

ESTUDOS DE TRÁFEGO PARA TOMADA DE DECISÃO REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO POLO GERADOR DE VIAGEM - PGV EM SÃO JOÃO DA BOA VISTA-SP

*STUDY OF TRAFFIC FOR DECISION MAKING REGARD THE
IMPLEMENTATION OF A TRIP GENERATION CENTER IN SÃO JOÃO
DA BOA VISTA-SP*

*ESTUDIOS DE TRÁNSITO PARA LA DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DE
UM NUEVO POLO GENERADOR DE VIAJE - PGV EN SÃO JOÃO DA
BOA VISTA-SP*

Geisa Aparecida da Silva Gontijo

Geógrafa, Mestre em
Transportes, Dra Engenharia
Urbana
geisaapgontijo@gmail.com

Raphael Bassi Filho

Engenheiro Civil, Mestre em
Engenharia urbana,
raphaelbassi@uol.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de impacto de trânsito relacionado à implantação de um novo Polo Gerador de Viagem – PGV - Supermercado, em São João da Boa Vista – SP, Brasil. Seu principal objetivo é realizar uma análise baseada em simulações de tráfego, geração de viagens e variáveis socioespaciais, com a finalidade de subsidiar decisões de gerenciamento viário referentes à instalação desse novo PGV. A metodologia adotada foi baseada na análise do Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV, na caracterização do projeto arquitetônico, nas análises das características físico-operacionais e socioeconômicas da área de influência, na caracterização das condições físico-operacionais do sistema viário, na análise dos serviços de transporte, na geração de viagens e nas simulações de tráfego. Como resultados, obtiveram-se as análises das simulações de tráfego e as sugestões de melhorias. Dessa forma, em outra etapa, por meio de reuniões, uma junta profissional da prefeitura analisou todas as propostas sugeridas pela consultoria e tomaram as decisões mais condizentes ao local. Nesse sentido, concluiu-se que, este trabalho facilitou a tomada de decisão relacionada às melhorias viárias, tais como, a sinalização horizontal e vertical, a geometria viária e ao fluxo de veículos no local da implantação.

ABSTRACT

This work presents a traffic impact study related to the implementation of a Supermarket as a Trip Generation Center – TGC in the city of São João da Boa Vista – Brazil. It's main goal is to make an analysis based on traffic simulation, trip generation and socio-spatial variables with the purpose of assist on the decisions of road management regarding the implementation of this new TGC. The adopted methodology was based on the analysis of the Neighborhood Impact Study, on the architectural project, on the physical-operational and the socioeconomic characteristics of the area of interest, on the physical-operational characteristics of the road system, on the analysis of the public transportation services, on the trip generation and on the traffic simulations. The results obtained from the study was the traffic simulation analysis and the improvement suggestions of the project. Thus, in other stage, through reunions, a group of professionals of the city hall analyzed all the options suggested on the study and make the decisions that would better fit in the local. Therefore, it was concluded that this work made the decision-making about road system improvements easier, such as the horizontal and vertical signalization, as the road geometry and as the vehicle flow on the supermarket implementation site.

RESUMEN

Este trabajo está relacionado con la implementación de un nuevo Polo Generador de Viajes - PGV - Supermercado, en São João da Boa Vista – SP, Brasil. Teniendo como principal objetivo realizar estudios de generación de viajes, mediante simulaciones de tránsito, con el objetivo de auxiliar las decisiones técnicas de la implantación de la nueva instalación. La metodología incluye el análisis de Estudios de Impactos, la caracterización del proyecto arquitectónico de la instalación, los análisis de las características físico-operacionales y socioeconómicas del área de influencia, la caracterización de las condiciones físico-operacionales de la red vial, el análisis de los servicios de transportes, la generación de viajes y las simulaciones de tránsito. Como resultado se obtuvieron reportes de simulaciones de tránsito y sugerencias de mejora. Así, en

otra etapa, a través de una reunión, los profesionales del Ayuntamiento analizaron todas las propuestas y tomaron las decisiones que mejor se adecuaban a la zona estudiada. Se concluyó que este trabajo facilitó la toma de decisiones relacionadas con los adelantos viales, como la señalización horizontal y vertical, la geometría vial y el flujo de vehículos en el sitio de la implantación.

PALAVRAS-CHAVE: Estudos e simulações de tráfego, geração de viagens e tomadas de decisão

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as cidades brasileiras vêm passando por mudanças acentuadas em seus perfis socioespaciais e de infraestrutura urbana. Gontijo (2012) expõe que, devido às dinâmicas intraurbanas - a modernização dos sistemas produtivos, os progressos tecnológicos e as facilidades de transportes, as cidades passam por intensos problemas, entre eles, acidentes de trânsito e congestionamentos. Assim, estudos como este, são cada vez mais comuns e necessários para contribuir com o planejamento urbano.

Nesse sentido, este trabalho trata-se de um estudo de tráfego relacionado com a instalação de um novo Polo Gerador de Viagem - PGV - Supermercado em São João da Boa Vista-SP, com objetivo principal de desenvolver um estudo baseado em simulações de tráfego, geração de viagens e variáveis socioespaciais para auxiliar os processos de decisão referente ao funcionamento do futuro PGV.

Segundo Portugal e Goldner (2003) os PGVs são edificações que exercem grande atratividade sobre a população, mediante a oferta de bens ou serviços, gerando um elevado número de viagens, sendo os exemplos mais comuns os *shopping centers*, supermercados, universidades, hospitais e escolas.

