



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO

**FATORES QUE AFETAM O TRANSPORTE URBANO DE CARGA:
UMA PROPOSTA DE BANCO DE DADOS**

Discente: Ana Carolina Falkembach Prieto

Orientador: José Geraldo Vidal Vieira

Sorocaba

2021

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um banco de dados que sirva de suporte para que os stakeholders, que participam no transporte de carga urbana, possam analisar os principais fatores que podem afetar o transporte de sua carga. Considerando o crescimento dos centros urbanos e, conseqüentemente, da demanda por mercadoria é possível identificar 4 principais grupos de fatores que afetam a mobilidade urbana, sendo eles: logísticos, regulatórios, ambientais, e de risco. O banco de dados é elaborado para a Região Metropolitana de São Paulo. Seu desenvolvimento é dividido em quatro etapas: a análise de requisitos identifica as principais informações que irão compor o banco de dados; o modelo conceitual é implementado por meio do Diagrama Entidade-Relacionamento; o modelo lógico define como o banco de dados será implementado em um sistema de gerenciamento de banco de dados; e, o modelo físico é implementado em linguagem SQL. O banco de dados permite cadastrar dados referentes aos fatores e, com isso, permite que sejam extraídas informações, por meio de consultas, através de uma única base. A partir das informações é possível que os agentes se antecipem aos fatores, reduzindo os imprevistos encontrados e aumentando sua eficiência e confiabilidade.

Palavras-chaves: banco de dados; transporte urbano de carga; stakeholders.

ABSTRACT

This work aims to develop a database to support stakeholders who participate in urban freight transport to analyze the main factors that can affect the transport of their cargo. Considering the growth of urban centers and, consequently, the demand for goods, it is possible to identify 4 main groups of factors that affect urban mobility: logistical, regulatory, environmental, and risky. The database is designed for the São Paulo Metropolitan Region. Its methodology is divided into four stages: the Requirements Analysis identifies the main information that will make up the database; the Conceptual Model is implemented through an Entity-Relationship Model; the Logical Model defines how the database will be implemented in a database management system; and, the Physical Model is implemented in SQL language. The database makes it possible to register data referring to the factors and, therefore, allows information to be extracted, through queries, through a single database. Based on the database information, it is possible for agents to anticipate factors, reducing unforeseen events and increasing their efficiency and reliability.

Keywords: database; urban freight transport; database; stakeholders.

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais a demanda por entregas dos mais diversos produtos aumenta nas regiões urbanas. Segundo De Oliveira *et al.* (2018), nos últimos anos houve um grande aumento populacional nas áreas urbanas e, conseqüentemente, a mobilidade urbana se tornou um desafio. Uma vez que quanto maior o número de habitantes em uma região, maior será a demanda e mais viagens e veículos serão necessários para que todas sejam atendidas.

No entanto, de acordo com Dias *et al.* (2018), o transporte de carga muitas vezes não é tratado pelas autoridades como uma questão urgente, o que impacta diretamente sua eficiência. Com o intuito de melhorar o funcionamento do sistema de transporte é necessário que, primeiramente, as autoridades identifiquem as demandas dos remetentes, transportadores e destinatários e depois definam quais medidas devem ser adotadas a fim de aumentar eficiência e sustentabilidade (Dias *et al.*, 2020). Taniguchi *et al.* (2012) defendem que é necessário que as medidas que serão implementadas, como sistemas cooperativos de entrega, centros de consolidação urbana, entrega fora do horário de pico, controle de acesso, tarifação de estradas e controle de acesso, sejam estudadas antes da sua implementação real a fim de analisar os reais impactos.

Esta complexidade do transporte urbano de carga congrega uma diversidade de fatores que podem afetar o transporte de mercadorias nas regiões urbanas, sendo eles divididos em quatro grupos: logísticos, regulatórios, ambientais e de risco (Vieira, Carvalho & Yoshizaki, 2016). Os fatores logísticos estão diretamente relacionados às características do veículo utilizado, como seu tamanho e capacidade, e também à viagem, tempo para carga e descarga e o uso de roteirização (Anand *et al.*, 2012; Browne *et al.*; 2005). Os fatores regulatórios envolvem as restrições e a infraestrutura dos centros urbanos (Dias *et al.*, 2018). Os fatores ambientais e de risco representam as externalidades causadas pelo transporte urbano de carga, desde as emissões e ruídos provenientes dos veículos até as ocorrências de roubo de carga, acidentes e congestionamento (Ewbank *et al.*, 2020).

No entanto, estes fatores agregam um grande volume de informações dispersas em várias bases de dados, às vezes de difícil acesso ou com acesso a dados brutos (sem mineração, diferentes tipos, sem formatação). Um modelo de banco de dados relacional pode criar um relacionamento lógico entre os dados sobre os quais se deseja guardar as informações (Heuser, 1998), além de reunir os dados de fatores que afetam o transporte de carga urbana. O banco de dados pode permitir não somente guardar os dados em uma única base, com acesso por meio de uma linguagem única, mas também permitir fazer consultas e gerar informações relevantes para os stakeholders (embarcadores, transportadores, varejistas, residentes, gestores públicos) (Ballantyne *et al.*, 2013).

O presente trabalho tem por objetivo preencher esta lacuna existente na literatura; ou seja, desenvolver um banco de dados que sirva de suporte para que os stakeholders, que participam no transporte de carga urbana, para possam analisar os principais fatores que podem afetar o transporte de sua carga. O trabalho é de cunho prático e contribui no sentido de permitir que informações a respeito do transporte urbano de carga possa ser extraída através de uma base de dados única e que permita obter análises por meio do cruzamento dos dados. Através da análise das restrições, por exemplo, é possível determinar com maior precisão o período em que as entregas irão ocorrer, aumentando a confiabilidade das viagens. Portanto, o intuito do banco de dados é disponibilizar aos usuários informações sobre as condições que podem ser enfrentadas de acordo com o horário, carga e região da cidade que o veículo irá circular, entre outros. A partir dessas informações é possível que os agentes se antecipem a esses fatores, reduzindo os imprevistos encontrados e aumentando sua eficiência e confiabilidade.

Visto que cada grupo de stakeholders possui necessidades diferentes em relação ao transporte de carga urbana, o banco de dados pode ser utilizado de maneira distinta por cada um dos grupos a fim de atender a seus interesses. Os remetentes e transportadores possuem alguns objetivos semelhantes. Ambos têm como principal preocupação a segurança de sua carga e eficiência de sua entrega (Vieira *et al.*, 2015). Sendo assim, o banco de dados pode ser utilizado por tais stakeholders a fim de identificar vias que possuem restrições e, dessa forma, evitar horários restritos e utilizar veículos adequados para o transporte das mercadorias. Além disso, podem identificar quais regiões apresentam maior ocorrência de furtos de carga e evitar essas regiões nos horários em que o número de ocorrências é maior. Remetentes e transportadores podem planejar sua viagem com maior segurança e produtividade. Para os destinatários, o principal ponto que deve ser atendido é a entrega dos produtos na data e horário determinados. A maior preocupação para os residentes é em relação à qualidade de vida nos centros urbanos e às externalidades geradas pelo transporte de carga (Bontempo *et al.*, 2014). Sendo assim, o banco de dados pode servir para analisar as regiões em que há maior índice de ocorrências de acidentes e congestionamento. Dessa forma, é possível evitar tais localidades em horários de pico e, conseqüentemente, diminuir o tempo despendido no trânsito. As autoridades podem identificar formas de desenvolver os centros urbanos. Por meio de informações acerca das externalidades é possível verificar a necessidade de elaboração de novas políticas para a mobilidade urbana, como a definição ou exclusão de restrições. Além do mais, por meio de informações sobre a

infraestrutura das vias dos municípios, as autoridades podem determinar locais que necessitam de reparos.

Para atingir esse objetivo o trabalho está estruturado em 5 seções. Seção 1 é a seção introdutória. Seção 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre os fatores que influenciam a entrega de carga urbana e sobre compartilhamento de dados entre os stakeholders na entrega de carga urbana. Na Seção 3 será apresentada a metodologia. Seção 4 os resultados e discussões e a Seção 5 com as conclusões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fatores que influenciam a entrega de carga urbana

O transporte de carga urbana de mercadorias está associado a diversos tipos de veículo que podem ser de diferentes tamanhos e idades. Na Região Metropolitana de São Paulo (SPMR) o transporte urbano de mercadorias é baseado no uso de caminhões, veículos leves, como vans e furgões, e motocicletas (Ewbank *et al.*, 2020). O uso de veículos menores tem sido cada vez maior e necessários devido ao conjunto de regulamentações existentes, que impedem ou limitam o tráfego de veículos grandes (Dias *et al.*, 2018). Apesar de permitirem o acesso às áreas adensadas, o uso de veículos menores contribui para o congestionamento do tráfego, uma vez que para atender toda a demanda das áreas urbanas é preciso um grande número de veículos leves (Ewbank *et al.*, 2020).

As atividades relacionadas ao transporte de carga urbana envolvem desde a operação de coleta das mercadorias até sua entrega aos destinatários nos centros urbanos (De Oliveira *et al.*, 2018). Levando em consideração o crescente aumento dos centros urbanos, o número de viagens e veículos utilizados para suprir a demanda do transporte de mercadoria vem crescendo cada vez mais. Nesse contexto é possível identificar uma série de fatores que afetam a mobilidade urbana. Vieira, Carvalho & Yoshizaki (2016) dividem os fatores que influenciam na distribuição de carga urbana em 4 grupos distintos, sendo eles: (1) logísticos, (2) regulatórios, (3) ambientais, e (4) de risco.

