PMSI SANTO ANDRÉ
Plano para a Mobilidade Segura e Inclusiva

PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ

Produto 10: Relatório do prognóstico das condições de segurança da mobilidade no município de Santo André

Elaborado por:

POLO TIS certare engenharia e consultoria

CONCREMAT engenharia e tecnologia | Uma empresa do grupo 中国交建 CHINA COMMUNICATIONS CONSTRUCTION

ANTON ENGENHARIA E URBANISMO

Produto 10: Relatório do Prognóstico das Condições de Segurança da Mobilidade no Município de Santo André

CÓDIGO DO DOCUMENTO

PSI-2300-RT-J05-0003-3-R0A

TÍTULO

Relatório do Prognóstico das Condições de Segurança da Mobilidade no Município de Santo André

ELABORAÇÃO

CONSÓRCIO POLO/TIS/CERTARE/CONCREMAT/ANTON

CONTRATO

Contrato Nº 368/22-PJ

CONTRATAÇÃO

Prefeitura Municipal de Santo André

FINANCIAMENTO

Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)

OBSERVAÇÕES

Este documento técnico, denominado Relatório do Prognóstico das Condições de Segurança da Mobilidade no Município de Santo André, corresponde ao Produto 10 da "Elaboração do Plano para a Mobilidade Segura e Inclusiva de Santo André" (Contrato n° 368/22-PJ) – PMSI Santo André.

Este relatório é um dos produtos da Fase II – Diagnóstico.

VERSÃO	DATA	CONTEÚDO DAS MODIFICAÇÕES
R0A	24/03/2023	Versão inicial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4
2. DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS 5
2.1. RELACIONAMENTO COM OS CENÁRIOS DO PLANO DE MOBILIDADE URBANA 5
2.2. DETALHAMENTO DO CENÁRIO TENDENCIAL 7
2.2.1. TENDÊNCIAS NAS CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS E DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO 7
2.2.2. MODELAGEM DA FREQUÊNCIA DOS SINISTROS NA CIDADE DE SANTO ANDRÉ 14
2.2.1. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DAS VARIÁVEIS AO NÍVEL DE ZONA DE TRÁFEGO 16
2.2.2. CALIBRAÇÃO DO MODELO DE BINOMIAL NEGATIVA 19
2.2.3. VALIDAÇÃO DO MODELO DE BINOMIAL NEGATIVA 21
2.2.4. PREVISÃO PARA OS ANOS HORIZONTES 22
2.3. DETALHAMENTO DO CENÁRIO VISÃO PMSI, INSPIRADO NO SISTEMA SEGURO E NO PNATRANS 24
2.3.1. SISTEMA SEGURO 24
2.3.2. PNATRANS 25
2.3.3. CENÁRIO VISÃO: APLICAÇÃO EM SANTO ANDRÉ 26
3. INDICADORES DE MOBILIDADE SEGURA 27
4. METAS DO PMSI BASEADAS NOS CENÁRIOS 30
4.1. ACOMPANHAMENTO DAS METAS 32
4.2. PROCESSOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS 37
5. CONCLUSÕES 42

1. INTRODUÇÃO

O presente documento, intitulado como **Relatório do Prognóstico das Condições de Segurança da Mobilidade no Município de Santo André**, configura o décimo produto referente ao *Plano para Mobilidade Segura e Inclusiva de Santo André (PMSI)*, em atendimento ao Contrato nº 368/22-PJ que foi celebrado entre o Município de Santo André e o Consórcio POLO/TIS/CERTARE/CONCREMAT/ANTON. Isso posto, convém recordar que o desenvolvimento desse plano se encontra estruturado nas seguintes fases: (I) Mobilização; (II) Diagnóstico; (III) Desenvolvimento de Propostas; e (IV) Consolidação do PMSI.

Feito esse preâmbulo, nota-se que o presente produto integra a etapa de Diagnóstico. Seu principal objetivo é estimar cenários, que serão consolidados com base em metas globais, parciais, objetivos e índices esperados para os próximos anos – mirando os horizontes de 5, 15 e 25 anos. Desse modo, neste documento, serão registradas informações referentes a três momentos distintos. São eles: Definição dos Cenários (Capítulo 2), Indicadores de Mobilidade Segura (Capítulo 3) e Metas do PMSI baseadas nos Cenários. Por fim, na última seção, são apresentadas as considerações finais sobre o documento (Seção 4).

2. DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS

Existem dois cenários propostos para avaliar os efeitos do PMSI na cidade de Santo André. O primeiro cenário, chamado de "cenário tendencial", considera o progresso dos sinistros. A curto prazo, espera-se uma continuidade na tendência dos sinistros e mortes. A médio e longo prazo, espera-se que as melhorias atuais não sejam suficientes para atingir as metas estabelecidas, devido ao aumento previsto do tráfego viário. O resultado desse cenário não corresponderá aos objetivos do PMSI.

O segundo cenário, chamado de "Cenário visão PMSI", é baseado nos conceitos de Sistema Seguro e Visão zero, considerando sempre a Inclusão social. Nesse cenário, a visão é chegar a zero mortes causadas por sinistros de trânsito em Santo André. Para alcançar esse objetivo, o PMSI aplica uma abordagem integrada para melhorar o planejamento das infraestruturas, o controle do tráfego, a fiscalização e a gestão da segurança viária. Além disso, a visão do plano considera que a mobilidade ativa e o transporte coletivo serão incentivados, o que resultará em menos tráfego e congestionamento e, consequentemente, em mais segurança viária. Isso criará um ciclo positivo, aumentando a percepção de segurança, conforto e agradabilidade entre os cidadãos, fazendo com que optem por meios de transporte mais seguros e sustentáveis.

2.1. Relacionamento com os cenários do Plano de Mobilidade Urbana

O Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) de Santo André apresenta duas situações:

Situação tendencial: Neste cenário, não foram implementados projetos ou ações do Plano de Mobilidade e a avaliação foi feita com base na evolução esperada da mobilidade ao longo do tempo.

Situação de Obras: Este cenário analisa o impacto direto das obras do Plano de Mobilidade, considerando a evolução da mobilidade conforme o esperado, levando em conta a mudança na participação do transporte individual (que deve representar 57% em 2045).

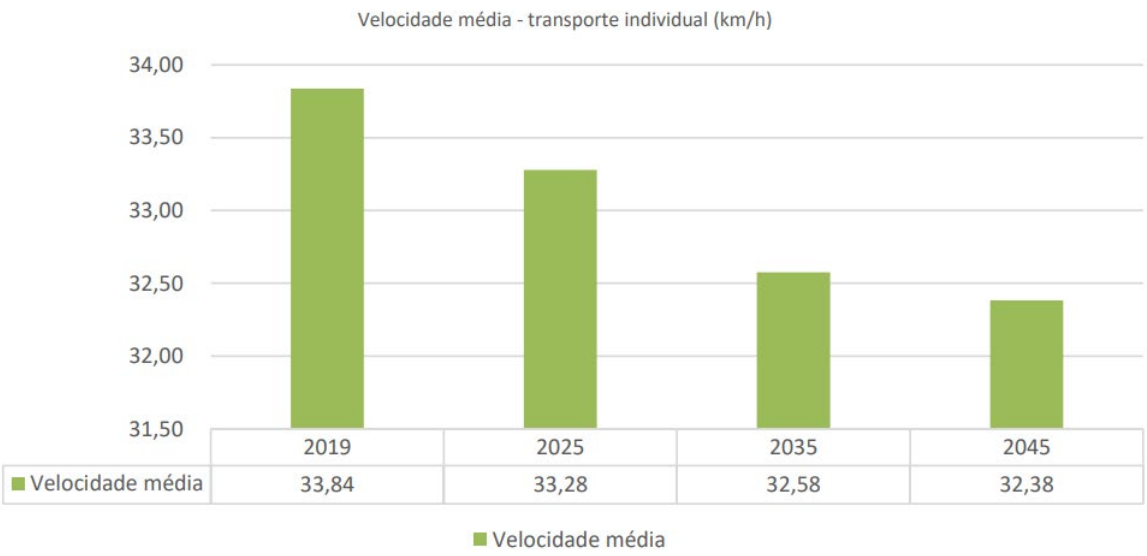
O plano utiliza-se de três anos horizontes constituindo três cenários: cenário de curto prazo (2025), de médio prazo (2035) e de longo prazo (2045), considerando as previsões de implantação dos sistemas estruturais de média e alta capacidade.

O PMSI também está relacionado aos cenários do Plano de Mobilidade Urbana. Possuindo um cenário tendencial “cenário nada a se fazer” e o cenário PMSI visando reduzir as mortes no trânsito, com medidas de curto (2025), médio (2035) e longo prazo (2045).

No primeiro cenário, sem as ações propostas pelo Plano de Mobilidade Urbana, há uma rápida proliferação de veículos privados que resulta em um congestionamento de tráfego intenso e um colapso da mobilidade nos horários de pico, figura abaixo. Isso não resulta em melhorias significativas nas estatísticas de sinistros e óbitos nas vias.

Figura 1 – Velocidades médias do transporte individual nos anos horizontes para a Hora Pico Manhã

Fonte: Plano de Mobilidade Urbana - Oficina Engenheiros Consultores Associados



No segundo cenário do PMSI, a execução das obras previstas no Plano de Mobilidade Urbana e todas as ações de gestão do tráfego e segurança viária levam a uma mudança nos hábitos de mobilidade dos cidadãos. Isso resulta em melhorias nas estatísticas de sinistros e óbitos nas vias e uma redução do tráfego viário. A malha viária fica mais eficiente, com menos congestionamentos e impactos negativos sociais e ambientais.

Comparando ambos os cenários, o cenário visão PMSI avalia o progresso em segurança viária em direção ao objetivo de reduzir as mortes no tráfego. Essas melhorias são cruciais para aproveitar o potencial de modos de transporte, como andar a pé, pedalar e usar transporte coletivo, em Santo André, e para atender aos requisitos do Plano de Mobilidade. A ativação desse potencial fortalece ainda mais as melhorias na segurança viária e contribui para os

objetivos do Plano de Mobilidade Urbana.

Este documento visa detalhar o cenário tendencial para aferição da percepção da segurança da mobilidade no Município de Santo André, constituindo metas globais, parciais, objetivos e índices esperados para os próximos anos. Os cenários também levaram em consideração as tendências nas características socioeconômicas e de uso e ocupação do solo urbano que, eventualmente, podem afetar diretamente as questões de segurança da mobilidade. Os cenários proporcionarão elementos para avaliação da evolução da segurança viária no município na infraestrutura (vias e calçadas), no transporte individual, no coletivo e na mobilidade ativa.

2.2. Detalhamento do cenário tendencial

2.2.1. Tendências nas características socioeconômicas e de uso e ocupação do solo urbano

Um dos grandes obstáculos enfrentados pelo Brasil é o significativo aumento no número de veículos em circulação, que cresceu 194,1% entre 2001 e 2016, superando o ritmo de expansão da infraestrutura rodoviária. Esse cenário tem gerado problemas de trânsito intenso e gargalos nas vias, sobretudo nas áreas metropolitanas, de acordo com a pesquisa de Rodovias da CNT em 2017.

No que se refere à cidade de Santo André, de acordo com o Plano de Mobilidade Urbana, a projeção da frota de automóveis e taxa de veículos por habitante em Santo André vai aumentar nos próximos anos passando de 180,2 mil em 2017 para 226,7 mil veículos em 2045. Nesse período, a participação dos carros particulares na mobilidade urbana de Santo André vai mudar de 58,9% para 57,2%.

