

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GUILHERME DE ALMEIDA KRAUSER**

**ANÁLISE DE DEMANDA DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO NA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – CAMPUS SÃO  
CARLOS**

**SÃO CARLOS (SP)**

**Junho/2019**



GUILHERME DE ALMEIDA KRAUSER

**ANÁLISE DE DEMANDA DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO NA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – CAMPUS SÃO  
CARLOS**

Planejamento do Trabalho de Graduação Integrado apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Fernando Hideki Hirosue

São Carlos (SP)

Junho/2019



## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, que sempre me deu nada menos que apoio incondicional nesta jornada e na vida toda.

Aos meus amigos, que tornaram tudo mais fácil e leve.

Aos meus professores, em especial ao meu orientador e aos da Engenharia Urbana, por todo conhecimento passado e por mostrar que a Civil não é feita apenas de tabelas e cálculos, ela dialoga com a sociedade de maneira ampla e profunda.

À Universidade Federal de São Carlos e sua comunidade, que além de me proporcionar formação técnica, me instruiu e capacitou a ser um cidadão melhor.



## RESUMO

A demanda por vagas de estacionamento na Universidade Federal de São Carlos aumenta ano após ano com a inclusão de um número cada vez maior de cursos e alunos matriculados na graduação presencial e em programas de pós-graduação. A análise desta demanda pode ser feita considerando o campus da UFSCar como um Polo Gerador de Viagens, já que, a partir disso, é possível caracterizar os tipos de viagens atraídas a este estabelecimento. Isto possibilita o uso de métodos (como o da CET (1983) ou do ITE (2008)) que pregam especificamente sobre a demanda de viagens em instituições de ensino superior. Olhando ainda a situação atual das vagas oferecidas no campus, se faz necessário um estudo para determinar se elas, de maneira geral, atendem especificações ditadas por órgãos de trânsito do Brasil. Este estudo se relaciona também com a disposição das vagas nos estacionamentos. Foi feita a contagem de veículos estacionados no campus São Carlos em cinco datas distintas para definir a demanda crítica e, em etapa posterior, o valor obtido foi comparado com o número de vagas que o Método de Nunes (2005) dita ser o necessário. O déficit existente atualmente é de aproximadamente mil vagas, mostrando que agora e em um horizonte de dez anos, a demanda não será atendida. Ainda foi feita a comparação com outros métodos existentes: o da CET (1983) tem o número de vagas necessárias atendidas, ao passo que o do DENATRAN (2001) e o de São Carlos (2011), não.

**Palavras-chave:** Demanda. Vagas. Universidade Federal de São Carlos. Estacionamento.





## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 -	Frotas de veículos e automóveis nacional e do município de São Carlos.....	15
Figura 1 -	Número total da frota de automóveis no Brasil.....	16
Figura 2 -	Número total da frota e automóveis em São Carlos.....	16
Quadro 2 -	Número de alunos da graduação de pós-graduação inscritos nos cursos presenciais na UFSCar.....	17
Figura 3 -	Exemplo de estacionamento junto ao meio-fio de logradouro, livre.....	21
Figura 4 -	Exemplo de estacionamento junto ao meio-fio de logradouro, tarifado.....	21
Figura 5 -	Exemplo de estacionamento fora de logradouro, livre.....	22
Figura 6 -	Exemplo de estacionamento fora de logradouro, tarifado....	22
Figura 7 -	Disposição de veículos considerando vagas paralelas às guias, a 30°, 45°, 60° e 90°.....	23
Figura 8 -	Separação do campus São Carlos em zonas.....	29
Quadro 3 -	Número de vagas nas subáreas da Zona A.....	32
Quadro 4 -	Número de veículos estacionados nas subáreas da Zona A.	32
Quadro 5 -	Número de vagas nas subáreas da Zona B.....	33
Quadro 6 -	Número de veículos estacionados nas subáreas da Zona B	34
Quadro 7 -	Número de vagas nas subáreas da Zona C.....	35
Quadro 8 -	Número de veículos estacionados nas subáreas da Zona C	36
Quadro 9 -	Número de vagas nas subáreas da Zona D.....	37
Quadro 10-	Número de veículos estacionados nas subáreas da Zona D	37
Quadro 11-	Demanda crítica nas Zonas A, B, C, D e da UFSCar como um todo.....	38
Figura 9 -	Gráfico de projeção futura de número de alunos na UFSCar	39
Quadro 12-	Número de vagas na UFSCar e a quantidade destas que cada método diz necessário.....	41



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CCS	Coordenadoria de Comunicação Social
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE	Instituições de Ensino
IES	Instituições de Ensino Superior
ITE	Institute of Transportation Engineers
PGV	Polo Gerador de Viagem
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS.....	18
1.2	JUSTIFICATIVA.....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>19</b>
2.1	POLOS GERADORES DE VIAGEM.....	19
2.2	ESTACIONAMENTOS.....	20
<b>2.2.1</b>	<b>Tipos de estacionamento.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Problemas gerados por estacionamento.....</b>	<b>23</b>
2.3	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE VAGAS.....	25
<b>2.3.1</b>	<b>Método da Companhia de Engenharia de Tráfego (1983).....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Método do Departamento Nacional de Trânsito (2001).....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Método de Nunes (2005).....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Método do Plano Diretor de São Carlos (2011).....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE ESTUDO.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
4.1	NÚMERO DE VAGAS E CARROS POR ZONA.....	31
<b>4.1.1</b>	<b>Zona A.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Zona B.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Zona C.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Zona D.....</b>	<b>36</b>
4.2	DEMANDA CRÍTICA DA UNIVERSIDADE.....	37
4.3	COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS DE NUNES (2005), CET (1983), DENATRAN (2001) E SÃO CARLOS (2011).....	38
<b>4.3.1</b>	<b>Resultados do método de Nunes (2005) .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Resultados do método da Companhia de Engenharia de Tráfego (1983).....</b>	<b>38</b>

4.3.3	Resultados do método do Departamento Nacional de Trânsito (2011).....	39
4.3.4	Resultados do método do Plano Diretor de São Carlos (2011).....	39
4.3.5	Projeção futura.....	39
5	DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	41
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	45

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o investimento brasileiro na malha de transportes começa de maneira mais intensiva nos anos 20, quando o presidente Washington Luís tinha como slogan de sua campanha “Governar é abrir estradas”. O modal rodoviário passa a ser foco principal nos meados da década de 50 com a implementação do complexo automobilístico no país, quando, nos governos de Getúlio Vargas e Juscelino Kubistchek, grandes indústrias automotivas começaram a se instalar no Brasil (PEREIRA; LESSA; CARDOSO, 2011).

Os desdobramentos de tais atos podem ser sentidos nos tempos atuais. Em 2019, o transporte rodoviário tinha participação de 61% na matriz de transporte de cargas brasileira (CNT, 2019). Além disso, em fevereiro deste mesmo ano, a taxa de veículos no Brasil a cada cem habitantes era de 48,4, considerando frota total de 101.346.180 de veículos (DENATRAN, 2019) e projeção de população de 209.452.279 habitantes (IBGE, 2018).

Ainda, é possível observar um aumento na frota brasileira nos últimos anos. No Quadro 1 estão contidos os números da frota do Brasil e do município de São Carlos (SP), além da quantidade equivalente aos automóveis neste valor total. É válido ressaltar que os dados são-carlenses podem não corresponder totalmente com a frota real, já que muitos estudantes têm suas placas licenciadas em suas cidades natal, não entrando para o cálculo total.

