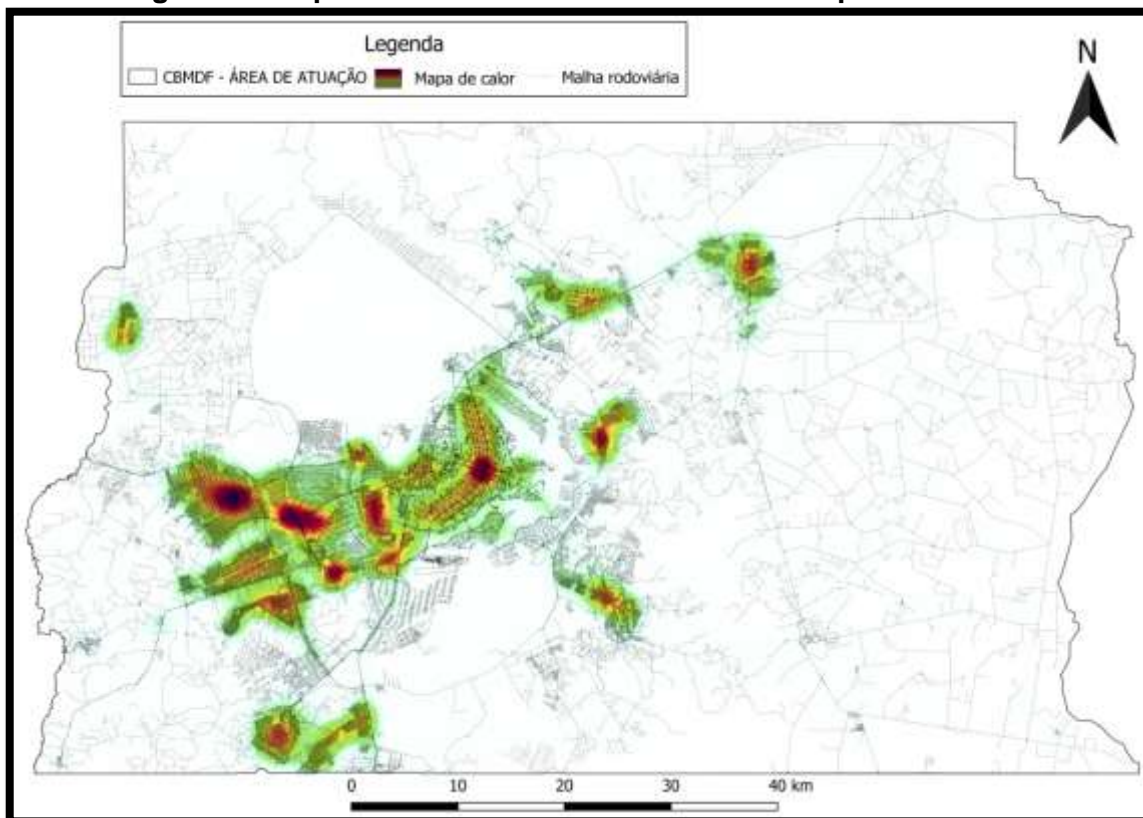
Posto isto, passar-se-á aos próximos objetivos: elaborar mapas com calor de ocorrências sobpostos às linhas isócronas de tempo resposta dos indicadores institucionais e analisar as áreas que têm, relativamente, grandes demandas históricas de ocorrências e que estão fora da área de atuação do CBMDF considerando o indicador tempo resposta proposto pelo Plano Estratégico 2017-2024.

Com a finalidade de um resultado mais preciso, as confecções e análises dos mapas foram realizadas inicialmente de forma setorial, nas áreas dos comandos de área, e ao final foi realizado um estudo abrangendo toda a área de atuação do CBMDF. Além disso, destaca-se que, apesar de o tempo de deslocamento ser constante, 6 minutos, para cada área foram criados mapas relativos a velocidades distintas de deslocamento. Dessa forma, o termo “velocidade da via” se refere a mapas com velocidades máximas de deslocamento iguais às das vias, enquanto “alta velocidade” se refere à velocidade média superior em 33% à velocidade da via.

Para produção dos mapas propostos é necessário produzir as estimativas de densidade de Kernel (mapa de calor) das ocorrências atendidas. Para tal, a Figura 4 apresenta o mapa de calor de ocorrências produzido através da ferramenta *ORS Tools*, tendo como parâmetro o raio de influência de 2 quilômetros. A cor vermelha indicando alta concentração de ocorrências enquanto a cor verde indica o oposto.

A Figura 4 mostra as vantagens de visualização citadas na revisão de literatura. Assim, é possível visualizar o acúmulo de ocorrências nos centros das regiões administrativas de Brasília, Taguatinga e Ceilândia.

Figura 4 – Mapa de calor de ocorrências atendidas pelo CBMDF.



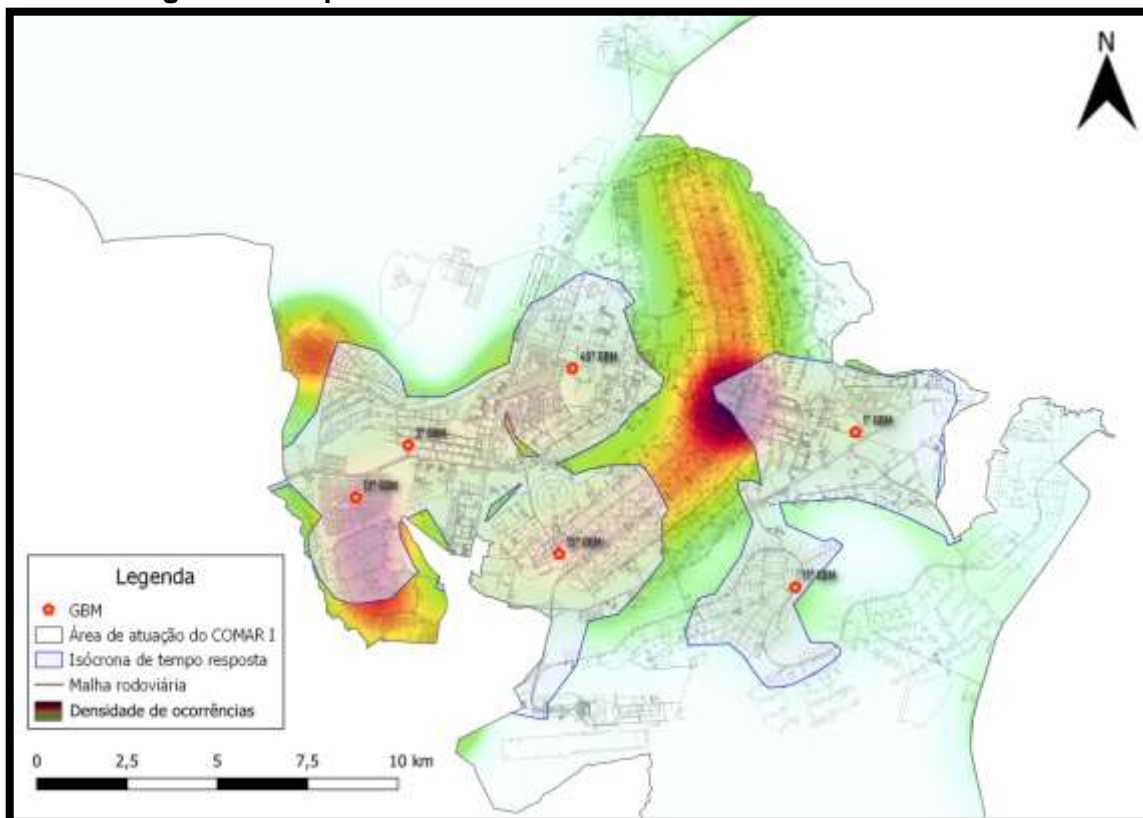
Fonte: O autor

4.1. Comando de Área I

A área de atuação do COMAR I é a Região Integrada de Segurança Pública Metropolitana. A Figura 5 apresenta o recorte da área urbana deste COMAR, além de mostrar a malha rodoviária ao fundo, as manchas de calor de ocorrências, os GBMs e a região que as isócronas de 6 minutos desses grupamentos alcançam. Cabe lembrar que 6 minutos é definido como o tempo do início do deslocamento até a chegada à cena do socorro, de acordo com a Portaria nº 19 de 1 de outubro de 2020, que aprova o Plano de Emprego Operacional do CBMDF.

Com base na Figura 5, afirma-se que o COMAR I não realiza a cobertura de toda sua área de atuação caso seja respeitada a velocidade da via e apenas 54,51% das ocorrências ficaram dentro das isócronas. Além disso, identificam-se áreas com falhas de cobertura e com considerável número de ocorrências como a região central da Asa Sul até a borda norte da Asa Norte, a Estrutural e a porção sul do Guará II.

Figura 5 – Mapa do COMAR I deslocando na velocidade da via.

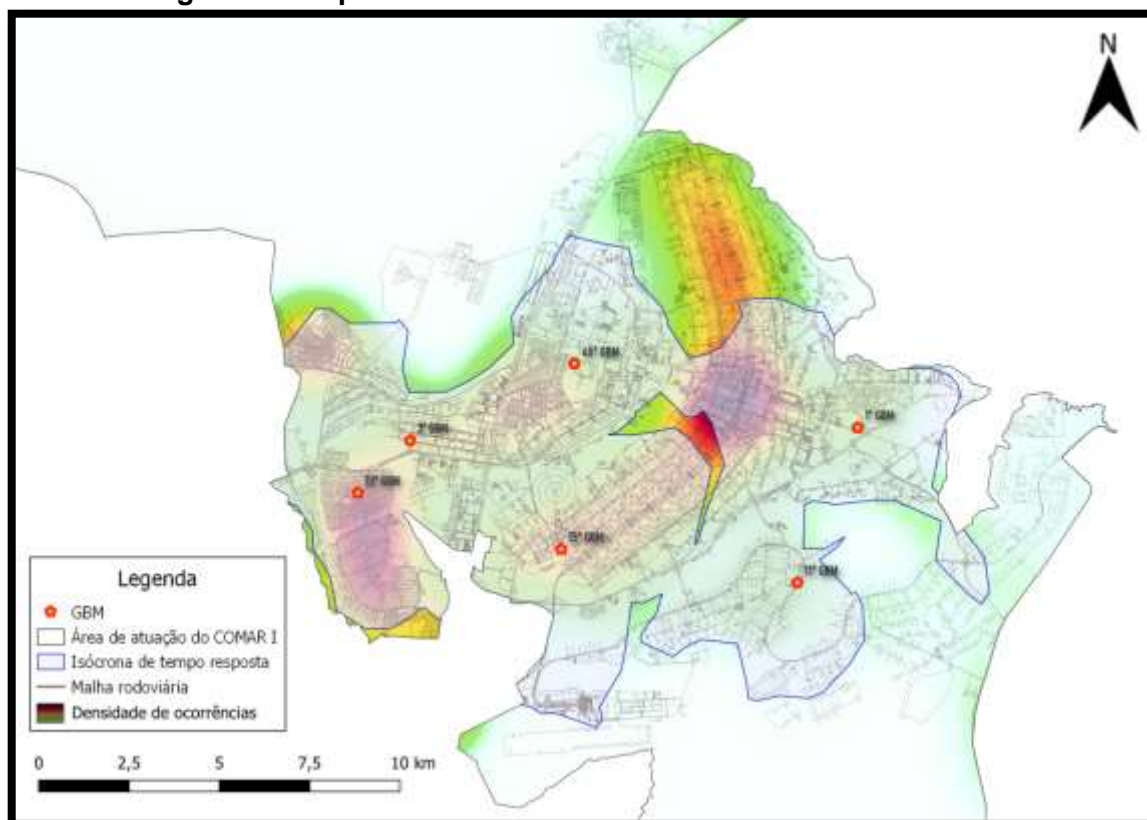


Fonte: O autor

A Figura 6 ilustra as machas de calor de ocorrências e a região que as isócronas de 6 minutos dos GBMs do COMAR I alcançam caso seja feito o deslocamento em alta velocidade. Nota-se que aumentando a velocidade em 1/3, é possível cobrir algumas das regiões que contêm falhas de cobertura como a estrutural, o sul do Guará II, parte da Asa Sul e a região central do Plano Piloto. Dessa forma, a abrangência da cobertura operacional atinge 76,44% das ocorrências, caso o deslocamento seja feito em alta velocidade.