Figura 2 – Projeção da frota de automóveis e taxa de veículos por habitante em Santo André

Fonte: Plano de Mobilidade Urbana – Oficina Engenheiros Consultores Associados

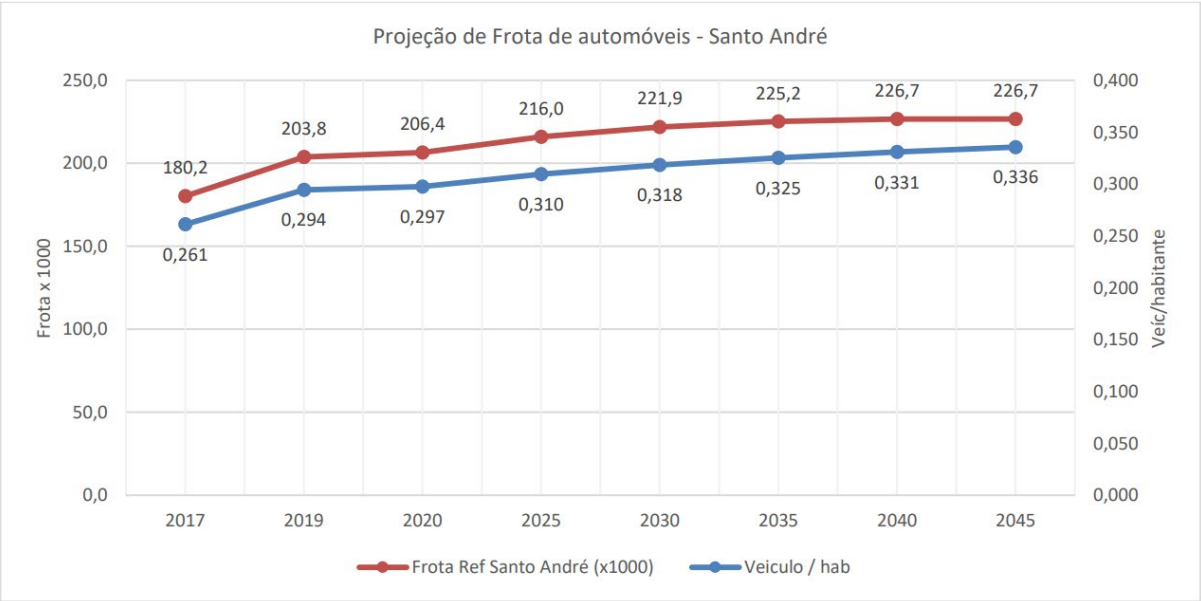
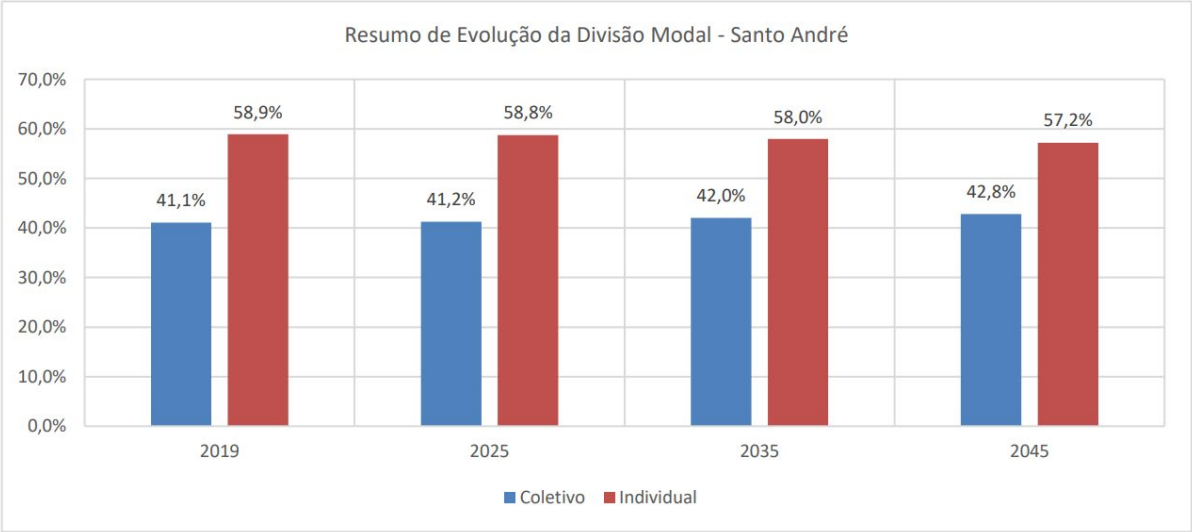


Figura 3 – Evolução da divisão modal nos anos-horizonte do projeto no município de Santo André

Fonte: Plano de Mobilidade Urbana – Oficina Engenheiros Consultores Associados



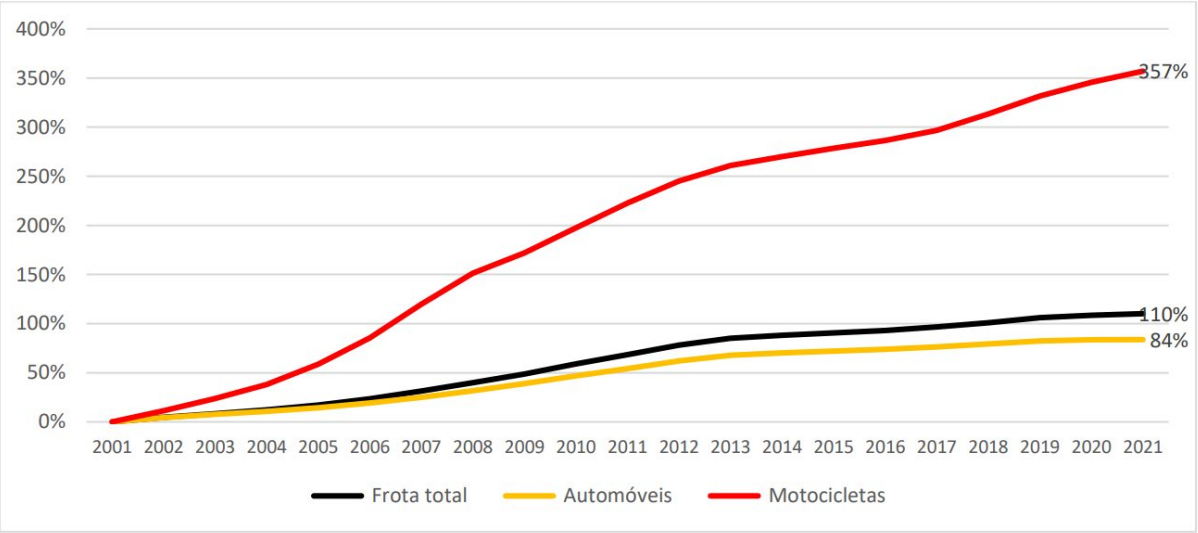
As altas taxas, relativamente constantes, e o aumento da frota podem resultar em maiores congestionamentos e dificuldades no trânsito, caso não haja uma adequação na infraestrutura de transporte da cidade. Esses congestionamentos nos anos horizontes refletem na pequena mudança modal existe com o aumento do transporte coletivo.

Além disso, o aumento da frota de automóveis pode ter impactos negativos no meio ambiente, como aumento na emissão de gases poluentes e na produção de ruídos. É importante que sejam adotadas medidas para incentivar o uso de meios de transporte mais sustentáveis, como bicicletas, transporte público e caminhadas.

Ressalta-se ainda o aumento da frota de motocicletas, que tende a ser ainda mais expressivo que o crescimento da frota de veículos, como pode ser observado na figura a seguir. Essa tendência é preocupante, uma vez que o motociclista é um dos usuários mais vulneráveis no trânsito, estando mais suscetível a sinistros e lesões graves em caso de colisões ou quedas. Por isso, é importante que haja medidas de segurança específicas para motociclistas, como a adoção de campanhas de conscientização, fiscalização das leis de trânsito e a construção de infraestrutura adequada para a circulação de motocicletas.

Figura 4 – Evolução da frota registrada no Município de Santo André

Fonte: Plano de Mobilidade Urbana - Oficina Engenheiros Consultores Associados

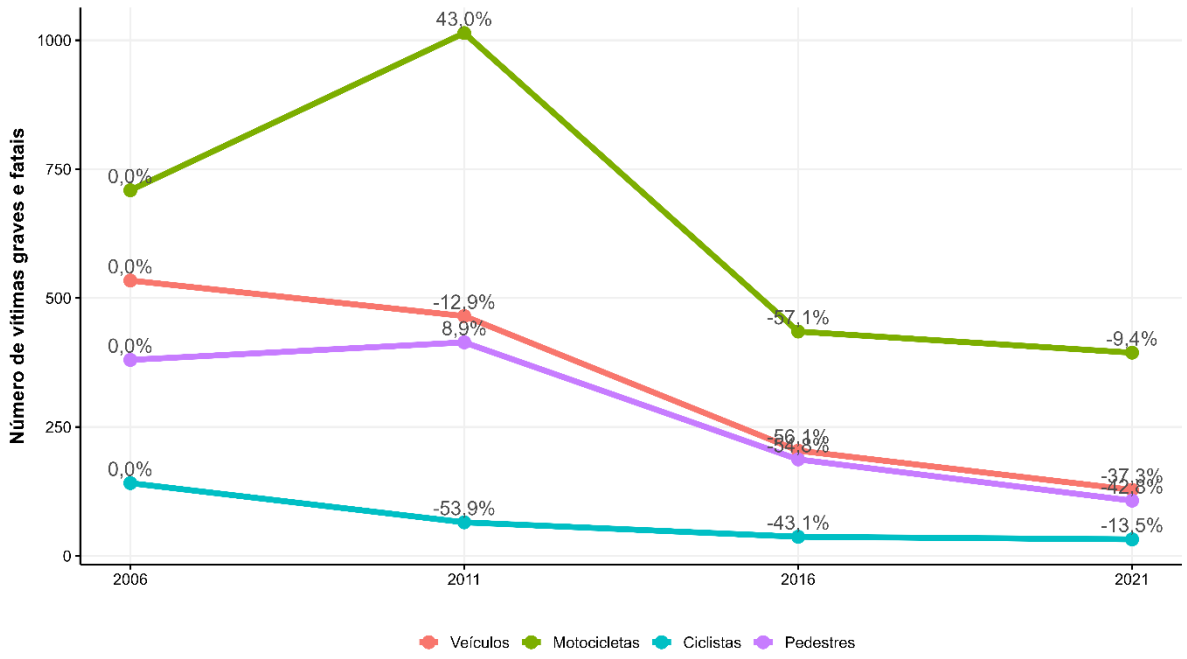


A relação entre a frota de veículos e as vítimas no trânsito mostra que o número de motociclistas envolvidos em sinistros está aumentando em uma proporção maior do que a redução no número de vítimas desse grupo nos últimos anos. Por outro lado, os ciclistas representam apenas 0,6% dos deslocamentos, segundo o PlanMob, o que contribui para um número reduzido de sinistros envolvendo essa categoria de usuários. Entretanto, devido à falta de infraestrutura adequada para a circulação de bicicletas, os ciclistas estão expostos a um maior risco no sistema urbano de Santo André.

No caso dos pedestres, esses estão concentrados principalmente nas zonas comerciais do centro da cidade, onde medidas de redução de velocidade são essenciais para a redução do número de mortes e sinistros.

Figura 5 – Vítimas fatais e graves por tipo de veículo a cada 5 anos até 2021

Fonte: Elaborado pelo Consórcio



O aumento da população pode levar a um aumento no número de sinistros de trânsito. No entanto, os dados obtidos pelo PlanMob indicam um aumento suave da população nos primeiros anos e uma redução nos anos seguintes.

Em Santo André, a população está concentrada em bairros mais periféricos, distantes da parte central da cidade, que é onde se concentram os principais polos geradores de viagens. Essas distâncias podem gerar desigualdades de acessibilidade, especialmente para pessoas com menores rendas, que também estão concentradas em bairros periféricos. Essas pessoas tendem a realizar seus deslocamentos utilizando modos ativos ou o transporte público, o que as expõe a um maior risco de sinistros de trânsito, pois estão mais distantes de seus destinos e têm que percorrer maiores distâncias.

Figura 6 – População futura na cidade de Santo André

Fonte: Elaborado pelo Consórcio. Dados obtidos pelo PlanMob.

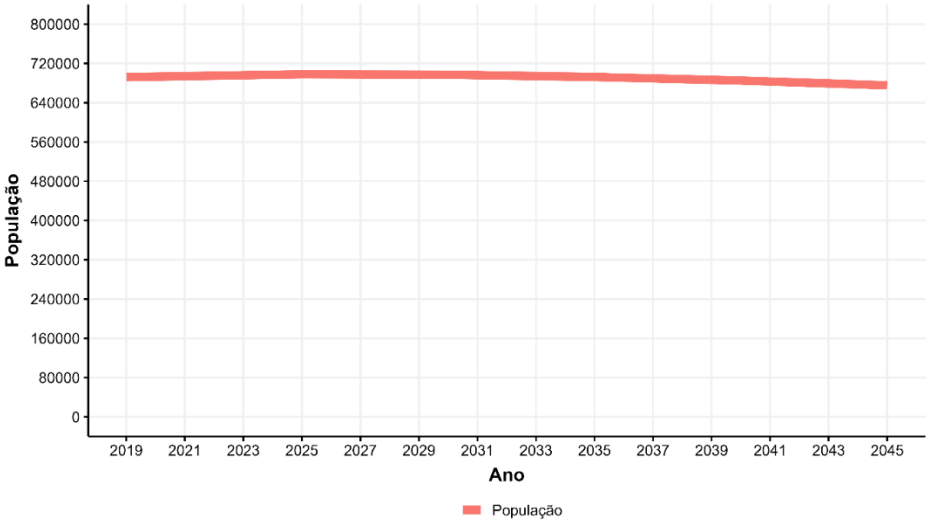
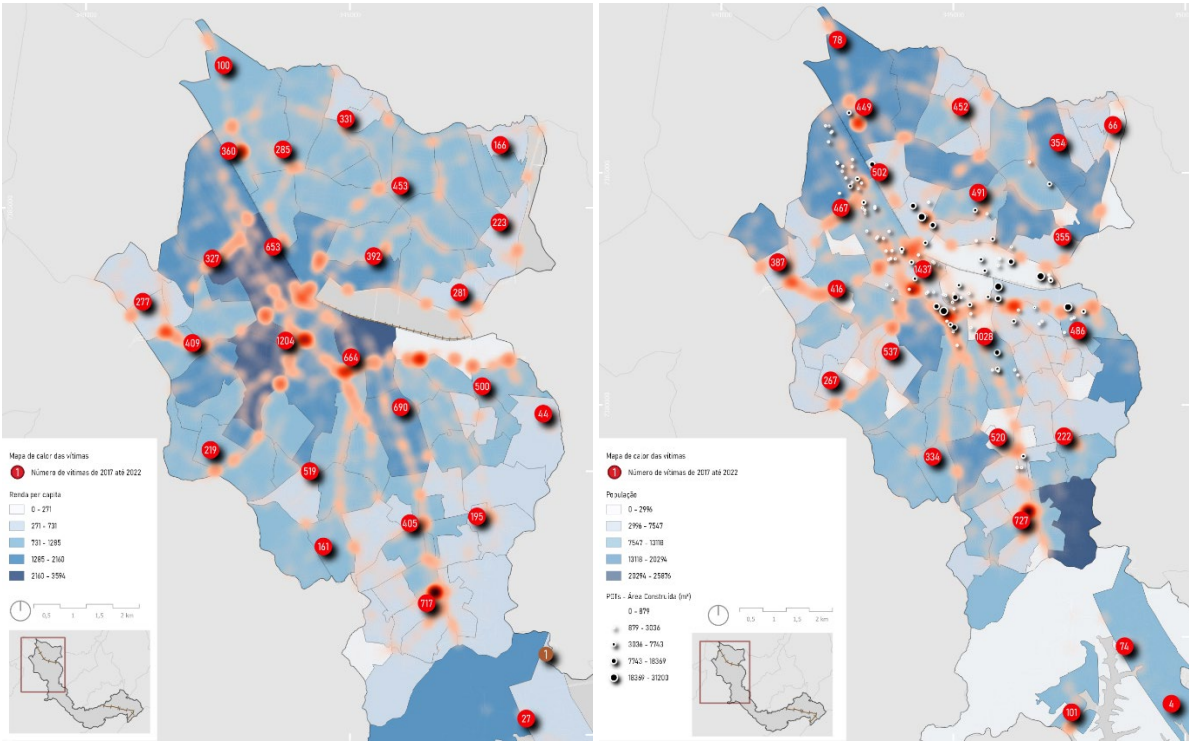