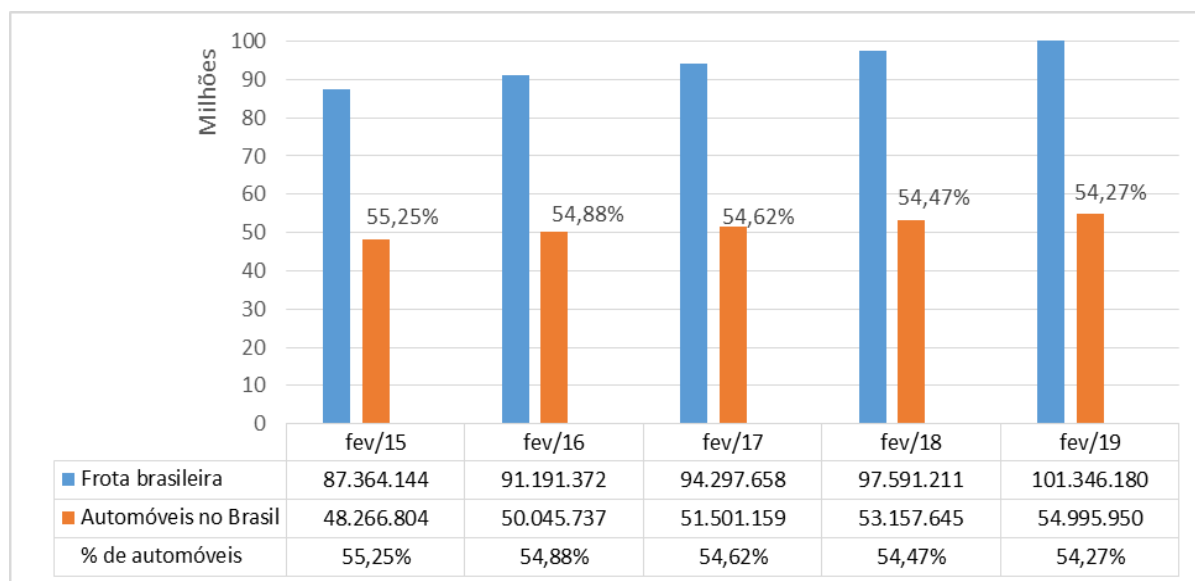
Quadro 1: Frotas de veículos e automóveis nacional e do município de São Carlos

	Brasil		São Carlos	
	Frota	Automóveis	Frota	Automóveis
Fev/2015	87.364.144	48.266.804	163.102	104.727
Fev/2016	91.191.372	50.045.737	168.378	107.884
Fev/2017	94.297.658	51.501.159	172.763	110.329
Fev/2018	97.591.211	53.157.645	178.268	113.674
Fev/2019	101.346.180	54.995.950	184.695	117.382

Fonte: Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2019)

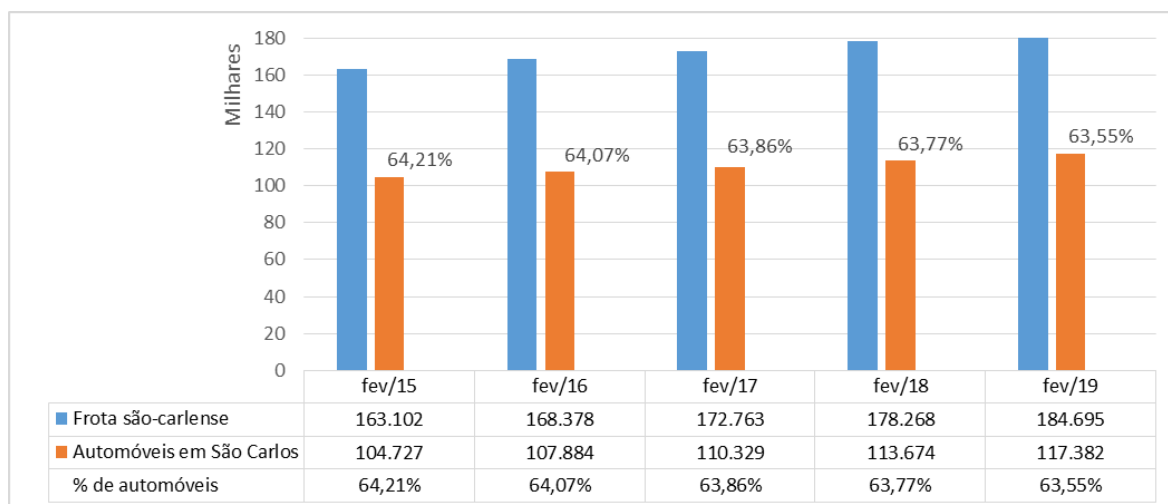
Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os dados presentes na Tabela 1.

Figura 1: Número total da frota e automóveis no Brasil



Fonte: DENATRAN (2019)

Figura 2: Número total da frota e automóveis em São Carlos



Fonte: DENATRAN (2019)

Estimativas do IBGE (2018) apontam que a população brasileira em julho/2017 era de 207.660.929 habitantes, ao passo que a cidade de São Carlos contava com 246.088 munícipes. Assim, o índice de motorização (frota/cem habitantes) nacional e são-carlense seria de 46,1 e 71,2 veículos/cem habitantes, respectivamente, utilizando os dados de frota de julho/2017: 95.643.467 veículos e 52.170.766 automóveis no Brasil e 175.124 veículos e 111.784 automóveis em São Carlos (DENATRAN, 2019). Considerando apenas os automóveis, o índice brasileiro é de 25,1 automóveis/cem habitantes, enquanto o de São Carlos é de 45,4



automóveis/cem habitantes. Estes números indicam que os efeitos das políticas que priorizaram o uso do transporte rodoviário foram ainda mais intensos em São Carlos do que a média nacional.

Nas cidades, o investimento na malha rodoviária, especialmente no transporte individual, causa problemas na mobilidade urbana. É possível citar o uso intenso de automóveis sendo responsável pelo espalhamento exagerado das cidades, aumentando distâncias e tempo de deslocamento e descaracterizando as cidades fisicamente (MENDES, 2010).

O aumento anual da frota de veículos pode ser observado, também, em microcosmos: a exemplo, é visível a intensificação do número de carros na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) ao longo dos anos. Um fator que explica este fenômeno é a expansão apresentada pela UFSCar: ela não apenas conta com três campi a mais do que na época de sua fundação como a quantidade de alunos inscritos em seus cursos vêm aumentando ano após ano. O Quadro 2 contém dados sobre a evolução do número de graduandos e estudantes da pós-graduação matriculados na universidade, do ano de 2012 a 2016.

Quadro 2: Número de alunos da graduação e pós-graduação inscritos nos cursos presenciais na UFSCar

		Ano				
Alunos	2012	2013	2014	2015	2016	
Graduação	11.145	12.118	12.318	12.867	13.750	
Pós-graduação	3.619	3.780	3.974	4.146	4.397	
Total	14.764	15.898	16.292	17.103	18.147	

Fonte: UFSCar (2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

Acompanhando a tendência brasileira de priorização pelo transporte individual, é lógico inferir que com este número o aumento de veículos circulando nos campi iria ocorrer. Sendo o campus São Carlos o com maior número de estudantes matriculados, é possível deduzir que nele estará concentrado o maior aumento de frota em números absolutos.

Mesmo com o investimento na criação de novos prédios para comportar o número de alunos crescente na UFSCar, a infraestrutura viária não consegue acompanhar o crescimento da demanda por espaço de veículos. No tocante a

estacionamento, a possível defasagem que será verificada neste trabalho é tal que muitas pessoas são levadas a pararem seus veículos em locais proibidos provavelmente por não terem vagas oficiais disponíveis.

### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é analisar o número atual das vagas nas áreas de estacionamento da Universidade Federal de São Carlos, se elas suportam a demanda atual de veículos e a demanda para um horizonte de dez anos.

Para tanto, serão aplicados parâmetros da necessidade de estacionamento em Polos Geradores de Viagem e especificações de estacionamentos em âmbito nacional e municipal.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa para este trabalho é existir um material de apoio para possíveis futuras políticas de expansão de área construída do campus, de ampliação/construção de novas áreas de estacionamento, planos de mobilidade interna, entre outros. Isso será feito com as informações de possível defasagem existente ou estipulada para o ano de 2028.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 POLOS GERADORES DE VIAGEM

Polos geradores de viagens são, de maneira geral, atividades urbanas com alto poder de atração com possibilidade de causar impacto na circulação de pessoas e mercadorias (PORTUGAL, 2012). A variedade de tipos de Polos Geradores de Viagem (PGV) é grande, podendo enquadrar estádios, hospitais, hotéis e um grande número de elementos do mobiliário urbano.

Os estudos sobre PGV no Brasil foram intensificados na década de 80, muito influenciados pela publicação do Boletim Técnico da CET nº32 (CET, 1983). Este versava sobre os Polos Geradores de Tráfego, já que, na época, o enfoque principal era na circulação veicular e nos estacionamento. Isto pode ser percebido pelos dois tipos de problemas relacionados à operação do sistema viário levantados em CET (1983): circulação de veículos e reflexos no estacionamento. É válido ressaltar que este conceito evoluiu, passando a abranger o uso e ocupação do solo, outros modos de transporte e a geração de viagens de automóveis (PORTUGAL, 2012).

