

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

ARIANE CORRÊA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA
ESTIMAÇÃO DA PROPENSÃO AO USO DE BICICLETA COMPARTILHADA**

Niterói, RJ
Novembro de 2023

ARIANE CORRÊA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA
ESTIMAÇÃO DA PROPENSÃO AO USO DE BICICLETA COMPARTILHADA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações.

Orientador: Prof. D. Sc Bruno Soares M. C. Borba

Niterói, RJ
Novembro de 2023

ARIANE CORRÊA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA
ESTIMAÇÃO DA PROPENSÃO AO USO DE BICICLETA COMPARTILHADA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações.

Aprovada em ___/___/___ .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Bruno Soares M. C. Borba, D.Sc. (Orientador)
UFF – Universidade Federal Fluminense

Leonardo de Arruda Bitencourt, D.Sc. (Coorientador)
UFF – Universidade Federal Fluminense

Vitor Hugo Ferreira, D.Sc.
UFF – Universidade Federal Fluminense

Diego Cunha Malagueta, D.Sc.
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Niterói, RJ

Novembro de 2023

*Quem tenta incessantemente alcança.
No balanço das andanças aprendi sobreviver
(Renato da Rocinha)*

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de começar dizendo que não sei como cheguei até aqui. Mas eu sei, sei sobre cada dia que eu pensei que não conseguiria, sobre cada vez que fiquei com medo e cheguei até cogitar que chegar até aqui não era pra pessoas com histórias similares à minha. Mas eu acredito em um Deus que me ensina que o sol nasce para todos, que se eu posso sonhar, eu posso sim realizar, que Ele ainda realiza sonhos. Junto disso, eu tenho uma família que me dá forças e me faz acreditar que eu posso conquistar tudo que eu quiser, que me encoraja quando eu estou desacreditada, abraça e embarca comigo em todos os meus sonhos. Por isso, eu quero agradecer a Deus que me deu forças para realizar mais esse sonho, quero agradecer a minha família por me encorajar e acreditar em mim mais que a mim mesma, quero agradecer a mim por ter conseguido chegar até aqui mesmo as vezes parecendo impossível. Obrigada ao meu orientador Bruno Borba e ao coorientador Leonardo Bittencourt pelo conhecimento adquirido e por todo apoio nesse processo. Gostaria de agradecer também à todas as pessoas que durante uma conversa totalmente despreocupada, falei sobre minha pesquisa e me deram ideias, inspirações e incentivo.

RESUMO

O uso de bicicletas compartilhadas para pequenos trajetos é uma alternativa para minimizar os danos ao meio ambiente e emissão de gases do efeito estufa. A decisão de utilizar esse serviço está intimamente relacionada com o perfil de cada indivíduo, pois enxergar valor e necessidade dessa atividade está diretamente ligado às características intrínsecas de cada um, como por exemplo, compromisso de diminuir a emissão de gases no efeito estufa, o quanto esse serviço pode melhorar a logística no dia a dia, unir a prática de exercícios ao compromisso de melhorar o meio ambiente, o quanto está disposto a pagar valores pessoais e outros. Equacionar variáveis pertinentes ao tema estudado através de uma combinação estatística, como a regressão logística binária, é uma forma de expressar matematicamente a probabilidade de utilização de um serviço. O objetivo dessa dissertação é formular um modelo matemático que defina a probabilidade de utilização de bicicletas compartilhadas mediante o perfil dos usuários. A ideia é aproveitar uma base de dados existente e criar uma metodologia que seja capaz de futuramente ser aplicada nos campi da UFF para contribuir na definição de um modelo de negócios para implantação de um sistema de bicicleta compartilhada. Estas abordagens de modelo matemático e modelo de negócios buscam se complementar, permitindo uma tomada de decisão mais embasada e contribuindo para a eficiência e sucesso do serviço de bicicleta compartilhada.

Palavras-chave: bicicleta compartilhada, regressão logística binária, modelo matemático, propensão ao uso de bicicleta compartilhada.