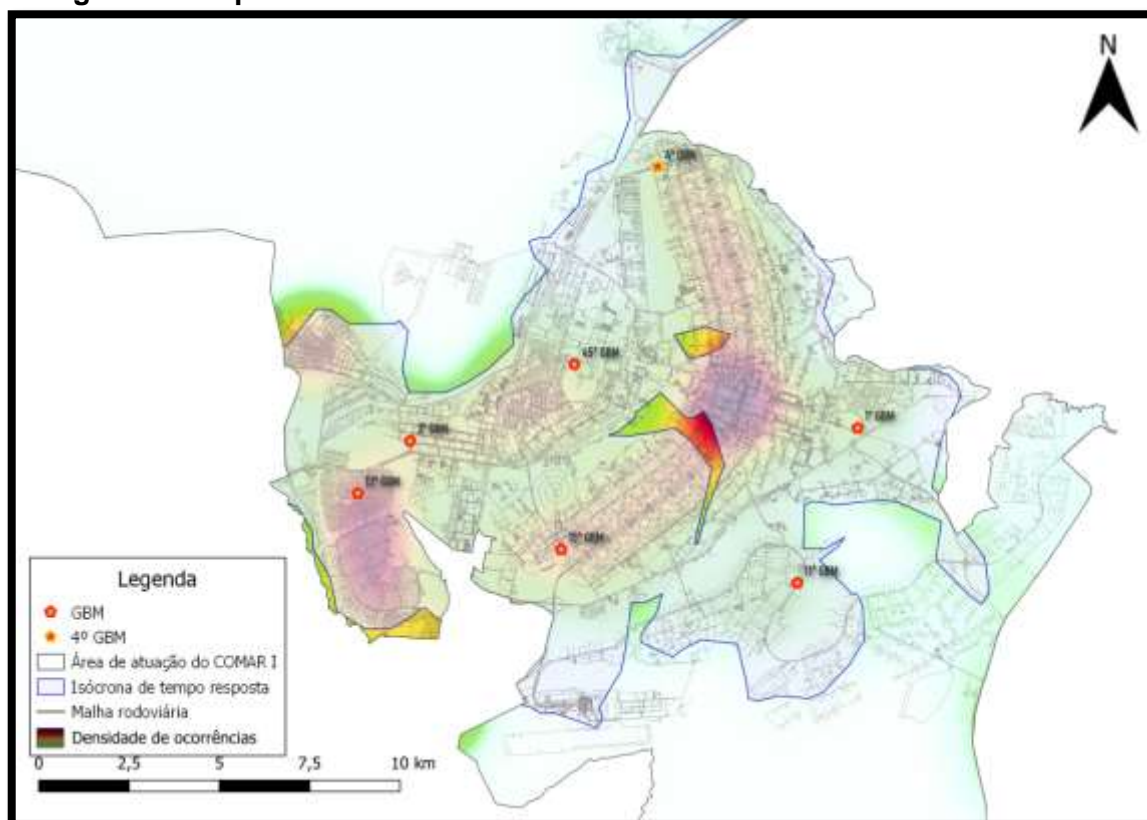
De posse deste mapa, é possível perceber a importância da ativação do socorro saindo 4º GBM, cenário previsto no Plano de Emprego Operacional do CBMDF. A Figura 7 mostra o mapa do COMAR I caso este grupamento estivesse ativado como um ponto de partida de recursos operacionais, e os deslocamentos sejam feitos em alta velocidade. Nesse contexto, a cobertura aumentaria em 17,24% e dessa forma, 89,62% das ocorrências estariam a uma distância menor do que 6 minutos dos grupamentos.

Figura 6 – Mapa do COMAR I deslocando em alta velocidade.



Fonte: O autor

Figura 7 – Mapa do COMAR I deslocando em alta velocidade com o 4º GBM.

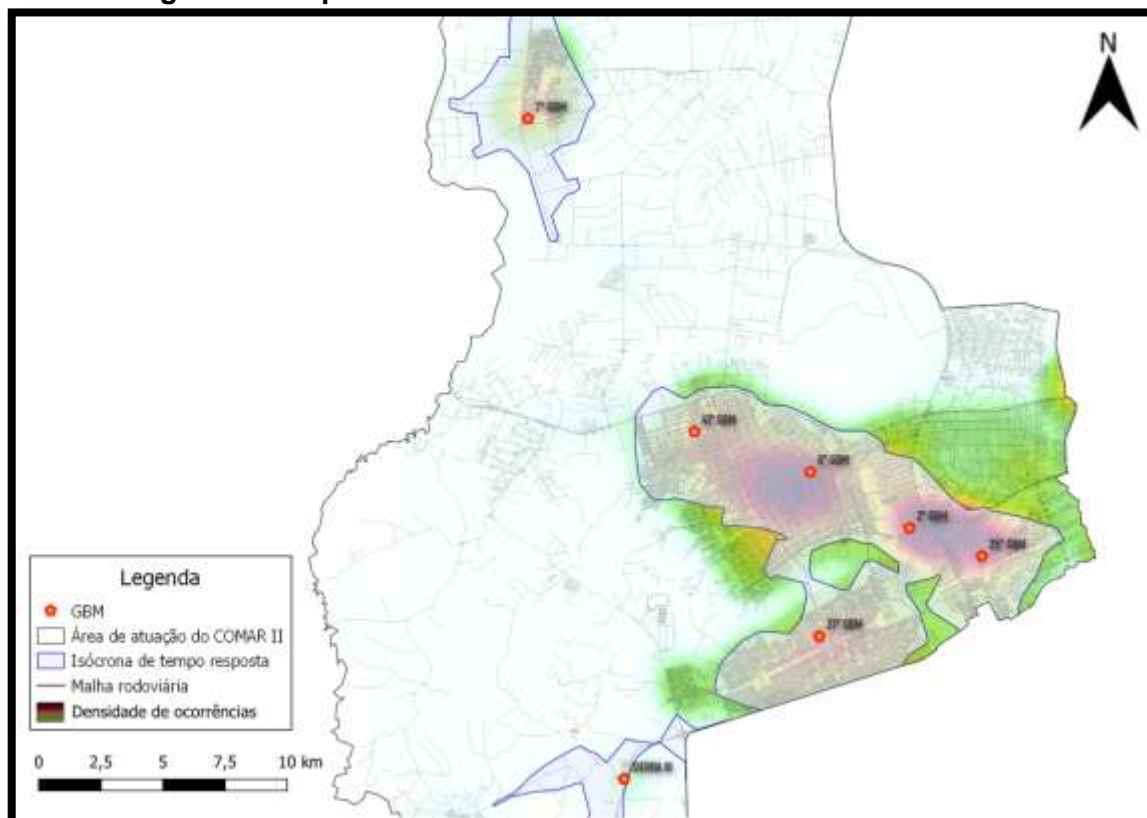


Fonte: O autor

4.2. Comando de Área II

A área de atuação do COMAR II a Região Integrada de Segurança Pública Oeste. A Figura 8 apresenta o recorte da área urbana do Comando de Área e apresenta, também, a região alcançada pelos grupamentos em 6 minutos se deslocando na velocidade da via.

Figura 8 – Mapa do COMAR II deslocando na velocidade da via.



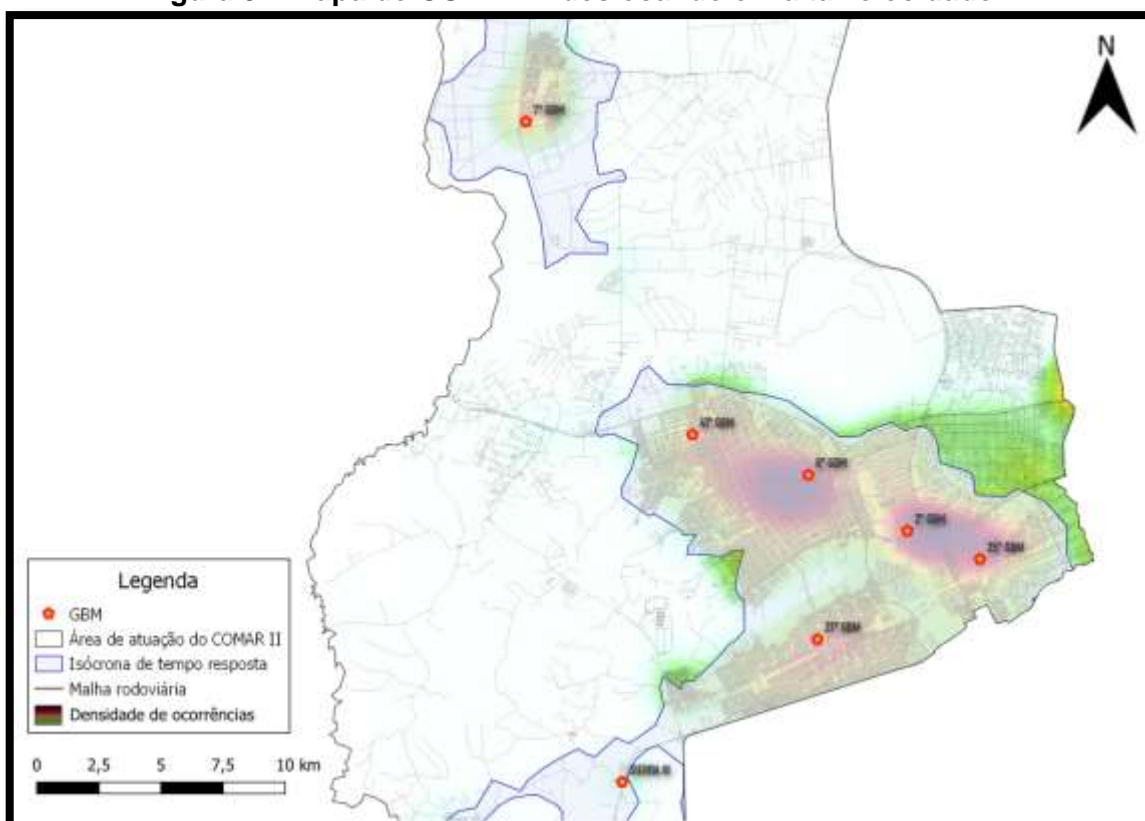
Fonte: O autor

Com base na Figura 8, afirma-se que o COMAR II realiza a cobertura da sua área de atuação de forma satisfatória quando se desloca obedecendo a velocidade da via, sendo que 81,18% das ocorrências ficaram dentro das isócronas. Ainda sim, o setor Habitacional Vicente Pires e o setor P Sul da Ceilândia se destacam com áreas distantes das unidades operacionais e apresenta considerável número de ocorrências.