Figura 7 – Mapa da renda per capita (esquerda) e população (direita)

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

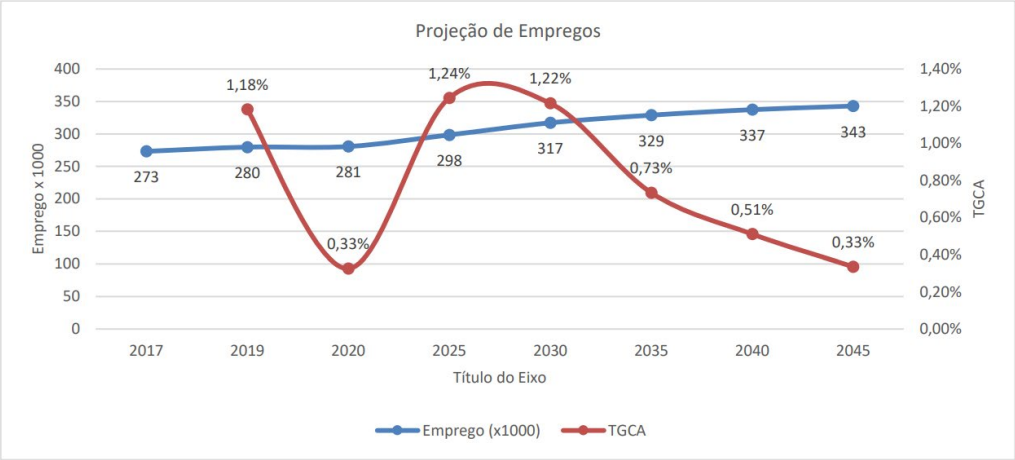


Com relação aos empregos e matrículas escolares, percebe-se um aumento nos primeiros anos, seguido de uma estagnação ou até mesmo uma redução nos anos mais futuros. É importante destacar as desigualdades socioespaciais dos usuários de Santo André, visto que

muitas instituições de ensino e empregos estão concentradas na região central da cidade. Essa concentração pode levar a dificuldades de acesso para pessoas que vivem em bairros mais afastados, especialmente aquelas com menores rendas. Essa falta de acessibilidade pode afetar negativamente as oportunidades de emprego e educação para essas pessoas, gerando desigualdades socioeconômicas.

Figura 8 – Projeção de empregos no município de Santo André

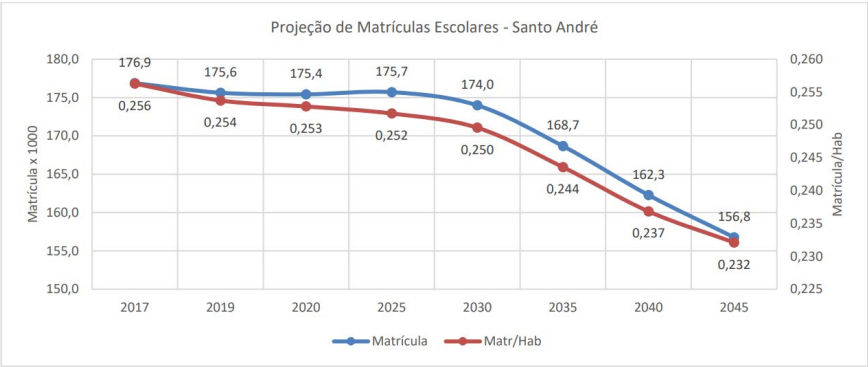
Fonte: Plano de Mobilidade Urbana - Oficina Engenheiros Consultores Associados



Legenda: TGCA - Taxa Geométrica de Crescimento Anual

Figura 9 – Projeção de matrículas escolares no Município de Santo André

Fonte: Plano de Mobilidade Urbana - Oficina Engenheiros Consultores Associados

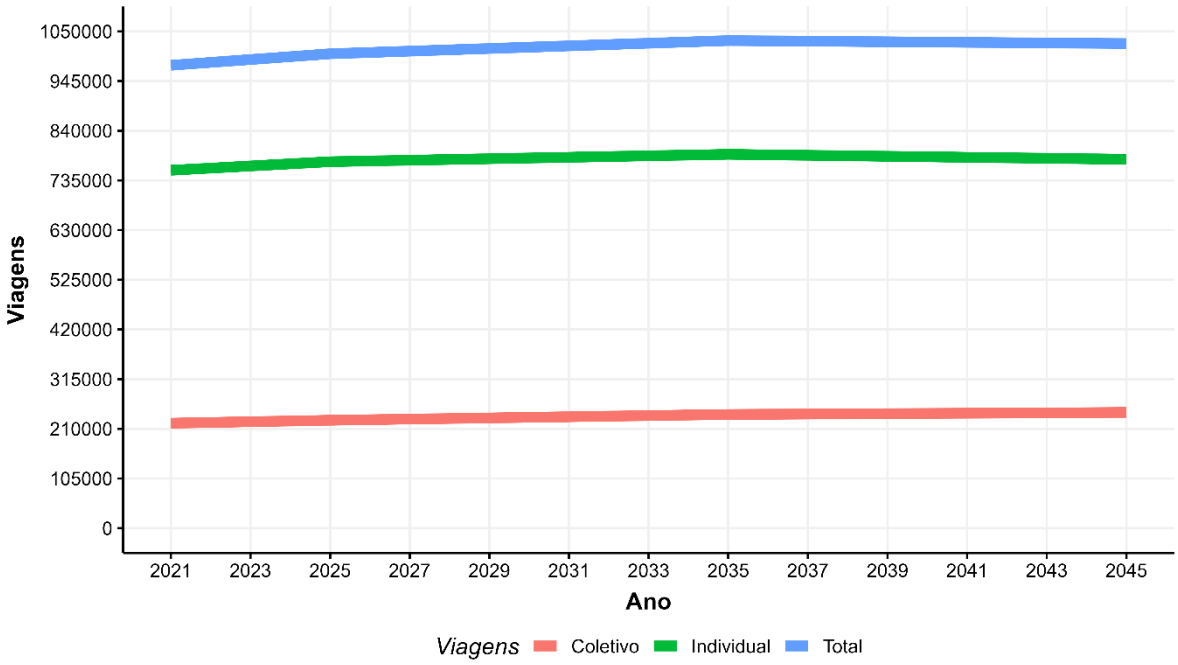


A figura a seguir mostra o número de viagens em Santo André para os anos futuros. Observa-se um aumento suave nos anos próximos, com uma redução gradual nos anos mais distantes. Esse resultado é reflexo das tendências nas características socioeconômicas e de uso e ocupação do solo urbano no município. O crescimento do número de viagens foi modelado

no PlanMob, utilizando os fatores supracitados, como população e número de empregos. Portanto, essa variável reflete todos os fatores combinados.

Figura 10 – Número de viagens em Santo André

Fonte: Elaborado pelo Consórcio. Dados adaptados do PlanMob.



A relação entre o número de viagens e sinistros de trânsito é direta e pode ser bastante útil para prever o número de sinistros nos anos futuros. Quanto maior o número de viagens realizadas, maior será a probabilidade de ocorrência de sinistros, especialmente se considerarmos o tipo de veículo utilizado.

Ao analisar essa relação, é importante considerar que o número de viagens é influenciado por diversos fatores, como o aumento da população, a expansão urbana, a melhoria da infraestrutura de transporte, entre outros. Por outro lado, os sinistros de trânsito podem ser causados por outros fatores, como o comportamento dos condutores, as condições das vias, a qualidade dos veículos.

Apesar disso, estudos e análises indicam que o número de viagens é uma variável preditora suficiente para prever com precisão o número de sinistros nos anos horizontes. Isso ocorre porque, em geral, a relação entre essas variáveis é bastante consistente e estável ao longo do tempo, permitindo a construção de modelos preditivos confiáveis.

Além disso, o número de viagens é uma variável disponível no PlanMob. Isso torna a sua utilização como variável preditora uma opção prática e viável que visa compreender e prever o comportamento do trânsito.

2.2.2. Modelagem da frequência dos sinistros na cidade de Santo André

A previsão do número de sinistros de trânsito é fundamental para gestores públicos e privados de tráfego, com o objetivo de tomar decisões estratégicas para melhorar a segurança viária. Essas previsões são realizadas através de modelos estatísticos os quais são utilizadas variáveis socioeconômicas para prever a frequência dos sinistros.

Os modelos estatísticos usados para determinar a frequência de sinistros são comumente chamados de Funções de Desempenho da Segurança Viária (FDSV) ou Modelos de Previsão de Sinistros (MPA). Inicialmente, esses modelos eram baseados em modelos de regressão linear múltipla convencionais que pressupunham que os erros seguiam uma distribuição normal e tinham a mesma variância. No entanto, vários estudos mostraram que essas suposições não são atendidas pelos dados de sinistros de trânsito.

Uma vez que a frequência de sinistros é um dado de contagem, que é inteiro e não negativo, e de natureza aleatória e infrequente, pode-se considerar que a distribuição de Poisson é uma boa aproximação para modelar esses casos. Essa distribuição é expressa pela seguinte equação.

$$P(y_i) = \frac{e^{(-\lambda_i)}.\lambda_i{}^{y_i}}{y_i!}$$

Onde $P(y_i)$ representa a probabilidade de que a entidade viária i tenha y_i sinistros durante um determinado período. λ_i é o parâmetro de Poisson que representa o número esperado de sinistros por ano para a entidade viária i. Esse parâmetro λ_i é igual à média e também à variância de y_i, ou seja, $E[y_i] = \lambda_i$ e $Var[y_i] = \lambda_i$.

Embora por um tempo o modelo de Poisson tenha sido amplamente utilizado como base para a análise da frequência de sinistros em FDSV, pesquisadores descobriram que os dados de sinistros apresentam características que tornam a aplicação da regressão de Poisson problemática. Em muitos casos, a variância dos dados de sinistros é maior do que a média, o que viola a premissa básica do modelo de Poisson de igualdade entre esses parâmetros. Esse

fenômeno, conhecido como superdispersão dos dados, pode levar a uma subestimação dos coeficientes estimados do modelo, produzindo resultados enviesados[1]. Hauer (2015) aponta que, embora o modelo de Poisson seja simples, sua grande desvantagem é que ele não é compatível com a realidade empírica da superdispersão, o que limita sua utilidade.

A superdispersão é um fenômeno comum em dados de sinistros de trânsito que resulta em maior variabilidade do que seria esperado sob uma distribuição de Poisson. Isso pode ser causado por vários fatores, incluindo heterogeneidade entre observações da amostra, agrupamento de dados, correlação temporal e má especificação do modelo. Para lidar com esse efeito, é necessário introduzir um componente estocástico no modelo[1].

Na modelagem estatística de dados de sinistros de trânsito, a superdispersão pode levar a uma variação maior do que a média, o que torna a aplicação do modelo de Poisson insuficiente. Como solução, os pesquisadores passaram a utilizar a distribuição Binomial Negativa (BN), também conhecida como Poisson-gama, que é capaz de acomodar a superdispersão de forma mais adequada. Essa abordagem é considerada mais conveniente matematicamente e capaz de acomodar melhor as particularidades dos dados de sinistros de trânsito[1].