A caracterização de um estabelecimento com PGV foi objeto de estudo de alguns órgãos como o *Institute of Transportation Engineers* (ITE), o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET). Ainda, cidades podem ter suas próprias classificações de PGV, como é o caso do Rio de Janeiro, São Paulo, Brasília e Juiz de Fora.

Instituições de ensino (IE) podem ser caracterizadas como PGV à medida que atraem um grande número de viagens. Segundo Portugal (2012), os tipos de viagens que as IE atraem são:

- a) Aquelas com propósito fim de chegar ou ir à instituição. Estas são chamadas de “viagens específicas”. Podem ser “com estacionamento”, onde geralmente o veículo é estacionado por um longo período de tempo, ou “sem estacionamento”, onde o motorista tem o fim principal de levar um passageiro ao local.
- b) Aquelas que o veículo tem sua rota padrão alterada apenas para passar na IE. São chamadas de “viagens desviadas” e tem como exemplo a busca dos filhos na escola pelos pais após saírem de seus trabalhos.

c) Aquelas em que a viagem do veículo ao local já era feita antes da implementação do PGV. São denominadas “viagens não desviadas”.

O estudo de geração da demanda de viagens às IE foi feito por alguns autores. Quando se trata exclusivamente de Instituições de Ensino Superior (IES), os destaques ficam por conta de CET (1983), Nunes (2005) e ITE (2008).

## 2.2 ESTACIONAMENTOS

### 2.2.1 Tipos de estacionamento

Quando se fala da locomoção por meio de automóveis, muito se pensa no trajeto que ele realiza, levando em consideração as condições apenas de fluxo da origem ao destino. Ainda assim, existe um outro ponto pouco considerado que estas viagens demandam: a necessidade de estacionamentos.

Segundo Hay (1977), estacionamentos são locais de armazenagem de veículos a curto prazo. Suas complexidades e formas são diversas, podendo variar de estacionamentos em grandes edifícios a simples vagas em vias públicas. Soares (1975) ainda traz o fato de que todo deslocamento de pessoas e mercadorias conta com um ponto terminal e que, no caso de veículos automotores, pode ser um sério problema às autoridades que o gerem.

Alguns autores classificam os estacionamentos em tipos (GONZALES-ROLDAN, 1971; SOARES, 1975; CISCAR; BARBOSA; CAMPOS, 2015), sendo que eles têm em comum o enquadramento destes elementos quanto à localidade que estão instalados e se existe ou não regularização tarifária para seu uso. Assim, de maneira geral, os estacionamentos podem ser classificados em:

a) Juntos ao meio-fio dos logradouros, livres: esta categoria enquadra as vagas dispostas em vias públicas que têm o uso liberado a quem interessar. São comuns em regiões residenciais ou em áreas periféricas dos centros urbanos. Um exemplo é o contido na Figura 3.

Figura 3: Exemplo de estacionamento junto ao meio-fio de logradouro, livre



Fonte: autor

b) Juntos ao meio-fio dos logradouros, tarifado: são aquelas vagas onde o uso é liberado mediante o pagamento de uma taxa. Geralmente são encontrados em áreas de grande circulação, principalmente em centros comerciais. Podem ter limitadores quanto ao tipo de veículo e tempo de utilização permitido. Seu uso é recomendado para quando o uso geral das vagas é curto (menos de duas horas), privilegiando a rotatividade de veículos. São exemplos as zonas azuis dos centros urbanos. A Figura 4 mostra um exemplo deste tipo.

Figura 4: Exemplo de estacionamento junto ao meio-fio de logradouro, tarifado



Fonte: autor

c) Fora dos logradouros, livres: a categoria engloba as vagas que ficam em estruturas separadas das vias urbanas, mas que têm o uso liberado

a quem quiser utilizar. A Figura 5 retrata um exemplo deste tipo de estacionamento. As vagas em faculdades públicas podem ser enquadradas nesta categoria.

Figura 5: Exemplo de estacionamento fora de logradouro, livre



Fonte: autor

d) Fora dos logradouros, tarifados: são aqueles estacionamentos dispostos em estruturas separadas dos logradouros públicos e têm o uso restrito a quem desembolsa uma taxa. São comuns em grandes estabelecimentos (como shopping centers, aeroportos e estádios). A Figura 6 mostra um estacionamento deste tipo.

Figura 6: Exemplo de estacionamento fora de logradouro, tarifado

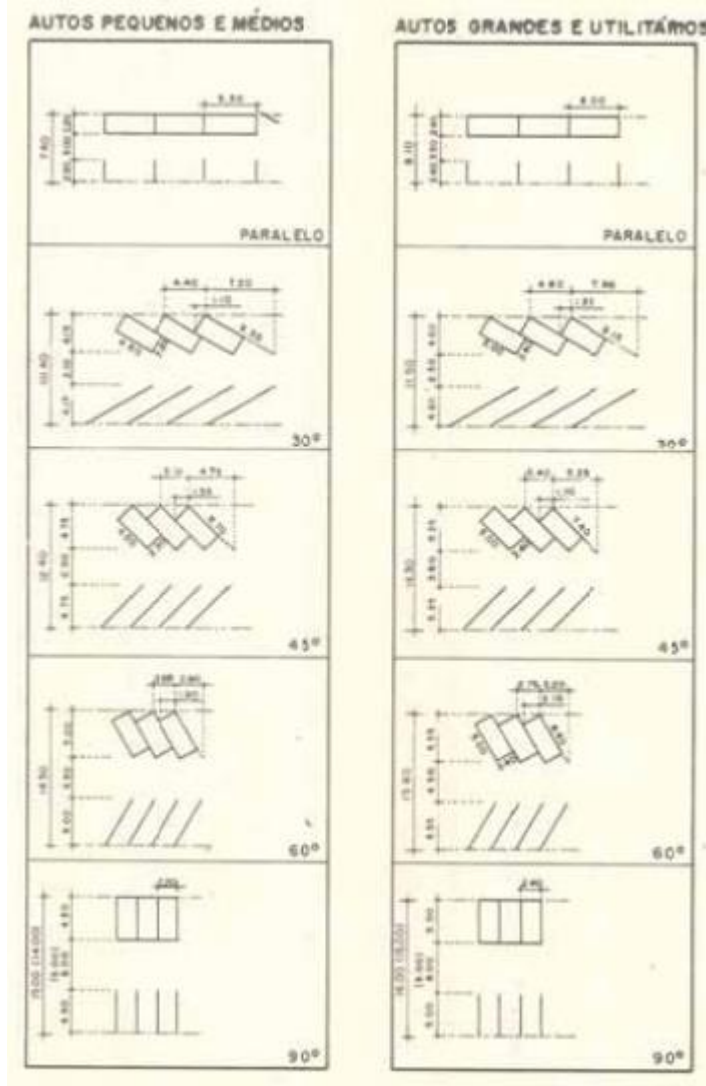


Fonte: autor

É válido ressaltar a disposição das vagas nos tipos de estacionamento. Nas primeiras duas categorias (juntas ao meio-fio dos logradouros, livres e tarifadas),

elas são geralmente paralelas ao meio-fio devido à disponibilidade de espaço. Poucos casos contam com vagas a 90°. Já nas últimas duas categorias (fora dos logradouros, livres e tarifadas), a disposição segue conforme o ângulo adotado das vagas. Os valores mais usuais são 30°, 45°, 60° e 90°. Conforme o valor adotado, é possível obter melhor uso do solo ou maior conforto para o usuário. Na Figura 7 são mostradas as disposições mais comuns.

Figura 7: Disposição de veículos considerando vagas paralelas às guias, a 30°, 45°, 60° e 90°



Fonte: CET (1983)

## 2.2.2 Problemas gerados por estacionamentos

Segundo o DENATRAN (2001), ao longo do tempo, a demanda de estacionamento pode ser maior do que a oferta em um polo gerador de viagem, fazendo com que os usuários usem irregularmente as vias, diminuindo a área

destinada à circulação e piorando a fluidez do tráfego. Este é apenas um dos problemas relacionados a estacionamento existente.