- **Logísticos**

São considerados fatores logísticos aqueles relacionados aos veículos e sua utilização, além de fatores relacionados às viagens, como: número de viagens, duração e distância percorrida. O percentual de utilização da capacidade do veículo é um fator importante para a otimização das viagens e tem impacto direto na mobilidade urbana e no meio ambiente. Segundo Allen *et al.* (2012), ao maximizar o fator de carga dos veículos utilizados é possível atender mais clientes em menos viagens, diminuindo também o número de veículos na estrada, o que reduz os conflitos entre os veículos de carga urbana e outros usuários das rodovias e traz maior segurança aos pedestres. De acordo com Moreira (2012), o aumento do número de entregas com baixa utilização do veículo, apesar de trazer bons resultados em termos de eficiência, é um problema do ponto de vista de congestionamento e ambiental. Atualmente a preocupação com o meio ambiente é uma preocupação e é cobrado pela sociedade de modo que isso gera um problema a ser resolvido.

O tamanho dos veículos utilizados para as entregas pode variar de acordo com as necessidades. É interessante notar que os estabelecimentos como grandes supermercados geralmente optam por utilizar veículos grandes e cheios e assim reduzir o número de viagens (Browne *et al.*, 2005). Já os pequenos varejistas são responsáveis por uma maior movimentação de veículos de menor porte, uma vez que costumam receber mercadoria com maior frequência e em menor quantidade (Cherrett *et al.*, 2012). Os pequenos varejistas causam um impacto significativo no trânsito, uma vez que optam por pequenas e múltiplas entregas, o que aumenta o uso dos estacionamentos e tempos de carga e descarga (Browne *et al.*, 2005).

O tempo despendido em atividades de carga e descarga aumenta quando não há locais adequados para tal função, pois faz com que seja necessário estacionar nas vias causando perturbações aos demais usuários (Allen *et al.*, 2000). Oliveira e Oliveira (2016) afirmam que um problema recorrente em diversas cidades brasileiras é a ocupação irregular das vagas destinadas a carga e descarga. No entanto, com o intuito de diminuir o tempo gasto nas atividades de transporte, os agentes envolvidos no processo de entrega vem incluindo, cada vez mais, entregas fora do período de trânsito em seus roteiros. No Brasil essa alternativa é utilizada principalmente nas cidades maiores onde o trânsito durante o dia é mais intenso (Dias *et al.*, 2020), a fim de reduzir os custos operacionais e buscar um aumento na eficiência das entregas (Furquim *et al.*, 2020).

Neste sentido, as entregas noturnas são benéficas em diversos aspectos tais quais: melhora nos congestionamentos, diminuição no tempo das viagens e no tempo de procura por locais de carga e descarga; redução na emissão de poluentes e diminuição no risco de acidentes (Dias *et al.*, 2018).

Outra alternativa para otimização das atividades de transporte de carga urbana é a roteirização dos veículos, considerando fatores como congestionamento e disponibilidade de locais de carga e descarga (Russo e Comi, 2010). A elaboração de uma roteirização eficiente pode reduzir as distâncias percorridas e evitar locais de trânsito intenso em determinados horários e, conseqüentemente, reduzir a emissão de poluentes e congestionamento (Anand *et al.*, 2012). Para facilitar o fluxo de veículos, a localização dos centros de distribuição urbanos (CDU) alternou-se das regiões centrais para a periferia, onde as ligações rodoviárias e aeroportuárias são mais disponíveis (Rodrigue, 2004).

- **Regulatórios**

Com a intenção de melhorar a circulação de pedestres nas cidades e melhorar a circulação de veículos nas áreas centrais das cidades, as autoridades optaram por definir restrições à circulação de determinados tipos de veículos. Segundo Russo e Comi (2010), as regulamentações mais comumente aplicadas a fim de reduzir o congestionamento e a poluição se referem à implementação de restrições que busquem controlar o trânsito de veículos em determinadas vias.

As restrições geralmente se aplicam aos centros da cidade, horários de pico e para veículos maiores (Bontempo *et al.*, 2014). A implementação de políticas de restrição à circulação de veículos é uma prática comum nas cidades brasileiras, sendo as soluções mais adotadas as de limitação de tempo de circulação dos veículos e limitação de áreas de circulação (Dias *et al.*, 2018). As janelas de tempo de acesso são definidas com o intuito de evitar que os veículos de carga acessem as áreas congestionadas durante o horário de pico. Essa medida afeta os agentes envolvidos pois faz com que haja um aumento nos prazos de entrega, mas, em comparação, aumenta a confiabilidade pois sabe-se durante qual período as entregas irão ocorrer (Muñuzuri *et al.*, 2005). As restrições de janelas de tempo influenciam os consumidores, pois podem afetar o horário de abertura das lojas e os expedidores e transportadores pois precisam encaixar suas

atividades dentro desse período (Russo e Comi, 2010). Outra restrição é a de limite de peso e tamanho, que faz com que os operadores necessitam de veículos adequados para a circulação. Essas medidas podem causar um aumento no número de veículos circulando nos centros urbanos, uma vez que para atender a demanda será necessária uma maior quantidade de veículos leves (Vieira *et al.*, 2015).

Embora essas medidas sejam mais fáceis de implementar, elas podem afetar o desempenho logístico dos transportadores de carga (Vieira *et al.*, 2015). Como alternativa, algumas cidades adotam a precificação das vias, no sentido de regularizar o tráfego em determinados locais por meio da cobrança dos veículos de acordo com sua categoria. No entanto, essa medida influencia o custo do transporte e, conseqüentemente, o custo dos produtos (Russo e Comi, 2010).

Para alcançar a sustentabilidade e reduzir congestionamentos é necessário definir uma política de planejamento urbano que atenda às demandas dos transportes de carga urbana e as necessidades do local em que estão inseridos (Dias *et al.*, 2020). As políticas de planejamento urbano devem ter como principal objetivo adotar medidas que procurem manter os padrões de habitabilidade dos centros urbanos e o bom funcionamento das cidades através de medidas que otimizem o transporte urbano de passageiros e de carga, além de reduzir a emissão de poluentes (Gatta e Marcucci, 2014).

No Brasil, as cidades adotam medidas, como restrições, sem levar em consideração as reais necessidades do local, o que contribui para que os planos de mobilidade aplicados não sejam eficientes (Dias *et al.*, 2018).

O uso excessivo das ruas pode causar defeitos de pavimentação e, até mesmo, a falta de sinalização de trânsito e, conseqüentemente, causar acidentes (Furquim *et al.*, 2020). Segundo Dias *et al.* (2018), alterações na infraestrutura da área urbana são mais difíceis e onerosas, por essa razão são adotadas soluções que otimizem sua eficiência sem que sejam necessárias grandes mudanças. Nas cidades brasileiras é comum esse tipo de solução, sendo as mais utilizadas: sinalização nas vias, faixas exclusivas para transporte, vagas para carga e descarga.

A implementação de corredores, exclusivos para veículos de carga, tendem a oferecer melhor acessibilidade e conectividade, melhorando a mobilidade de carga (Rodríguez, 2004). Segundo Russo e Comi (2010), o benefício dos corredores é o aumento da eficiência das entregas, pois permite que os veículos trafeguem numa velocidade maior, diminuindo o tempo das viagens.

No Brasil, um dos principais problemas enfrentados pelos transportadores é a dificuldade de encontrar uma área regulamentada nas regiões centrais para carga e descarga (De Oliveira e Guerra, 2014). Iwan *et al.* (2018) dizem que a existência de locais destinados a carga e descarga contribuem para a redução dos efeitos negativos do transporte de carga urbano. Isso ocorre pois com locais adequados para este fim, é possível evitar o congestionamento causado por veículos que param em locais irregulares, além de evitar o consumo de combustível adicional e reduzir o tempo gasto procurando locais para estacionar.

- **Ambientais**

Vieira, Mendes e Suyama (2016) constataram que, no Brasil, as operadoras parecem pouco dispostas a adotar práticas sustentáveis. O sistema de transporte ainda é composto, em sua maioria, por veículos movidos a combustíveis fósseis que geram grande impacto nos poluentes devido a emissão de gases pela frota (Ewbank *et al.*, 2020). De acordo com Cravioto *et al.* (2013) a quantidade de viagens de carga e o congestionamento de veículos são os principais fatores que contribuem para a emissão de poluentes.

No cenário brasileiro o transporte de carga é realizado majoritariamente por caminhões, sendo o uso de veículos alternativos praticamente inexplorados (Dias *et al.*, 2020). Embora existam veículos de entrega alternativos, híbridos, elétricos ou a gás natural, a grande maioria dos veículos utilizados continua sendo a diesel ou gasolina devido a um custo inicial e operacional mais elevado, falta de experiência em manutenção e falta de postos de abastecimento para veículos alternativos (Giuliano *et al.*, 2013).

As emissões dos caminhões são a externalidade mais visível na maioria das cidades, porém outro problema ambiental enfrentado são os ruídos causados pelas atividades dos caminhões, em especial em locais próximos aos corredores ou centros urbanos (Giuliano *et al.*, 2013). Para

amenizar essa questão são estabelecidos níveis máximos de ruído de acordo com as zonas pela legislação nacional e local (Gonzalez e Morana, 2010).

Outro fator percebido é o visual, De Vasconcellos (2005) afirma que devido a intensificação da expansão logística, a ocupação de terrenos na periferia das cidades pode causar este incômodo. Uma vez que, a alteração do local dos CDUs para a periferia, impacta a paisagem ecológica da região (Rao *et al.*, 2015).

- **Risco**

Os congestionamentos, acidentes de trânsito, além do uso de combustíveis fósseis e emissão de poluentes causados pelo transporte de carga, contribuem para a diminuição da habitabilidade dos centros urbanos (Ewbank *et al.*, 2020).

A grande quantidade de veículos utilizados para entregas diárias é um dos principais agravantes do congestionamento que diminui a eficiência do sistema de transporte (Yuan *et al.*, 2014). O número de viagens tem um impacto direto no congestionamento, quanto maior o número de viagens de carga, maior será o fluxo e assim maior o congestionamento (Ewbank *et al.*, 2020).