A Figura 9 ilustra as manchas de calor de ocorrências e a região que as isócronas de alta velocidade dos GBMs do COMAR II alcançam. Nota-se que acrescentando 33% na velocidade de deslocamento, é possível cobrir a falha

de cobertura do setor P Sul. Dessa forma, 90,32% das ocorrências ficam dentro das áreas de rápido atendimento.

Figura 9 – Mapa do COMAR II deslocando em alta velocidade.



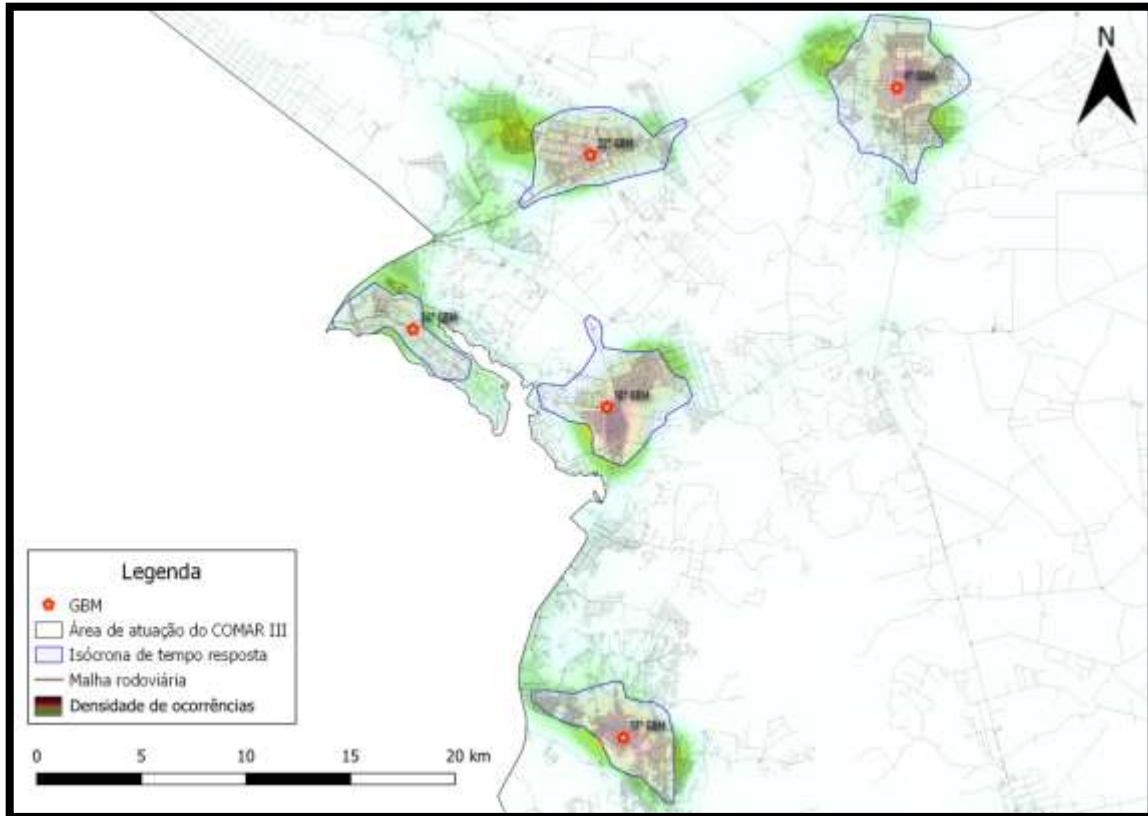
Fonte: O autor

4.3. Comando de Área III

A área de atuação do COMAR III é a Região Integrada de Segurança Pública Leste. A Figura 10 apresenta o mapa com recorte da área do COMAR e as isócronas com deslocamentos às velocidades das vias, a partir dos grupamentos.

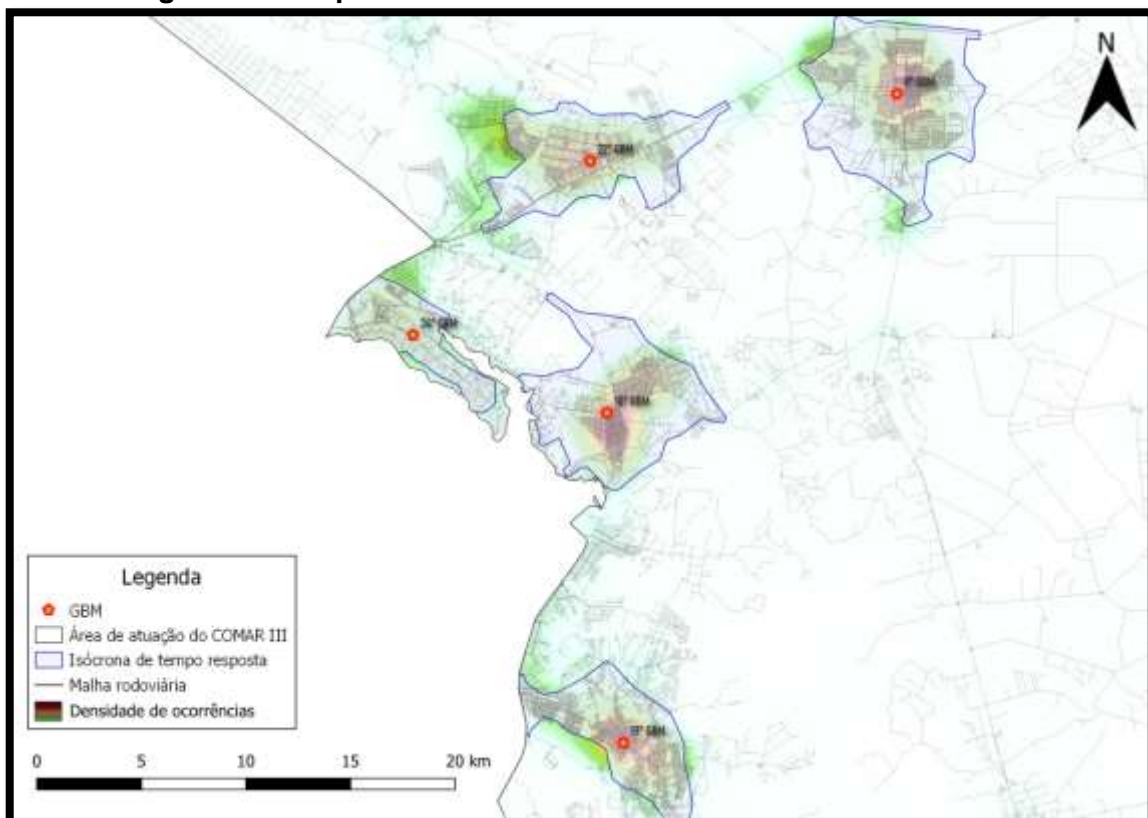
O COMAR III possui seus centros urbanos afastados entre si e uma vasta área de zona rural, portanto é presumível que grande parte de suas ocorrências estejam espalhadas, possuindo baixa densidade no mapa de calor e, logo, fora do alcance do tempo resposta esperado. Dessa forma, apenas 59,49% das ocorrências ficaram dentro das isócronas limitadas às velocidade da via. Nesse mapa, não há nenhuma área “descoberta” que se destaque com alta densidade de ocorrências.

Figura 10 – Mapa do COMAR III deslocando na velocidade da via.



Fonte: O autor

Figura 11 – Mapa do COMAR III deslocando em alta velocidade.



Fonte: O autor

A Figura 11 ilustra as manchas de calor de ocorrências e a região que as isócronas de alta velocidade dos GBMs do COMAR III alcançam. Dessa forma, 73,14% das ocorrências são “cobertas” seguindo o modelo de alta velocidade de deslocamento.

4.4. Comando de Área IV

A área de atuação do COMAR IV é a Região Integrada de Segurança Pública Sul. A Figura 12 apresenta as isócronas com deslocamento na velocidade da via no recorte da área urbana do COMAR.

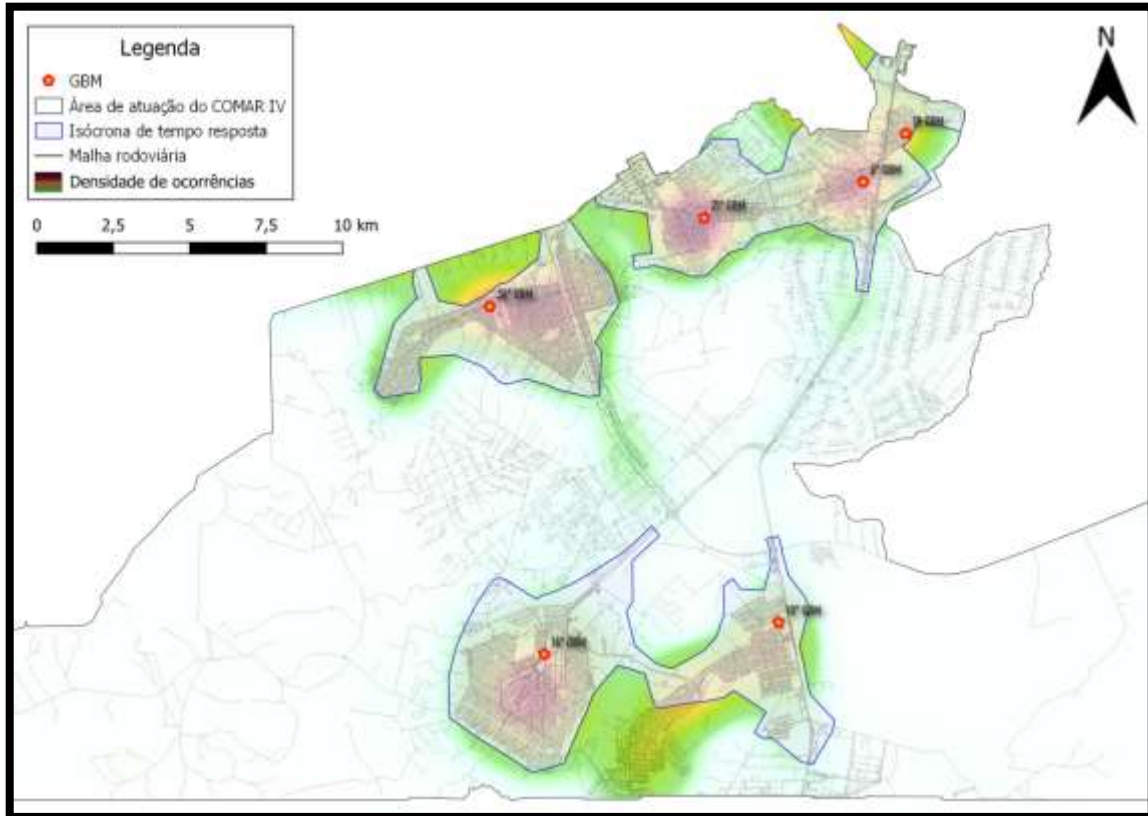
Com base na Figura 12, afirma-se que o Comando de Área IV não realiza a cobertura de toda sua área de atuação caso se desloque na velocidade da via e 77,71% das ocorrências ficaram dentro das isócronas. Além disso, destaca-se a região sul de Santa Maria como uma área “descoberta” e com considerável número de ocorrências.