A formulação do modelo BN é baseada na premissa de que o parâmetro λ_i, que representa a média de sinistros da entidade viária i, segue uma distribuição Gama. Essa abordagem é alcançada reescrevendo o parâmetro de Poisson para cada observação i acrescentando a parcela aleatória do número de sinistros que segue a distribuição Gama de média igual a 1 e variância igual a alfa, como apresentado nas equações a seguir[1].

$$E(y_i) = e^{(\beta x_i + \varepsilon_i)}$$

$$VAR(y_i) = E(y_i).[1 + \alpha.E(y_i)]$$

Ou seja, diferindo da Poisson por causa da diferença entre a média e a variância. O parâmetro α é chamado de parâmetro de superdispersão, permitindo que o modelo seja mais adequado.

Uma restrição das FDSV é que, devido aos custos elevados de coletar as variáveis relevantes para a modelagem, como fluxo de veículos, que há uma quantidade limitada de locais disponíveis. Adicionalmente, os dados de sinistros para algumas entidades viárias podem ter poucas observações, levando a uma grande quantidade de zeros. A presença de amostras

pequenas e médias baixas pode acarretar problemas de estimação em modelos tradicionais de frequência com a utilização de entidades sendo trechos e interseções. Com a média amostral baixa (e predominância de zeros), a distribuição de frequência de sinistro será deslocada em direção a zero, o que pode resultar em parâmetros estimados incorretamente e conclusões imprecisas[1].

Há diversas técnicas que podem ser utilizadas para superar essas limitações que podem afetar a validade estatística da análise ou para lidar com aspectos inerentes ao processo aleatório raro que influencia o fenômeno. Uma dessas técnicas é a estimativa de sinistros em nível macroscópico por meio da utilização de Zonas de Tráfego, em vez de no nível microscópico, que utiliza trechos de vias e interseções[1].

As zonas de tráfego são áreas geográficas em que o fluxo de tráfego pode ser considerado homogêneo. As zonas são definidas com base em critérios como densidade populacional, densidade veicular, presença de pontos de conflito, entre outros. Atreladas as zonas de tráfego tem-se os valores de viagens obtidas pelo PlanMob, essa variável preditora é importante para a modelagem de sinistros de trânsito, pois quanto maior o número de viagens, maior é a exposição ao risco de sinistros.

2.2.1. Análise exploratória das variáveis ao nível de zona de tráfego

Antes de tudo, as variáveis socioeconômicas foram consolidadas em nível de zonas de tráfego. O zoneamento utilizado foi o mesmo da Pesquisa OD de 2017 e 2021 contendo 13 zonas no Município de Santo André. Através do PlanMob, obtivemos informações sobre a população, matrículas escolares, empregos e frota. A idade da população foi obtida através do censo e incorporada nas zonas. Além disso, a renda também foi obtida do censo e utilizada para calcular a renda per capita.

Outras informações relevantes foram obtidas a partir de fontes disponibilizadas pela

---

[1] GOMES, M. J. T. L. Proposta metodológica de avaliação dos efeitos espaciais de dependência e heterogeneidade dos acidentes de trânsito em diferentes configurações de áreas com a incorporação da superdispersão. 2018. 111 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

HAUER, E. The art of regression modeling in road safety. 1a ed. Springer. Toronto, Canada. 2015.

Prefeitura, tais como a extensão das vias por tipo em quilômetros, o número de interseções na zona, bem como a quantidade de semáforos, radares de fiscalização e instituições de ensino. As informações de viagens referentes a 2021 foram adaptadas do PlanMob, tendo sido consideradas as viagens que partem e chegam em cada zona de tráfego por meio de transporte. Já o número de sinistros corresponde ao ano de 2021.

Para a análise exploratória, foram criados gráficos de correlação e distribuição espacial das variáveis apresentados abaixo. Isso permitiu identificar possíveis relações entre as variáveis e entender a distribuição espacial dessas informações. Dessa forma, foi possível obter *insights* valiosos para a análise mais aprofundada.

A partir do gráfico de correlação, foram identificados que as viagens possuem a maior relação com os sinistros de trânsito, o que era esperado. Além disso, outras variáveis apresentaram uma correlação elevada com os sinistros, como o número de semáforos, a extensão de vias arteriais e coletoras, a renda, os empregos e as matrículas escolares. É importante ressaltar que todas as correlações foram positivas, o que indica que há uma relação direta e proporcional entre as variáveis.

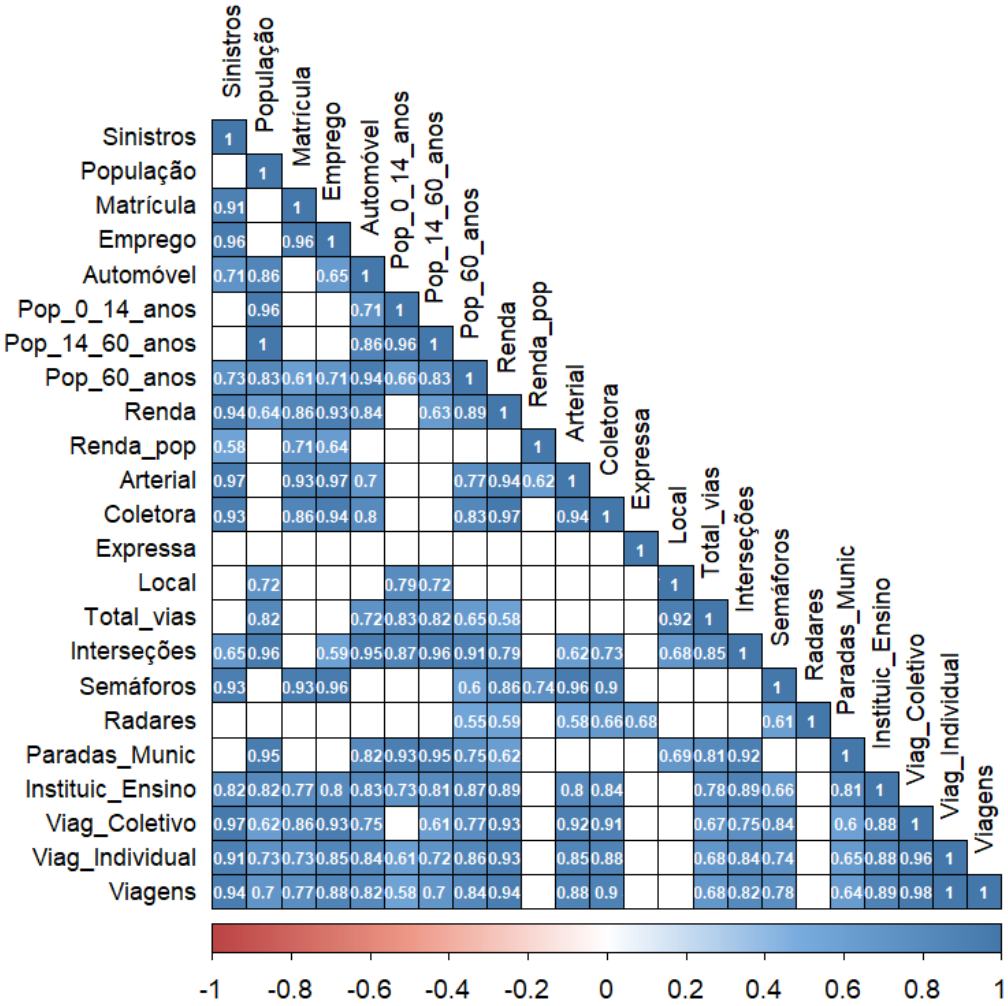
É importante destacar que, em zonas com mais empregos, matrículas escolares e vias mais extensas, pode haver um maior número de viagens e, consequentemente, um possível maior risco de sinistros. Por outro lado, a população não apresentou uma relação significativa com o número de sinistros, uma vez que zonas com menos população não necessariamente estão associadas a menos sinistros. Isso ocorre porque a quantidade de viagens que entram e saem da zona é um fator mais relevante do que a população.

No entanto, foi observado uma correlação significativa entre a população acima de 60 anos e o número de sinistros. Isso pode indicar que zonas com mais idosos têm uma tendência a apresentar mais sinistros, possivelmente devido ao aumento das viagens intrazonais realizadas por meio de transporte ativo.

Também foi identificado que os semáforos estão relacionados a mais sinistros, mas possivelmente de baixa severidade. Não foi encontrada uma relação entre os radares e o número de sinistros, o que também foi observado na análise da severidade no Produto 8.

Figura 11 – Matriz de correlação

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

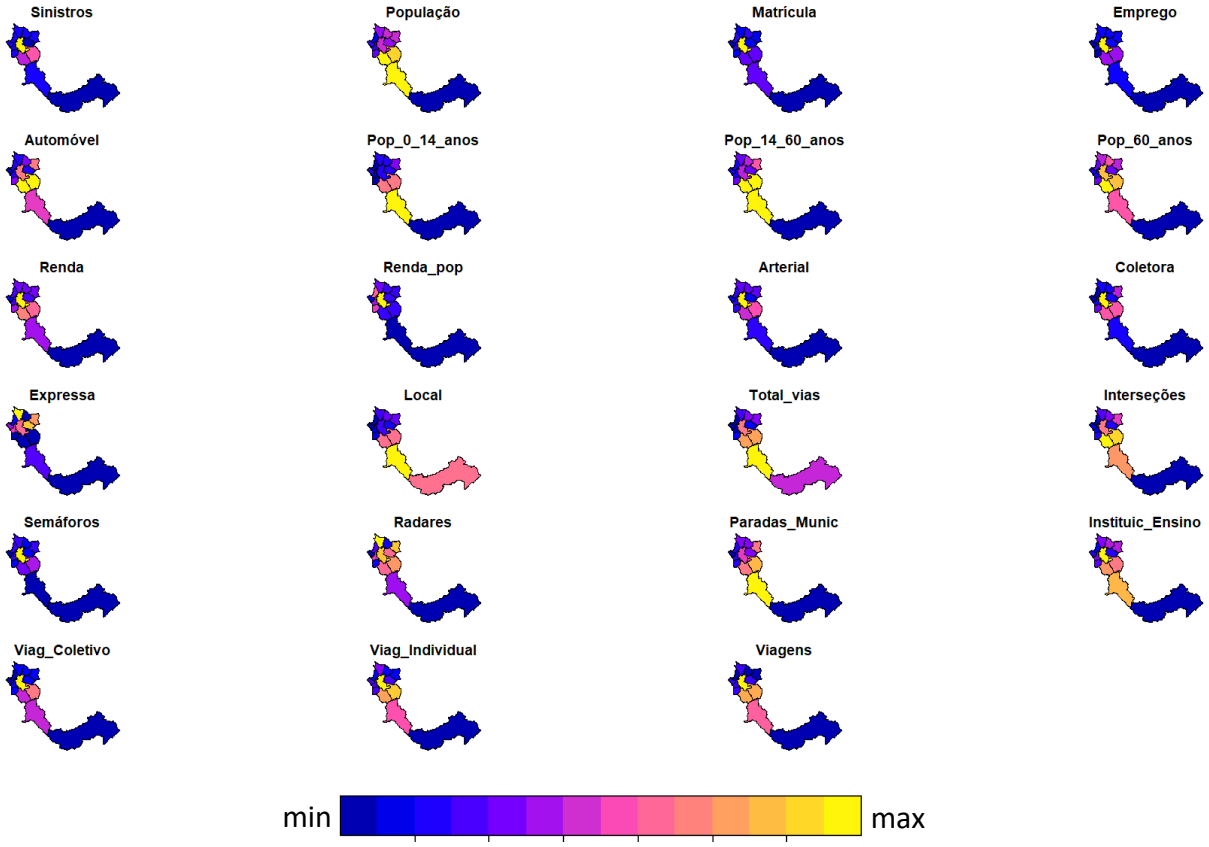


*branco – não significativo

Os mapas a seguir exibem a distribuição espacial das variáveis nas zonas de tráfego. É possível observar que a maioria das variáveis apresenta uma concentração significativa na região central da cidade, que também se destaca por um maior número de deslocamentos e sinistros de trânsito.

Figura 12 – Representação espacial das variáveis

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.



2.2.2. Calibração do modelo de binomial negativa

Para a modelagem dos dados, utilizou-se a biblioteca MASS do pacote estatístico R para estimar os modelos de binomial negativa. Optou-se por considerar somente a variável preditora "viagens", a qual foi dividida pelo PlanMob em viagens de modo individual e coletivo. Como resultado, foram testados dois modelos: o primeiro incluindo somente o número total de viagens, e o segundo utilizando as viagens por modo, tanto coletivo quanto individual. Vale destacar que os valores das variáveis de viagens e sinistros utilizados na modelagem correspondem ao ano de 2021. É importante mencionar que o novo padrão de deslocamentos, influenciado pela pandemia do ano anterior, será assim considerado na modelagem ao utilizar esses dados.