ABSTRACT

The use of shared bicycles for short journeys is an alternative to minimize damage to the environment and the emission of greenhouse gases. The decision to use this service is closely related to the profile of each individual, as seeing the value and need for this activity is directly linked to the intrinsic characteristics of each person, such as commitment to reducing gas emissions in the scientific effect, the extent to which this service can improve day-to-day logistics, combine exercise with a commitment to improving the environment, how much you are willing to pay for personal and other values. Variable equations relevant to the topic studied through a statistical combination, such as binary logistic regression, is a way of mathematically expressing the probability of using a service. The objective of this dissertation is to formulate a mathematical model that defines the probability of using shared bicycles based on the user profile. The idea is to take advantage of an existing database and create a methodology that is capable of being applied in the future on UFF campuses to contribute to the definition of a business model for implementing a shared bicycle system. These mathematical model and business model approaches seek to complement each other, allowing for more informed decision-making and contributing to the efficiency and success of the shared bike service.

Keywords: shared bike, binary logistic regression, mathematical model, propensity to use shared bike.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
Objetivo.....	14
2. Referencial teórico.....	15
2.1 Regressão logística para previsão de demanda.....	15
2.1.1 Regressão logística.....	16
2.1.2 Regressão logística binária	17
2.1.3 Interpretação dos coeficientes.....	20
2.1.4 Método da máxima verossimilhança.....	20
2.1.5 Representação gráfica.....	22
2.1.6 Razão de chances.....	23
2.2 Teste de hipótese	26
2.3 Compartilhamento de bicicletas.....	28
2.3.1 Aspectos Mercadológicos da Economia das Bicicletas Compartilhada.....	33
3. Metodologia.....	35
3.1 Seleção de base de dados.....	36
3.2 Categorização da base de dados.....	37
3.2.1 Dados agrupados.....	37
3.2.2 Dados multinomiais.....	40
3.2.3 Dados nominais.....	43
3.2.4 Teste de hipótese.....	47
3.2.5 Modelo matemático.....	47
4. RESULTADOS.....	48
4.1 Análise dos coeficientes.....	52
5. Conclusão.....	54

6. Referências.....56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de regressão logística	19
Figura 2 - Gráfico referente a regressão Linear.....	23
Figura 4 - Modelo de estação no sistema Bike Rio.....	31
Figura 5 - Área de atuação inicial da Yellow na cidade de São Paulo (marcadas em amarelo e preto).....	31
Figura 6 - Fluxograma da metodologia	36

1. INTRODUÇÃO

O tema dos veículos elétricos tem ganhado força nas agendas políticas atuais. As razões para tal processo são, especialmente, as emissões de gases de efeito estufa, causando o aquecimento global, e outros problemas relacionados à poluição do setor de transportes. Com isso, a mobilidade elétrica traz benefícios, possibilitando o uso racional e eficiente dos recursos naturais (MONIOS; BERGQVIST, 2020).

Do ponto de vista ambiental, os carros elétricos apresentam muitas vantagens em relação aos carros tradicionais, porém, em termos de deslocamento diário, ambos ainda apresentam muitas desvantagens e, para distâncias curtas, podem não ser a melhor escolha (LI et al., 2020). Para a maioria dos usuários, usar meios de transporte ativos¹ não é uma opção em distâncias muito longas. Embora as bicicletas elétricas facilitem o uso em longas distâncias, elas ainda sofrem do mesmo problema. No entanto, os sistemas de compartilhamento de bicicletas têm potencial para serem integrados à rede de transporte público, atuando como alimentadores desta rede (ITDP, 2018).

Como resultado, o sistema de bicicletas compartilhadas surgiu como uma das formas mais populares de consumo colaborativo no mundo e uma das mais estudadas (TANG; YANG, 2021). O pioneiro desse tipo de sistema foi o projeto *White Bicycle Plan* (Plano das Bicicletas Brancas), que teve início em 1965 em Amsterdã, na Holanda. Contudo, o conceito de compartilhamento de bicicletas realmente começou a se desenvolver em meados dos anos 2000, com o surgimento de sistemas de compartilhamento de bicicletas em larga escala em diferentes cidades do mundo. Desde então, distintas empresas e projetos surgiram, ofertando sistemas de bicicletas compartilhadas em várias cidades e países (SHANG et al., 2021).

A utilização desses sistemas tem aumentado vertiginosamente devido à crescente preocupação com a sustentabilidade e a busca por modos alternativos de transporte (TANG; YANG, 2021). Nestas situações, o perfil do usuário pode influenciar diretamente na decisão de usar a bicicleta, como por exemplo, a logística que ele

¹ Meio de transporte que envolve atividade física.

realiza no dia a dia e o interesse de usar uma opção sustentável (PARKES et al., 2013).