A Figura 13 ilustra as manchas de calor de ocorrências e a região que as isócronas de alta velocidade dos GBMs do COMAR IV alcançam. Nota-se que aumentando em 33% a velocidade de deslocamento, é possível cobrir, em partes, as falhas de cobertura. Dessa forma, 85,68% das ocorrências recebem atendimento no tempo resposta desejado pela corporação.

De posse destes mapas, verifica-se a pequena distância que separa o 6º GBM (Núcleo Bandeirante) e o 19º GBM (Candangolândia), fato que leva a uma sobreposição de isócronas dos dois grupamentos. Em vista disso, foram confeccionados os mapas mostrados nas figuras 14 e 15, com linhas isócronas de deslocamento na velocidade da via e de alta velocidade, respectivamente, representando a área de atuação do COMAR IV sem a presença 19º GBM como um ponto de partida de viaturas emergenciais.

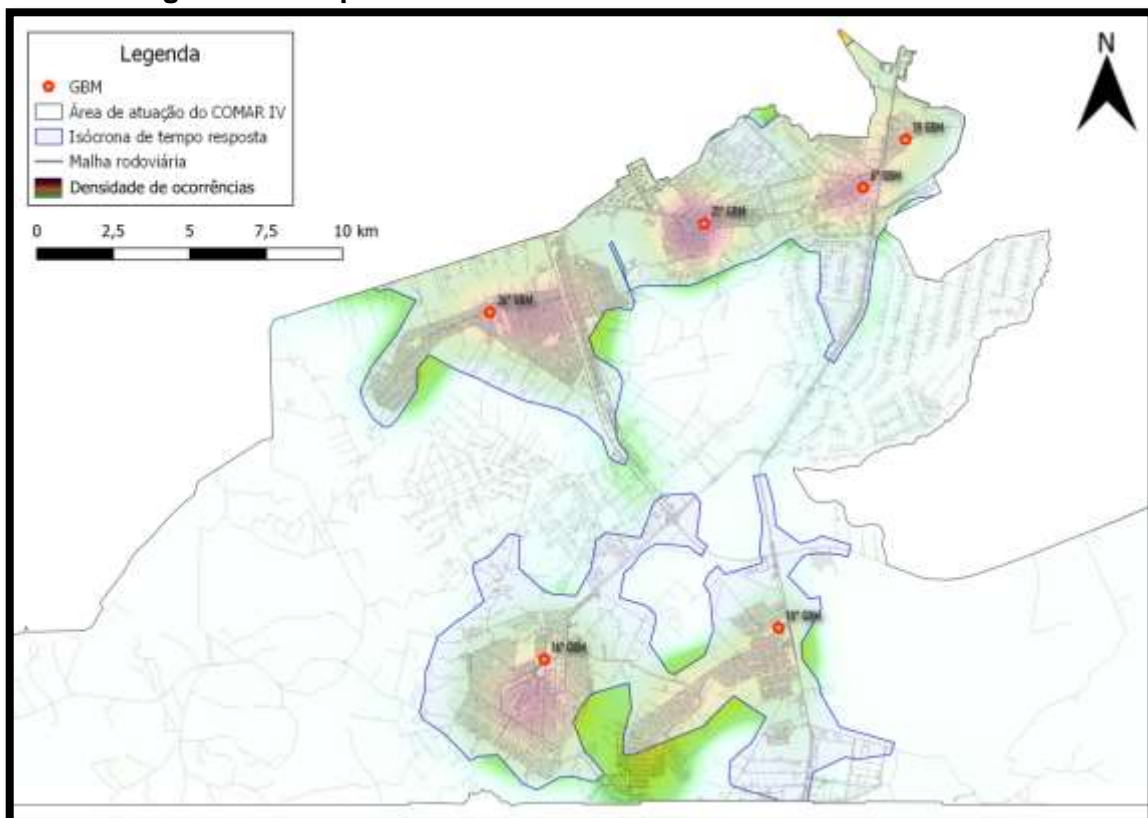
As figuras 14 e 15 mostram que não haveria uma perda considerável no tempo resposta, com a supressão do socorro do 19º GBM. Em números, pode-se dizer que em relação ao deslocamento na velocidade da via, a quantidade de ocorrências dentro das isócronas caiu apenas 0,62%. Já em relação ao deslocamento em alta velocidade a diferença foi ainda menor, somente 0,14%.

Figura 12 – Mapa do COMAR IV deslocando na velocidade da via.



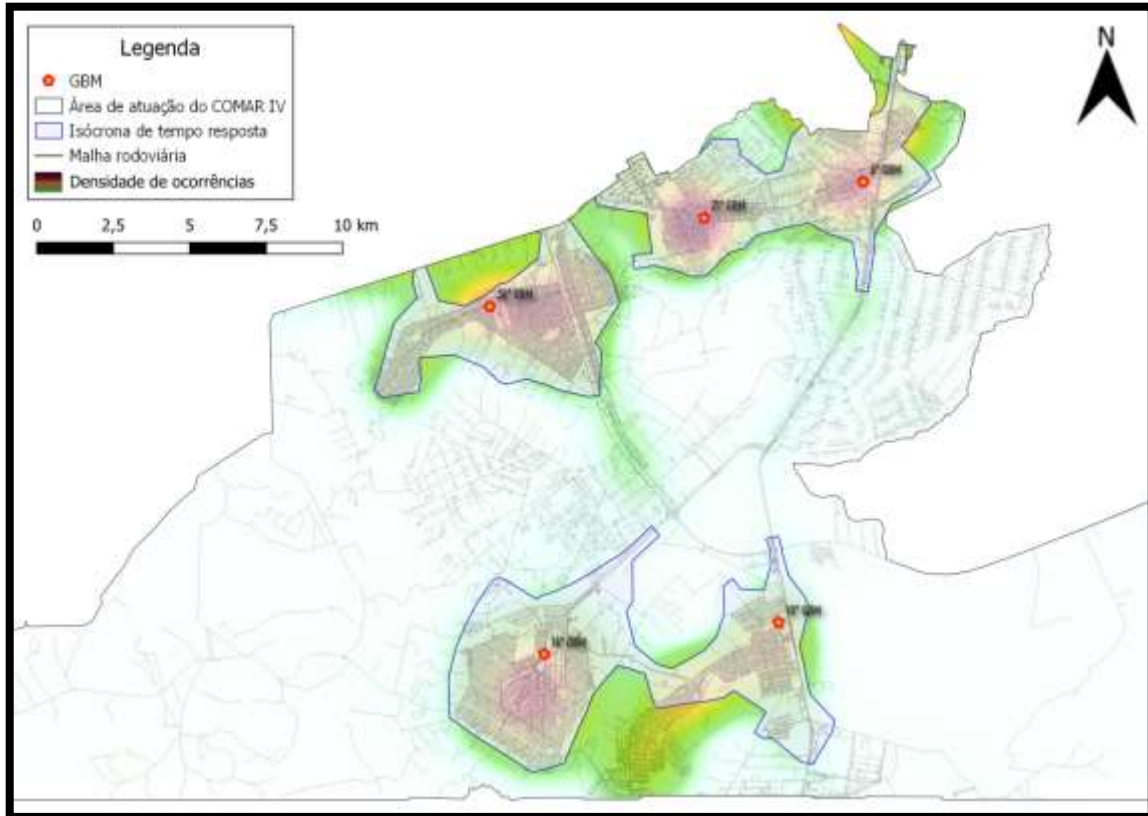
Fonte: O autor

Figura 13 – Mapa do COMAR II deslocando em alta velocidade.



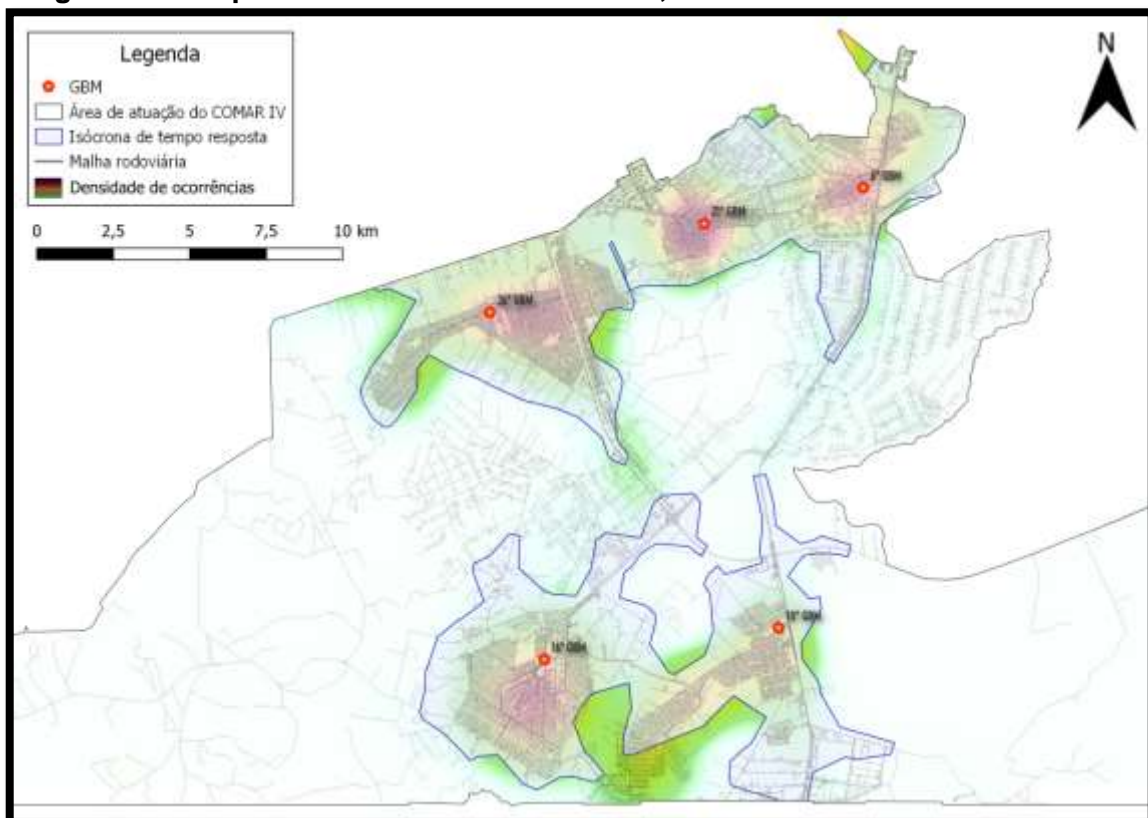
Fonte: O autor

Figura 14 – Mapa do COMAR IV sem 19º GBM, deslocando na velocidade da via.



Fonte: O autor

Figura 15 – Mapa do COMAR IV sem 19º GBM, deslocando em alta velocidade.