Esses empreendimentos vêm sendo estudados desde os anos de 1950, porém, de forma mais sistemática por

meio de trabalhos técnicos, somente a partir de 1970, e sua principal referência são os estudos realizados pelo *Institute of Transportation Engineers -ITE* nos EUA. Portugal (2012) complementa esse histórico destacando que anteriormente os PGVs eram chamados de PGTs, como por exemplo, os estudos realizados em CET-SP (1983) e DENATRAN (2001).

Nesses trabalhos as análises sobre os PGTs consideravam apenas os impactos mais diretos e visíveis associados à circulação e estacionamentos de veículos. Porém, à medida que passou a integrar outros modos de transportes, tais como, o transporte coletivo, o transporte de cargas e descargas e os pedestres, a nomenclatura passou a ser considerada como PGVs, incluindo assim, as questões ambientais, de sustentabilidade e de qualidade de vida.

Dessa forma, este trabalho insere-se nesse contexto, pois ele analisa diversas variáveis socioespaciais, de transportes e de fluxo de tráfego, subsidiando assim as decisões a serem tomadas frente à instalação de um novo empreendimento considerado como Polo Gerador de Viagem - PGV na cidade de São João da Boa Vista-SP.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo baseado em simulações de tráfego, geração de viagens e variáveis socioespaciais, com a

finalidade de oferecer subsídios ao processo de decisão referente à implantação de um novo PGV-supermercado em São João da Boa Vista-SP.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada por este trabalho baseou-se em, inicialmente, nas análises do Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV, na caracterização da cidade e do projeto arquitetônico, nas análises das características físico-operacionais e socioespaciais da área de influência, nas condições físico-operacionais do sistema viário e dos serviços de transporte do entorno e, finalmente, nas análises da geração de viagens, nas simulações de tráfego e nos processos de decisão.

3.1. Caracterização da cidade e do empreendimento futuro

De acordo com dados apresentados em IBGE-cidades (2020), São João da Boa Vista -SP possui uma população estimada de 91.211 pessoas e uma frota total de 66.496 veículos, com uma taxa de motorização de aproximadamente 1,37 pessoas por veículos. São João da Boa Vista, apesar de ser considerada uma cidade de pequeno porte, já apresenta diversos problemas de trânsito semelhantes às cidades médio a grande porte. As diretrizes viárias da cidade, segundo descreve Gimenez e Ferraz (2014) apresentam vários pontos de entaves no trânsito.

O PGV a ser implantado trata-se de um Supermercado de porte médio que será inserido na Zona de Chácaras (Jd. Santarém) em São João da Boa Vista- SP, com Área Total Construída de 12.378,93 m². O local é cercado por vários bairros residenciais, classificados,

segundo o Plano Diretor (2019) como ZR3 – lotes estritamente residenciais, considerados como zona exclusivamente residencial de baixa densidade.

De acordo com Souza (2019) o empreendimento projetado se caracteriza por ser um multiuso comercial com o funcionamento de um supermercado e lojas diversas. IBGE (2002) traz a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, sendo uma forma de padronizar, em todo o território nacional, os códigos de atividades econômicas do Brasil. Dessa forma, as atividades previstas para o empreendimento em questão enquadram-se nas seguintes especificações: a) Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - hipermercados e supermercado (código 47.11-3) e b) Lojas de variedades, exceto lojas de departamentos ou magazines (código 4713-0/02). Além dessas especificidades, tem-se como dado importante o funcionamento do supermercado, que de acordo com Souza (2019), dar-se-á da seguinte maneira: a) Segunda a Sábado das 8:00 às 22:00 horas, b) Domingos das 8:00 às 21:00 horas, c) Feriados das 8:00 às 20:00 horas.

3.2. Delimitação e análise da área de influência

A análise da área de influência é importante para delimitar e quantificar os possíveis impactos de tráfego decorrentes da implantação de um novo PGV. Diante disso, Silva (2006) expõe que essa área pode ser dividida em três partes - primária, secundária e terciária. Segundo o autor a área de influência primária é a região mais próxima ao empreendimento, onde se concentra

a maioria da sua demanda, cerca de 55%. A área de influência secundária é uma região onde a população possui mais opções de viagem, pois recebe a atração do empreendimento estudado e de outros empreendimentos e representa 20% da demanda. A área de influência terciária já é uma região em que não sofre grande atração pelo empreendimento estudado com 15% da demanda. Outra maneira de análise de área de influência é entendê-la como sendo a extensão geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos gerados durante as fases de planejamento, implantação e funcionamento da nova instalação, podendo ser categorizada em: a) Área Diretamente Afetada (ADA) como sendo a área que sofrerá a ação direta da operação e implantação do empreendimento; b) Área de Influência Direta (AID) como a área que sofrerá os impactos diretos da operação e implantação

do empreendimento; e c) Área de Influência Indireta (AII) que corresponde a área potencialmente sujeita aos impactos indiretos da implantação do empreendimento.

Verifica-se que a área de influência pode variar dependendo das características do local, do número de concorrentes próximos, da área total construída etc. Nesse sentido, para a delimitar da área de influência do empreendimento estudado, foram utilizados os modelos matemáticos desenvolvidos em Freitas e Raia Jr (2011) e Silva (2006), conforme a Tabela 1. E, ao comparar a área do PGV estudado com as áreas dos PGVs desses modelos, foi observado que os modelos 03, 04 e 05 têm áreas mais parecidas ao do PGV estudado, por isso, esses modelos foram os escolhidos para a delimitação das áreas de influência do presente estudo.