Guerin *et al.* (2021) defendem que outro fator crítico para o bem-estar dos cidadãos é o furto de carga, o qual, além de trazer um mal-estar para os habitantes, provoca um aumento no custo total do transporte devido ao custo dos seguros. O aumento na distância das viagens gera um aumento no número de áreas inseguras criadas em função do crescimento do trabalho informal nas regiões (Ewbank *et al.*, 2020). O Brasil é um dos países que apresenta o maior risco à segurança de cargas do mundo, sendo as ocorrências de furtos de carga mais comuns nas regiões periféricas (Justus *et al.*, 2012).

Os acidentes de trânsito são um grande problema de saúde pública (de Vasconcellos, 1995.). O aumento do volume de tráfego faz com que a frequência de acidentes aumente (Ferreira e Couto, 2013). Isso ocorre principalmente em áreas de alta densidade de atividades varejistas (Ewbank *et al.*, 2020). Onde a alta velocidade dos veículos, combinada com o intenso tráfego de pedestres tornam os acidentes mais prováveis (de Vasconcellos, 1995).

2.2. Compartilhamento de dados de transporte urbano de mercadoria entre os stakeholders

Ballantyne *et al.* (2013) diferem os agentes envolvidos no transporte de carga urbana em dois grupos: atores e partes interessadas. Sendo, os atores aqueles que influenciam o sistema de transporte diretamente por meio de operações ou regulamentações e a parte interessada são todos os que têm interesse no sistema de transporte urbano de carga. Pode-se dizer que todos os atores são partes interessadas, mas nem todas as partes interessadas são atores.

Os atores podem ser divididos em cinco grupos principais (Figura 1): Remetentes, Destinatários, Residentes, Transportadores e Autoridades. Segundo Carvalho *et al.* (2019), os remetentes e destinatários atuam como ponto de partida e destino para lidar com a entrega urbana de carga e o fluxo de logística reversa, a transportadora é responsável pelo transporte da carga até os destinatários e as autoridades são responsáveis por manter a área urbana atrativa e aumentar a qualidade de vida para os residentes.

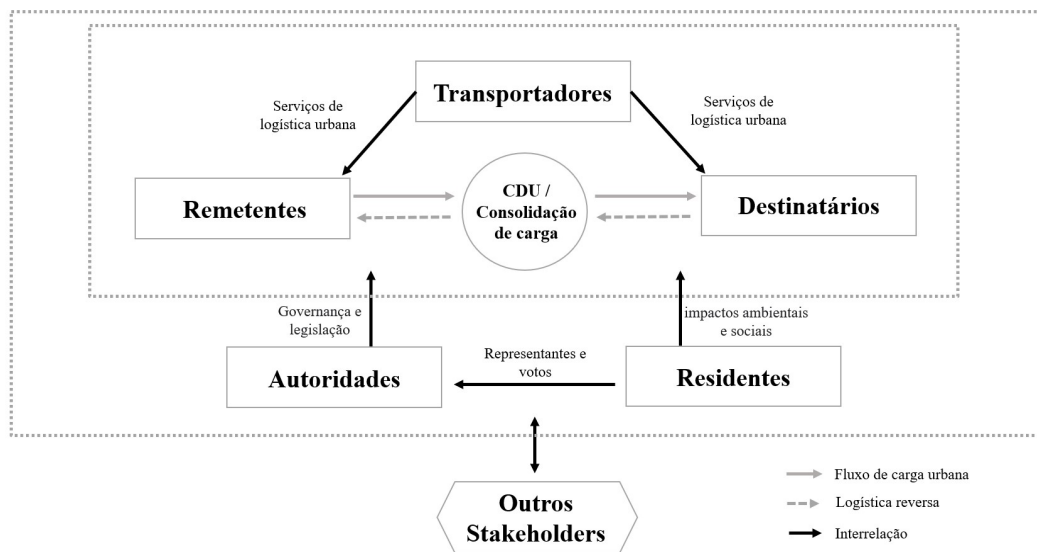


Figura 1: Agentes na entrega de carga urbana

Fonte: Adaptado de Ballantyne *et al.* (2013)

Cada um desses atores, embora tenham alguns objetivos em comum, possuem papéis diferentes no transporte de carga e, conseqüentemente, possuem necessidades específicas e conflitantes entre si, o que dificulta a elaboração de soluções que sejam efetivas para todos os grupos simultaneamente (Taniguchi *et al.*, 2012).

Em geral, os residentes e autoridades possuem interesses semelhantes (Carvalho *et al.*, 2019), por essa razão, podem formar um elo entre os remetentes, transportadoras e as autoridades locais (Quack, 2008). O envolvimento mais comum entre residentes e autoridades locais, ocorre quando o segundo grupo responde a uma reclamação feita acerca dos problemas decorrentes do transporte de mercadorias na área urbana (Ballantyne *et al.*, 2013). Segundo Bontempo *et al.* (2014) as reclamações mais recorrentes dos moradores são em relação ao trânsito, ruídos e a segurança da cidade.

A maioria dos destinatários não considera o transporte urbano um problema uma vez que seus interesses tendem a ser atendidos prioritariamente, tanto pelas transportadoras quanto pelas autoridades (Quack, 2008). É preciso lembrar que, as condições de transporte, data e hora, costumam ser definidas pelos clientes. Os remetentes coletam essas informações e passam aos transportadores. Os transportadores, por sua vez, têm contato com o cliente apenas no momento da entrega (Van Duin *et al.*, 2012). Por outro lado, nos centros de distribuição urbano (CDU) as remessas podem ser classificadas e agrupadas, o que otimiza a retirada das mercadorias pelos transportadores, aumentando a eficiência da operação e atendendo aos interesses dos remetentes e destinatários (Russo e Comi, 2010).

De acordo com Oliveira e Oliveira (2016), para as transportadoras o uso de CDU pode ser vantajoso pois acarreta numa redução das distâncias percorridas e no tempo de duração das viagens. Outra opção é a implementação de locais destinados à consolidação, que contribui para a redução da movimentação de caminhões na cidade (Dias *et al.*, 2018). Os pontos de consolidação permitem aproveitar as vantagens dos veículos de grande porte para o transporte fora da cidade e, num segundo momento, as entregas dentro da cidade podem ser realizadas em caminhões menores, minimizando as restrições devido ao tamanho e peso. Em desvantagem, podem ser necessários um número maior de veículos pequenos para transportar toda a carga necessária, o que causará um aumento no número de veículos na cidade e, conseqüentemente, aumenta o congestionamento e emissão de poluentes (Van Rooijen e Quack, 2010).

A roteirização das viagens é uma medida que diz respeito aos remetentes, transportadores e, também, às autoridades. A roteirização considera os movimentos do trânsito e busca garantir a

satisfação dos clientes por meio da redução no tempo gasto com entregas na cidade e seus impactos econômicos como, tempo buscando locais adequados para carga e descarga e congestionamento (Russo e Comi, 2010).

As reclamações dos operadores para as autoridades geralmente são relacionadas a problemas com os locais de carga e descarga, restrições, congestionamentos e roubo de carga (Vieira, Carvalho e Yoshizaki, 2016). Os transportadores consideram o congestionamento e falta de segurança os problemas mais significativos que afetam as entregas nos centros urbanos (Vieira *et al.*, 2015).

As autoridades locais geralmente tratam do transporte urbano de carga apenas por meio de regulamentações e restrições. As restrições à circulação dos veículos de carga nos centros das cidades são a principal dificuldade enfrentada pelos transportadores e operadores para a eficiência das entregas, uma vez que o uso de rotas alternativas possui um impacto direto no aumento das distâncias das viagens (Vieira *et al.*, 2015)

A colaboração e participação ativa das autoridades locais, transportadores e varejistas em discussões sobre o transporte de carga são fundamentais para sua melhoria (Furquim *et al.*, 2020). De acordo com Vieira *et al.* (2015), o principal problema para a melhoria no transporte de carga urbana se dá pois os stakeholders têm interesses distintos e tratam seus problemas separadamente, dificultando uma solução que atenda a todos.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho tem por objetivo a construção de um banco de dados que integre informações referentes aos fatores que afetam o transporte urbano de mercadorias e que sirva de auxílio para os stakeholders aumentarem a eficiência de suas atividades. Para a construção desse banco de dados a metodologia de pesquisa está organizada em 4 etapas conforme mostra a Figura 2.

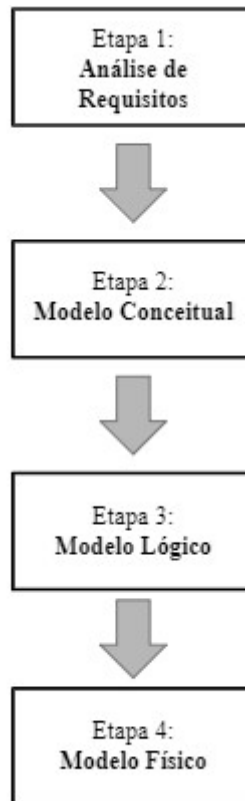


Figura 2: Etapas da metodologia
Fonte: Elaborado pelo autor

Inicialmente é realizada uma análise de requisitos (Etapa 1) a fim de identificar as necessidades dos usuários, requisitos e objetivos do banco de dados. A partir dos itens definidos na primeira etapa, é elaborado o Modelo Conceitual (Etapa 2) com as principais informações que irão compor o banco de dados. Posteriormente, o Modelo Lógico (Etapa 3), o qual implementa, em nível de sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), os requisitos definidos no Modelo Conceitual. Por fim, é realizada a modelagem física do banco de dados (Etapa 4), onde o Modelo Lógico definido na Etapa 3 é implementado em linguagem SQL. Para exemplificar o banco de dados elaborado é utilizado o Access como SGBD. No entanto, o modelo físico pode ser implementado em qualquer sistema uma vez que o modelo lógico independe da linguagem utilizada. Nos próximos tópicos, cada etapa será descrita detalhadamente.