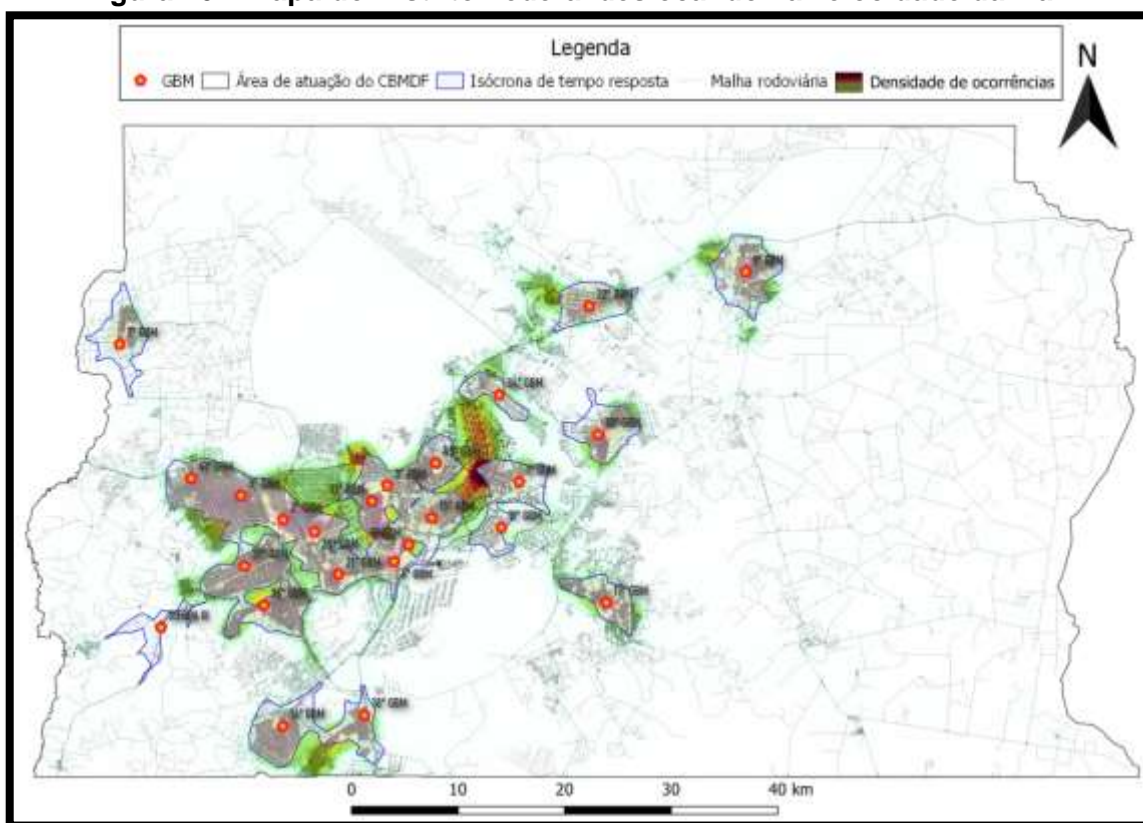


Fonte: O autor

4.5. Área de Atuação do CBMDF

A área de atuação do CBMDF é toda a extensão territorial do Distrito Federal, conforme descrito no Plano de Emprego Operacional de 2020. A Figura 16 apresenta o mapa do ente federativo, mostra a malha rodoviária ao fundo, as manchas de calor de ocorrências, os grupamentos multiempregos e a região que as isócronas limitadas às velocidades da via desses quartéis alcançam. Nesse contexto, 68,97% das ocorrências estão dentro das isócronas.

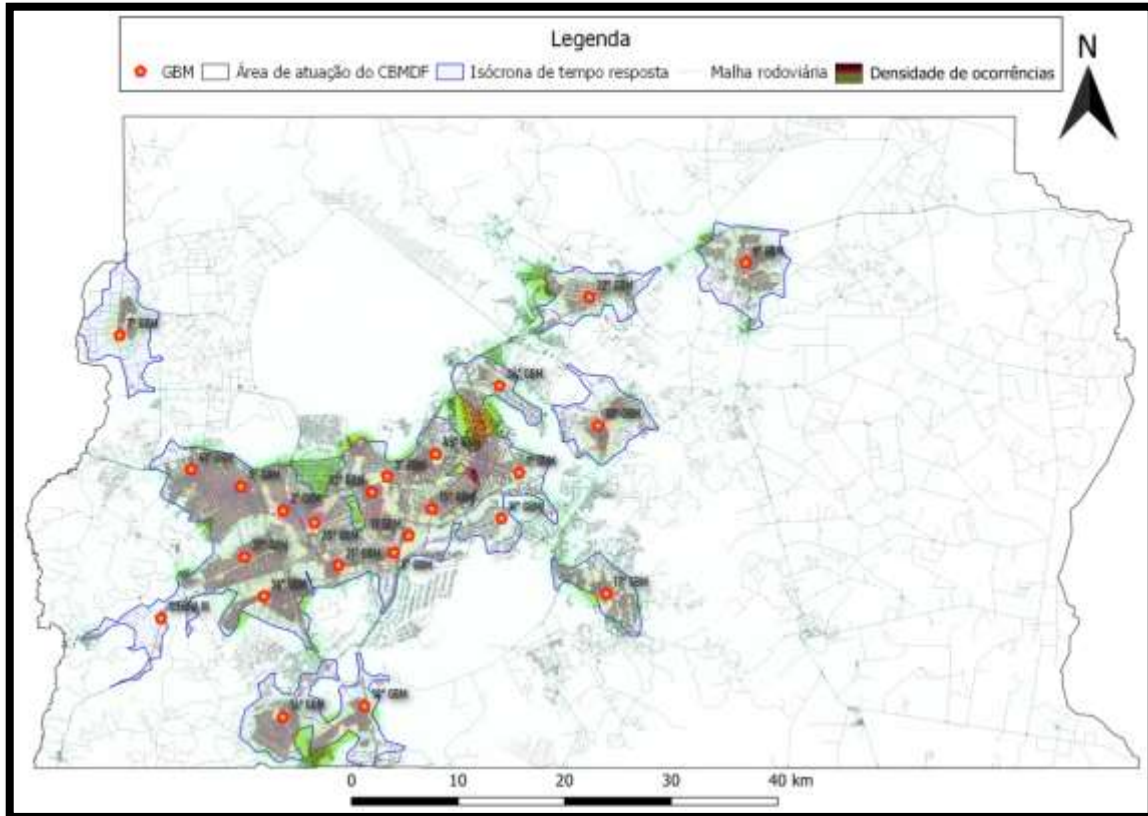
Figura 16 – Mapa do Distrito Federal deslocando na velocidade da via.



Fonte: O autor

A Figura 17 ilustra as manchas de calor de ocorrências e a região que as isócronas de alta velocidade dos GBMs do CBMDF alcançam. Nota-se que com o deslocamento mais rápido, é possível cobrir algumas das regiões que contêm brechas de cobertura como a estrutural, o sul do Guará II, parte da Asa Sul, P Sul e a região central do Plano Piloto. Dessa forma, 82,58% das ocorrências ficam “cobertas” caso o deslocamento das viaturas seja feito em alta velocidade.

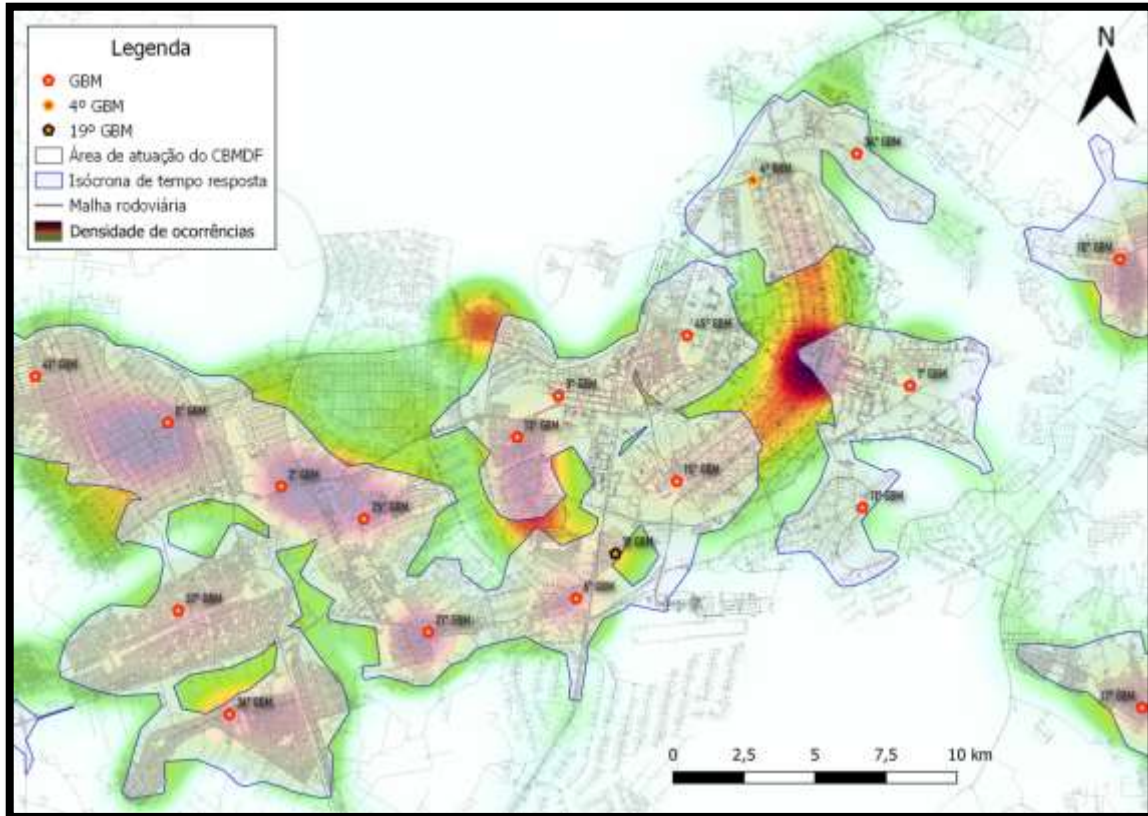
Figura 17 – Mapa do Distrito Federal deslocando em alta velocidade.



Fonte: O autor

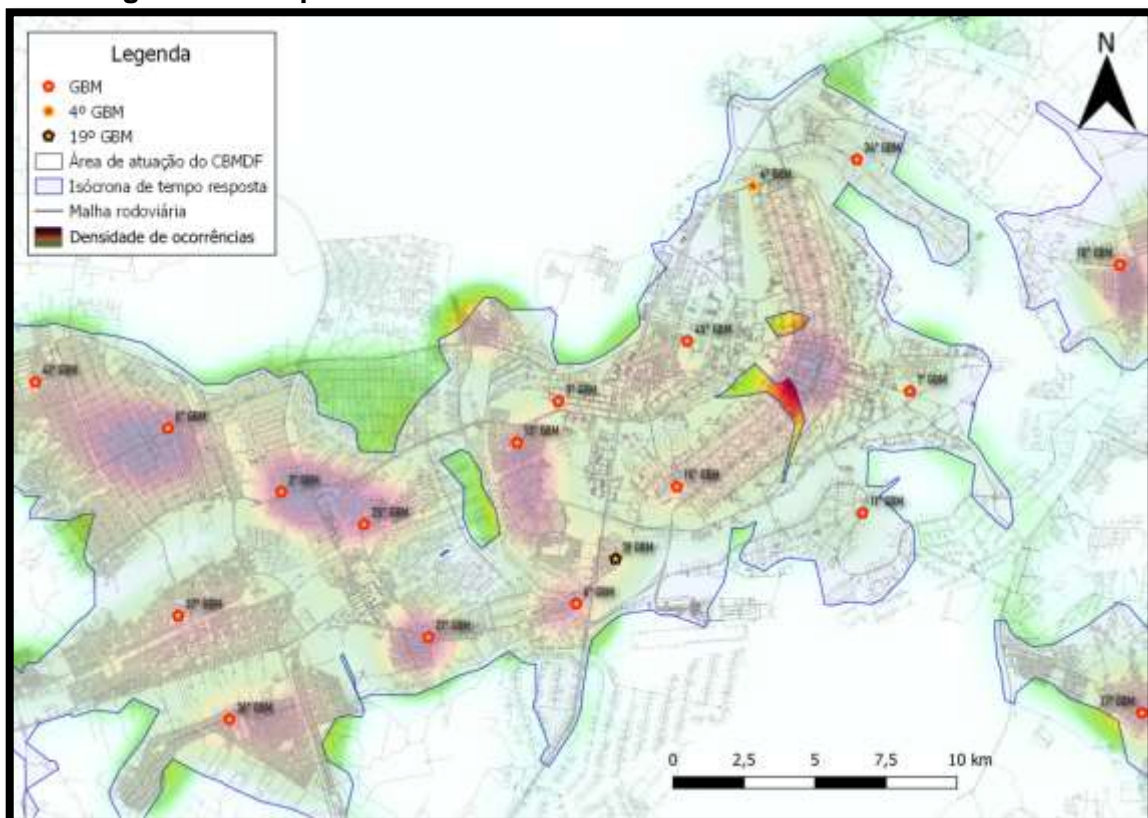
No subcapítulo 4.1 foi mostrada a importância da ativação do 4º GBM. Também, no subcapítulo 4.4 foi evidenciada a redundância entre as isócronas do 6º e 19º GBM. Para entender como essas observações se comportam de forma global, foram confeccionados mapas com as essas alterações. Desse modo, nos mapas apresentados nas figuras 18 e 19, o 19º GBM não soma como um ponto de partida de viatura de socorro e o 4ª GBM surge como um desses pontos.