Tabela 1: Modelos para delimitar a área de influência de supermercados

| | Modelos Área de Inf. | R ² | Fórmulas | Diâmetro | Raio |
|----|----------------------|----------------|---------------------------------|----------|--------|
| 01 | Freitas&Raia (I1) | 0,974 | $Y1= 295+0,42*AV+169*N$ | 1935 | 967,5 |
| 02 | Freitas&Raia (I2) | 0,904 | $Y2= 515+0,64*AV-323*N$ | 1853 | 926,5 |
| 03 | Freitas&Raia (I3) | 0,899 | $Y3=1000+0,75*AV-400*N$ | 2525 | 1262,5 |
| 04 | Silva (2006) (I1) | 0,919 | $Y1=1,414+1,989e-4*AV-0,446*N$ | 1138,59 | 569,3 |
| 05 | Silva (2006) (I2) | 0,816 | $Y2=2,197+2,423e-4*ATC-0,777*N$ | 3642,41 | 1821,2 |
| 06 | Silva (2006) (I3) | 0,7429 | $Y3=2,159+0,0003*ATC$ | 5872,68 | 2936,3 |

I1 – Isócosta 1, I2 - Isócosta 1,I3 - Isócosta 1, ATC = Área Total Construída, AV = Área de Vendas, N = Número de concorrentes num raio de 1000 metros. Y1, Y2 e Y3 = Raio da Área de influência

Assim, para delimitar a área de influência foram consideradas as variáveis Área de Vendas (AV) de 3100 m², Área Total Construída – ATC de 12.378,93 m e o número de concorrentes num raio de 1000 m de

2 supermercados.

3.2.1. Caracterização socioeconômica da área de influência (AI)

Entender os aspectos socioeconômicos da área de influência (AI) do empreendimento é importante para estimar e analisar a demanda futura, porque ela pode influenciar o padrão das viagens no local. Diante disso, este estudo buscou traçar o perfil socioeconômico da região por meio de dados e informações apresentados no Atlas de Desenvolvimento Humano - ADH (2013), considerando as variáveis: Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, trabalho e renda, demografia e educação.

De acordo com os estudos realizados em ADH (2013) São João da Boa Vista - SP apresenta um IDH de 0,797, que é um índice composto por renda, educação e longevidade. Desde 1991 a cidade vem apresentando uma melhora em relação a esse índice, e isso é expresso nas características sociais da cidade. O IDH passou de 0,722 em 2000 para 0,797 em 2010, com uma taxa de crescimento de 10,39%. Em relação à variável trabalho e renda o estudo ADH (2013) aponta que a desigualdade social em São João da Boa Vista vem diminuindo, pois em 1991 havia 2,32 % de extremamente pobres e já em 2010 esse dado caiu para 0,32%. Por outro lado, o coeficiente de Gini que mede a concentração de renda teve um leve aumento no ano de 2000 e voltou com o mesmo valor de 1991 no ano de 2010, isso quer dizer que a concentração de renda não teve muitas mudanças ao longo desse período.

Segundo destaca o ADH (2013) 67,4% da população economicamente ativa está ocupada contra 5,2% de desocupados. A população inativa, ou seja, aquela que não estão trabalhando por serem crianças, idosos e aposentados,

tem um percentual de 27,4%. Isso mostra que a maioria da população economicamente ativa da cidade está trabalhando, portanto, possui rendas. Esse, também é um fator importante para a implantação de um supermercado, pois a sua demanda depende do poder de compra da população da sua Área de Influência (AI).

Diante do exposto, pode-se traçar um perfil socioeconômico da população dentro da área de influência do empreendimento. Começando pelo IDH, podemos inferir que a população mais próxima ao empreendimento tem um IDH de 0,797. Em relação a renda per capita verifica-se um aumento desde o ano de 1991 de 596,99 para 998,31 em 2010. Porém, sabe-se que o local em que o empreendimento será implantado essa renda é bem maior do que o valor de 998,31, é só observar o padrão das residências próximas. Além disso, considerando esse padrão e a renda per capita elevada, pode-se deduzir que, a maioria das famílias da região, possui no mínimo 2 carros. Esses aspectos são de extrema importância nos estudos de geração de viagens, pois as características socioeconômicas da população podem determinar, significativamente, o padrão de viagens. Considerando que, nas classes altas, o uso do veículo particular é maior, a região estudada apresenta forte tendência ao uso desse modo. No entanto, se houver a promoção da acessibilidade, da infraestrutura para o transporte coletivo e para o ciclismo na região, é provável que esse padrão mude, pois assim, mais pessoas poderiam acessar o empreendimento a pé, por ônibus ou por bicicletas.

Outro aspecto importante nessa

análise é a densidade demográfica, que é a número de habitantes por área. Segundo exposto em Plano Diretor (2019), a densidade demográfica de São João da Boa Vista é de 24, 71 hab/ha e a densidade na região estudada (Jd Santarém) é de 14, 2 hab/ha. Observa-se que o local apresenta uma baixa densidade, coincidindo com o zoneamento urbano para o local, com terrenos grandes e casas térreas.

Em relação aos dados de educação, segundo o estudo de ADH (2013) tem-se no município, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola é de 97,32%, em 2010. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental é de 94,47%, a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo é de 80,40% e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo é de 56,03%. Isso indica que a cidade possui bons índices educacionais ao ser comparado com outras cidades brasileiras.

3.3. Caracterização das condições físico-operacionais do sistema viário

As vias principais que fazem parte do local de implantação do PGV são: a Avenida Dr. Durval Nicolau e a Rua Noêmia Quaresma. Segundo o Plano Diretor (2019) a primeira se classificada como Via Arterial (VA) e a segunda como via local (VL). A avenida Dr. Durval Nicolau liga dois principais pontos da cidade, a rotatória do Supermercado FortMix de um lado e o Bairro Alegre no outro extremo. Ela mede cerca de 25 metros de largura, com 5 metros é de canteiro central. O canteiro é arborizado,

com parte a central destinada a uma pista para caminhada. A Avenida possui tráfego intenso ao longo da semana, especialmente, por ligar as duas regiões mencionadas acima e possuir vários PGVs ao longo de sua extensão. Identifica-se também uma ciclofaixa junto ao canteiro central, que funciona somente aos domingos/ feriados e no decorrer da semana, os poucos ciclistas que passam pela a avenida, utilizam a faixa comum.