3.1. Análise de requisitos (Etapa 1)

O objetivo do projeto é desenvolver um banco de dados que sirva de suporte para os stakeholders que participam de o transporte de carga urbana analisarem os principais fatores

que podem afetar o transporte de sua carga. Os fatores que podem influenciar o transporte urbano de carga são divididos em 4 principais grupos: logísticos, regulatórios, ambientais e de risco (Tabela 1). Os fatores logísticos estão relacionados principalmente aos veículos utilizados e ao transporte da carga nos diferentes municípios. Já os fatores regulatórios estão relacionados, principalmente, às restrições à circulação de veículos em determinadas regiões e a infraestrutura do meio urbano. Os fatores ambientais e os riscos são as externalidades geradas pelos veículos e que impactam os municípios.

Tabela 1: Resumo Fatores

Grupo	Fator	Autores
Logísticos	Capacidade dos veículos	Cherrett <i>et al.</i> (2012); Moreira (2012)
	Distância de entrega	Anand <i>et al.</i> (2012)
	Frequência de entregas	Cherrett <i>et al.</i> (2012).
	Número de viagens	Allen <i>et al.</i> (2012); Moreira (2012)
	Roteirização	Anand <i>et al.</i> (2012); Russo e Comi (2010)
	Tamanho dos veículos	Browne <i>et al.</i> (2005)
	Tempo para carga e descarga	Allen <i>et al.</i> (2000); Browne <i>et al.</i> (2005)
	Veículos Alternativos	Dias <i>et al.</i> (2020); Giuliano <i>et al.</i> (2013)
Regulatórios	Entrega noturna	Dias <i>et al.</i> (2018); Dias <i>et al.</i> (2020); Furquim et Al. (2020)
	Restrições	Bontempo <i>et al.</i> (2014); Dias <i>et al.</i> (2018); Muñuzuri <i>et al.</i> (2005); Russo & Comi (2010)
	Condições das Vias	Dias <i>et al.</i> (2018); Furquim <i>et al.</i> (2020)
	Corredores	Rodrigue (2004); Russo e Comi (2010)
	Sinalização	Dias <i>et al.</i> (2018); Furquim <i>et al.</i> (2020)
Ambientais	Emissões	Cravioto <i>et al.</i> (2013); Ewbank <i>et al.</i> (2020)

	Ruídos	Giuliano <i>et al.</i> (2013); Gonzalez e Morana (2010)
	Visual	De Vasconcellos (2005); Rao <i>et al.</i> (2015)
Risco	Acidentes de trânsito	De Vasconcellos (1995); Ewbank <i>et al.</i> (2020); Ferreira e Couto (2013)
	Roubo de carga	Ewbank <i>et al.</i> (2020); Guerin <i>et al.</i> (2021); Justus <i>et al.</i> (2012)
	Congestionamento	Ewbank <i>et al.</i> (2020); Yuan <i>et al.</i> (2014)

Fonte: elaborado pelo autor

A região metropolitana de São Paulo (RMSP) é composta por 39 municípios e é considerada a maior do país, tendo uma população de mais de 22 milhões de pessoas e uma área de 7.944km². Devido ao seu tamanho, a RMSP é responsável por cerca de 10% da frota de veículos de todo o país. Dentre as cidades que compõem a região, a cidade de São Paulo destaca-se por ser líder no destino dos fluxos de carga. Devido ao intenso fluxo de veículos que circulam nessa região são necessárias medidas e planejamento a fim de melhorar o frete nesta região.

Cada município possui características únicas que podem afetar o transporte urbano de carga. Cada fator pode variar de acordo com seu tamanho, população, quantidade de vagas destinadas para carga e descarga, se o município possui ou não PlanMobs e localização de centros de distribuição.

3.2. Modelo Conceitual (Etapa 2)

De acordo com Chen (1976), a segunda etapa para a construção do banco de dados consiste na construção de um Modelo Conceitual. O Modelo Conceitual permite a modelagem do problema descrito na Etapa 1. O Modelo Conceitual é implementado por meio do Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) (Chen, 1998) e independe do SGBD. Os componentes do DER são divididos em: entidades, relacionamentos, atributos, especialização e cardinalidades, como mostra a Figura 3.





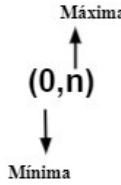
Símbolo	Conceito	Definição
	Entidade	Conjunto dos objetos sobre os quais se deseja armazenar informações no banco de dados.
	Relacionamento	Representa a associação entre duas ou mais entidades.
	Atributo	Caracteriza a ocorrência de uma entidade ou de um relacionamento. Quando o símbolo está preenchido representa um atributo identificador. O atributo identificador diferencia uma ocorrência de uma entidade (ou relacionamento de suas demais ocorrências. Pode ser composto por um ou mais atributos .
	Especialização	Permite atribuir propriedades particulares a um subconjunto das ocorrências de uma entidade genérica.
	Cardinalidade	Define a quantidade de vezes que um relacionamento entre as entidades pode ocorrer. São definidas cardinalidades máximas e mínimas para cada relacionamento. A cardinalidade máxima pode ser 1 quando o relacionamento ocorre no máximo uma vez ou n quando um relacionamento ocorre muitas vezes. Com base nas cardinalidades máximas, os relacionamentos podem ser classificados em n:n (muitos-para-muitos), 1:n (um-para-muitos) e 1:1 (um-para-um). A cardinalidade mínima é 1 quando um relacionamento está relacionado a ocorrência de uma entidade (associação obrigatória) ou 0 quando um relacionamento não está relacionado a nenhuma ocorrência da entidade (associação é opcional).

Figura 3: Componentes do Modelo Entidade-Relacionamento











Fonte: Adaptado de Heuser (1998)

3.3. Modelo Lógico (Etapa 3)

De acordo com Heuser (1998), a terceira etapa para a construção do banco de dados é o Modelo Lógico. A partir do Modelo Conceitual, o objetivo nesta etapa é definir como o banco de dados será implementado em um SGBD.

Para a elaboração do banco de dados será utilizado um SGBD relacional. Neste tipo de SGBD os dados são armazenados em forma de tabelas. Sendo assim, nessa etapa serão definidas quais as tabelas que irão compor o banco de dados. As chaves-primárias serão as colunas de atributos identificadores e os demais atributos representarão as outras colunas. As chaves estrangeiras são os mecanismos que permitem a implementação de relacionamentos em um banco de dados relacional, são compostas por valores que aparecem como chave primária em outra tabela.

De acordo com as cardinalidades, os relacionamentos podem ser implementados por meio de tabelas próprias, adição de colunas à uma tabela ou fusão de tabelas, conforme a Figura 4.

Tipo de relacionamento	Regra de implementação		
	Tabela própria	Adição coluna	Fusão tabelas
Relacionamentos 1:1			
	±	✓	×
	×	±	✓
	×	±	✓
Relacionamentos 1:n			
	±	✓	×
	±	✓	×
	×	✓	×
	×	✓	×
Relacionamentos n:n			
	✓	×	×
	✓	×	×
	✓	×	×

✓ Alternativa preferida ± Pode ser usada × Não usar

Figura 4: Implementação de relacionamentos

Fonte: Heuser (1998)

3.4. Modelo Físico

Por fim, através das tabelas definidas no Modelo Lógico pode ser realizada a implementação dos dados no banco de dados. Nesta Etapa 4, o banco de dados pode ser implementado em qualquer linguagem SQL, ou seja, podem-se utilizar diversos programas computacionais no SGBD, como por exemplo: Access, Oracle, My SQL, Open Office. O banco de dados deste trabalho será implementado em Access.

Nesta etapa é definida a estrutura do banco de dados, sendo assim, as tabelas são criadas e configuradas de acordo com o banco de dados escolhido. Por tanto, são definidos: seus índices, registros, número de campos e tamanho para cada atributo. Para isso deve-se levar em consideração as limitações do sistema utilizado. Uma vez inseridos todos os dados que irão compor o modelo, são elaboradas algumas consultas, formulários e relatórios que podem auxiliar os gestores quanto ao uso do banco de dados.

3.4.1. Coleta de dados

Para a implementação do modelo foram coletados dados para elaboração de algumas tabelas. A partir dos dados disponíveis, é possível determinar uma parte do banco de dados para ser implementada em Access a fim de exemplificar seu funcionamento.

Para a elaboração das tabelas foram utilizados dados disponíveis pelas portarias e ministério do estado e municípios. Para identificar os municípios que compõem a RMSP e informações sobre tamanho e população, foram utilizados os dados disponíveis na CETESB, além de dados do Banco de Dados Demográficos Nacional (IBGE, 2021). Os endereços foram definidos por meio de pesquisa em sites de busca (guiamais.com.br). Para os PlanMobs, a base utilizada foi o Levantamento sobre a situação dos Planos de Mobilidade Urbana (Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020). O Banco de Dados sobre frota e composição (DENATRAN, 2017), a Portaria 86 do Denatran (2006) e o banco de dados ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres foram utilizados para coleta de informações sobre os veículos. E, para as restrições, foram coletados dados disponibilizados no site da CETESP; CNT (Confederação Nacional do Transporte - 2018) e IPTC SP (2019).

4. RESULTADOS

Seguindo os passos da metodologia, dado que a **Análise de Requisitos (Etapa 1)** já foi definida (Tabela 1), os resultados serão nas demais etapas.

4.1. Modelo Conceitual (Etapa 2)

A partir da Análise de Requisitos (Etapa 1), foi possível identificar as informações referentes aos fatores que contribuem para o transporte de carga urbano necessárias para a elaboração do DER. Sendo assim, apresentam-se as entidades, os relacionamentos, os atributos e a cardinalidade do modelo conforme mostra a Figura 5.