Figura 18 – Mapa do DF deslocando na velocidade da via.



Fonte: O autor

Figura 19 – Mapa do Distrito Federal deslocando em alta velocidade.



Fonte: O autor

Em relação ao deslocamento a velocidade da via, a Figura 18 trouxe 71,24% das ocorrências dentro das áreas isócronas, um acréscimo de 2,27 pontos percentuais. Da mesma maneira, deslocando em alta velocidade, a Figura 19 trouxe 85,07% das ocorrências dentro das áreas isócronas, um acréscimo de 2,49 pontos percentuais.

As figuras 18 e 19 mostram como algumas mudanças de pontos de partida de viatura de socorro podem aperfeiçoar a cobertura das ocorrências atendidas pelo CBMDF. Portanto, esse modelo de mapa pode ser utilizado tanto operacionalmente, quando o socorro é deslocado para uma localização avançada em determinada hora do dia, quanto estrategicamente, quando se ativa ou desativa um GBM.

É importante reiterar as limitações da pesquisa. Por isso, destaca-se que as linhas isócronas calculadas fazendo o uso da ferramenta de processamento *ORS Tools* utilizam como variáveis apenas o tempo de deslocamento, a distância, o tipo da estrada e a velocidade da via, portanto, são desconsideradas a situação do trânsito e outros aspectos que podem influenciar na velocidade das viaturas emergenciais.

Isto posto, realizando uma análise global dos dados obtidos, e considerando o indicador tempo resposta para as atividades de combate a incêndio, salvamento e atendimento pré-hospitalar estabelecido pela Portaria nº 19 de 1 de outubro de 2020, constata-se regiões com importantes demandas de ocorrência que uma viatura se deslocando por 6 minutos, na velocidade da via, não é capaz de alcançar. Contudo, constatou-se que aumentando a velocidade do deslocamento em 1/3, a cobertura do poder operacional aumenta em 19,73% e, dessa forma, alcança os 85,07% das ocorrências atendidas de acordo com o tempo resposta objetivado pelo Plano de Emprego Operacional de 2020.

Por fim, é viável determinar o limite geográfico atual que o CBMDF possui para o indicador tempo resposta de 6 minutos se deslocando na velocidade da via e em alta velocidade, que são de 68,97% e 82,58% das ocorrências, respectivamente, e assim, por ora, o objetivo do Plano de

Emprego Operacional de tempo resposta de 6 minutos em 80% das ocorrências só é possível caso o deslocamento das viaturas de socorro ultrapasse as velocidades máximas das vias de trânsito.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como o principal objetivo analisar por meio de sobreposição de mapas isócronos e estimativas de densidade de Kernel, as áreas do Distrito Federal que têm, relativamente, grandes demandas históricas de ocorrências e que estão fora da área de atuação do CBMDF. Para isso, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais para definição de termos e coleta de dados. Posteriormente, foi elaborado um mapa com calor de ocorrências sobposto às linhas isócronas de tempo resposta. Por fim, com a ferramenta cartográfica pronta, foi possível realizar a análise apontada no objetivo principal deste trabalho.

Estudos relativos à geografia do tempo resposta são essenciais para qualquer corporação de bombeiros que objetiva reduzir este indicador. Este estudo se torna ainda mais importante quando a redução deste indicador aos níveis internacionais é um dos objetivos ainda não atingidos do CBMDF. Além disso, os mapas criados para melhor visualização da distribuição das ocorrências atendidas correlacionada com as linhas isócronas dos grupamentos multiempregos podem nutrir os tomadores de decisão com dados confiáveis e assim, capacitá-los a concretizar soluções melhores, de forma mais independente do empirismo inerente da visão humana. Ainda, destaca-se que este estudo contribuiu com o conhecimento científico por trazer uma relação entre duas variáveis (localização de ocorrências e linhas isócronas de tempo resposta) jamais concretizada anteriormente.

Os resultados possibilitaram identificar os locais com maiores demandas por ocorrências e que estão distantes o bastante de tal forma que o CBMDF não consegue alcançar no tempo resposta desejado. Considerando a velocidade do deslocamento limitado às velocidades máximas das vias, apurou-se que o apenas o COMAR IV tem seus grupamentos multiempregos localizados de modo que seja possível o alcançar o tempo resposta almejado pela corporação. Dessarte, analisando de forma global, este trabalho mostrou que mais de 30% das ocorrências registradas se localizaram distante o

suficiente dos GBMs, de maneira que, respeitando as velocidades das vias, o CBMDF não consegue se deslocar até elas no tempo objetivado.

Não obstante, quando as linhas isócronas foram construídas com parâmetros de velocidade de deslocamento maiores em 33% do que as máximas das vias, a cobertura das áreas se mostrou adequada. Dessa forma, atualmente, para que o CBMDF alcance o objetivo de atender 80% das ocorrências emergenciais no tempo resposta de 6 minutos suas viaturas deverão se deslocar acima das velocidades máximas estipuladas pela sinalização das vias de trânsito.

Também, este trabalho trouxe uma conjectura teórica a ser analisada, como uma forma de demonstrar a utilização dessa ferramenta. Diante dos mapas criados, foi possível perceber recursos inadequadamente distribuídos e, por isso, criou-se um mapa no qual o 4º GBM, localizado na Asa Norte, estivesse ativado e o 19º GBM estivesse desativado. Como resultado, essa modificação trouxe um aprimoramento relevante em relação à cobertura das ocorrências.

A partir dos conhecimentos adquiridos neste estudo, as seguintes recomendações são apresentadas:

- Expandir o estudo sobre o tema, de modo a acrescentar novas variáveis como a demanda de ocorrências por horário do dia e velocidade do tráfego de veículos.
- Estender o estudo sobre o tema, a fim de distinguir os resultados pelo tipo de ocorrência na forma do Art. 4º da Portaria nº 29, de 30 de dezembro de 2008.
- Utilizar os mapas como ferramenta para tomada de decisões estratégicas como: a definição dos locais para estabelecimento de Postos Avançados, ou ainda como fator relevante para tomada de decisão da construção ou realocação de Unidades Operacionais.

Como produto do presente trabalho foi confeccionado o mapas com a densidade de ocorrências registradas sobposto às linhas isócronas de tempo

resposta dos indicadores institucionais. O Apêndice A apresenta a especificação do produto.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, Jeff. **Using Network Segments in the Visualization of Urban Isochrones**. 2018. University of Toronto. Toronto, 2018. Disponível em: https://jamaps.github.io/docs/allen_2018_isochrones.pdf. Acesso em: 4 out. 2022.
- BRANCO, Romero Castelo. Prevenção e Remediação de Catástrofes Ambientais Inteligência empresarial como processo essencial à tomada de decisões nas organizações: um ensaio teórico. **XIII-Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP Campus Guarujá**, 2016.
- CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília Sá. **Análise Espacial de Eventos: Análise Espacial de Dados Geográficos**. 2002. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.14.53/doc/cap2-eventos.pdf>. Acesso em: 4 out. 2022.
- CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. **Introdução: Porque geoprocessamento?**. 2001. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 4 out. 2022.
- CBMDF. Portaria nº 29 de 30 de dezembro de 2008. Adota indicador de eficiência para as atividades de combate a incêndio, salvamento e atendimento pré-hospitalar no CBMDF. **Boletim Geral nº 246, de 31 de dez. de 2008**, Brasília, 2008.
- CBMDF. Plano Estratégico 2017 – 2024. **Boletim Geral nº 072, de 13 de abril de 2017**. Brasília, 2016.
- CBMDF. Portaria de 6 de março de 2017. Aprova os indicadores institucionais do CBMDF. **Boletim Geral nº 057, de 23 de mar. de 2017**, Brasília, 2017.
- CBMDF. **Plano de Emprego Operacional**. 1 ed., Brasília, CBMDF, 2020a. Disponível em: https://www.cbm.df.gov.br/downloads/edocman/estrategico//file_5faebdd6d3a2c_Suplemento_188_06out2020.pdf. Acesso em: 4 out. 2022.
- CBMDF. **Anuário Estatístico do CBMDF 2019**. 1 ed., Brasília, CBMDF, 2020b. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/lai/download/anuario2019-pdf/>. Acesso em: 4 out. 2022.
- DIAS, Mário de Vasconcelos Pereira. **Relação entre mapas isócronos e indicadores de tempo resposta: Um estudo da viabilidade técnica de atendimentos emergenciais do Comando de Área I alinhado ao indicador tempo resposta corporativo e a NFPA 1710**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito

Federal, Brasília, 2020. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/113>. Acesso em: 4 out. 2022.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 31.817, de 21 de junho de 2010.** Regulamenta o inciso II, do artigo 10-B, da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Brasília: Governador do Distrito Federal, 2010 Disponível em: http://www.tc.df.gov.br/sinj/Norma/63268/exec_dec_31817_2010.html. Acesso em: 4 out. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017

INGLATERRA. **Response times to fires attended by fire and rescue services.** Londres, 2020. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/857924/response-times-fires-england-1819-hosb0120.pdf. Acesso em: 4 out. 2022.

MOREIRA, Paulo Miranda. **Utilização de dados de ocorrências para tomada de decisão no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2020, Disponível em: <http://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/131>. Acesso em: 4 out. 2022.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Career Fire Departments.** Quincy, 2020. Disponível em: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1710>. Acesso em: 4 out. 2022.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **About NFPA.** Massachusetts, 2022a. Disponível em: <https://www.nfpa.org/about-nfpa>. Acesso em: 4 out. 2022.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA overview.** Massachusetts, 2022b. Disponível em: <https://www.nfpa.org/overview>. Acesso em: 4 out. 2022.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia Científica: um manual para realização de pesquisas em administração.** 2011. Universidade Federal de Goiás. Catalão, 2011. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf. Acesso em: 4 out. 2022.