Tabela 1 – Modelos de binomial negativa para estimar o número de sinistros

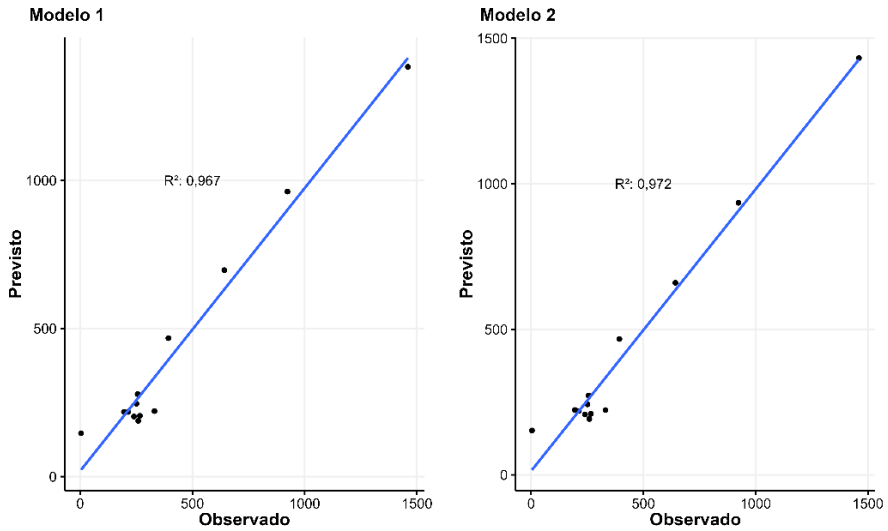
Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

	Modelo 1			**Modelo 2**		
Variáveis	*Coef.*	*Int. Conf. (95%)*	*valor-p*	*Coef.*	*Int. Conf. (95%)*	*valor-p*
(Intercept)	4.97	4.91 – 5.02	**<0.001**	5.01	4.94 – 5.07	**<0.001**
Coletivo				1.08	0.82 – 1.34	**<0.001**
Individual				0.63	0.51 – 0.76	**<0.001**
Viagens	0.78	0.75 – 0.81	**<0.001**			

Existem motivos relevantes para utilizar somente a variável "viagens" para estimar o número de sinistros. Em primeiro lugar, foi observado, por meio da matriz de correlações, uma forte associação entre essas duas variáveis, indicando que "viagens" é capaz de explicar quase 100% da variação dos sinistros. Em segundo lugar, "viagens" está altamente correlacionada com outras variáveis estudadas, o que poderia levar a vieses de colinearidade caso outras variáveis fossem incluídas na modelagem. Por fim, a variável "viagens" é mais adequada para estimar valores futuros, pois o número de viagens já foi previsto pelo PlanMob. Além disso, a estimação de outras variáveis para um horizonte de 30 anos pode ser enviesada.

Figura 13 – Ajuste dos modelos

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.



Ambos os modelos apresentaram um bom ajuste, porém, o segundo modelo se mostrou mais

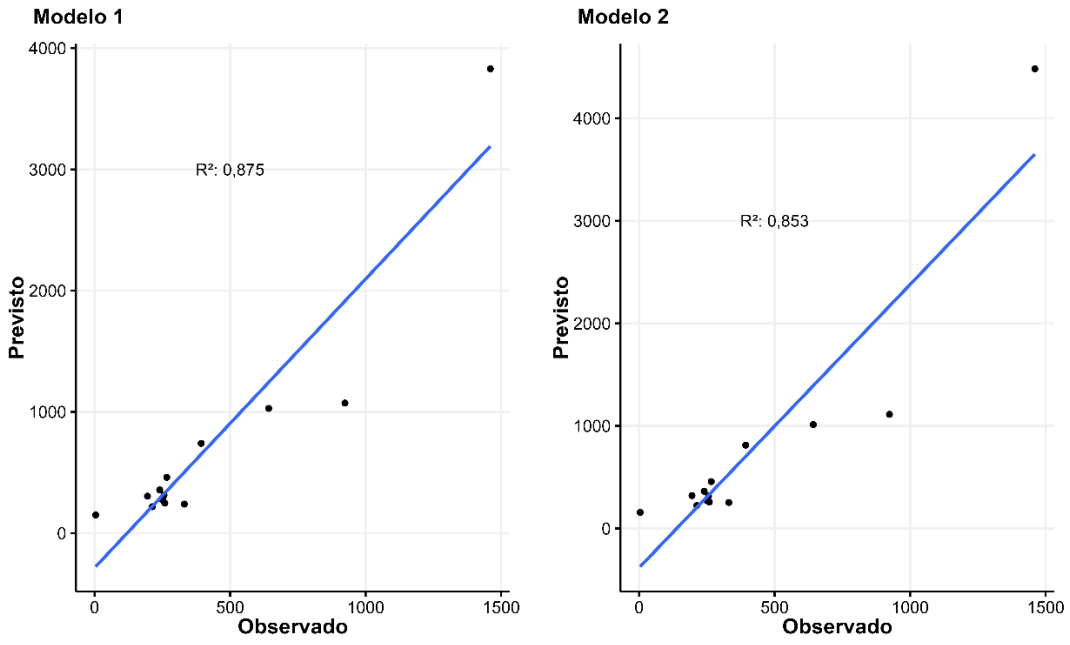
adequado, apresentando um melhor resultado. O Modelo 2 apresentou coeficientes positivos para ambas as variáveis preditoras, indicando que quanto maiores as viagens de modo individual ou coletivo, maior será o número de sinistros. Tais coeficientes possuem sentido lógico, uma vez que um maior número de veículos individuais resulta em taxas mais elevadas de sinistros, assim como um maior número de usuários de transporte público pode gerar maiores taxas de sinistros, pois esses usuários precisam caminhar até as paradas e destinos, o que gera exposição ao risco de atropelamentos.

2.2.3. Validação do modelo de binomial negativa

A validação de modelos é um processo crucial para a modelagem estatística. Para tal, é comum utilizar dados que não foram empregados na fase de calibração. No caso em questão, foram utilizados dados de viagens coletados na Origem-Destino (OD) em 2017 e o número de sinistros ocorridos no mesmo ano. A validação permite avaliar a capacidade do modelo de generalizar suas previsões para outros períodos e, consequentemente, realizar previsões mais precisas e eficientes. Trata-se, portanto, de uma etapa indispensável da modelagem estatística.

Figura 14 – Validação dos modelos

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.



Os resultados foram representados na figura acima, evidenciando que o Modelo 1 obteve um

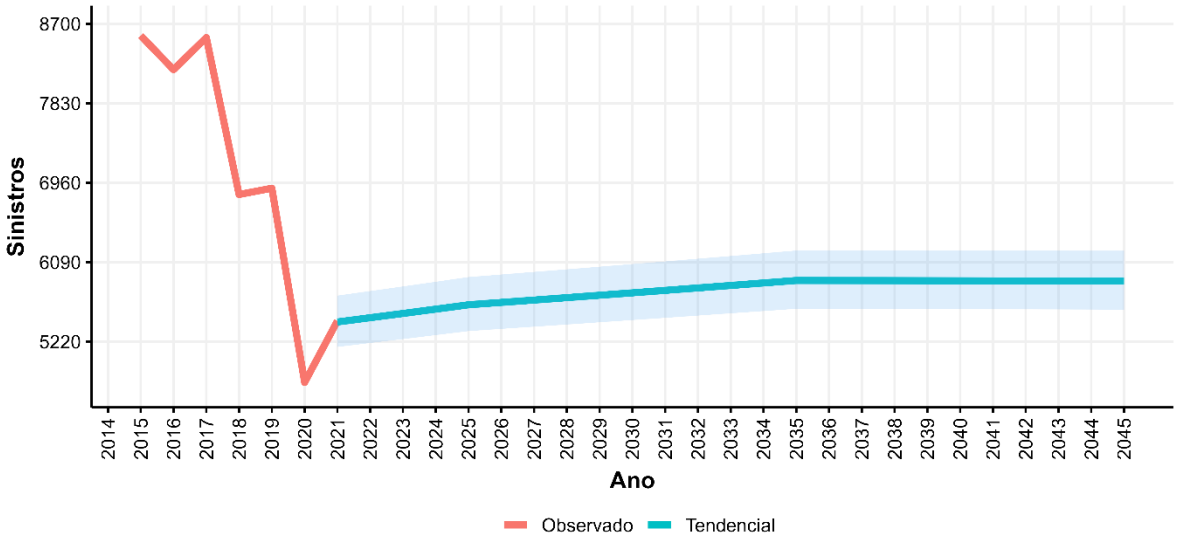
desempenho um pouco superior ao Modelo 2. Vale ressaltar que, na seção anterior, o Modelo 2 apresentou um ajuste mais preciso. Além disso, a utilização de viagens separadas por coletivo e individual permite uma análise mais detalhada e precisa da relação entre o número de viagens realizadas em cada modo de transporte e o número de sinistros ocorridos, resultando em uma estimativa mais confiável e acurada. Embora o modelo que utiliza a variável total de viagens possa ter um R^2 ligeiramente melhor na validação, isso não significa necessariamente que seja o modelo mais adequado para fazer previsões precisas. Dessa forma, optou-se pelo uso do Modelo 2 para realização das previsões.

2.2.4. Previsão para os anos horizontes

Foi empregado o Modelo 2 para realizar a previsão do número de sinistros até o ano de 2045. As projeções das quantidades de viagens dos anos futuros, foram obtidas do PlanMob. Cabe destacar que as previsões se referem ao cenário tendencial, o que implica que não foram consideradas mudanças no sistema - ou seja, trata-se do cenário "nada a ser feito".

Figura 15 – Previsão do número de sinistros pelo Modelo 2.

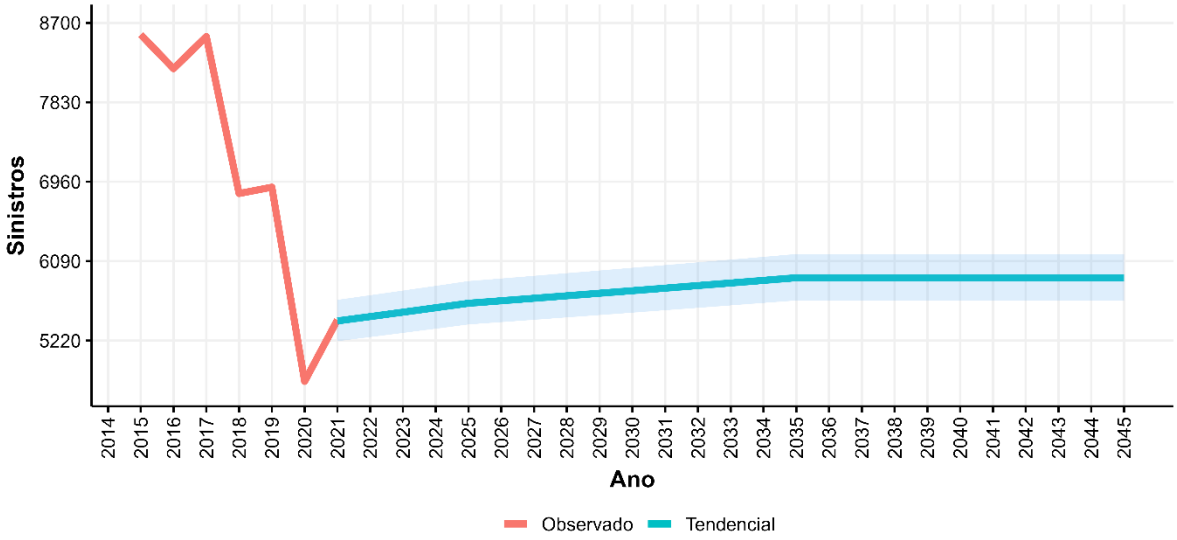
Fonte: Elaborado pelo Consórcio.



Entretanto, com o intuito de comparar as previsões dos dois modelos, a figura abaixo apresenta as previsões do Modelo 1. Observa-se que visualmente não há diferenças significativas entre os modelos.

Figura 16 – Previsão do número de sinistros pelo Modelo 1.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

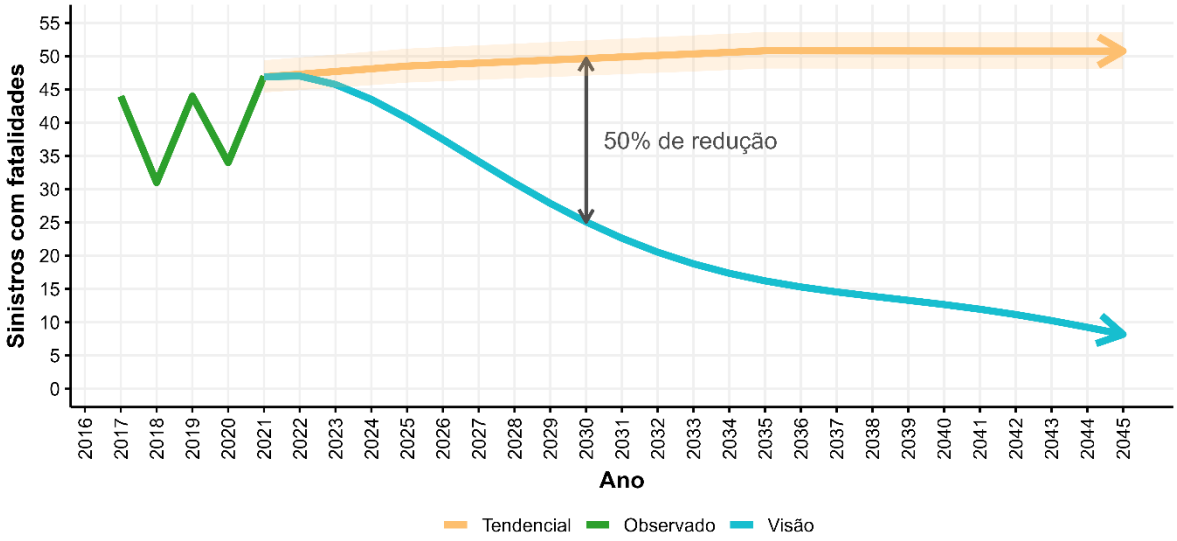


Observa-se uma tendência de aumento semelhante a variável viagens. As previsões apresentadas estão coerentes, tendo em vista que só houve quedas no número de sinistros nos anos de 2018 e 2020, este último em decorrência da pandemia. Por outro lado, os períodos de 2015 a 2017 e 2018 a 2019 apresentaram valores de sinistros quase constantes, ou mesmo um aumento. Portanto, pode-se esperar um aumento no número de sinistros no futuro, caso o Município não tome medidas para melhorar a segurança viária.