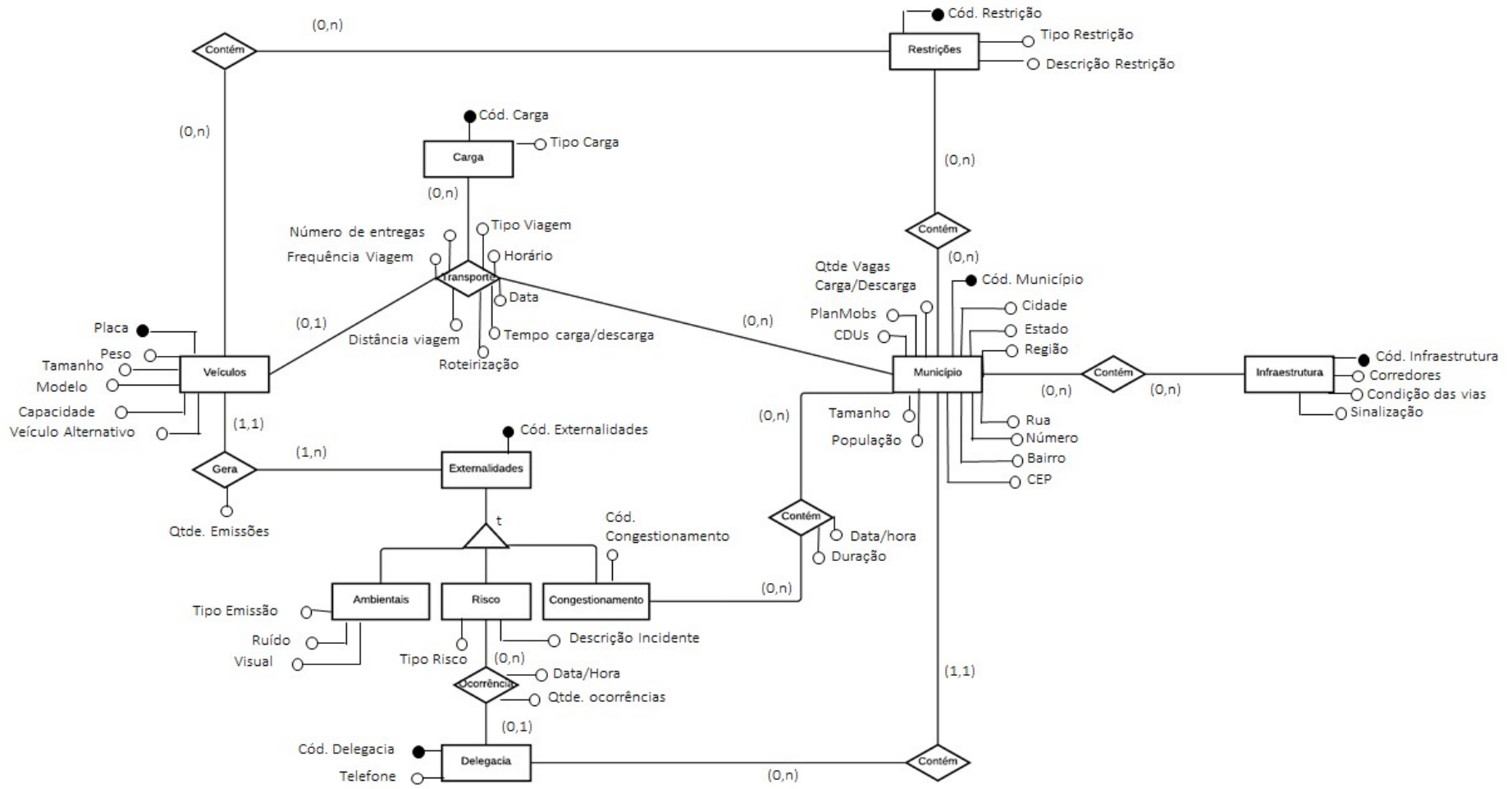


Figura 5: Diagrama Entidade-Relacionamento
 Fonte: Elaborado pelo autor

4.2. Modelo Lógico (Etapa 3)

O Modelo Lógico utiliza a transferência dos dados de um modelo mais abstrato para um modelo a nível SGBD relacional de acordo com a implementação proposta por Heuser (1998). A Tabela 2 apresenta o Modelo Lógico elaborado a partir do DER apresentado na Etapa 2, a parte destacada na Tabela 2 será implementada em Access como exemplo de Modelo Físico.

Tabela 2: Modelo Lógico

Tabela	Colunas
Veículos	<u>Placa</u> , Modelo, Tamanho, Peso, Capacidade, Veic_Alternativo
Carga	<u>Cod_Carga</u> , Tipo_Carga
Município	<u>Cod_Município</u> , Cidade, Estado, Região, Tamanho_Municip, Pop, PlanMobs
Endereço	<u>CEP</u> , <u>Cod_Município</u> , Rua, Número, Bairro, Qtde_Vagas, CDUs
Externalidade	<u>Cod_Externalidade</u> , Placa , Qtde_Emissao
Ambientais	<u>Cod_Externalidades</u> , Tipo_Emissão, Ruído, Visual
Risco	<u>Cod_Externalidades</u> , Tipo_Risco, Descrição_Incidente, <u>Cod_delegacia</u> , <u>Data_hora</u> , <u>Qtde_ocorrencias</u>
Congestionamento	<u>Cod_Externalidades</u> , <u>Cod_Congestionamento</u>
Delegacia	<u>Cod_Delegacia</u> , Telefone, CEP
Infraestrutura	<u>Cod_Infraestrutura</u> , Corredores, Cond_vias, Sinalização
Restrições	<u>Cod_Restrição</u> , Tipo_Restrição, Descrição_Restrição
Transporte	Placa , <u>Cod_Carga</u> , CEP , Tipo_Viagem, Data, Horário, Freq_Viagem, Num_Entregas, Dist_Viagem, Tempo_Carga, Roteirização
Congest_Endereço	<u>Cod_Externalidade</u> , CEP , <u>Data_Hora</u> , Duração_Cong
Infra_Endereço	CEP , <u>Cod_Infraestrutura</u>
Restrições_Endereço	CEP , <u>Cod_Restrições</u>
Veiculos_Restrições	Placa , <u>Cod_Restrições</u>

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3. Modelo Físico (Etapa 4)

Nesta Etapa 4 o banco de dados é implementado em Access. A Figura 6 apresenta o Modelo Físico elaborado em SGBD. Em destaque estão as tabelas que serão implementadas a fim de exemplificar o banco de dados proposto.

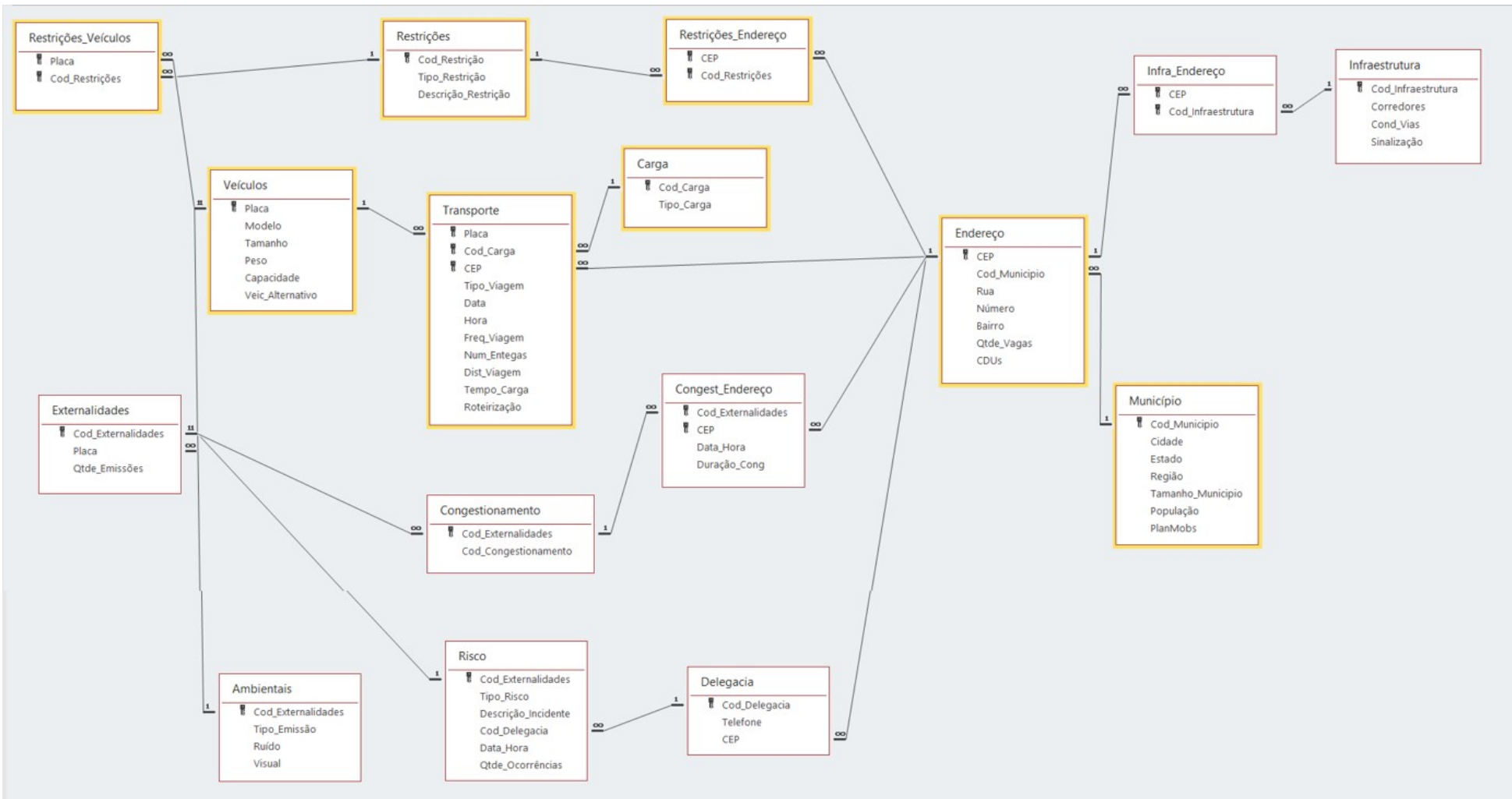


Figura 6: Modelo Físico
 Fonte: Elaborado pelo autor

A partir dos dados coletados, foram elaboradas as tabelas (Apêndice) de Carga (A1), Veículo (A2), Município (A3), Endereço (A4), Restrições (A5) e os relacionamentos existentes entre elas: Tabela Transporte (A6), Restrições_Endereços (A7) e Veículos-Restrições (A8). A partir dessas tabelas foram elaboradas consultas para verificar a funcionalidade do banco de dados.