No âmbito do transporte individual feito por meio de automóveis, a disposição de vagas pode ser um problema aos motoristas que preferem estacionar o mais próximo da entrada dos estabelecimentos aos quais se dirigem, o que nem sempre é possível. Para o transporte coletivo, o principal transtorno é em relação à escolha de pontos de embarque e desembarque. Isso porque a presença de vagas próximas a eles pode inviabilizar a utilização do ponto de parada. Já para os pedestres, a presença de estacionamentos lhes toma a liberdade de movimentos por questões de visibilidade e ocupação de estado físico (SOARES, 1975).

Ainda, estudos indicam que a porcentagem de acidentes de trânsito relacionados a veículos estacionados ou no processo de entrada/saída de vagas pode variar de 10% a 18%. As formas mais comuns se dão com automóveis tentando encostar em meio-fios em marcha a frente. Além disso, 94% dos acidentes se deram em locais onde o estacionamento era legalizado (SEBURN<sup>1</sup>, 1967 apud SOARES, 1975, p. 92).

Um problema característico dos estacionamentos em centros urbanos é a capacidade limitada de expansão. Isso se deve tanto à limitação física de crescimento desta área quanto ao resultado que poderia gerar: o aumento da capacidade dos estacionamentos nestas regiões causaria congestionamento nas vias de acesso, tornando impossível a própria circulação nestes locais (HAY, 1977). É possível extrapolar este problema a outros lugares à medida que um estacionamento demanda muito espaço para ser construído (Soares (1975) prevê de 23m<sup>2</sup> a 28m<sup>2</sup> de área para cada veículo em locais de parada fora dos logradouros).

Para as universidades, ITE (2008) diz que estacionamentos dentro de campus podem ser um grande problema à administração por demandarem uma área muito grande. Em algumas Instituições de Ensino Superior (IES) norte-americanas, por exemplo, a cobrança de taxas para utilização das vagas foi implementada para coibir o uso do automóvel.

---

<sup>1</sup> SEBURN, T. J.; **Relationship between curb uses and traffic accidents**. Bureau of Highway Traffic, Yale University, 1967.



## 2.3 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE VAGAS

Foram desenvolvidos alguns métodos para determinar o número de vagas necessárias em um estacionamento. Serão apresentados os principais a seguir.

### 2.3.1 Método da Companhia de Engenharia de Tráfego (1983)

A Companhia de Engenharia de Tráfego promoveu estudos nos Polos Geradores de Tráfego na cidade de São Paulo para a determinação do número de vagas que cada tipo deles necessitava através da contagem de pessoas, coleta de dados físicos e operacionais e entrevistas. No âmbito de IES, o número de viagens atraídas na hora-pico pode ser calculado pelas Equações 1, 2 e 3.

$$V = 0,432 NA - 106,303 \quad (1)$$

$$V = 0,340 AS + 434,251 \quad (2)$$

$$V = 22,066 NS + 102,1086 \quad (3)$$

Onde:

- V = número de viagens atraídas pela IES
- NA = número total de alunos
- AS = área total das salas de aula (m<sup>2</sup>)
- NS = número de salas de aula

Cada uma das equações é mais recomendada para situações específicas:

- Equação 1: utilizada para PGVs com NA < 13.000 alunos;
- Equação 2: utilizada para PGVs com AS < 13.000m<sup>2</sup>; e
- Equação 3: utilizada para PGVs com NS/NA ≥ 0,005.

Para o dimensionamento da quantidade de vagas necessárias ao estabelecimento, utiliza-se a Equação 4.

$$NV = 0,29V \quad (4)$$

Onde:

- NV = número de vagas necessários na IES
- V = número de viagens atraídas pela IES

### 2.3.2 Método do Departamento Nacional de Trânsito (2001)

O Departamento Nacional de Trânsito reuniu os parâmetros de implementação de vagas de estacionamento de São Paulo, Distrito Federal e Curitiba nas instituições de ensino superior. Pela proximidade, será considerado apenas o método paulistano, em que:

-  $2.000 < AC < 4.000 \text{ m}^2$ : 1 vaga/  $25\text{m}^2$

-  $AC > 4.000 \text{ m}^2$ : 1 vaga/  $20\text{m}^2$

Onde:

- $AC = \text{Área computável} = \text{área construída total} - \text{área construída de garagens} - \text{área de ático e de caixas d'água}.$

### 2.3.3 Método de Nunes (2005)

Nunes (2005) estabelece através de estudos em instituições de ensino superior do Distrito Federal um método para determinação de vagas de estacionamento. O estudo consiste na análise de parâmetros relacionados à IES (área construída, número de professores, de funcionários e de alunos) com a demanda crítica do estabelecimento (sendo esta o número de veículos estacionados na hora-pico, levantado por pesquisa de campo). Através de métodos estatísticos, o autor conclui em seu estudo que o número de alunos é o fator mais relacionado ao número necessário de vagas, podendo ser calculado pelas Equações 6 e 7.

$$DC = 0,181 NA \quad (6)$$

$$DC = 534,73 \cdot \ln(NA) - 3241,1 \quad (7)$$

Onde:

- $DC = \text{Demanda crítica, que corresponde ao número de vagas necessário nos horários de pico}$
- $NA = \text{número de alunos}.$

A Equação (6) é recomendada para IES com  $NA > 15.000$  e a (7) para as IES com  $NA < 15.000$ .

#### **2.3.4 Método do Plano Diretor de São Carlos (2011)**

O Código de Obras da cidade de São Carlos determina a quantidade mínima de vagas de estacionamento de veículos em diversos tipos de estabelecimentos. Para polos geradores de viagens, o número determinado é de uma vaga de automóvel para cada 35m<sup>2</sup> construídos.

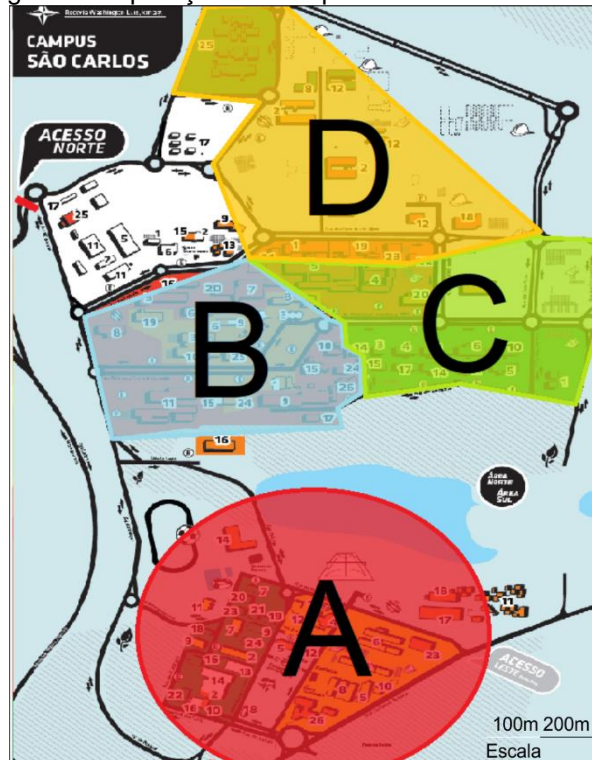


### 3. METODOLOGIA DE ESTUDO

O método de estudo utilizado proposto é a especificação da demanda crítica de estacionamento atual por meio de coleta em campo e seguinte comparação com o número proposto por Nunes (2005). Posteriormente, ainda foi feita a validação deste número com outros métodos de determinação do número de vagas em IES (CET (1983), DENATRAN (2001) e São Carlos (2011)). Para a projeção do número futuro de vagas necessárias em dez anos optou-se por fazer uma projeção linear considerando a taxa histórica de crescimento da UFSCar com a variável sendo o número de alunos e docentes no campus.

Foi feita a separação do campus São Carlos em zonas, visando auxiliar a especificação da demanda crítica da universidade como um todo. Isso se deu pela área total da UFSCar: por ser muito extensa, seria inviável a contagem de veículos em todas as áreas em um intervalo de tempo curto que coincidissem com o horário das aulas, onde a ocupação de vagas é maior. A segregação teve como critério a proximidade dos prédios que as vagas atendem. Na Figura 8 está a divisão feita.

Figura 8: Separação do campus São Carlos em zonas



Fonte: adaptado pelo autor

A Zona A corresponde à Área Sul do Campus, englobando o Ginásio de Esportes, Palquinho e blocos de aula AT1, AT2, AT8 e outros prédios.