OLIVEIRA, Ulisses Costa; DE OLIVEIRA, Petrônio Silva. **Mapas de Kernel como Subsídio à Gestão Ambiental: Análise dos Focos de Calor na Bacia**

Hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos Anos 2010 a 2015. 2017. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017, Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/3473/8626>. Acesso em: 4 out. 2022.

OLIVEIRA E SILVA, Alberto Eduardo. **Utilização de dados de ocorrências como ferramenta de apoio à decisão de comandantes de unidades operacionais**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2020, Disponível em: <http://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/120>. Acesso em: 4 out. 2022.

QGIS. **Sobre o QGIS**. 2022. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html#. Acesso em: 4 out. 2022.

REICHERT, Tiago Schneider. **Produtos Gerados Pelo Georreferenciamento de Ocorrências para Auxiliar na Tomada de Decisão no CBMDF**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/60>. Acesso em: 4 out. 2022.

SOUZA, Nicolas P.; SILVA, Elisa M. G. CARVALHO; TEIXEIRA, Marcelo D.; LEITE, Lucília R.; REIS, Aliny A.; SOUZA, Larissa N.; JÚNIOR, Fausto W. A.; RESENDE, Tamara A. Aplicação do Estimador de Densidade Kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. SBSR, Foz do Iguaçu, 2013. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.28.09?metadataRepository=dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.28.10&ibiurl.backgroundlanguage=ptBR&ibiurl.requiredsite=marte2.sid.inpe.br+802&requiredmirror=dpi.inpe.br/marte2/2013/05.17.15.03.08&searchsite=bibdigital.sid.inpe.br:80&searchmirror=sid.inpe.br/bibdigital@80/2006/04.07.15.50.13>. Acesso em: 4 out. 2022.

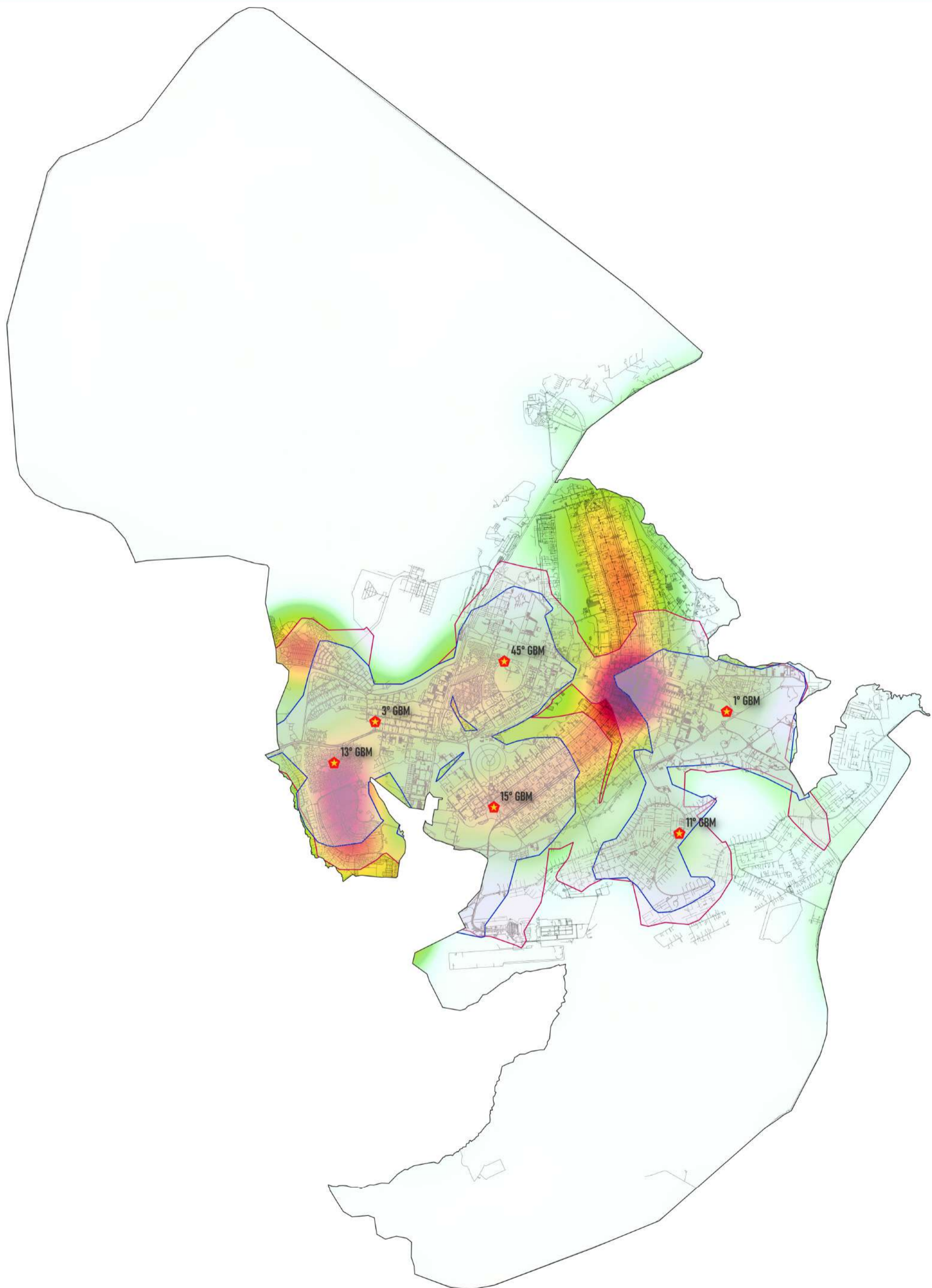
SOUZA NETO, Luiz Tavernard de; DA SILVA, Maykon Targino; DO VALE, Wesley Kevin Souto; GRIGIO, Alfredo Marcelo. O uso do mapa de Kernel como subsídio para identificação da dispersão dos focos de queimadas no município de Mossoró (RN). **Revista de Geografia (Recife)**, v. 38, n 2. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/247425/38742>. Acesso em: 4 out. 2022.

SPILLANE, James. Data in Practice: Conceptualizing the Data-Based Decision-Making Phenomena. **American Journal of Education**, v. 1, p. 113-141, 2012. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/663283>. Acesso em: 4 out. 2022.

TOTAL FIRE PROTECTION. **Statistics for Fire Incident and Response in NYC**. Nova Iorque, 2020. Disponível em: <https://www.tfp1.com/blog/examining-statistics-for-2d019-fire-incident-and-response-in-nyc/>. Acesso em: 4 out. 2022.

APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

1. **Aluno:** Cadete BM/2 Samuel de Castro Bernardes
2. **Nome:** Mapas de cobertura operacional do CBMDF
3. **Descrição:** Os mapas apresentam a densidade de ocorrências registradas sobposto às linhas isócronas de tempo resposta dos indicadores institucionais com deslocamento na velocidades da via e alta velocidade . São 5 mapas que correspondem a diferentes áreas, sendo um dos mapas equivalente às áreas do Distrito Federal e os outros referentes as áreas dos Comandos de Área.
4. **Finalidade:** O produto tem o propósito de expor de forma visual a geografia do tempo resposta do CBMDF, agregando informações relacionadas às ocorrências atendidas e as distâncias percorridas pelas viaturas de socorro durante o tempo resposta dos indicadores institucionais.
5. **A quem se destina:** Este produto se destina aos oficiais bombeiros militares lotados no COMOP e suas unidades subordinadas.
6. **Funcionalidades:** Através desse produto, é possível identificar os locais com maiores demandas por serviços de emergência e que estão muito distantes das unidades operacionais. Assim, traçar estratégias para diminuir o tempo de deslocamento para as ocorrências emergenciais.
7. **Especificações técnicas:** Material textual: formato de PDF, impressão no tamanho de papel A3, são 5 folhas independentes.
8. **Instruções de uso:** O produto deve ser interpretado sob uma superfície plana e bem iluminado.
9. **Condições de conservação, manutenção, armazenamento:** Não armazene o mapa em um local em que possa ficar exposto à luz solar direta. Evite armazenar o mapa em áreas úmidas (umidade: 70% ou menos). Armazene em uma superfície plana.



Mapa da RISIP Metropolitana - Área de atuação do COMAR I

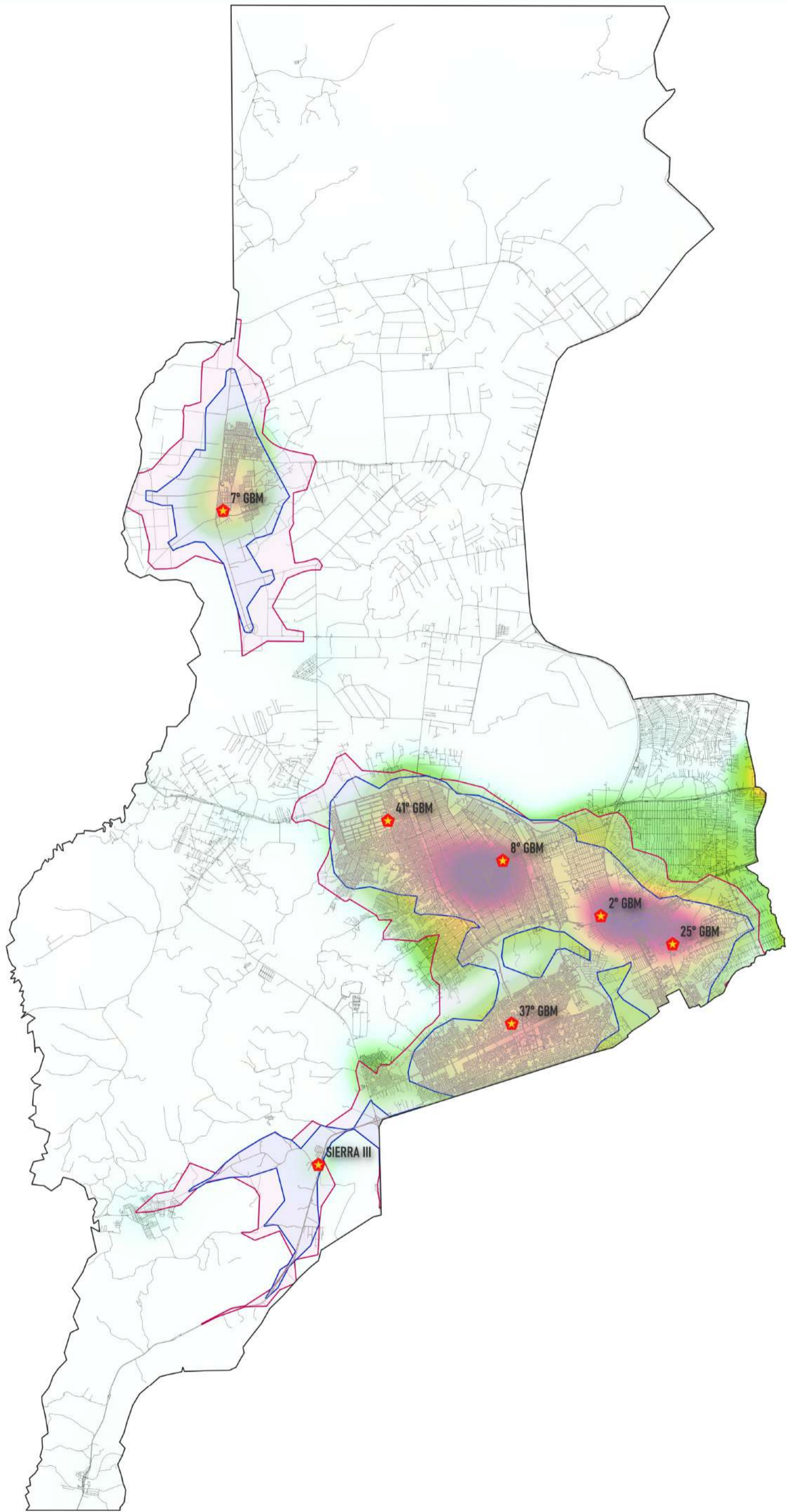
Relação de calor de ocorrências vs. isócronas de deslocamento em 6 minutos