Por meio da Consulta 1 (Tabela A9), verifica-se quais viagens contidas na Tabela Transporte possuem restrições de acordo com o local de coleta ou entrega da carga. Para uma amostra de 20 viagens, 3 delas possuem restrições. Sendo que, 1 das viagens está relacionada a duas restrições diferentes. Entre as restrições encontradas, duas delas são restrições de circulação, uma de carga e descarga e uma de rodízio. A implementação de restrições de circulação são as mais utilizadas nos municípios. Ter conhecimento acerca das restrições é importante para os operadores logísticos e remetentes pois, dessa forma, podem evitar o acesso às vias em horários restritos e utilizar veículos adequados à viagem. Além disso, ao definir um horário de entrega fora dos períodos restritos os remetentes aumentam a confiabilidade de seu serviço.

As Consultas 2 (Tabela A10) e 3 (Tabela A11) apresentam as restrições por municípios e quais não possuem restrições. A SPMR é composta por 39 municípios, destes 18 possuem restrições ao transporte urbano de carga. Pela Consulta 4 (Tabela A12) é possível analisar se há alguma relação entre população, PlanMobs e restrições. Em geral, constatou-se que cidades consideradas pequenas, com população inferior a 50 mil habitantes, não possuem PlanMobs e também não é comum a definição de restrições ao transporte de mercadorias. Para as cidades de tamanho médio, com população entre 50 mil e 100 mil habitantes, é possível perceber que a maioria das cidades possuem PlanMobs porém não possuem restrição aos veículos de carga urbana. Em relação às cidades de grande porte, com população superior a 100 mil habitantes, 50% das cidades possuem PlanMobs e 58% possuem restrições aos veículos de carga.

Não foi possível estabelecer uma relação direta entre os PlanMobs e o uso de restrições para o transporte de carga urbana. Apesar disso, notou-se que o uso de restrições tende a ser mais comum em cidades de maior porte. As restrições são vistas pelas autoridades locais como uma forma de melhorar a circulação de veículos nos centros urbanos e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida nessas regiões atendendo as necessidades dos residentes.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho elaborou o passo a passo para a construção de um banco de dados que evidencia os fatores que influenciam o transporte urbano de carga. Espera-se que o conteúdo do banco de dados possa vir a ser utilizado pelos diversos stakeholders que participam do transporte urbano de mercadoria de acordo com seus interesses.

Tal banco de dados pode servir de suporte para os stakeholders a fim de reduzir os possíveis imprevistos que podem ser enfrentados durante o transporte das cargas. Para os remetentes, transportadores e destinatários é importante pois aumenta a eficiência e confiabilidade do frete nos centros urbanos. Além do mais, o banco de dados pode auxiliar as autoridades a definirem projetos nos municípios a fim de melhorar a qualidade de vida dos centros urbanos, consequentemente atendendo aos interesses dos residentes das cidades.

Reconhece-se que a pesquisa é limitada uma vez que é elaborado um banco de dados relacional e não é orientado ao objeto. No entanto, o banco de dados independe do modelo físico e pode ser implementado em qualquer linguagem. Além disso o banco de dados foi elaborado para a SPMR, porém pode ser aplicado para qualquer região. Sugere-se, para trabalhos futuros, expandir a coleta de dados para as outras tabelas do modelo a fim de contemplar todos os fatores abordados. O banco de dados elaborado permite que novos fatores ou variáveis sejam incluídos no modelo de acordo com a necessidade dos usuários.

REFERÊNCIAS:

Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). RNTRC em números. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021

Allen, J.; Anderson, S.; Browne, M.; Jones, P. 2000. A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows. In: Current goods and service operations in urban areas. London University of Westminster.

Allen, J., Browne, M., Woodburn, A., Leonardi, J. 2012. The Role of Urban Consolidation Centres in Sustainable Freight Transport? Transport Reviews, v.32, n.4, p. 473-490.

Anand, N., Quak, H., Duin, R. Van e Tavasszy, L. 2012. City logistics modeling efforts: Trends and gaps – A review. Procedia – Social and Behavioral Sciences, v.39, p.102-115.

Ballantyne, E., Lindholm, M., Whiteing, A. 2013. A comparative study of urban freight transport planning: addressing stakeholder needs. Journal of Transport Geography, v.32, p. 93-101.

Bontempo, A., Cunha, B., Botter, D., Yoshizaki, H. 2014. Evaluating restrictions on the circulation of freight vehicles in Brazilian cities. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 275-283.

Browne, M. Sweet, M., Woodburn, A., Allen, J. 2005. Urban freight consolidation centres. Report for Department for Transport. London: University of Westminster. Department for Transport.

Carvalho, N., Ribeiro, P., Martos, C., Fernández, C., Vieira, J. 2019. Urban distribution centres in historical cities from the perspective of residents, retailers and carriers. *Research in Transportation Economics*. v. 77.

Carvalho, N., Ribeiro, P., Oliveira, L., Silva, J., Vieira, J. 2019. Criteria to implement UDCs in historical cities: a Brazilian case study. *European Transport*. v.72, n.1.

CETESB. Emissões Veiculares no Estado de São Paulo. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2019.

CETESB. Locais com restrição ao caminhão. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/caminhoes/locais-com-restricao-ao-caminhao.aspx>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.

Chen, P. 1976. The Entity Relationship Model—Toward a Unified View of Data, *ACM Transactions on Database Systems*. v. 1, n. 1, pp. 9–37.

Cherrett, T., Allen, J., McLeod, F., Maynard, S., Hickford, A., Browne, M. 2012. Understanding urban freight activity: key issues for freight planning. *Journal of Transport Geography*, v.24, p. 22-32.

CNT. Logística Urbana: Restrições aos Caminhões? Brasília: Confederação Nacional do Transporte, 2018.

Cravioto, J., Yamasue, E., Okumura, H., Ishihara, K., 2013. Road transport externalities in Mexico: estimates and international comparisons. *Transp. Policy* 30, p.63–76.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN. Frota de veículos. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN. Portaria 86. 2006

De Oliveira, L., Guerra, E., 2014. A diagnosis methodology for urban goods distribution: A case study in Belo Horizonte City (Brazil). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 199-211. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.1467

De Oliveira, L., Matos, B., Dablanc, L., Ribeiro, K., Isa, S., 2018. Distribuição urbana de mercadorias e planos de mobilidade de carga: oportunidades para municípios brasileiros. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

De Vasconcellos, E., 1995. Reassessing traffic accidents in developing countries. *Transport Policy* 2.4, p.263–269

De Vasconcellos, E., 2005. Transport metabolism, social diversity and equity: The case of São Paulo, Brazil. *Journal of Transport Geography* 13.4, p.329–339.

DENATRAN. Portaria 86 - Homologar os veículos e as combinações de veículos de Transporte de Carga Constantes do Anexo Desta Portaria, com seus Respectivos Limites de Comprimento, Peso Bruto Total - PBT e Peso Bruto Total Combinado - PBTC. 2006.

Dias, J., Sobanski, G., Silva, J., Oliveira, L., Vieira, J., 2018. Are Brazilian cities ready to develop an efficient urban freight mobility plan?. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.003.AO07>.

Dias, J., Vieira, J., Silva, J., Oliveira, L., 2020. Os PlanMobs têm contemplado o transporte urbano de carga?. *Revista Transportes* v. 28, n.3, p. 21-38. DOI:10.14295/transportes.v28i3.1887

Ewbank, H., Vieira, J., Fransoo, J., Ferreira, M., 2020. The impact of urban freight transport and mobility on transport externalities in the SPMR. *Transportation Research Procedia*, v. 46, p. 101–108

Furquim, T., Oliveira, R., Vieira, J., 2020. Retailers and carriers' viewpoint on Sorocaba's city logistics: a spatial analysis. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 12, e20190140. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190140>

Ferreira, S., Couto, A., 2013. Traffic flow-accidents relationship for urban intersections on the basis of the translog function. *Safety Science* v. 60, p.115–122.

Gatta, V., Marcucci, E., 2014. Urban freight transport and policy changes: Improving decision makers' awareness via an agent-specific approach. *Transport Policy*, v.36, p. 248-252.

Giuliano, G, O'Brien, T, Dablanc, L., Holliday, K. 2013. *Synthesis of Freight Research in Urban Transportation Planning*. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.

Gonzalez-Feliu, J., Morana, J., 2010. Are city logistics solutions sustainable? The Cityporto case. *Territorio Mobilità e Ambiente*. v.3, n.2, p. 55–64.

Guerin, L., Vieira, J., Oliveira, R., Oliveira, L., Vieira, H., Dablanc, L., 2021. The geography of warehouses in the São Paulo Metropolitan Region and contributing factors to this spatial distribution. *Journal of Transport Geography* 91.