As calçadas nas proximidades do local são descontínuas, com pavimentos irregulares e ausência de calçamento. Praticamente em toda a extensão do Clube Mantiqueira, que fica em frente a obra, não possui nenhum tipo de calçamento.

3.3.2. Caracterização da sinalização viária

Os principais cruzamentos em estudo - a Avenida Dr. Durval Nicolau com Rua Noêmia Quaresma e a mesma Avenida com Rua Orlando Fracari, operam com ordem de prioridade e sua sinalização viária é composta, basicamente, por sinalização vertical indicativa e de advertência (R1 e A18) e sinalização horizontal (Legenda Pare e ciclofaixa). A avenida principal Dr. Durval Nicolau possui mão dupla com a presença de canteiro central e as ruas Noêmia Quaresma e Orlando Fracari são constituídas também por mão dupla, porém sem a presença de canteiro central e faixa divisória de fluxo. Em relação aos movimentos permitidos e pontos de conflitos no local foi elaborado um estudo com o objetivo de quantificá-los e analisá-los, conforme podem ser visualizados na Figura 1.

Figura 1: Possibilidades de fluxos no local



Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

3.3.3. Sistema viário e fluxo de tráfego

Para as análises do fluxo de tráfego foram utilizadas as contagens volumétricas realizadas em Souza (2019) durante a elaboração do Estudo de Impacto de Vizinhança - EIV, especialmente, porque em 2020, época da realização do presente trabalho, o Brasil passa por uma grande pandemia (Covid-19) e a realização de uma nova contagem volumétrica seria inviável.

O autor realizou uma contagem volumétrica por 7 dias da semana, compreendendo de domingo, dia 30/06/2019 até na segunda-feira, dia 01/07/2019. O levantamento ocorreu das 8:00 à 22:00 horas em frente ao local de implantação do empreendimento nos dois sentidos (bairro/centro e centro/bairro). Com os dados do EIV em mãos, eles foram organizados uma tabela

resumo (Tabela 2), a fim facilitar o entendimento das informações e seu aproveitamento no processo de simulação de tráfego, com destaque para as variáveis Volume Diário (VD), Volume Hora-pico (VHP) e densidade média da via por sentido.

Por meio dessa Tabela verifica-se que o maior fluxo diário ocorre na quarta-feira nos dois sentidos, sendo 6.558 veículos no sentido bairro e 6653 veículos no sentido centro, incluindo carros motos, ônibus, caminhão e utilitários, todos convertidos em Unidades de Carros de Passeio - UCP. Observou-se ainda que a terça-feira apresentou um volume bastante considerável no sentido centro de 872 ucps/hora dentro do intervalo de 17:00 às 18:00 horas. Por esse motivo optou-se por esse dia e horário para a realização dos estudos de geração de viagens, de capacidade e de simulação de tráfego apresentados posteriormente.

Tabela 2: Fluxo de veículos de domingo a segunda Sentido Bairro

| Dia/horários | Horário | Fluxo Hora pico | Fluxo diário | Horário | Fluxo | Fluxo diário |
|--------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|-----------|----------------|
| | | Sentido Bairro | Sentido Bairro | | Hora pico | Sentido Centro |
| Segunda | 17:00 -18:00 | 653 | 5297 | 17:00 -18:00 | 547 | 5460 |
| Terça | 17:00 - 18:00 | 626 | 5390 | 17:00 - 18:00 | 872 | 6507 |
| Quarta | 17:00 - 18:00 | 649 | 6558 | 17:00 - 18:00 | 601 | 6653 |
| Quinta | 17:00 -18:00 | 588 | 5867 | 17:00 -18:00 | 572 | 6059 |
| Sexta | 17:00 -18:00 | 587 | 5867 | 17:00 -18:00 | 544 | 6520 |
| Sábado | 11:00 -12:00 | 364 | 6032 | 11:00 -12:00 | 548 | 4884 |
| Domingo | 11:00 -12:00 | 411 | 4749 | 11:00 -12:00 | 272 | 3554 |

Ucp/h = Unidade de carros de passeio

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

3.4.4. Definição da geometria viária e condições de tráfego existentes da via e do tráfego foram analisadas seguindo os parâmetros apresentados no Quadro 1.

As condições físicas e operacionais

Quadro 1: Condições físico-operacionais via

| Parâmetros | Condições da via em estudo |
|--|--|
| Quantidade de faixas de fluxo por sentido | 2 faixas |
| Largura das faixas | Aproximadamente 5 metros |
| Presença de canteiro central | Sim |
| Condições do pavimento | O pavimento apresenta algumas irregularidades |
| Velocidade permitida e largura das faixas | 40 km/h; 25 metros, variando em determinados pontos. |
| Presença de ciclofaixas | Sim, porém pouco utilizada com essa função. |
| Presença de pontos de parada – transporte coletivo | Sim |

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

No Quadro 1 verifica-se alguns dados sobre as características geométricas da via, a quantidade de faixas de fluxo, a largura das faixas, a largura da via e as condições de pavimentação.