De forma semelhante, foram estimados os números de sinistros com vítimas fatais para os anos projetados, e observou-se uma tendência de aumento nessa variável. Dessa forma, as previsões sugerem a necessidade de aprimoramento da segurança viária no município, com o objetivo de alcançar a meta de zero mortes no trânsito.

Figura 17 – Previsão do número de sinistros com fatalidades pelo Modelo 2.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.



2.3. Detalhamento do cenário visão PMSI, inspirado no Sistema Seguro e no PNATRANS

2.3.1. Sistema Seguro

Tradicionalmente, a noção de segurança viária foi resumida à tentativa de promover o respeito às regras de trânsito por meio de educação, treinamento, regulamentação e fiscalização. Contudo, ainda que essas iniciativas sejam válidas, notou-se que elas deixam de fora todo um conjunto de questões sistêmicas, de projeto e de infraestrutura, que afetam a habilidade de as pessoas se conduzirem com segurança no trânsito.

Diante disso, a literatura especializada vem apontando para um novo tipo de abordagem, a qual é intitulada como Sistema Seguro e, em linhas gerais, pressupõe a transferência de parte da responsabilidade dos usuários das vias para as pessoas que as projetam, representando uma quebra de paradigma, enquanto se distancia da abordagem usual de segurança viária.

Trata-se de uma abordagem sistêmica que integra elementos centrais de gestão, além de áreas de ação para criar um sistema de mobilidade seguro. Parte-se, assim, de uma compreensão mais profunda das causas por trás das fatalidades e das lesões graves no trânsito, especialmente a vulnerabilidade humana, bem como a responsabilidade dos

governos de proteger seus cidadãos. Baseia-se no princípio de que os erros são inevitáveis, mas as mortes e as lesões graves no trânsito não deveriam ser. Assim, o sistema viário deve ser projetado de tal forma que o erro humano não leve a um resultado grave nem fatal.

Este conceito é chamado de responsabilidade compartilhada e implica que tanto os governos quanto o setor privado e a sociedade civil compartilham com os usuários da rede viária a responsabilidade por fazer um sistema de transportes seguro. As autoridades públicas competentes são muitas vezes chamadas de projetistas do sistema de transportes, expressão que abrange não só os profissionais de projeto, mas também todos os que contribuem para o desenvolvimento e a operação do sistema, como engenheiros, urbanistas, policiais, legisladores, profissionais de regulamentação, dentre outros.

O objetivo do PMSI é estabelecer uma nova cultura urbana na cidade, que promova o trânsito calmo e dê ênfase ao transporte ativo, através da adoção do Sistema Seguro. Com isso, busca-se a qualificação dos espaços públicos para possibilitar uma mobilidade mais segura e eficiente para todos.

2.3.2. PNATRANS

Como referência inicial, o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS) é um plano lançado em 2018 no Brasil visando reduzir o índice de mortos no trânsito. Esse baseia-se em seis pilares, os quais agrupam ações em segurança viária nas principais áreas de atuação. São elas:

1) **Gestão de Segurança no Trânsito**: Fortalecimento da gestão integrada da segurança viária nos diferentes níveis de governo. Além disso, estimula o engajamento político e social sobre o tema;

2) **Vias Seguras**: Adequação dos limites de velocidade, diretrizes para boas práticas em infraestrutura segura e criação de programas para melhorar a mobilidade sustentável, priorizando pedestres, ciclistas e usuários de transporte coletivo;

3) **Segurança Veicular**: Adequar o Brasil aos regulamentos técnicos e melhores práticas em segurança veicular. Reforçar os itens e equipamentos para usuários vulneráveis, por exemplo, capacetes para os motociclistas;

4) **Educação para o Trânsito**: Ações de educação para o trânsito com resultados de curto e médio prazo na redução das mortes no trânsito. Campanhas de conscientização com esforços de fiscalização para a mitigação de comportamentos de risco. Além da capacitação dos agentes públicos;

5) **Atendimento às Vítimas**: Prestação de socorro coordenada e eficiente;

6) **Normatização e Fiscalização**: Foco em combater o excesso de velocidade e consumo de álcool e outros psicoativos, incentivando um comportamento seguro. Uso de fiscalização e a difusão de campanhas de mídia, educação e capacitação.

Em 17 de setembro de 2021, o PNATRANS foi revisado e aprimorado, alinhando-se com o plano global para a Década de Ação para Segurança Viária 2021-2030 da OMS e comissões regionais da ONU. Foram incluídos princípios e ações que alinham o país à agenda global de segurança viária e reiteram o compromisso de reduzir em pelo menos 50% as mortes no trânsito brasileiro até 2028 (Lei N° 13.614 de janeiro de 2018). Além da redução de mortes e lesões, o plano também busca aumentar em, ao menos, 20% a participação de modos ativos na mobilidade urbana do Brasil. A revisão incorporou conceitos de Visão Zero e Sistema Seguro.

2.3.3. Cenário Visão: aplicação em Santo André

O cenário Visão busca implementar uma série de estratégias em diferentes áreas, como Engenharia, Educação e Fiscalização, de forma integrada e sistêmica. O objetivo é minimizar os impactos de erros humanos que levam a sinistros com lesões graves ou fatais no trânsito, por meio da soma das ações de cada área.

O Plano de Ações é uma etapa subsequente do PMSI. Por essa razão, neste documento serão estabelecidas apenas as expectativas em relação aos resultados. Além disso, esta etapa definirá metas e indicadores essenciais para monitorar os cenários e garantir um controle adequado das ações que serão implementadas.

O cenário Visão incorpora o plano da Década de Ação para Segurança Viária 2021-2030, que tem como objetivo reduzir em 50% o número de mortes no trânsito nos próximos 10 anos (até 2030). É importante ressaltar que essa redução é sobre o número previsto de mortes, conforme a ONU. O gráfico a seguir ilustra a tendência do número de mortes e mostra que,

com a implementação do cenário Visão, espera-se uma redução significativa ao longo do período.

Figura 18 – Cenário Visão e Tendencial.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

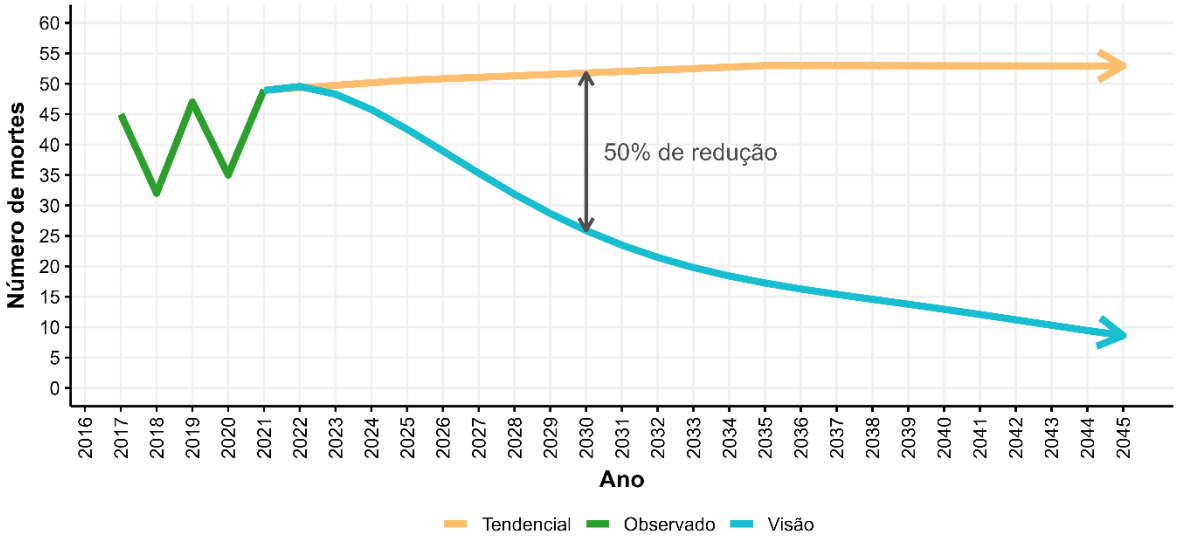


Tabela 2 – Número de mortes no trânsito nos cenários

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Ano	Cenário Tendencial	Cenário Visão PMSI	Diferença
2025	51	43	84%
2030	52	26	50%
2035	53	17	33%
2040	53	13	24%
2045	53	9	16%

3. INDICADORES DE MOBILIDADE SEGURA

Para avaliar os distintos cenários ao longo do tempo, foram estabelecidos indicadores de evolução dos sinistros. Além disso, foram definidos três horizontes temporais para avaliar o plano de segurança (curto, médio e longo prazo), correspondentes aos anos de 2025, 2035 e 2045, em consonância com o Plano de Mobilidade Urbana de Santo André.

Uma das medidas mais comumente utilizadas para avaliar a segurança viária é a taxa de óbitos em sinistros de trânsito por 100.000 habitantes. Este indicador é considerado globalmente,

tendo sido definido tanto pela ONU quanto pelo Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS).

A taxa de óbitos é um indicador que reflete diretamente o impacto dos sinistros de trânsito sobre a população. Ela permite avaliar a evolução da segurança viária ao longo do tempo e comparar a situação de diferentes países ou regiões.

Figura 19 – Cenário Visão e Tendencial da Taxa de mortes.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

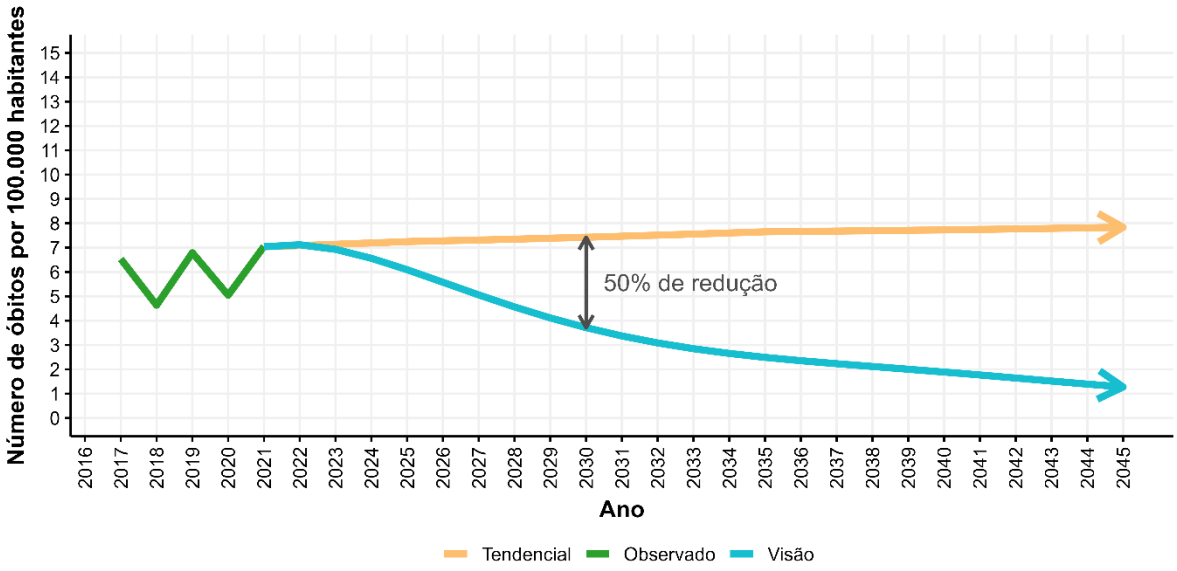


Tabela 3 – Taxa de mortes nos cenários

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Ano	Cenário Tendencial	Cenário Visão PMSI	Diferença
2025	7,25	6,09	84,05%
2030	7,43	3,71	50,00%
2035	7,65	2,49	32,57%
2040	7,73	1,89	24,44%
2045	7,84	1,28	16,30%

O indicador da taxa de mortes foi segmentado por tipo de usuário, com foco nos dois grupos mais vulneráveis em Santo André: motociclistas e pedestres. Dado que os pedestres também usam o transporte público, é importante incentivar medidas que aumentem a segurança viária para esses usuários. Devido à sua baixa presença em Santo André, os ciclistas não foram

incluídos na análise.