A Zona B inclui os blocos de aula AT4, AT10, Biblioteca Comunitária, Anfiteatro Bento Prado Júnior e outras construções.

A Zona C corresponde aos Departamentos de Engenharia Civil e de Materiais, blocos de aula AT5 e AT7, construções do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde e outras edificações.

A Zona D, por fim, engloba a Unidade Saúde-Escola, blocos de aula AT6 e AT9, Núcleo de Laboratórios de Ensino à Engenharia, Departamentos de Matemática e de Computação, entre outros.

A demanda crítica das zonas da universidade (e, conseqüentemente, o número de vagas necessário) foi determinada pela observação em campo. Em diversos horários no intervalo de treze semanas foi feita a contagem de veículos estacionados (de forma regular ou irregular) nas zonas separadas da UFSCar. Com isso, esperava-se abranger o maior leque de concentração de carros nos mais diversos períodos do dia.

Os resultados de demanda crítica de cada zona foram somados para definir a demanda crítica da universidade como um todo. Este resultado foi comparado com os valores de Nunes (2005) para efeito de validação. Ainda foi contrastado com os valores previstos por CET (1983), DENATRAN (2001) e São Carlos (2011) para efeito de comparação.

## 4. RESULTADOS

A coleta de dados foi feita em campo nos dias 04/09, 13/09, 19/09, 12/11 e 22/11 do ano de 2018, datas que coincidiam com o período de provas do ano letivo, quando a quantidade de alunos presentes no campus é maior. No levantamento, percorreu-se a área da universidade contando o número de carros estacionados em todas as zonas. A única exceção foi no dia 13/09 onde os números da Zona A não puderam ser computados, já que a área passava por intervenções.

Para efeitos práticos, a contagem de veículos e levantamento do número de vagas disponíveis no interior das zonas foi feita por ruas/bolsões. As vagas foram divididas em duas categorias:

- a) Vagas demarcadas: aquelas evidenciadas por alguma sinalização visual;
- b) Vagas em paralelo: aquelas juntas ao meio-fio do logradouro, onde os veículos estacionam a 180° da guia. A quantidade delas em cada via foi definida pela Equação 8:

$$N = L * X / 5,5 \quad (8)$$

Onde:

- N = Número de vagas (menor número inteiro mais próximo ao resultado da divisão);
- L = Comprimento da via excluindo cinco metros de distância de esquinas;
- X: Número de lados possíveis para estacionar;
- 5,5m: tamanho recomendado (CET, 1983) Para vagas em paralelo destinadas a veículos de passeio e utilitários pequenos e médios

Qualquer veículo que não estava estacionado em nenhuma das vagas citadas foi considerado como “irregular”.

### 4.1 NÚMERO DE VAGAS E CARROS POR ZONA

#### 4.1.1 Zona A

A Zona A foi dividida em doze subáreas. O Quadro 3 apresenta o número de vagas em paralelo, demarcadas e totais em cada uma delas.

Quadro 3: número de vagas nas subáreas da Zona A.

Rua/Bolsão	Extensão (m)	Lados possíveis de estacionar	Possíveis vagas em paralelo	Vagas demarcadas	Vagas totais
Rua dos Sabiás	70	1	12	19	31
Passagem dos Arapaços (Bandeira-ADUFSCar)	-	-	-	52	52
Rua dos Beija-Flores (ADUFSCar - Palquinho)	-	-	-	50	50
Rua do Parque Esportivo (BB - Ginásio)	-	-	-	19	19
Rua do Parque Esportivo (Ginásio - Moradia)	90	1	16	45	61
Rua do Parque Esportivo (BB baixo)	35	1	6	0	6
Rua do Parque Esportivo (BB cima)	50	1	9	18	27
Rua dos Pica-Paus	210	1	38	50	88
Rua das Saíras	230	2	83	-	83
Rua dos Curiangos (Reitoria)	-	-	-	47	47
Rua dos Curiangos (Piscina)	70	1	12	0	12
Bolsão - Quadras	-	-	-	68	68
Total:			176	368	544

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme citado anteriormente, foram obtidos dados em quatro dias na Zona A. Os valores encontrados estão no Quadro 4.

Quadro 4: número de veículos estacionados nas subáreas da Zona A.

Rua/Bolsão	04/set				19/set			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Rua dos Sabiás	0	11	2	13	4	19	-	23
Passagem dos Arapaços (Bandeira-ADUFSCar)	4	15	-	19	-	44	-	44
Rua dos Beija-Flores (ADUFSCar - Palquinho)	4	10	-	14	-	-	-	0
Rua do Parque Esportivo (BB - Ginásio)	-	-	-	0	-	17	1	18
Rua do Parque Esportivo (Ginásio - Moradia)	-	36	5	41	7	37	3	47
Rua do Parque Esportivo (BB baixo)	3	-	2	5	4	-	4	8
Rua do Parque Esportivo (BB cima)	-	7	-	7	-	17	-	17
Rua dos Pica-Paus	13	39	-	52	25	50	11	86
Rua das Saíras	15	-	-	15	22	-	2	24
Rua dos Curiangos (Reitoria)	1	35	2	38	-	29	-	29
Rua dos Curiangos (Piscina)	3	0	0	3	7	-	-	7
Bolsão - Quadras	-	28	-	28	1	53	-	54
Total:	43	181	11	235	70	266	21	357

Rua/Bolsão	12/nov				22/nov			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Rua dos Sabiás	5	13	-	18	6	12	-	18
Passagem dos Arapaços (Bandeira-ADUFSCar)	-	40	-	40	-	30	-	30
Rua dos Beija-Flores (ADUFSCar - Palquinho)	10	20	-	30	-	20	-	20
Rua do Parque Esportivo (BB - Ginásio)	-	13	-	13	10	12	-	22
Rua do Parque Esportivo (Ginásio - Moradia)	7	42	6	55	10	38	9	57
Rua do Parque Esportivo (BB baixo)	6	-	4	10	6	-	6	12
Rua do Parque Esportivo (BB cima)	3	15	-	18	-	18	-	18
Rua dos Pica-Paus	22	48	7	77	21	46	9	76
Rua das Saíras	27	-	1	28	25	-	2	27
Rua dos Curiangos (Reitoria)	-	38	-	38	2	31	-	33
Rua dos Curiangos (Piscina)	7	12	1	20	9	16	-	25
Bolsão - Quadras	3	52	-	55	1	67	-	68
Total:	90	293	19	402	90	290	26	406

Fonte: elaborado pelo autor



#### 4.1.2 Zona B

A Zona B foi dividida em catorze subáreas. O Quadro 5 apresenta o número de vagas em paralelo, demarcadas e totais em cada uma delas.

Quadro 5: número de vagas nas subáreas da Zona B.

Rua/Bolsão	Extensão (m)	Lados possíveis de estacionar	Possíveis vagas em paralelo	Vagas demarcadas	Vagas totais
CCET	25	1	4	56	60
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Leste)	-	-	-	69	69
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Oeste)	168	1	30	-	30
Anfiteatro Bento Prado	-	-	-	12	12
Bolsão (Bento Prado - Quiosque DEMa)	-	-	-	121	121
AT4 (Frente)	-	-	-	120	120
Quiosque (AT4)	-	-	-	44	44
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (AT4)	115	1	20	-	20
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (Núcleos)	148	1	26	-	26
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (PU)	88	1	16	-	16
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (Núcleos)	105	2	38	-	38
Prefeitura Universitária	-	-	-	26	26
Núcleos - Extensão	-	-	-	72	72
Produção	-	-	-	30	30
			Total:	134	550
					684

Fonte: elaborado pelo autor

O Quadro 6 retrata o total de veículos estacionados nas subáreas nos dias de medição.

Quadro 6: número de veículos estacionados nas subáreas da Zona B.