Em relação às condições de tráfego, os parâmetros foram analisados a partir de dois grupos, sendo eles, as condições de operação (condições do fluxo, modos de transportes) e as condições ambientais (condições do

tempo e de visibilidade e localização urbana). No decorrer das análises in loco verificou-se que, apesar de não se permitir estacionamento no local, havendo presença constante de veículos estacionados interferindo no fluxo da via principal. Em relação à classificação geométrica do cruzamento, ele se classifica como interseção em T.

3.4.5. Análise de capacidade da interseção

Segundo Silva e Gasparini (2001) a capacidade viária é a máxima taxa de fluxo permitida em uma seção de via durante um período de tempo, sob condições prevalentes da via, do tráfego e do controle de tráfego. Além disso, é necessário considerar as condições de operação da via e, para medir essas condições, desenvolveu-se o conceito de nível de serviço, que é uma medida qualitativa que expressa as condições de uma corrente de tráfego e o modo como são percebidos pelo usuário. Nesse contexto, de acordo com TRB (2000) os níveis de serviço são categorizados para as condições operacionais de uma via de fluxo ininterrupto. É incluído na análise a velocidade e o tempo de viagem, segundo os seguintes fatores: interrupções do tráfego, liberdade de manobra, conforto e conveniência do motorista, segurança e custos operacionais.

O nível de serviço pode ser aplicado para trechos de vias ou interseções e são classificados em 6 níveis,

sendo eles, A, B, C, D, E, F. Assim, os níveis de serviços verificados para a Av. Dr. Durval Nicolau ficaram entre os níveis A e C, com fluxo estável, porém com velocidade de operação começando a ser restringidas pelas condições de tráfego, condutores possuem razoáveis condições de liberdade para escolher a velocidade e faixa para circulação.

Em relação à classificação dos fluxos, de acordo com os conceitos apresentados em DER (2000), os fluxos de 1º ordem é o fluxo principal, abrangendo o fluxo em frente e à direita. Os fluxos de 2º ordem são os fluxos que viram à esquerda na via principal e curvas a direita na via secundária. Os fluxos de 3º ordem são os fluxos que cruzam a via principal e os fluxos de 4º ordem são os fluxos da via secundária que viram à esquerda. Assim, a partir dessa descrição, organizaram-se os fluxos de 1º ordem até a 4º ordem em relação ao cruzamento estudado, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Volumes em unidades de carros de passeio/hora (ucp/h).

| Ordem | Movimentos | Cálculos | Fluxos ucp/h |
|-------|------------|-----------|--------------|
| 1º | 2 | 626*0,95 | 594 |
| 1º | 3 | 626* 0,05 | 31 |
| 3º | 4 | 626*0,05 | 31 |
| 2º | 6 | 626* 0,05 | 31 |
| 2º | 7 | 872*0,05 | 43 |
| 1º | 8 | 872 *0,95 | 828 |

Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020

Os fluxos mostrados na Tabela 3 foram calculados com base nos dados de 626 veículos/hora sentido bairro e 872 veículos/hora sentido centro. Assim, os fluxos dessa Tabela considerados no estudo de geração de viagens, de capacidade e nas simulações de tráfego foram estimados a partir do trabalho de

Souza (2019), pois esse estudo não abarcava o fluxo de todos esses movimentos.

Assim, segundo a Tabela 3 os fluxos de 1º ordem são os movimentos 2, 3, 8 (Fluxo da Av. Dr. Durval Nicolau sentidos bairro/bairro/centro e saída à direita da Av. Dr.

Durval Nicolau para a Rua Noêmia Quaresma), os fluxos de 2º ordem são os movimentos 7, 6 (Fluxo de saída à esquerda da Av. Dr. Durval Nicolau para rua Noêmia Quaresma e Entrada à direita da Rua Noêmia Quaresma para Av. Dr. Durval Nicolau e os fluxos de 3º ordem é o movimento 4 (Entrada à esquerda da Rua Noêmia Quaresma para Av. Dr. Durval Nicolau).

O método utilizado para análise da capacidade deste trabalho foi baseado em três etapas, segundo descreve DER (2000), sendo elas, a) A verificação da Capacidade Básica (Gi) que resulta na quantidade máxima de veículos nos fluxos secundários que poderão realizar suas manobras na interseção; b) As reais Capacidades Máximas (Li) que consideram que fluxos subordinados somente poderão realizar suas manobras quando nos fluxos preferenciais obrigados a dar a preferência não existir represamento e c) A Capacidade Prática (Pi) que garantirá a manutenção de uma Reserva de Capacidade Ri e, com isto, a manutenção de uma determinada qualidade do desenrolar do tráfego. Dessa forma, a capacidade da interseção somente será garantida quando em todos os fluxos secundários i e a intensidade existente de tráfego qi (fluxos subordinados) não forem maiores do que a capacidade prática Pi. Assim, a partir desses conceitos e dos cálculos de capacidade aplicados neste estudo, verificou-se que o cruzamento da Av. Dr. Durval Nicolau e Rua Noêmia Quaresma, opera atualmente dentro da sua capacidade prática (Pi).

3.4. Caracterização das condições físico-operacionais do sistema de transporte

De acordo com o previsto no Plano Diretor (2019) o transporte de passageiros em São João da Boa Vista é dividido em duas modalidades básicas, o transporte público coletivo e o transporte público individual. A primeira modalidade é de responsabilidade da empresa concessionária Rápido Sumaré Ltda, cuja operacionalização, é realizada por órgão municipal, que define os itinerários, as paradas em locais predeterminados, com frequência definida em função da demanda. A segunda modalidade é operada por veículos de aluguel, que realizam viagens individualizadas, por rotas variáveis de acordo com a solicitação do passageiro.