HEUSER, C. A. Projeto de Banco de Dados. Porto Alegre: Sagra Luzzato, 1998. Série livros didáticos, n.4.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso: 20 de outubro, 2021.

IPTC; SETCESP. Restrições de Circulação na GRMSP - Veículos de Carga - Versão 2.0. 2019.

Iwan, S., Kijewska, K., Johansen, B., Eidhammer, O., Małeckki, K., Konicki, W., Thompson, R. 2018. Analysis of the environmental impacts of unloading bays based on cellular automata simulation. *Transportation Research Part D, Transport and Environment*, v. 61, p. 104-117.

Vieira, J., Fransoo, J., Carvalho, C., 2015. Freight distribution in megacities : perspectives of shippers, logistics service providers and carriers. *J. Transp. Geogr.* 46, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.05.007>.

Ministério do Desenvolvimento Regional. Levantamento sobre a situação dos Planos de Mobilidade Urbana. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/planejamento-da-mobilidade-urbana/levantamento-sobre-a-situacao-dos-planos-de-mobilidade-urbana>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.

Moreira, C. 2012. Metodologia para obtenção de dados e informações em logística urbana – estudo de caso da região metropolitana de Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado) em Geotecnia e Transportes, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. 134 f.

- Muñuzuri, J., Larrañeta, J., Onieva, L., Cortés, P. 2005. Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement. *Cities*, v. 22, n.1, p.15-28.
- Oliveira, G., Oliveira, L., 2016. Stakeholder's perceptions of city logistics: an exploratory study in Brazil. *Transportation Research Procedia*, 12, 339-347. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.070](http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.070).
- Quak, H. 2008. Sustainability of urban freight transport: Retail Distribution and Local Regulations in cities. Ph.D. thesis, Erasmus University, Rotterdam, The Netherlands.
- Rao, C. Goh, M., Zhao, Y., Zheng, J. 2015. Location selection of city logistics centers under sustainability. *Transportation Research Part D*, v.36, p. 29–44.
- Rodrigue, J., 2004. Freight, gateways and mega-urban regions: the logistical integration of the boswash corridor. *Tijdschrift Economische en Sociale Geografie*. v.95, n.2, p.147–161.
- Russo, F., Comi, A. 2010. A classification of city logistics measures and connected impacts. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, v. 2, p. 6355-6365.
- Taniguchi, E., Thompson, R., Yamada, T. 2012. Emerging techniques for enhancing the practical application of city logistics models, *Procedia Social and Behavioral Sciences – Proceedings from Seventh International Conference on City Logistics*, v.39, p. 3–18
- Van Duin, J., van Kolck, A., Anand, N., Tavasszy, L., Taniguchi, E. 2012. Towards an agent-based modelling approach for the evaluation of dynamic usage of urban distribution centres”, *Procedia Social and Behavioral Sciences – Proceedings from the Seventh International Conference on City Logistics*, v.39, p. 333–348.
- Van Rooijen, T., Quak, H. 2010. Local impacts of a new urban consolidation centre: the case of Binnenstad service. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v.2, n.3, p. 5967-5979
- Vieira, J., Fransoo, J., Carvalho, C., 2015. Freight distribution in megacities : perspectives of shippers, logistics service providers and carriers. *J. Transp. Geogr.* 46, p.46–54.
- Vieira, J. , Carvalho, C., Yoshizaki, H. 2016. Atributos da distribuição de carga e indicadores de desempenho logístico: pesquisa com empresas que atuam na região metropolitana de São Paulo. *Transportes* v. 24, n. 4, p. 10-21.
- Vieira, J. , Mendes, J., Suyama, S. 2016. Shippers and freight operators perceptions of sustainable initiatives. *Evaluation and Program Planning*, v.54, p.173–181.
- Yuan, Q., Liu, Z., Li, J., Zhang, J., Yang, F., 2014. A traffic congestion detection and information dissemination scheme for urban expressways using vehicular networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 47.P2, p.114–127

APÊNDICE 1: MODELO FÍSICO

Cod_Carga	Tipo Carga
001	Autopeças
002	Bebidas
003	Cigarros
004	Combustíveis
005	Eletrônicos
006	Farmacêuticos
007	Gases comprimidos
008	Inflamáveis
009	Produtos Alimentícios
010	Têxteis

Tabela A1: Tabela Carga

Placa	Modelo	Tamanho	Peso	Capacidade	Veic_Alterna
ACP-0998	Caminhão	15	6	16	Não
APA-2791	Van	8	2	5	Não
BBB-7274	Caminhão com	19	16	50	Não
BRA-9341	Van	7	2	5	Não
BTU-1750	Caminhão com	19	16	50	Não
CSL-2241	Caminhão	15	6	16	Não
DIV-5638	Caminhão Leve	12	3,5	8	Não
DNT-5795	Van	6	2	5	Não
DSI-6226	Caminhão	14	6	16	Não
EMT-8190	Van	6	2	5	Não
FBA-3190	Van	6	2	5	Não
FRG-9114	Caminhão	14	6	16	Não
GHR-5599	Caminhão	16	6	16	Não
HOA-7892	Caminhão	16	6	23	Não
IBF-1209	Caminhão	14	6	16	Não
JKQ-9166	Caminhão Leve	12	3,5	8	Não
LTE-0880	Caminhão Leve	12	3,5	8	Não
UWX-2525	Caminhão com	19	16	50	Não
ZIP-3417	Caminhão	16	6	16	Não

Tabela A2: Tabela Veículos

Cod_Município	Cidade	Estado	Região	Tamanho	População	PlanMobs
3503901	Arujá	SP	Sudeste	96,167	92453	Nao
3505708	Barueri	SP	Sudeste	65,701	279704	Nao respondeu
3506607	Biritiba-Mirim	SP	Sudeste	317,406	33265	Nao
3509007	Caieiras	SP	Sudeste	97,642	104044	Nao
3509205	Cajamar	SP	Sudeste	131,386	79034	Nao
3510609	Carapicuíba	SP	Sudeste	34,546	405375	Nao
3513009	Cotia	SP	Sudeste	323,994	257882	Nao
3513801	Diadema	SP	Sudeste	30,732	429550	Nao
3515004	Embu Das Artes	SP	Sudeste	70,398	279264	Nao
3515103	Embu-Guaçu	SP	Sudeste	155,641	70402	Sim
3515707	Ferraz de Vasco	SP	Sudeste	29,564	198661	Sim
3516309	Francisco Mora	SP	Sudeste	49,001	179372	Nao
3516408	Franco da Roch	SP	Sudeste	132,775	158438	Sim
3518305	Guararema	SP	Sudeste	270,816	30465	Nao
3518800	Guarulhos	SP	Sudeste	318,675	1404694	Sim
3522208	Itapecerica da S	SP	Sudeste	150,742	179574	Sim
3522505	Itapevi	SP	Sudeste	82,658	244131	Nao
3523107	Itaquaquecetub	SP	Sudeste	82,622	379082	Nao
3525003	Jandira	SP	Sudeste	17,449	127734	Sim
3526209	Juquitiba	SP	Sudeste	522,169	31844	Nao
3528502	Mairiporã	SP	Sudeste	320,697	103645	Sim
3529401	Mauá	SP	Sudeste	61,909	481725	Nao
3530607	Mogi das Cruze	SP	Sudeste	712,541	455587	Sim
3534401	Osasco	SP	Sudeste	64,954	701428	Sim
3539103	Pirapora do Bor	SP	Sudeste	108,489	19453	Nao
3539806	Poá	SP	Sudeste	17,264	119221	Nao
3543303	Ribeirão Pires	SP	Sudeste	99,075	125238	Sim
3544103	Rio Grande da S	SP	Sudeste	36,341	52009	Sim
3545001	Salesópolis	SP	Sudeste	424,997	17363	Nao respondeu

40 of 40 No Filter Search

Tabela A3: Tabela Municípios

CEP	Cod_Municipio	Rua	Bairro	Qtde_Vagas	CDU
1001000	3550308	Praça da Sé - lado ímpar	Sé	3	0
1001001	3550308	Praça da Sé - lado par	Sé	0	0
1001010	3550308	Rua Filipe de Oliveira	Sé	3	0
1001900	3550308	Praça da Sé, 108	Sé	0	0
1001901	3550308	Praça da Sé, 371	Sé	0	0
1001902	3550308	Praça da Sé, 385	Sé	2	0
1002000	3550308	Rua Direita - lado par	Sé	4	0
1002001	3550308	Rua Direita - lado ímpar	Sé	2	0
1002010	3550308	Praça do Patriarca	Sé	0	0
1002020	3550308	Viaduto do Chá	Centro	5	0
1002900	3550308	Viaduto do Chá, 15	Centro	0	0
1002901	3550308	Rua Direita, 32	Sé	4	0
1002902	3550308	Rua Direita, 191	Sé	1	0
1002903	3550308	Rua Direita, 250	Sé	0	0
1003000	3550308	Rua José Bonifácio - lado par	Sé	4	0
1003001	3550308	Rua José Bonifácio - lado ímpar	Sé	3	0
1003010	3550308	Praça Ouvidor Pacheco e Silva	Sé	5	0
1003900	3550308	Rua José Bonifácio, 24	Sé	0	0
1003901	3550308	Rua José Bonifácio, 93	Sé	2	0
1003902	3550308	Rua José Bonifácio, 209	Sé	0	0
1003903	3550308	Rua José Bonifácio, 250	Sé	1	0
1003904	3550308	Rua José Bonifácio, 278	Sé	4	0
1003905	3550308	Rua José Bonifácio, 367	Sé	3	0
1004000	3550308	Rua Barão de Paranapiacaba	Sé	3	0
1004010	3550308	Rua Quintino Bocaiúva	Sé	4	0
1004900	3550308	Rua Quintino Bocaiúva, 71	Sé	0	0
1004901	3550308	Rua Quintino Bocaiúva, 176	Sé	3	0
1004902	3550308	Rua Quintino Bocaiúva, 191	Sé	1	0
1004903	3550308	Rua Quintino Bocaiúva, 231	Sé	2	0