Rua/Bolsão	04/set				13/set			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
CCET	-	20	2	22	4	54	-	58
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Leste)	-	65	10	75	-	69	9	78
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Oeste)	21	4	4	29	30	7	4	41
Anfiteatro Bento Prado	-	12	-	12	-	8	-	8
Bolsão (Bento Prado - Quiosque DEMa)	-	70	-	70	-	100	-	100
AT4 (Frente)	-	96	6	102	-	97	20	117
Quiosque (AT4)	-	39	-	39	-	40	-	40
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (AT4)	19	-	2	21	20	-	3	23
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (Núcleos)	21	-	-	21	26	-	5	31
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (PU)	14	-	2	16	16	-	13	29
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (Núcleos)	12	-	-	12	27	-	-	27
Prefeitura Universitária	-	26	-	26	-	22	-	22
Núcleos - Extensão	-	40	-	40	-	41	-	41
Produção	-	30	-	30	-	27	4	31
Total:	87	402	26	515	123	465	58	646

Rua/Bolsão	19/set				12/nov			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
CCET	2	52	-	54	2	30	-	32
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Leste)	-	69	7	76	-	69	7	76
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Oeste)	22	6	2	30	21	3	2	26
Anfiteatro Bento Prado	-	12	-	12	-	12	-	12
Bolsão (Bento Prado - Quiosque DEMa)	-	87	-	87	-	88	-	88
AT4 (Frente)	-	93	6	99	-	92	6	98
Quiosque (AT4)	-	20	-	20	-	30	-	30
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (AT4)	20	-	18	38	20	-	1	21
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (Núcleos)	26	-	11	37	26	-	7	33
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (PU)	16	-	5	21	16	-	3	19
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (Núcleos)	28	-	-	28	24	-	-	24
Prefeitura Universitária	-	21	-	21	-	19	-	19
Núcleos - Extensão	-	55	-	55	1	42	-	43
Produção	-	28	2	30	-	28	2	30
Total:	114	443	51	608	110	413	28	551

Rua/Bolsão	22/nov			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
CCET	2	42	-	44
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Leste)	-	71	9	80
Avenida Biblioteca Comunitária (Sentido Oeste)	30	3	5	38
Anfiteatro Bento Prado	-	12	-	12
Bolsão (Bento Prado - Quiosque DEMa)	-	70	-	70
AT4 (Frente)	-	94	7	101
Quiosque (AT4)	-	44	-	44
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (AT4)	20	-	2	22
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Leste) (Núcleos)	23	-	-	23
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (PU)	16	-	10	26
Rua dos Bem-te-vis (Sentido Oeste) (Núcleos)	15	-	-	15
Prefeitura Universitária	-	21	-	21
Núcleos - Extensão	-	50	-	50
Produção	-	26	1	27
Total:	106	433	34	573

Fonte: elaborado pelo autor

#### 4.1.3 Zona C

A Zona C foi dividida em quinze subáreas. O Quadro 7 apresenta o número de vagas em paralelo, demarcadas e totais em cada uma delas.

Quadro 7: número de vagas nas subáreas da Zona C.

Rua/Bolsão	Extensão (m)	Lados possíveis de estacionar	Possíveis vagas em paralelo	Vagas demarcadas	Vagas totais
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT7)	160	2	58	-	58
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT5)	48	1	8	-	8
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT7)	160	2	58	-	58
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT5)	58	1	10	-	10
Rua das Suindaras	247	1	44	58	102
Rua dos Gaturamos	120	1	21	-	21
Rua dos Tico-Ticos	-	-	-	8	8
Rua dos Falcões	40	1	7	16	23
AT7	-	-	-	81	81
AT5	-	-	-	40	40
DECiv	-	-	-	48	48
DEMa	-	-	-	40	40
Estacionamento Bio (Frente AT5)	-	-	-	57	57
Estacionamento Bio (Frente AT7)	-	-	-	147	147
Estacionamento Química	30	2	10	53	63
			Total:	216	548
					764

Fonte: elaborado pelo autor

O Quadro 8 retrata o total de veículos estacionados nas subáreas nos dias de medição.

Quadro 8: número de veículos estacionados nas subáreas da Zona C.

Rua/Bolsão	04/set				13/set			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT7)	21	-	-	21	23	-	-	23
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT5)	-	-	-	0	-	-	-	0
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT7)	15	-	-	15	29	-	-	29
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT5)	10	-	3	13	10	-	1	11
Rua das Suindaras	-	41	1	42	8	46	1	55
Rua dos Gaturamos	4	-	-	4	10	-	-	10
Rua dos Tico-Ticos	-	8	4	12	-	8	5	13
Rua dos Falcões	5	15	-	20	4	16	-	20
AT7	-	67	-	67	-	47	-	47
AT5	-	39	-	39	-	29	-	29
DECiv	-	38	-	38	-	37	-	37
DEMa	-	27	-	27	-	35	-	35
Estacionamento Bio (Frente AT5)	-	31	-	31	-	35	1	36
Estacionamento Bio (Frente AT7)	-	46	-	46	-	79	-	79
Estacionamento Química	2	38	-	40	10	46	-	56
Total:	57	350	8	415	94	378	8	480

Rua/Bolsão	19/set				12/nov			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT7)	26	-	-	26	11	-	-	11
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT5)	-	-	-	0	5	-	-	5
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT7)	18	-	-	18	29	-	-	29
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT5)	8	-	-	8	1	-	-	1
Rua das Suindaras	10	47	1	58	17	49	1	67
Rua dos Gaturamos	8	-	-	8	10	-	-	10
Rua dos Tico-Ticos	-	7	-	7	-	8	1	9
Rua dos Falcões	4	12	-	16	4	16	1	21
AT7	-	46	-	46	-	49	-	49
AT5	-	34	-	34	-	31	-	31
DECiv	-	35	-	35	-	35	-	35
DEMa	-	31	-	31	-	38	-	38
Estacionamento Bio (Frente AT5)	-	37	-	37	-	37	-	37
Estacionamento Bio (Frente AT7)	-	52	-	52	-	53	-	53
Estacionamento Química	1	53	-	54	10	47	1	58
Total:	75	354	1	430	87	363	4	454

Rua/Bolsão	22/nov			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT7)	23	-	-	23
Avenida Biblioteca Comunitária (L)(AT5)	-	-	-	0
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT7)	15	-	-	15
Avenida Biblioteca Comunitária (O) (AT5)	8	-	-	8
Rua das Suindaras	8	53	1	62
Rua dos Gaturamos	11	-	-	11
Rua dos Tico-Ticos	-	10	2	12
Rua dos Falcões	1	12	-	13
AT7	-	39	-	39
AT5	-	26	-	26
DECiv	-	39	-	39
DEMa	1	30	-	31
Estacionamento Bio (Frente AT5)	-	37	-	37
Estacionamento Bio (Frente AT7)	-	55	-	55
Estacionamento Química	7	57	-	64
Total:	74	358	3	435

Fonte: elaborado pelo autor

#### 4.1.4 Zona D

A Zona D foi dividida em seis subáreas. O Quadro 9 apresenta o número de vagas em paralelo, demarcadas e totais em cada uma delas.

Quadro 9: número de veículos estacionados nas subáreas da Zona D.

Rua/Bolsão	Extensão (m)	Lados possíveis de estacionar	Possíveis vagas em paralelo	Vagas demarcadas	Vagas totais
Rua dos Bem-te-vis	160	1	29	51	80
NuLEEn	15	2	5	12	17
Estacionamentos Departamento Computação	-	-	-	175	175
Bolsão AT9	-	-	-	69	69
Bolsão USE	-	-	-	150	150
Rua das Siriemas (USE)	70	2	25	-	25
			59	457	516

Fonte: elaborado pelo autor

O Quadro 10 retrata o total de veículos estacionados nas subáreas nos dias de medição.

Quadro 10: número de veículos estacionados nas subáreas da Zona C.