Segundo as análises contidas nesse Plano, a baixa densidade dos novos bairros e a concentração de emprego na área central e distrito industrial, condicionam um desenho de itinerários deficitário, atendendo poucos usuários do transporte coletivo. No local de implantação do novo PGV identificaram-se poucas linhas de transportes coletivo, sendo apenas duas linhas que atendem a Avenida Dr. Durval Nicolau próximo ao empreendimento, a Linha 09-0 – Bairro Alegre / Sto. André / Terminal e a Linha 07-0 – Sto. André / Terminal. Verifica-se assim que, na região estudada possui poucas linhas de transporte coletivo, sendo a principal modalidade, o transporte individual.

3.5. Estudo de Geração de viagens

A análise de geração de viagem baseou-se na aplicação dos modelos matemáticos vistos na Tabela 4 para o caso do Supermercado em questão. No processo de escolha desses modelos foram consideradas variáveis, tais como, a quantidade de casos verificados, a variação

temporal, o fator de ajuste e o país onde esses modelos foram elaborados.

Percebe-se que os resultados dessas aplicações variaram muito de um modelo para o outro (ver Tabela 4). Assim, para efeito dos estudos de

geração de viagens e de simulações de tráfego deste estudo, optou-se pelo modelo CET (1983), resultando em 184 viagens hora-pico atraídos pelo empreendimento. As variáveis usadas foram a Área Total Construída – ATC e Área de Venda – AV, conforme Tabela 4.

Tabela 4: Modelos matemáticos utilizados para a previsão de viagens

| | | Modelos G. V. | R ² | Fórmulas | Unidades | Viagens |
|--------------|----|-----------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|---------|
| Sem desconto | 01 | ITE (dia útil) | 0,54 | $\ln(Y)=1,35\ln(ATC)+2,11$ | ATC [1000pes ²] | 6082 |
| | 02 | ITE (Sábado) | 0,55 | $\ln(Y)=1,45\ln(ATC)+1,74$ | ATC [1000pes ²] | 6851 |
| | 03 | ITE (Domingo) | 0,63 | $\ln(Y)=1,74\ln(ATC)+0,09$ | ATC [1000pes ²] | 5435 |
| | 04 | ITE (Tarde d. útil) | 0,52 | $\ln(Y)=0,61\ln(ATC)+3,95$ | ATC [1000pes ²] | 1026 |
| | 05 | CET (Hora-Pico) | - | $Vv=(0,4*ACo+600)*Ph$ | AV [m ²] | 221 |
| | 06 | Freitas&Raia (dia útil) | 0,859 | $Y=0,632ATC-1635$ | ATC [m ²] | 6188 |
| | 07 | Freitas&Raia (dia útil) | 0,958 | $Y=0,364X+49,4DM-1658$ | ATC[m ²] e DM[hab/ha] | 6867 |
| | 08 | ITE (Tarde Sábado) | 0,56 | $Y=6,91*X+295,03$ | ATC [1000pes ²] | 1215 |
| C. Desconto. | 09 | Galarraga (H.Pico dia.útil) | 0,71 | $\ln(Y)=1,0681\ln(AV)-3,001$ | AV [m ²] | 267 |
| | 10 | Galarraga (H.Pico Sab.) | 0,71 | $\ln(Y)=1,0799\ln(AV)-2,75$ | AV [m ²] | 377 |
| | 11 | ITE (Tarde d. útil) | 0,93 | $\ln(Y)=0,90\ln(ATC)+2,59$ | ATC [1000pes ²] | 1088 |
| | 12 | CET (Hora-Pico) | - | $Vv=(0,4*ACo+600)*Ph$ | AV [m ²] | 184 |

ITE = Intitute of Transportation Enginners/CET= Companhia de engenharia de Tráfego/DM= Densidade demográfica dentro da área de influência primária (hab/ha)/Vv= Estimação da quantidade média de veículos atraídos pelo PGV na hora-pico/Ph = coeficiente de porcentagem correspondente à hora de pico (tabela CET)/Foram usados dois índices 0,12 e 0,10. ATC=Área total construída

Fonte: ORGANIZADO PELO AUTOR, 2020

Ainda no processo de estudo de geração de viagem foi organizada uma matriz de Origem e Destino (O/D), com base nos estudos de Souza (2019), para visualizar de onde os fluxos partiam e para onde eles iam (De/Para) e, dessa forma, dar subsídios à etapa posterior, as simulações de tráfego.

3.6. Simulações de tráfego

Para a realização das simulações de tráfego utilizou-se o *software* SUMO (2020) - *Simulation of urban*

Mobility, que é um *software* gratuito usado para simular e testar uma modificação viária antes dela ser implantada. Ele se constitui de um conjunto de simulação de tráfego disponível desde 2001, que permite modelagem de sistemas de tráfego intermodal, incluindo veículos rodoviários, transportes públicos e pedestres. Como todo *software* de simulação, há necessidade que ele seja alimentado corretamente para garantir bons resultados.

Assim, durante as simulações de

tráfego, foram utilizados alguns parâmetros básicos para alimentação do programa, entre eles, o tempo de permanência no estacionamento, visto em Portugal e Goldner (2003) e o número de viagens atraídas na hora-pico, de acordo com os modelos apresentados em CET (1983) de 184 viagens hora-pico, conforme mostrado anteriormente. Embora, tenha sido utilizado outros índices mais recentes nas simulações, optou-se por considerar somente esse índice, por ser considerado um número mais apropriado ao porte da cidade e do empreendimento considerados neste estudo.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Este tópico contempla os resultados das simulações de tráfego referentes à fase de operação do empreendimento, considerando a geração de viagens, o trânsito e os transportes. Neste estudo, considerou-se que os outros impactos referentes à fase de implantação, sendo eles, os ambientais, morfológicos e de infraestrutura, já foram considerados e mitigados no EIV realizado por Souza (2019).