Figura 20 – Cenário Visão e Tendencial da Taxa de mortes de motociclistas.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

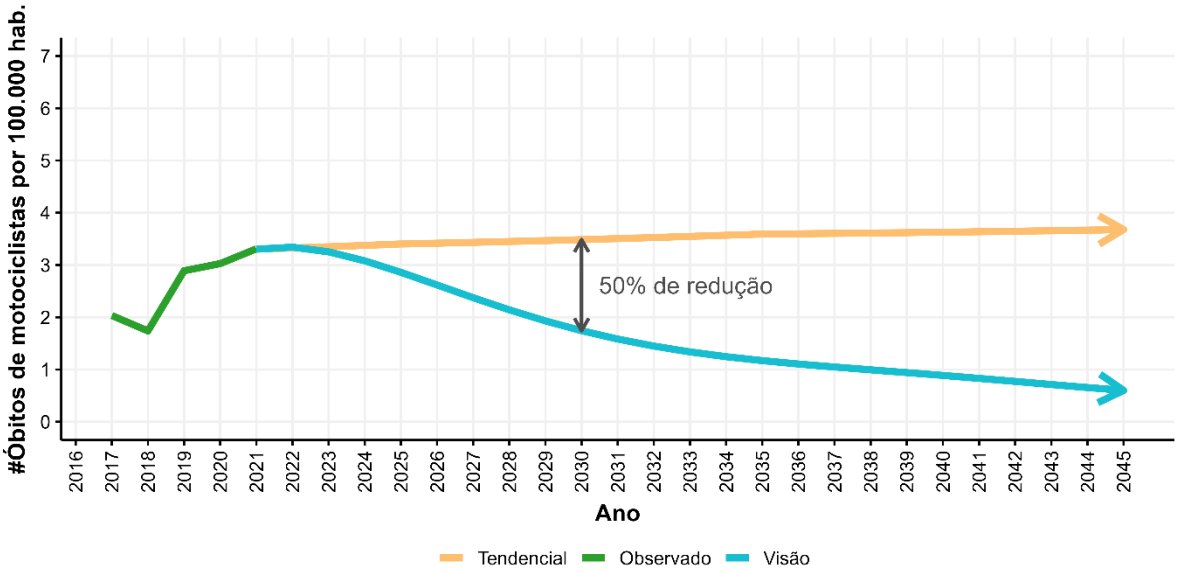


Tabela 4 – Taxa de mortes de motociclistas nos cenários

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Ano	Cenário Tendencial	Cenário Visão PMSI	Diferença
2025	3,40	2,86	84,05%
2030	3,49	1,74	50,00%
2035	3,59	1,17	32,57%
2040	3,63	0,89	24,44%
2045	3,68	0,60	16,30%

Figura 21 – Cenário Visão e Tendencial da Taxa de mortes de pedestres.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

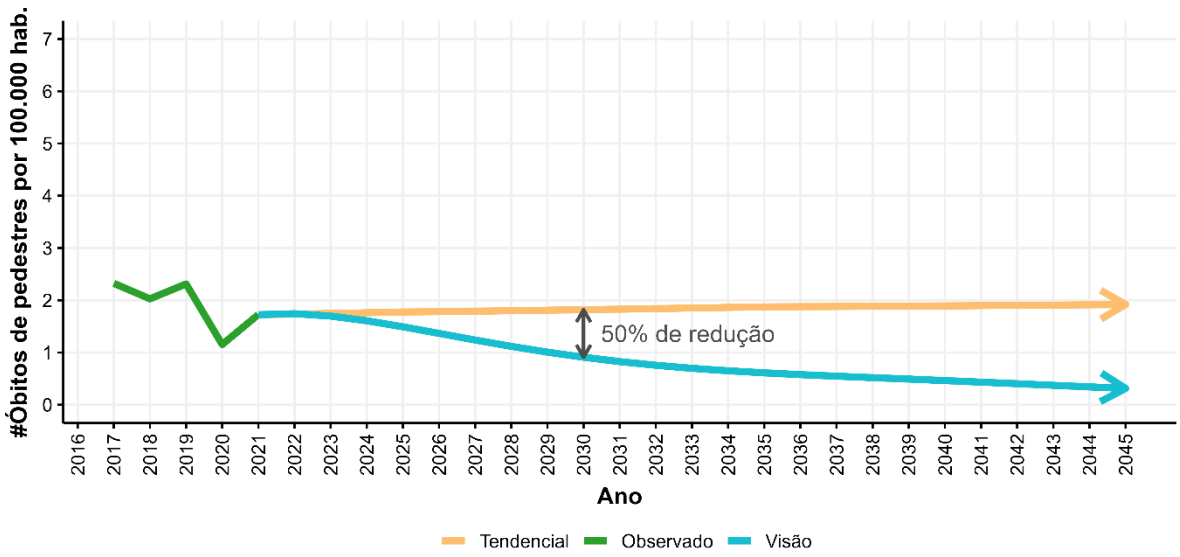


Tabela 5 – Taxa de mortes de pedestres nos cenários

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Ano	Cenário Tendencial	Cenário Visão PMSI	Diferença
2025	1,78	1,49	84,05%
2030	1,82	0,91	50,00%
2035	1,87	0,61	32,57%
2040	1,89	0,46	24,44%
2045	1,92	0,31	16,30%

4. METAS DO PMSI BASEADAS NOS CENÁRIOS

Para realizar a visão estabelecida pelo estágio PMSI, é necessário medir as ações em médio prazo (até 2035) e longo prazo (até 2045) por meio de indicadores apropriados. A Tabela abaixo apresenta os objetivos de médio e longo prazo que devem ser atingidos para seguir o caminho delineado na visão do cenário PMSI. A tabela também indica o estado atual desses objetivos.

Tabela 6 – Metas PMSI

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Metas	2021	2035	2045
Taxa de mortalidade	7,04 (0%)	2,49 (65%)	1,28 (82%)
Taxa de mortalidade dos motociclistas	3,30 (0%)	1,17 (65%)	0,60 (82%)
Taxa de mortalidade dos pedestres	1,72 (0%)	0,61 (65%)	0,31 (82%)

Para as atividades/tratamentos que ultrapassarem as metas estabelecidas, o plano atual será seguido. Já para as atividades que não alcançarem as metas, é preciso avaliar os planos de execução e fazer as alterações necessárias para acelerá-los.

Além disso, as atividades terão efeitos sobre o número de sinistros de trânsito. Espera-se uma redução de 50% no número total de sinistros até 2030, conforme o PNATRANS e a ONU. O que reflete em uma redução média de 6,8% ao ano no número de mortes, valor acima do estabelecido no plano de metas de Santo André de 5% ao ano.

Tabela 7 – Número de mortes por 100.000 habitantes - Metas

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Ano	Cenário Tendencial	Cenário Visão	Cenário Prefeitura
2025	7,25	6,09	5,73
2030	7,43	3,71	4,43
2035	7,65	2,49	3,43
2040	7,73	1,89	2,66
2045	7,84	1,28	2,05

Além disso, as metas estabelecidas também devem refletir nas atividades do Plano de Mobilidade de Santo André, diminuindo a proporção de transporte particular, aumentando a participação dos transportes públicos e da locomoção a pé ou de bicicleta. Essa mudança de modalidade nos transportes também irá contribuir para a redução de sinistros e ajudar a atingir as metas de impacto sobre eles.

Caso as metas de impacto não sejam alcançadas, é necessário avaliar se as atividades estão sendo realizadas no ritmo adequado ou se estão sendo implementadas corretamente. O grau de impacto das atividades é tão importante quanto ou até mais importante do que o grau de implementação delas.

4.1. Acompanhamento das Metas

Municipalização do trânsito é o processo legal, administrativo e técnico, por meio do qual o município assume integralmente a responsabilidade pelos seguintes serviços, tal como descritos e comumente chamados de tripé do trânsito: Engenharia, Educação e Fiscalização, conforme o Artigo 144, § 10, da Constituição Federal de 1988, incluído pela Emenda Constitucional nº 82/14. Importante frisar que o item Fiscalização indica sempre a atividade de Operação e Fiscalização.

Assim sendo, é significativa a implantação da gestão integrada do trânsito no âmbito institucional, incluindo a organização da estrutura municipal e a integração com o Sistema Nacional de Trânsito, conforme recomendado pelo Denatran, a partir do CTB e pelas resoluções elaboradas pelo Contran. A Figura abaixo apresenta a recomendação dessa estrutura para os municípios, elaborada pela Confederação Nacional dos Municípios em 2013.

Figura 22 – Modelo de organograma sugerido para a estrutura municipal de trânsito.

Fonte: Confederação Nacional dos Municípios (CNM), 2013.

Independente da estrutura e organização de cada município ou estado, o importante é que as ações para o cumprimento das obrigações legais e morais sejam balizadas no tripé, que, conforme já citado anteriormente, é uma condição *sine qua non* para a gestão do trânsito e principalmente para o sucesso de qualquer programa de redução de mortes no trânsito.

A seguir descreve-se cada um dos componentes do tripé de trânsito, com sua respectiva atuação e relevância.

1. Engenharia

O conjunto de estudos e projetos de segurança, fluidez, sinalização e operação de trânsito executados nas vias públicas caracteriza as ações de engenharia de trânsito previstas como de responsabilidade do município.

A realização direta dessas ações por parte das prefeituras apresenta uma série de vantagens e, entre elas, talvez a principal seja a maior sintonia com as necessidades do município, pela proximidade da autoridade municipal com os problemas enfrentados pela população no dia a dia.

Constituem ações de engenharia de trânsito: a definição de políticas de trânsito; o planejamento, o projeto e a implantação de sinalização nas vias regulamentando a circulação, o estacionamento, as conversões e os retornos permitidos e proibidos; a implantação de rotatórias, de canalizações de trânsito, de semáforos, de separadores de pista, de desvios para a execução de obras ou eventos; melhorias para o pedestre; a análise dos dados estatísticos de sinistros de trânsito; a participação nos projetos de educação para o trânsito; e outras ações de trânsito, tais como:

- Definição de políticas de estacionamento, de carga e descarga de mercadorias, de segurança de trânsito, de pedestres, de veículos de duas rodas, de circulação e estacionamento de veículos de tração animal, entre outras;
- Planejamento da circulação de pedestres e veículos, de orientação de trânsito, de tratamento ao transporte coletivo, entre outros;
- Projeto de área (mão de direção, segurança, pedestres, sinalização), de corredores de transporte coletivo (faixas exclusivas, localização de pontos de ônibus, prioridade em semáforos), de pontos críticos (congestionamentos e elevado número de sinistros);
- Implantação e manutenção da sinalização (vertical, horizontal e semafórica);
- Análise de edificações geradoras ou atratoras de trânsito de veículos ou de pedestres (polos geradores de trânsito - escolas dos mais variados tamanhos, shopping centers, cursinhos, terminais);
- Autorização de obras e eventos, na via ou fora dela, que possam gerar impacto no trânsito (obras viárias, *shows*, jogos de futebol, passeios ciclísticos, maratonas, festas juninas, filmagens etc.).

2. Educação

O Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503/97 em seu Capítulo VI, Artigo 74 a 79), trata especificamente da educação para o trânsito, onde se preconiza que a educação de trânsito é direito de todos e constitui dever prioritário para os componentes do Sistema Nacional de Trânsito.

Diz, ainda, que é obrigatória a existência de coordenação educacional em cada órgão ou entidade componente desse sistema e que os órgãos ou entidades executivas de trânsito deverão promover, dentro de sua estrutura organizacional ou mediante convênio, o funcionamento de escolas públicas de trânsito, nos moldes e padrões estabelecidos pelo Contran. Os principais aspectos são:

- Criação obrigatória de área de educação de trânsito e da escola pública de trânsito, conforme resolução do Contran;
- Ações de segurança de trânsito, trabalhando os comportamentos;
- Introdução do tema trânsito seguro nas ações rotineiras das pessoas de todas as faixas etárias, através de linguagem específica;
- Levantamento, análise e controle de dados estatísticos: sinistros com vítima, mortos em sinistros, volume de veículos por tipo, volume de pedestres.

Coloca-se que o Contran estabelecerá anualmente os temas e os cronogramas das campanhas de âmbito nacional que deverão ser promovidas por todos os órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito, em especial nos períodos referentes às férias escolares, feriados prolongados e à Semana Nacional do Trânsito.

O item Educação é normalmente o que recebe menos investimento por parte das prefeituras e estados, e o que possui menos capilaridade nas suas ações, não sendo diferente a realidade de Santo André.

3. 3.Fiscalização

Não pode faltar o devido comprometimento com as ações de fiscalização, que irão servir de garantia para o sucesso das ações empreendidas em engenharia e em educação. Trata-se de atuar continuamente em reforçar junto ao cidadão as regras de trânsito contempladas em

legislação, em defender as soluções propostas pela educação e engenharia no cumprimento da legislação pertinente.

Para levar a cabo as tarefas de fiscalização, o município deve organizar a estrutura de gestão do trânsito conforme descrito anteriormente e estruturar um setor encarregado da fiscalização, contemplando recursos humanos devidamente treinados e capacitados para a tarefa, bem como a disponibilização de equipamentos, veículos e bens materiais afetos ao serviço, tais como equipamentos de comunicação e similares. Deverá ainda celebrar convênios com outras esferas de poder (estado e União) e estabelecer protocolos de cooperação, visando às ações conjuntas ou individuais.

Entre as questões de que o Poder Público municipal deve se ocupar, é na constituição e manutenção de um corpo de agentes de trânsito, sobre o qual passa-se a abordar a seguir.

O corpo de agentes de trânsito é o representante da prefeitura na gestão dos conflitos e representa a capilaridade necessária no contato com a população. Para tanto, a realização de todas as atividades deve se dar de forma integra, honesta, respeitada, ilibada e, principalmente, reconhecida e solicitada pela população de Santo André.