Rua/Bolsão	04/set				13/set			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Rua dos Bem-te-vis	15	46	6	67	10	43	3	56
NuLEEn	5	12	13	30	5	12	16	33
Estacionamentos Departamento Computação	-	103	-	103	-	62	1	63
Bolsão AT9	-	65	4	69	-	64	4	68
Bolsão USE	-	92	5	97	-	69	4	73
Rua das Siriemas (USE)	13	-	1	14	10	-	1	11
Total	33	318	29	380	25	250	29	304

Rua/Bolsão	19/set				12/nov			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Rua dos Bem-te-vis	17	51	3	71	15	51	12	78
NuLEEn	5	12	24	41	5	12	19	36
Estacionamentos Departamento Computação	-	97	2	99	-	88	3	91
Bolsão AT9	-	64	3	67	-	58	3	61
Bolsão USE	-	60	-	60	-	84	4	88
Rua das Siriemas (USE)	21	-	-	21	14	-	-	14
Total	43	284	32	359	34	293	41	368

Rua/Bolsão	22/nov			
	Paralelo	Demarcada	Irregular	Total
Rua dos Bem-te-vis	12	51	5	68
NuLEEn	5	12	18	35
Estacionamentos Departamento Computação	1	88	-	89
Bolsão AT9	-	69	1	70
Bolsão USE	-	66	3	69
Rua das Siriemas (USE)	16	-	-	16
Total	34	286	27	347

Fonte: elaborado pelo autor

#### 4.2 DEMANDA CRÍTICA DA UNIVERSIDADE

A demanda crítica da universidade foi definida com a soma das demandas críticas de cada uma das zonas. Desta maneira, foram considerados os valores dos dias 22/11/2018 para a Zona A; 13/09/2018 para as Zonas B e C; e 04/09/2018 para a Zona D. O Quadro 11 apresenta os valores individuais por zona e o valor final, considerando a universidade como um todo.

Quadro 11: demanda crítica nas Zonas A, B, C, D e da UFSCar como um todo.

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	UFSCar
<b>Demanda crítica</b>	406	646	480	380	1.912

Fonte: elaborado pelo autor

#### 4.3 COMPARAÇÃO COM OS MÉTODOS DE NUNES (2005), CET (1983), DENATRAN (2001) E SÃO CARLOS (2011)

Para analisar se o valor do número das vagas disponíveis no ano de 2018 no campus São Carlos da UFSCar atende a necessidade de utilização de sua comunidade, este valor foi contrastado com os números que o método de Nunes (2005) prediz, além de comparado com os valores pregados pelos métodos do CET (1983), DENATRAN (2001) e São Carlos (2011).

##### 4.3.1 Resultados do método de Nunes (2005)

Para o método proposto por Nunes (2005), foi necessário achar o número de alunos que integram o campus São Carlos. Em 2015, dos 18.536 alunos matriculados na universidade, 13.751 (aproximadamente 74%) estavam baseados no campus são-carlense (CCS, 2015). Para o ano de 2018, não havia fontes da quantidade de alunos por campus. Portanto, foi feita uma projeção através do número total de estudantes: considerando o montante de 26.935 (UFSCAR, 2018), existiriam 19.982 alunos em São Carlos.

Desta maneira, a equação recomendada para determinar a Demanda Crítica é a (6), que retorna o número de 3.601 vagas necessárias.

##### 4.3.2 Resultados do método da Companhia de Engenharia de Tráfego (1983)

O método da CET demanda o número total de alunos (NA), a área total das salas de aula (AS) e o número de salas de aula (NS) para achar o número de viagens atraídas pela IES (que levam à quantidade de vagas necessárias através da equação (4)). Para o campus UFSCar – São Carlos, os valores considerados foram:

- NA = 19.982;
- AS = 16.138,26m<sup>2</sup>; e
- NS = 124.

Vale ressaltar que foram considerados apenas o número e a área de salas que compõem os edifícios Aula Teórica. Com estes números, o método recomenda a utilização da Equação (3), que traz a quantidade  $V= 2.838$  e, conseqüentemente, número de vagas necessárias igual a 824.

#### 4.3.3 Resultados do método do Departamento Nacional de Trânsito (2001)

Para o método do DENATRAN (2001) é necessária a área computável (AC) do campus, definida pela área construída total excluindo as áreas construídas de garagens, de áticos e caixas d'água. O valor encontrado foi de  $AC = 188.369,8m^2$ , o que demanda um número de vagas igual a 9.419.

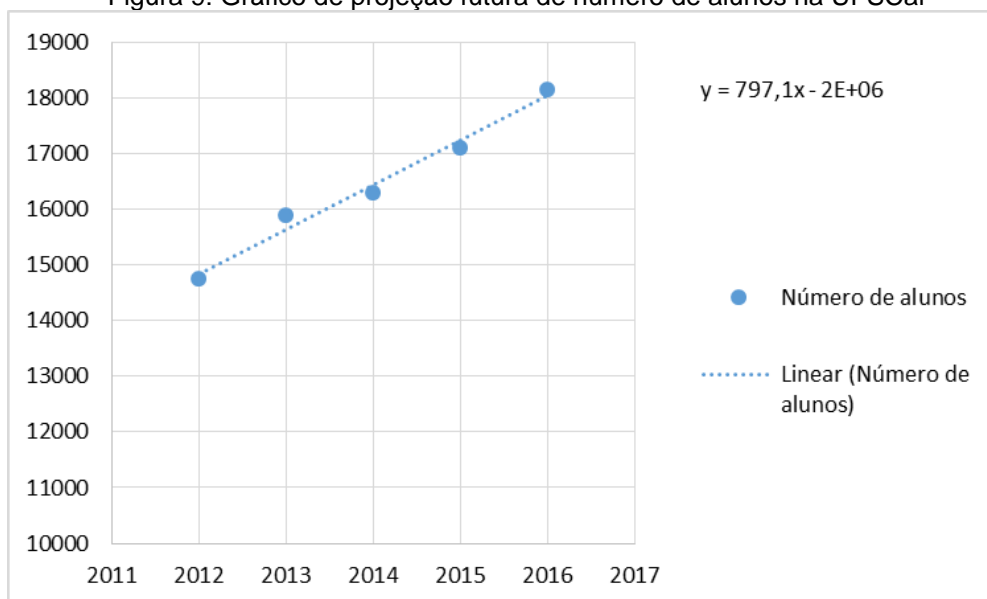
#### 4.3.4 Resultados do método do Plano Diretor de São Carlos (2011)

O método do Código de Obras da cidade de São Carlos prevê a necessidade de uma vaga a cada  $35m^2$  de área construída. No campus de São Carlos, esta área é de  $189.100m^2$ . Desta maneira, o campus demandaria um total de 5.403 vagas.

#### 4.3.5 Projeção futura

Usando os dados do Quadro 2, foi feita uma projeção linear para estimar a quantidade de alunos na UFSCar em um horizonte de dez anos. O gráfico feito é demonstrado na Figura 9.

Figura 9: Gráfico de projeção futura de número de alunos na UFSCar



Fonte: elaborado pelo autor

O eixo das ordenadas representa o número de alunos matriculados em cursos presenciais na UFSCar e o eixo das abcissas o ano correspondente. Com a equação encontrada através do gráfico, foi feita uma projeção para o ano de 2028 da quantidade de estudantes na faculdade. O número estimado foi de 27.600 alunos. Levando em conta o percentual de 74% relativo à proporção do Campus São Carlos (como feito no item 4.3.1), obtêm-se um total de 20.476 estudantes no local.

O Método de Nunes é o único dos abordados que tem como variável a quantidade de estudantes. Logo, apenas ele apresenta resultado diferente em um intervalo de dez anos. O número de vagas que o método demanda para o ano de 2028 seria de 3.707.



## 5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O Quadro 12 mostra o número de vagas demarcadas, possíveis (em paralelo) e total, no campus São Carlos, além dos valores retornados pelos métodos aplicados anteriormente.

Quadro 12: número de vagas na UFSCar e a quantidade destas que cada método diz necessário.

	Demarcadas	Em paralelo	Total	Método Nunes	Método Nunes 2028	Método CET	Método DENATRAN	Método São Carlos
<b>Número de vagas</b>	1.923	585	2.508	3.601	3.707	824	9.419	5.403

Fonte: elaborado pelo autor

Analisando o Quadro 12, é possível perceber que o número de vagas atual no campus São Carlos tem uma defasagem em relação aos critérios do Método de Nunes de 1.093 locais para estacionamento. Considerando a média histórica de crescimento anual do número de alunos no campus, em dez anos este déficit só ficará maior caso nenhuma mudança ocorra.

Além disso, o contraste com os outros meios de cálculo de número necessário de vagas mostra que apenas o Método da CET teria sua demanda atendida. Os Métodos do Denatran e do Plano Diretor de São Carlos, por considerarem apenas a área construída, talvez não retratem bem a realidade da Universidade Federal de São Carlos por esta ter variedade e quantidade grande de construções, usadas para os fins mais distintos.