Tabela A4: Tabela Endereços

Codigo	Tipo	Descrição
CD05	Carga e descarga	Restrição à carga e descarga de veículos de carga de segunda a sexta das 8h às 10h
CD06	Carga e descarga	Restrição à carga e descarga de veículos de carga todos os dias das 0h às 6h
CI01	Circulação	Restrição à circulação de caminhões aos domingos das 15h às 23h
CI02	Circulação	Restrição à circulação de caminhões aos sábados das 10h às 14h
CI03	Circulação	Restrição à circulação de caminhões aos sábados das 8h às 12h
CI04	Circulação	Restrição à circulação de veículos de carga aos sábados das 5h às 14h
CI05	Circulação	Restrição à circulação de caminhões aos sábados das 6h às 14h
CI06	Circulação	Restrição à circulação de veículos de carga aos sábados das 7h às 14h
CI07	Circulação	Restrição à circulação de caminhões aos sábados e domingos das 7h às 14h
CI08	Circulação	Restrição à circulação de caminhões pesados aos sábados das 8h às 13h
CI09	Circulação	Restrição à circulação de caminhões e carretas de segunda a sábado das 6h às 20h
CI10	Circulação	Restrição à circulação de carretas de segunda a sexta das 5h às 21h
CI11	Circulação	Restrição à circulação de caminhões de segunda a sexta das 5h às 21h
CI12	Circulação	Restrição à circulação de caminhões de segunda a sexta das 5h às 9h e das 17h às 21h
CI13	Circulação	Restrição à circulação de caminhões de segunda a sexta das 6h às 20h
CI14	Circulação	Restrição à circulação de veículos de carga de segunda a sexta das 6h às 9h e das 16h às 19h
CI15	Circulação	Restrição à circulação de caminhões de segunda a sexta das 6h às 9h e das 16h às 20h
CI16	Circulação	Restrição à circulação de caminhões de segunda a sexta das 7h às 9h e das 19h às 21h
CI17	Circulação	Restrição à circulação de caminhões de segunda a sexta das 7h às 9h e das 16h às 20h
CI18	Circulação	Restrição à circulação de caminhões pesados de segunda a sexta das 8h às 21h
CI19	Circulação	Restrição à circulação de veículos de carga de segunda a sexta das 8h às 10h e das 16h às 20h
CI20	Circulação	Restrição à circulação de veículos com mais de um eixo todos os dias das 6h às 20h
CI21	Circulação	Restrição à circulação de caminhões pesados portando carga perigosa todos os dias das 6h às 22h
CI22	Circulação	Restrição à circulação de caminhões pesados portando carga perigosa todos os dias por 24h
CI23	Circulação	Restrição à circulação de caminhões todos os dias por 24h
CI24	Circulação	Restrição à circulação de caminhões pesados todos os dias por 24h
CI25	Circulação	Restrição à circulação de veículos com mais de um eixo todos os dias por 24h
RO01	Rodizio	Rodizio às quartas-feiras das 7h às 10h e das 19h às 21h
RO02	Rodizio	Rodizio às quintas-feiras das 7h às 10h e das 19h às 21h

Tabela A5: Tabela Restrições

Placa	Cod_Carga	CEP	Tipo de Viage	Data	Horário	Freq_Viagem	Num_Entreg.	Dist_Viagem	Tempo_Carg	Roteirização
ACP-0998	008	5017020	Entrega	19/07/2021		1 Mensal	5	929	88	0
APA-2791	009	8080010	Coleta	28/07/2021		4 Diária	7	1001	80	0
BRA-9341	001	5672130	Coleta	09/06/2021		4 Não recorrente	3	963	46	0
DIV-5638	010	3932050	Entrega	30/12/2021		1 Mensal	1	777	115	1
DNT-5795	004	7112050	Entrega	14/05/2020		17 Quinzenal	9	1419	59	1
DSI-6226	005	5816180	Entrega	17/02/2022		17 Semanal	9	253	39	1
EMT-8190	006	6700075	Coleta	21/11/2021		19 Quinzenal	1	1185	109	0
FRG-9114	007	3236010	Coleta	09/01/2022		7 Quinzenal	4	1715	119	1
FRG-9114	008	4649120	Coleta	01/07/2020		19 Não recorrente	6	98	93	0
GHR-5599	010	7400320	Entrega	20/04/2021		21 Semanal	10	811	65	0

Tabela A6: Tabela Transporte

CEP	Cod_Restriçã
1017000	RO01
1017000	RO02
1017000	RO03
1017000	RO04
1017000	RO05
1025020	CI02
1025020	CI12
1026000	CI02
1026000	CI11
1026001	CI02
1026001	CI11
1026900	CI02
1026900	CI11
1026901	CI02
1026901	CI11
1026902	CI02
1026902	CI11
1026903	CI02
1026903	CI11
1026904	CI02
1026904	CI11
1031000	CI02
1031000	CI11
1031001	CI02
1031001	CI11
1031005	CI02
1031005	CI11
1031901	CI02
1031901	CI11

Tabela A7: Tabela Restrições- Endereços

Placa	Restrição
HOA-7892	CD01
BTU-1750	CD01
EMT-8190	CD01
DSI-6226	CD01
LTE-0880	CD01
DNT-5795	CD01
FRG-9114	CD01
CSL-2241	CD01
ACP-0998	CD01
IBF-1209	CD01
APA-2791	CD01
FBA-3190	CD01
GHR-5599	CD01
ZIP-3417	CD01
BRA-9341	CD01
DIV-5638	CD01
JKQ-9166	CD01
UWX-2525	CD01
BBB-7274	CD01
HOA-7892	CD02
BTU-1750	CD02
EMT-8190	CD02
DSI-6226	CD02
LTE-0880	CD02
DNT-5795	CD02
FRG-9114	CD02
CSL-2241	CD02
ACP-0998	CD02
IBF-1209	CD02

Tabela A8: Tabela Restrições-Veículos

Placa	Rua	Bairro	Cidade	Tipo	Descrição
ACP-0998	Rua Apicás	Perdizes	São Paulo	Rodízio	Rodízio às quintas-feiras das 7h às 10h e das 19h às 21h
ACP-0998	Rua Apicás	Perdizes	São Paulo	Circulação	Restrição à circulação de caminhões todos os dias por 24h
EMT-8190	Rua Senador Feijó	Centro	Cotia	Carga e descarga	Restrição à carga e descarga de veículos de carga de segunda a sexta das 8h às 10h
GHR-5599	Rua Vereador Eli Diniz	Convívio Residencial Santana	Arujá	Circulação	Restrição à circulação de caminhões todos os dias por 24h

Tabela A9: Consulta 1 - Restrições por viagem

Cidade ▾
Arujá
Barueri
Caieiras
Cajamar
Cotia
Diadema
Franco da Rocha
Guarulhos
Itapecerica da Serra
Itapevi
Juquitiba
Mairiporã
Mogi das Cruzes
Osasco
Santana de Parnaíba
São Paulo
Suzano
Taboão da Serra

Tabela A10: Consulta 2 -
Cidades que possuem restrições

Cidade ▾
Biritiba-Mirim
Carapicuíba
Embu Das Artes
Embu-Guaçu
Ferraz de Vasconcelos
Francisco Morato
Guararema
Itaquaquecetuba
Jandira
Mauá
Pirapora do Bom Jesus
Poá
Ribeirão Pires
Rio Grande da Serra
Salesópolis
Santa Isabel
Santo André
São Bernardo do Campo
São Caetano do Sul
São Lourenço da Serra
Vargem Grande Paulista

Tabela A11: Consulta 3 -
Cidades que não possuem restrições

Cidade	População	PlanMobs	Restrições
Santo André	2496	Nao	Não
São Lourenço da Serra	16127	Nao	Não
Salesópolis	17363	Nao respondeu	Não
Pirapora do Bom Jesus	19453	Nao	Não
Guararema	30465	Nao	Não
Juquitiba	31844	Nao	Sim
Biritiba-Mirim	33265	Nao	Não
Rio Grande da Serra	52009	Sim	Não
Vargem Grande Paulista	54315	Sim	Não
Santa Isabel	58529	Sim	Não
Embu-Guaçu	70402	Sim	Não
Cajamar	79034	Nao	Sim
Arujá	92453	Nao	Sim
Mairiporã	103645	Sim	Sim
Caieiras	104044	Nao	Sim
Poá	119221	Nao	Não
Ribeirão Pires	125238	Sim	Não
Jandira	127734	Sim	Não
Santana de Parnaíba	145073	Nao	Sim
Franco da Rocha	158438	Sim	Sim
São Caetano do Sul	162763	Sim	Não
Francisco Morato	179372	Nao	Não
Itapeçerica da Serra	179574	Sim	Sim
Ferraz de Vasconcelos	198661	Sim	Não
Itapeví	244131	Nao	Sim
Cotia	257882	Nao	Sim
Embu Das Artes	279264	Nao	Não
Barueri	279704	Nao respondeu	Sim
Taboão da Serra	297528	Sim	Sim
Suzano	303397	Sim	Sim
Itaquaquecetuba	379082	Nao	Não
Carapicuíba	405375	Nao	Não
Diadema	429550	Nao	Sim
Mogi das Cruzes	455587	Sim	Sim
Mauá	481725	Nao	Não
Osasco	701428	Sim	Sim
São Bernardo do Campo	849874	Nao	Não
Guarulhos	1404694	Sim	Sim
São Paulo	12396372	Sim	Sim

Tabela A12: Consulta 4 - Relação entre População, PlanMobs e Restrições