- Grupo Bombeiro Militar
- Isócrona de tempo resposta (velocidade da via)
- Malha rodoviária
- Isócrona de tempo resposta (33% acima da velocidade da via)
- Área de atuação do COMAR I

Demanda por ocorrências atendidas:



1:130000
 Sistema de Coordenadas: WGS 84 / Pseudo-Mercator
 Elaborado por: Cad. 140 Samuel de Castro Bernardes
 Contato: samuel.bernardes@cbm.df.gov.br
 Desenvolvido através do software QGIS



Mapa da RISP Oeste - Área de atuação do COMAR II

Relação de calor de ocorrências vs. isócronas de deslocamento em 6 minutos

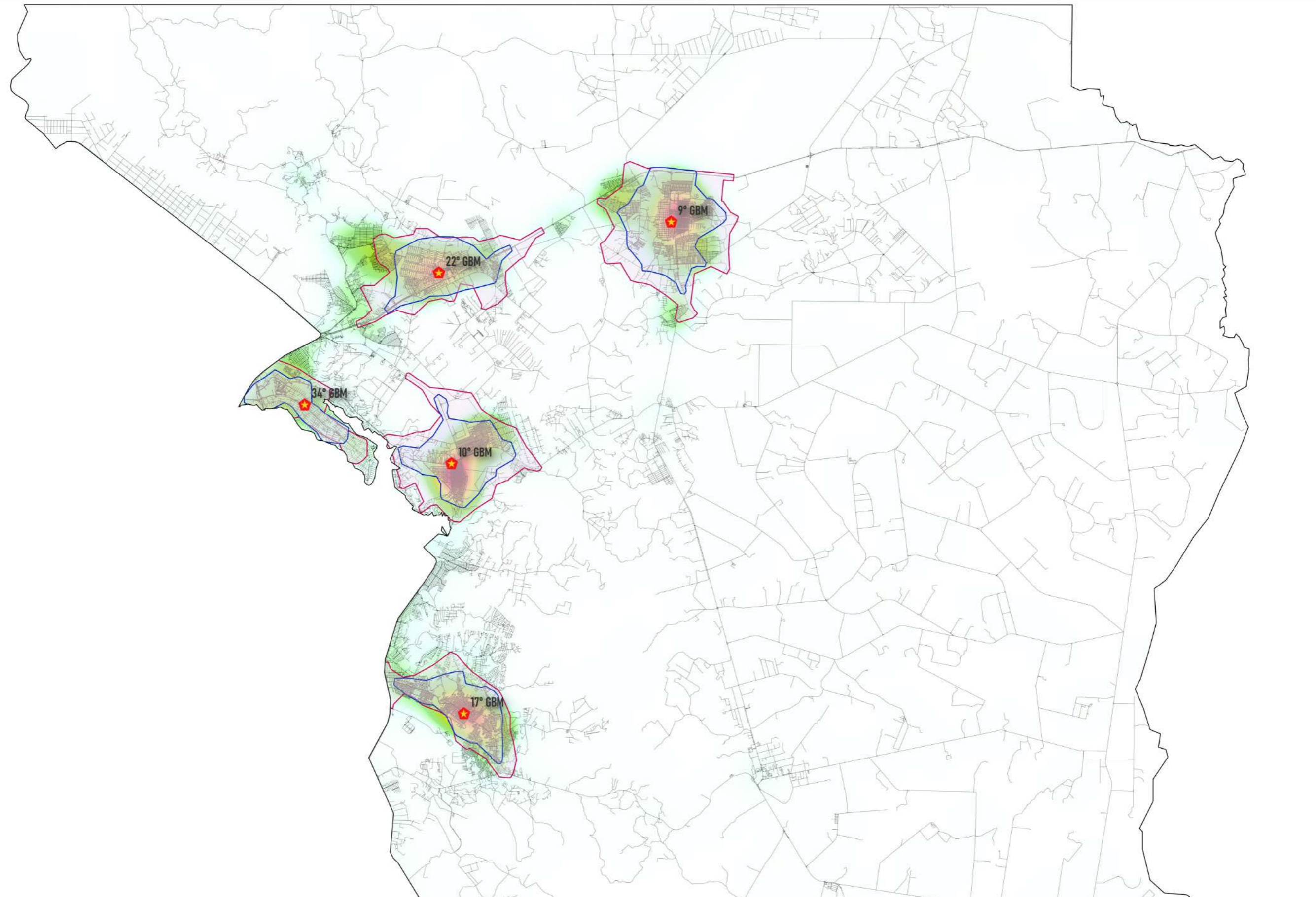
- Grupo Bombeiro Militar
- Isócrona de tempo resposta (velocidade da via)
- Malha rodoviária
- Demanda por ocorrências atendidas: alta / baixa
- Isócrona de tempo resposta (33% acima da velocidade da via)
- Área de atuação do COMAR II



1:175000
 Sistema de Coordenadas: WGS 84 / Pseudo-Mercator
 Elaborado por: Cel. JAO Samuel de Castro Bernardes
 Contato: samuel.bernardes@cbm.df.gov.br
 Desenvolvido através do software QGIS



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL



Mapa da RISP Leste - Área de atuação do COMAR III
Relação de calor de ocorrências vs. isócronas de deslocamento em 6 minutos

★ Grupo Bombeiro Militar □ Área de atuação do COMAR III □ Isócrona de tempo resposta (velocidade da via) □ Isócrona de tempo resposta (33% acima da velocidade da via) — Malha rodoviária Demanda por ocorrências atendidas: alta
 baixa

1:245000
Sistema de Coordenadas: WGS 84 / Pseudo-Mercator
Elaborado por: Cad./40 Samuel de Castro Bernardes
Contato: samuel.bernardes@cbm.df.gov.br
Desenvolvido através do software QGIS

0 5 10 15 20 km



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL



Mapa da RISP Sul - Área de atuação do COMAR IV

Relação de calor de ocorrências vs. isócronas de deslocamento em 6 minutos

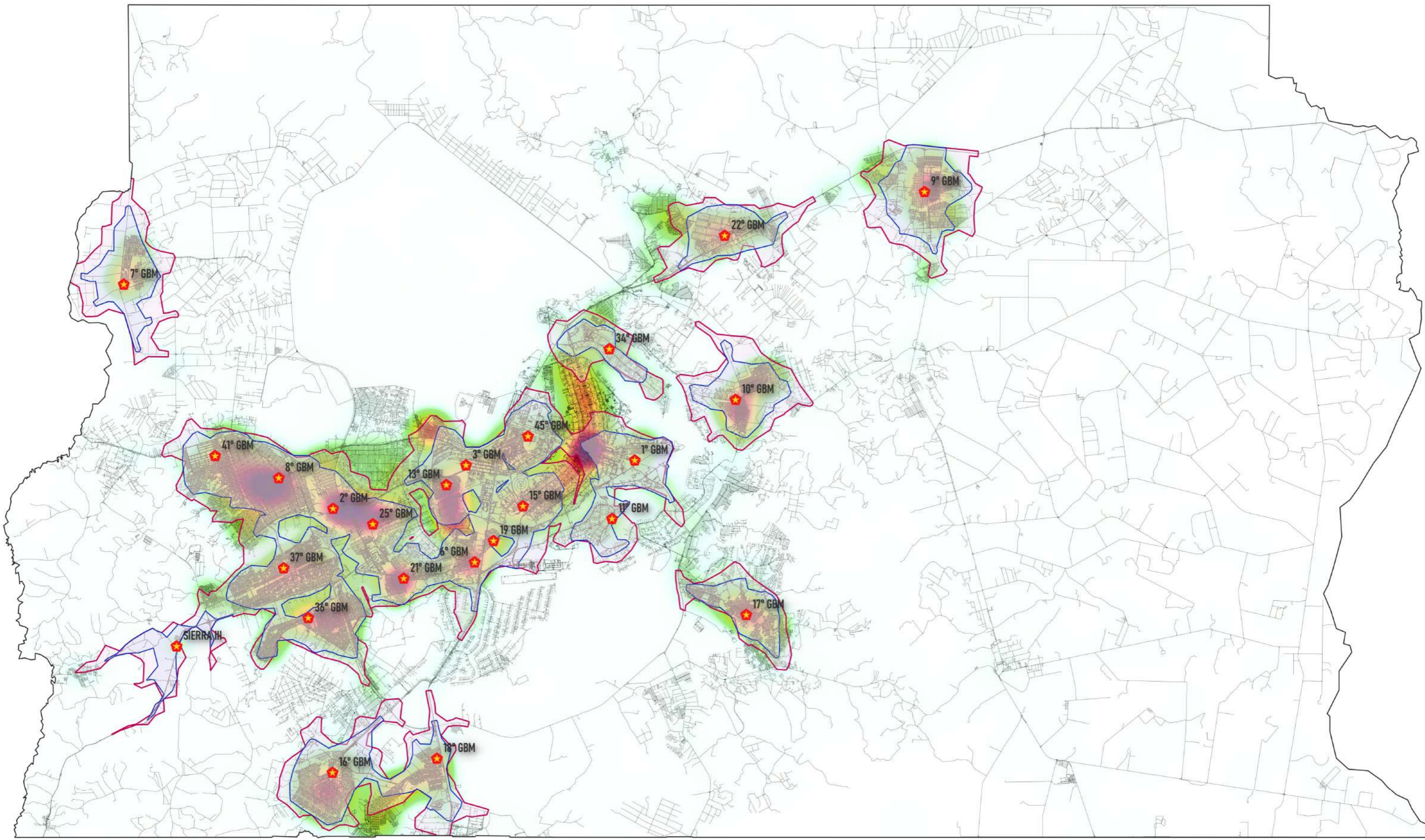
★ Grupo Bombeiro Militar □ Área de atuação do COMAR IV □ Isócrona de tempo resposta (velocidade da via) □ Isócrona de tempo resposta (33% acima da velocidade da via) — Malha rodoviária Demanda por ocorrências atendidas: alta baixa



1:125000
Sistema de Coordenadas: WGS 84 / Pseudo-Mercator
Elaborado por: Cad./40 Samuel de Castro Bernardes
Contato: samuel.bernardes@cbm.df.gov.br
Desenvolvido através do software QGIS



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL



Mapa do Distrito Federal - Área de atuação do CBMDF
 Relação de calor de ocorrências vs. isócronas de deslocamento em 6 minutos

★ Grupoamento Bombeiro Militar
 Área de atuação do CBMDF
 Isócrona de tempo resposta (velocidade da via)
 Isócrona de tempo resposta (33% acima da velocidade da via)
 — Malha rodoviária
 Demanda por ocorrências atendidas: alta
 baixa

1:270000
 Sistema de Coordenadas: WGS 84 / Pseudo-Mercator
 Elaborado por: Cad./40 Samuel de Castro Bernardes
 Contato: samuel.bernardes@cbm.df.gov.br
 Desenvolvido através do software QGIS