É interessante notar que, mesmo com o déficit do número de vagas em relação ao Método de Nunes, muitas das ruas e bolsões não estavam com sua capacidade total preenchida quando da contagem do número de veículos estacionados. As áreas que contavam com mais veículos estacionados (alguns, conforme mostram os Quadros 4, 6, 8 e 10, com maior concentração de carros estacionados de maneira irregular) estão em sua maioria localizadas próximas às entradas dos edifícios onde são ministradas as aulas. Isso vai de encontro ao que foi abordado no item 2.2.2, onde se diz que os motoristas preferem estacionar o mais próximo possível à entrada dos estabelecimentos que tem como destino final. Portanto, uma das maneiras de mitigar o efeito da falta de vagas na universidade é distribuí-las mais homoganeamente pelo campus em locais onde ocorrem as aulas.

Outra alternativa para mitigar momentaneamente a defasagem de vagas são mudanças na infraestrutura do campus: rearranjo da disposição dos estacionamentos

existentes, construção de novos edifícios de salas de aula em locais mais afastados (para evitar uma concentração ainda maior de carros estacionados nos locais já existentes), regularização de áreas atualmente irregulares já consolidadas como estacionamentos informais (à exemplo, o descampado ao lado do NuLEEn e os gramados em frente ao AT4). Estas medidas, além de custosas financeiramente e ambientalmente, teriam efeito apenas paliativo: a tendência é que estas novas áreas também se saturem ao longo do tempo, voltando ao problema inicial. Soma-se isso ao fato de que estas ações ajudariam no espraiamento estrutural do campus, o que incentivaria ainda mais o uso do transporte individual motorizado, agravando o ciclo vicioso de saturação do campus.

Visto isso, ações que visassem diminuir o uso do transporte individual motorizado no campus poderiam ser mais eficientes. A destacar, algumas medidas que podem ser tomadas a curto, médio e longo prazo são:

- Incentivo ao uso de bicicletas com melhorias e adequações nas vias de tráfego para dar maior segurança aos ciclistas, implantação de mais estacionamentos para estes veículos e ações de conscientização voltadas aos usuários do campus. No futuro, poderiam ser pensadas formas de aluguel de bicicletas dentro da universidade, seja promovida por meios públicos ou privados;
- Incentivo a sistemas de carona coletiva, como os já realizados atualmente por algumas instituições (como o Enactus – UFSCar). Medidas como placas indicando o destino final de quem pega ou oferece carona e pontos de embarque e desembarque, que já ocorrem atualmente, poderiam ser replicadas à mais localidades. Novas ações como a expansão dos pontos de carona pela cidade (em concordância ao poder público municipal), a criação de aplicativos e dispositivos para dar mais segurança a quem pratica este modelo de *carpool* e vagas exclusivas aos motoristas que oferecem carona podem ser fomentadas pelos órgãos responsáveis dentro da UFSCar;
- Criação de pequenas áreas de lazer, a exemplo das práticas de acupuntura urbana, nos estacionamentos que atualmente já estão saturados. Mesmo que a oferta de vagas no local fique menor, esta ação pode fazer com que áreas atualmente subutilizadas de estacionamento (como as vagas entre os AT5 e AT7 e prédios do Centro de Ciências

Biológicas e da Saúde) sejam melhor ocupadas, além de desincentivar o uso do carro no campus, visto que mesmo com ele, os motoristas ainda teriam que percorrer um bom trecho a pé até seu destino final; e

- Cobranças ao poder público municipal quanto à qualidade e oferta de transporte público. É histórico em São Carlos que, para os percursos cidade - campus, são ofertados veículos insuficientes nos horários de pico, causando lotação e atrasos nas linhas. Uma cobrança forte feita por usuários da faculdade e a governança da UFSCar em si poderiam trazer melhorias neste quesito. Para os trajetos internos no campus, a volta do sistema de ônibus circulares (interrompida ao fim de 2017) com maior oferta de veículos nos horários de trocas de aula seria uma alternativa ao uso de carros.

Estas ideias são baseadas em soluções aplicadas na Engenharia Urbana ao redor do mundo, mas não tiveram nenhuma análise de viabilidade feita. Como sugestão a futuros trabalhos, poderiam ser realizados estudos quanto a aplicabilidade delas no campus UFSCar e em São Carlos como um todo.

Outro ponto pouco explorado neste trabalho foi a análise a fundo de cada uma das Zonas, motivada principalmente por dois fatores: o primeiro é a impossibilidade de determinar com exatidão o número de carros estacionados nas zonas no momento de contagem, visto que havia demora em média de quinze minutos para percorrer cada uma delas; o segundo é que, por questões logísticas, um tratamento de dados com métodos estatísticos consolidados para o estudo do campus todo é impossibilitado. Uma maneira de contornar estas questões em pesquisas futuras seria uma divisão individual dos pontos de estacionamento estudado e uso de uma equipe maior para coleta de dados. Esta solução ajudaria também em um melhor estudo sobre vagas destinadas a pessoas com necessidades especiais, a motocicletas, espaços para bicicletas, entre outros aparelhos que constam em estacionamentos.

Por fim, é válido ressaltar um ponto de atenção para futuras pesquisas ao redor do tema: havia certa inconsistência na informação da quantidade de alunos da universidade como um todo. O Relatório anual de atividades de 2016, o de 2017 e dados apresentados nos canais de comunicação da UFSCar trazem valores distintos para este número. Por consequência, a informação sobre o número de alunos de cada campus também é prejudicada. Uma solução para este problema seria a

automatização da obtenção destes valores através de portais utilizados pelos estudantes (como atualmente o SIGA), que contêm uma boa base de dados da comunidade acadêmica. Outra saída seriam parcerias com esta mesma comunidade, a destacar com as pessoas das ciências estatísticas, que poderiam fazer levantamentos e projeções sobre o número de estudantes, dando maior embasamento para pesquisas e até mesmo para políticas públicas a serem adotadas pela UFSCar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CCS – Coordenadoria de Comunicação Social – UFSCar. **Dados da UFSCar**. Disponível em < <http://www.ccs.ufscar.br/dados-da-ufscar>>. Acesso em: 08 de junho de 2019.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Pólos geradores de tráfego – Boletim técnico da CET, 32. 154p. 1983

CISCAR, L.; BARBOSA, P.; CAMPOS, R. **Análise da capacidade de vagas no estacionamento para alunos da escola de engenharia civil da Universidade Federal de Goiás**. 54f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **BOLETIM ESTATÍSTICO**. Brasília. Fevereiro, 2019.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em < <https://www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos> >. Acesso em: 08 de junho de 2019.

\_\_\_\_\_. **Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego**. Departamento Nacional de trânsito. Brasília. 2001

GONZALES-ROLDAN, A. R. **Ingeniería de tráfico**. 3. ed. Madrid: Bellisco, 1971. 890 p.

HAY, W. W. **An introduction to transportation engineering**. 2. ed. John Wiley and Sons. 1977. 512p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 08 de junho de 2018.

ITE – Institute of Transportation Engineering. **Traffic engineering handbook**. 7º Ed. John Wiley and Sons. Hoboken. 2008

MENDES, F. B. **Praças de estacionamento como estratégia para melhoria no trânsito de áreas centrais**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

NUNES, J. L. **Estudo da demanda por estacionamento em instituições de ensino superior**. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, DF, 167p., 2005.

PEREIRA, L. A. G.; LESSA, S. N.; CARDOSO, A. D. Planejamento e Transporte Rodoviário no Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.12, n. 40, p. 26-46, dez. 2011.

PORTUGAL, L. S. **Polos geradores de viagens orientadas à qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2012. 704p.

SÃO CARLOS. Decreto Lei nº 15,985, de 29 de dezembro de 2011. Código de obras e edificações. **Diário oficial de São Carlos**, São Carlos, n. 394, 16 p., 30 dez. 2011.

SOARES, L. R. **Engenharia de tráfego**. 1. ed. Rio de Janeiro: Almeida-Neves Editores, 1975. 269 p.

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos. **Relatório anual de atividades 2012**. São Carlos, 2013. 265 f.

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de atividades 2013**. São Carlos, 2014. 430f.

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de atividades 2014**. São Carlos, 2015. 353f.

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de atividades 2015**. São Carlos, 2016. 363 f.

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de atividades 2016**. São Carlos, 2017. 538 f.

\_\_\_\_\_. **Apresentação**. 2018. Disponível em < <https://www2.ufscar.br/a-ufscar/apresentacao>>. Acesso em: 08 de junho de 2019.