Para a simulação ser condizente com a realidade, necessitou-se do fluxo de dois períodos antes do horário de pico, sendo das 15:00 às 16:00 e das 16:00 às 17:00. Assim, por meio de um cálculo de proporção relativo à contagem volumétrica e os 184 veículos como sendo as viagens geradas pelo supermercado, resultaram-se nos fluxos proporcionais para os dois horários anteriores. Assim, como resultados deste trabalho, apresenta-se neste tópico, as simulações de tráfego, suas análises e as possíveis medidas de melhorias a serem adotadas na minimização

dos possíveis impactos de trânsito. Essas simulações foram organizadas em diversos cenários, sendo que, no primeiro cenário, realizou-se uma simulação da situação atual da via, com a finalidade de verificar sua operacionalização atual e, assim, calibrar o sistema. Posteriormente, foram elaborados os outros cenários contendo as melhorias sugeridas, conforme abaixo:

a) Cenário 1 – Via atual: Por meio das análises da simulação da via atual, verificou-se que há certa fluidez no trânsito, coincidindo com os parâmetros de nível de serviço apresentados anteriormente. Essa simulação pode ser visualizada em: <https://youtu.be/2q7M0LmTITs>.

b) Cenário 2 – Mão inglesa e mão dupla na Rua Noêmia Quaresma: As principais sugestões desse cenário foram, o fechamento do canteiro central em frente ao clube da Mantiqueira, com o intuito de diminuir os pontos de conflitos, a implantação de mão inglesa nos cruzamentos da Av. Durval Nicolau com rua José Martins Amorin e com Antônio C. Farnetani. Essa simulação pode ser visualizada no link: (https://www.youtube.com/watch?v=5x8vNV511_8).

c) Cenário 3 - Mão inglesa e mão única na Rua Noêmia Quaresma: Nessa simulação optou-se por colocar mão única na Rua Noêmia Quaresma com a finalidade de observar o comportamento do tráfego. Assim, diante da impossibilidade de manter a Rua Noêmia Quaresma com Mão dupla, tem-se essa opção de melhoria. No entanto, por meio das simulações, observou-se que o fato inverter a mão dessa rua, não traz grandes benefícios ao tráfego local, portanto, recomenda-se deixá-la com mão dupla, conforme ela é operada atualmente. Essa simulação

pode ser vista em: (<https://youtu.be/ILXKgITKLI8>).

d) Cenário 4 – Sem mão inglesa e mão dupla na Rua Noêmia Quaresma:

Essa simulação foi realizada, porque, caso não haja possibilidade de implantar mão inglesa, principalmente, por causa dos raios de giro, tem-se essa opção de melhoria. Essa simulação é a mesma da anterior, exceto, no que diz respeito à mão inglesa. Observou-se que sem a presença da mão inglesa, o trânsito torna-se mais lento e congestionado. Mas, ainda assim, não se observa grandes formações de filas, pois o fato de fechar o canteiro central em frente ao empreendimento, já garante uma boa redução dos conflitos. Para visualização desta simulação basta clicar no link: (<https://youtu.be/537XAA2a8c4>).

4.1. Possíveis medidas a serem adotadas

Após as análises das simulações mostradas na etapa anterior, foram propostas as seguintes sugestões de melhorias:

- 1-Mudança do canteiro central do cruzamento da Av. Dr. Durval Nicolau com a rua Antônio C. Farnetani para facilitar a conversão na mão inglesa;
- 2-Proibição do retorno da Av. Dr. Durval Nicolau na altura do cruzamento da Av. Dr. Durval Nicolau e Rua Orlando Fracari;
- 3-Deslocamento do redutor de velocidade em frente ao clube para antes do cruzamento da Av. Durval Nicolau e Rua Orlando Fracari;
- 4-Fechamento do canteiro central em frente ao clube da Mantiqueira;
- 5- Implantar ponto de ônibus com abrigo próximo ao empreendimento no terreno vizinho do lado direito do empreendimento;

6- Implantar uma faixa elevada e três faixas de pedestre nas proximidades do empreendimento para facilitar a acessibilidade;

7- Replanejar a sinalização vertical e horizontal na área em função das novas melhorias;

8-Fazer uma melhoria com o aproveitamento do canteiro que há em frente ao empreendimento;

9-Implantar mão inglesa (em dois cruzamentos), sendo eles, os cruzamentos da Av. Dr. Durval Nicolau com Rua Antônio C. Farnetani e com rua José Martins Amorin para diminuir os pontos de conflitos.

4.2. Tomadas de decisões

De acordo com a análise das simulações de tráfego, do relatório contendo as sugestões de melhorias, de reuniões com os membros da Comissão Técnica de Planejamento Urbano e Ambiental – CTPUrbam de São João da Boa Vista, tomaram-se as seguintes decisões em relação à implantação do empreendimento em questão:

- 1 -Faixa de pedestre proposta de frente ao empreendimento deve ser relocada para próximo ao cruzamento da Av. Durval com a Rua Orlando Fracari;
- 2- Para que seja adotada a mão inglesa conforme propostas nas simulações do Estudo devem ser adequados os canteiros centrais da Av. Dr. Durval Nicolau;
- 3- Na Rua Noêmia Quaresma deve ser mantida a mão dupla;
- d) As mudanças no canteiro central nas proximidades da Entrada do Clube Mantiqueira devem seguir o proposto no estudo (fechar o canteiro);
- 4- Os veículos que estão saindo do empreendimento devem ser direcionados para o próximo retorno

na Av. Durval, evitando o conflito no entroncamento com a Rua Orlando Fracari;