A seguir listam-se algumas das ações do agente de trânsito:

a) De caráter geral:

- Exercício do poder de polícia administrativa de trânsito, aplicando as penalidades cabíveis e arrecadando as multas que aplicar dentro da competência legalmente estabelecida e no âmbito da circunscrição do município, através dos meios eletrônicos e não eletrônicos;
- Autuação, processamento de multas, seleção, capacitação, treinamento, designação e credenciamento de agentes de fiscalização.

b) De caráter específico:

- Definir junto à Direção mecanismos de melhorias constantes no processo de operação e fiscalização de trânsito;
- Diligenciar para o fiel cumprimento, do que estabelece o Código de Trânsito Brasileiro, Resoluções, Decretos, Portarias, Normas e outros instrumentos legais inerentes à operação e fiscalização de trânsito;

- Desenvolver e executar o planejamento das ações de operação e de fiscalização de trânsito no âmbito do município;
- Analisar e emitir autorizações para interdição de vias públicas em obras e eventos de curta duração. Para as obras e eventos de longa duração ideal que haja uma integração com a engenharia;
- Desenvolver e atualizar os protocolos operacionais, além de orientar o efetivo operacional sobre as dúvidas na execução destes;
- Produzir relatórios gerenciais sobre os serviços de operação e fiscalização;
- Desempenhar outras atividades estabelecidas, portarias, normas internas ou determinadas pela Direção;
- Elaborar planos e projetos de fiscalização, das demandas de sua competência;
- Emitir relatórios de operações e fiscalizações específicas, quando solicitado;
- Gerenciar as atividades das operações e fiscalizações conjuntas;
- Fazer o controle e avaliação do desempenho funcional dos agentes;
- Gerenciar de forma ostensiva e presencial a operação e fiscalização de trânsito;
- Gerenciar o fluxo de entrada e saída de veículos removidos, documentos recolhidos e materiais recolhidos na via;
- Avaliar de forma sistemática a legislação de trânsito vigente, propor adequação no que compete ao município, ou a outra instância quando solicitado;
- Gerenciar a execução de contratos e convênios relativos à operação e fiscalização de trânsito, excetuando os executados por meio eletrônico.

Por outro lado, o avanço tecnológico da sociedade propiciou a entrada em cena de uma série de recursos materiais que permitem auxiliar o trabalho dos agentes de trânsito, dentre os quais se destacam as câmeras, sensores, detectores, radares e equipamentos de transmissão de informações em alta velocidade. Fiscalizar o trânsito hoje em dia sem lançar mão desses recursos seria renunciar ao aumento da eficiência das tarefas de fiscalização.

É possível utilizar a tecnologia tanto para concentrar informações, quanto para realizar a coleta de informações em tempo real. Dessa maneira é possível otimizar as tarefas em que a atuação presencial dos agentes de trânsito é imprescindível.

O papel do controle operacional é fundamental para a estruturação da fiscalização do trânsito. Com ela é possível receber em tempo real informações da circulação de veículos e pessoas, bem como atuar sobre a sinalização semafórica e a identificação de veículos.

Os equipamentos de comunicação e o georreferenciamento de viaturas também constituem ferramenta indispensável à adequada realização das tarefas de fiscalização. Tudo se baseia no princípio da oportuna recepção e processamento da informação. Trata-se de uma ferramenta de tomada de decisão e apoio relevante à fiscalização. O cumprimento das ações de operação e fiscalização devem ser planejadas e operacionalizadas em conformidade com as ações de educação e engenharia e para tal, é expressamente necessária a adoção de ações coordenadas, e com procedimentos e protocolos definidos.

4.2. Processos de coleta e análise de dados

Compreendendo o alcance e papel de atuação de cada segmento do tripé do trânsito, a seguir está descrito uma estruturação para atualização do processo de manuseio e alimentação do Banco de Dados de Sinistros Viários de Santo André, para que possa proporcionar uma melhor sistematização e organização dos dados para acompanhamento das metas estabelecidas neste Relatório.

Entendendo as limitações de análise do banco de dados de sinistros utilizado atualmente em Santo André, este Relatório apresenta a sugestão de otimização com os seguintes processos:

1. Implementar interfaces na Internet para consultas ao Banco de Dados, com controle por senhas individuais, através da possibilidade de se obter relatórios padrões do sistema em formato gráfico, proporcionando, assim, a possibilidade de consultas aos dados de sinistros e indicadores globais de segurança viária de Santo André por parte de outros órgãos municipais e de usuários da internet.

2. Desenvolver aplicativos específicos para cada órgão municipal que seja fornecedor de dados de sinistros de trânsito, de acordo com as necessidades de cada um deles, para cadastro dos dados relativos aos sinistros de trânsito, visando à exportação destes dados para alimentar o Banco de Dados.

O aperfeiçoamento sugerido para a base de coleta de dados de Sinistros Viários tem como finalidade possibilitar a elaboração anual de um Relatório de Segurança Viária de Santo André,

contendo uma coletânea das principais estatísticas dos sinistros viários, bem como apresentar um olhar mais abrangente sobre a Segurança Viária de Santo André, também com o intuito de orientar de forma mais eficiente as ações e políticas públicas que contribuam para a prevenção de mortes e ferimentos no trânsito. Este Relatório deverá materializar um esforço da gestão municipal em compreender melhor a problemática da segurança viária, identificando o padrão de ocorrência desses sinistros, o perfil dos indivíduos que mais se envolvem nesses sinistros (grupos de risco), a incidência de comportamentos de risco como beber e dirigir, não usar adequadamente o capacete, exceder a velocidade e não utilizar o cinto de segurança, além de acompanhar o desempenho do Plano de Ações que serão estabelecidas no PMSI (em etapa seguinte). Para tal, a seguir estão listadas todas as informações que deverão ser coletadas para o registro de cada sinistro viário.

O sistema deverá considerar, no mínimo, os seguintes **dados de entrada**:

- Dados de Logradouros: localização espacial do sinistro de trânsito e condições das vias no momento do sinistro;
- Dados de Interseções: dados das características das interseções, croqui esquemático da interseção e localização pontual do sinistro na interseção;
- Dados de Veículos: dados dos veículos envolvidos no sinistro de trânsito;
- Dados de Vítimas: dados das pessoas envolvidas no sinistro de trânsito;
- Dados de Municípios: utilizados para identificar o município de origem do logradouro;
- Dados de Fontes de BO: utilizados para identificar a fonte coletora de sinistros de trânsito;
- Dados de Usuários: utilizados para cadastrar os usuários que poderão utilizar o programa;
- Dados de Sinistros: utilizados para cadastrar todos os sinistros de trânsito.

A partir das planilhas do sistema, permitir o cadastro dos seguintes **dados**:

- Cadastro de Sinistros;
- Cadastro de Logradouros;
- Cadastro de Interseções;
- Cadastro de Municípios;
- Cadastro de Usuários;

- Cadastro de Fontes de Sinistros;
- Cadastro de Manobras;
- Cadastro de Serviços Acionados;
- Cadastro de Elemento/Propriedade Atingida;
- Cadastro de Parâmetros.

O sistema também deverá considerar, no mínimo, o cadastro dos seguintes **dados de sinistros**:

- Condições das Vias/Local;
- Detalhes dos Veículos;
- Pessoas Envolvidas;
- Informações Complementares;
- Data e hora, localização;
- Identificação da fonte de dados;
- Jurisdição;
- Natureza do sinistro
- Tipo de área;
- Elementos atingidos;
- Serviços acionados.

O sistema deverá considerar, no mínimo, o cadastro dos seguintes **dados das vias**:

- Tipo de pista, faixa por sentido, obras de arte, obras na pista;
- Condição da calçada, alinhamento horizontal, sinalização horizontal, sinalização vertical;
- Tipo de pavimento, condição da pista, separação central e alinhamento vertical;
- Condições do tempo;
- Superfície da pista;
- Tipo de cruzamento, controle de tráfego;
- Iluminação;
- Campos referentes às infrações cometidas e medidas administrativas tomadas.

O SIGA deverá considerar, no mínimo, o cadastro dos seguintes **dados do veículo**:

Placa, Marca/Modelo, Ano, Cor, Tipo, Espécie, Categoria, Aluguel, Número, Linha, Legalizado,

Licenciamento em dia e Manobra.

O SIGA deverá considerar, no mínimo, o cadastro dos seguintes dados das **pessoas envolvidas**:

- Sexo, Tipo de Pessoa, Situação/Vínculo, Estado Civil, Grau de Instrução, Gravidade da Lesão, Etnia, Uso de Cinto/Capacete, Proprietário, habilitação;
- Encaminhamento, Removido Para, Removido Por;
- Situação do Condutor;
- Posição do Passageiro;
- Exame de Alcoolemia;
- Evolução do Caso.

O SIGA deverá emitir, no mínimo, os seguintes relatórios **Gerais**:

- Sinistros com Vítimas;
- Condutores Envolvidos em Sinistros de Trânsito com Vítimas;
- Veículos Envolvidos em Sinistros de Trânsito com Vítimas;
- Vítimas não Fatais;
- Vítimas Fatais;
- Sinistros com Vítimas (Área x Fase do Dia);
- Sinistros com Vítimas (Tipo de Sinistro x Fase do Dia);
- Sinistros com Vítimas (Tipo de Sinistro x Área);
- Condutores Acidentados (Gravidade do Acidentado x Uso do Cinto);
- Distribuição Mensal dos Sinistros com Vítimas x Dia da Semana;
- Distribuição Mensal dos Sinistros com Vítimas x Intervalo Horário.

O SIGA deverá emitir, no mínimo, os seguintes relatórios de **Sinistros**:

- Número Anual de Sinistros Segunda a Gravidade;
- Número de Sinistros por Tipo de Sinistro;
- Número Anual de Sinistros Segundo o Tipo x Dia da Semana;
- Número de Sinistros por Jurisdição;
- Distribuição Mensal dos Sinistros com Vítimas Fatais x Dia da Semana;
- Distribuição Mensal dos Sinistros com Vítimas Fatais x Intervalo Horário;
- Distribuição Mensal dos Sinistros com Vítimas aos Sábados e Domingos;
- Distribuição Mensal dos Sinistros com Vítimas Fatais aos Sábados e Domingos.

O SIGA deverá emitir, no mínimo, os seguintes relatórios de **Vítimas**:

- Número de Vítimas Segundo o Tipo x Gravidade da Lesão;
- Número de Vítimas Segundo o Sexo x Gravidade da Lesão;
- Número de Vítimas Segundo a Faixa Etária x Gravidade da Lesão;
- Número de Vítimas Segundo o Grau de Instrução x Gravidade da Lesão;
- Número de Vítimas Segundo a Jurisdição x Gravidade da Lesão.

O SIGA deverá emitir, no mínimo, os seguintes relatórios de **Veículos**:

- Número de Veículos Envolvidos em Sinistros x Dia da Semana;
- Número de Veículos Envolvidos em Sinistros x Hora da Ocorrência;
- Número de Veículos por Tipo x Gravidade do Sinistro;
- Número de Veículos por Categoria x Gravidade do Sinistro;
- Número de Veículos por Aluguel x Gravidade do Sinistro.

O SIGA deverá emitir, no mínimo, os seguintes relatórios de **Localização/SIG**:

- Relação de Sinistros por Localização;
- Relação de Pontos Críticos;
- Relatório Analítico por Ponto Crítico;
- Taxa de Severidade dos Sinistros por Logradouro;
- Localização dos Sinistros por Interseção;
- Número de Sinistros por Intervalo Horário;
- Número de Sinistros por Dia da Semana.

O SIGA deverá emitir, no mínimo, os seguintes relatórios de **Indicadores**:

- Mortos por 10.000 Veículos por Ano;
- Mortos por 100.000 Habitantes por Ano;
- Taxa de Motorização por 100 Habitantes.

O SIGA deverá emitir, no mínimo, os seguintes relatórios de **Consistência e Produção**:

- Placas Repetidas;
- Mesma CNH;
- Mesma Identidade;
- Mesmo Nome;
- Sinistros por Fonte;

- Sinistros por Fonte Única;
- Interseções Inválidas;

5. CONCLUSÕES

O relatório do prognóstico das condições de segurança da mobilidade no município de Santo André apresentou uma análise da situação atual e dos possíveis cenários futuros relacionados à segurança no trânsito na cidade. O documento apresentou uma visão abrangente dos principais desafios enfrentados pelo município, incluindo as tendências nas características socioeconômicas e de uso e ocupação do solo urbano, bem como a modelagem da frequência dos sinistros na cidade.

Além disso, o relatório apresentou uma análise de dois cenários principais: o tendencial e o visão PMSI, inspirado no sistema seguro e no PNATRANS. O documento também fornece uma série de indicadores de mobilidade segura e metas do PMSI baseadas nos cenários analisados.

O relatório em questão é uma ferramenta essencial para orientar as políticas públicas e os investimentos necessários para melhorar a segurança no trânsito no município de Santo André. As informações e análises apresentadas neste relatório vão ser usadas como base para a elaboração de planos de ação e estratégias para melhorar a segurança no trânsito, garantindo assim uma mobilidade mais segura para os cidadãos de Santo André.