5- A proposta de instalar redutor de velocidade na Av. Durval Nicolau na faixa sentido Bairro-Centro antes da Rua Orlando Fracari foi aprovada, essa deve ser executada em formato de lombo-faixa considerando o grande fluxo de pedestre nessa região;

6- Ponto de ônibus coberto deve ser instalado na Avenida Durval Nicolau, quadra antes do empreendimento;

7- Os caminhões para carga e descarga deverão ter comprimento máximo de 14 metros e capacidade máxima de carga de 14 toneladas (Caminhão Truck), sendo vedada a circulação de veículos maiores, dadas as características residenciais do entorno;

8- Os retornos da Avenida Dr. Durval Nicolau próximos a Rua Antônio C. Farnetani e Rua José Martins Amorin devem ser realocados, com novos traçados e geometrias para atender a proposta de retorno em mão inglesa;

9- Todas as adequações devem ser executadas pelo empreendedor com garantia de qualidade dos serviços conforme padrões adotados pelo Departamento de Gestão e Planejamento - DGP.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho, por meio de sua proposta, conseguiu entregar um estudo baseado em simulações de tráfego, em análises de geração de viagens e em variáveis socioespaciais, dando subsídios ao processo de tomada de decisão e ao gerenciamento de tráfego, relacionados com a implantação de um novo PGV em São João da Boa Vista-SP, Brasil. Por meio deste relatório, foi possível decidir

a respeito das obras de melhorias viárias necessárias para minimização dos impactos de trânsito futuros. A implantação de um novo PGV pode gerar impactos negativos no trânsito, trazendo conflitos no sistema viário no qual ele se localiza. Por isso, estudo como este, pode auxiliar o planejador tomar decisões mais apropriadas e mais econômicas para cada situação.

Dessa forma, este trabalho conclui-se que, para que ocorra um melhor gerenciamento dos impactos de tráfego, devidos à implantação de novos PGVs, é importante que as análises de tráfego, ocorram conjuntamente com as decisões a respeito do projeto arquitetônico e os Estudos de Impacto de Vizinhança - EIVs, facilitando, os processos decisórios e o gerenciamento do tráfego futuro. No entanto, mesmo que este estudo tenha sido solicitado após a aprovação do projeto arquitetônico e o andamento do EIV, ele foi de extrema importância para os gerenciadores avaliarem os impactos futuros relativos ao trânsito e transportes, colaborando assim, com a tomada de decisão relacionada ao Supermercado Consentine de São J. da B. Vista.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os envolvidos neste trabalho, em especial, a Comissão Técnica de Planejamento Urbano e Ambiental – CTPURBAM da Prefeitura Municipal de São João da Boa Vista-SP.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADH-ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/>. Acessado em 28 de abril de 2020.

- CET - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO DE SÃO PAULO (1983) Polos Geradores de Tráfego. Boletim Técnico no 32. Prefeitura de São Paulo.
- DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito (2001) Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de tráfego. Brasília: DENATRAN/FGV.
- DER - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA DIRETORIA DE ESTUDOS E PROJETOS. Manual para Cálculo da Capacidade de Interseções sem Semáforo. Santa Catarina. 2000. 37 pg.
- FREITAS, G, RAIJA JR, A. A. Metodologia de delimitação de área de influência para supermercados com uso de geoprocessamento. In: ANPET – Congresso de pesquisa e ensino em transportes – Belo Horizonte – MG, 2011.
- GALARRAGA, J.; HERZ, M; ALBRIEU, L.; DEPIANTE, V, E; PASTOR, G. Características de los Viajes en Hipermercados de la Ciudad de Córdoba – Argentina. XIV CLATPU Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbanismo. Rio de Janeiro, 2007.
- GONTIJO, G. A. DA S. Modelos e taxas de atração de viagens para PGVs - Hospitais públicos localizados em cidades de médio porte do interior do estado de São Paulo. 2012. 220 f. Tese (Dout. em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Classificação Nacional das Atividades Econômicas, 2002. Disponível em <<https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-atividades-economicas.html>>. Acessado em 28 de abril de 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. IBGE- cidades. Panorama do Município de SBV. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-joao-da-boa-vista/panorama>>. Acessado em 28 de abril de 2020.
- PORTUGAL, L. da S., GOLDNER. L. G. **Estudo de Polos Geradores de Tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes.** Ed. Edgard Blucher: São Paulo, Ltda. 1º edição, 2003.
- PORTUGAL, **Polos Geradores de Viagens orientados à qualidade de vida e ambiental: modelo e taxas de geração de viagens.** Org. Licínio da Silva Portugal. Rio de Janeiro: interciência, 2012.
- PM-SJBV. Lei complementar nº 4.516, de 20 de agosto de 2.019. Plano Diretor, SJBV, SP. 2019.
- SILVA, L. R. Metodologia de delimitação da área de influência dos pólos geradores de viagens para estudos de Geração de Viagens – Um estudo de caso nos Supermercados e Hipermercados. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, DF, 171 p, 2006.
- SOUZA, L.A.de. Estudo de impacto de vizinhança - EIV - Supermercado. São João da Boa Vista-SP, 2019. Disponível em <<https://saojoao.sp.gov.br/departamentos/gestao-e-planejamento-urbano/estudo-e-relatorio-de-impacto-de-vizinhanca>>. Acessado em 28 de

abril de 2020.

SUMO. Simulation of Urban Mobility. Disponível em < <http://sumo.dlr.de/index.html>>. Acesso em 20 de abril

de 2020.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB. Highway Capacity Manual. TRB, National, Research Council, Washington, D.C., 2000.