O consumo colaborativo utiliza as mudanças tecnológicas, principalmente o advento da internet, para transformar a forma de fazer negócios (BOTSMAN; ROBERS, 2011). O consumo colaborativo baseia-se na interação entre pessoas que trabalham de forma colaborativa e compartilham ideias, experiências, recursos econômicos e tempo, entre outras coisas, levando a uma maior interação entre as pessoas e incentivando a venda, a troca e um estilo de vida cooperativo (BOTSMAN E ROGERS, 2011).

Uma abordagem a ser agregada é que a criação, produção, distribuição, comércio e consumo compartilhado de bens e serviços, com possibilidade de interação entre pessoas e indústrias (MARKUS; ORSI, 2016). O compartilhamento permite que duas ou mais pessoas usufruam das vantagens do produto sem terem que desembolsar uma determinada quantia para o adquirir (MARKUS, ORSI, 2016).

Assim, o *Sharing Economy* ou Economia do Compartilhamento, pode ser compreendida como um sistema econômico e social que se baseia no conceito de uso compartilhado de recursos. Esse sistema é transposto em uma infinidade de formas e se beneficia dos avanços tecnológicos para combinar indivíduos e organizações, permitindo o compartilhamento e distribuição de bens e serviços excedentes (LAMBERTON, ROSE, 2012).

Neste contexto, a Universidade Federal Fluminense (UFF) está desenvolvendo e estudando a aplicação de veículos elétricos de pequeno porte, com a implementação de um sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas para uso dos docentes e discentes entre os campi da universidade. Para a implementação do sistema de compartilhamento de bicicletas alguns aspectos precisam ser estudados, em especial o desenvolvimento de um modelo de negócios que viabilize o funcionamento de bicicleta elétrica nos campi da UFF, assim como a identificação do perfil do usuário do sistema compartilhado.

Em linhas gerais, diversas técnicas são utilizadas atualmente para identificação do perfil de usuários. No estudo de Luís Antônio em 2017 foi realizada uma pesquisa online e definiu-se características como renda familiar, idade, sexo e se possui automóvel para analisar o perfil do usuário mais propenso a utilizar o aplicativo UBER

e dessa forma analisou-se a probabilidade de usar outros meios de locomoção (COELHO,2017).

Na pesquisa de Luciana e Cristiano a proposta também era reconhecer o perfil do usuário que estaria propenso a utilizar bicicleta compartilhada na Universidade de Goiás (campus Goiânia). Para isso foi realizada uma pesquisa online com variáveis similares as que serão usadas nessa pesquisa tais como: características gerais da necessidade de locomoção, a disponibilidade de usar bicicleta compartilhada, prática de esportes, posição dentro da universidade, cuidados com a saúde, quais e quantos motivos fariam o usuário utilizar o serviço. Após análise dos dados coletados estimou-se a probabilidade de utilização de acordo com os perfis (HARMER E ALMEIDA, 2015).

Por outro lado, na pesquisa “Modelando o perfil do usuário para a construção de sistemas de recomendação: um estudo teórico e estado da arte” de 2010 são apresentados fundamentos teóricos para definição de um perfil. Além disso, defende que pesquisas de modelos a partir da coleta de dados para o desenvolvimento de modelos de negócios e de estratégias de implementação delimitam um comportamento do público em média. No entanto, premissas individuais podem mudar substancialmente a decisão de utilização de um serviço (BARTH, 2010).

Com o conhecimento do perfil dos potenciais usuários, é possível elaborar um modelo de negócio que maximize a rentabilidade do operador e, ao mesmo tempo, traga benefícios para o usuário. No estudo conduzido por Natália, Lilian e Vagner em 2022, a matriz SWOT foi empregada para analisar um microempreendedor de serviços elétricos que ingressou no mercado em 2021 sem um modelo de negócios definido. Por meio dessa análise, identificaram-se oportunidades e áreas de melhoria, resultando na mitigação de ameaças e no aprimoramento da estratégia do microempreendedor, resultando em uma expansão de sua base de clientes (MELO, TRINDADE e FERREIRA, 2022).

Em contraste, a pesquisa realizada por Elie Besso em 2012 utilizou a matriz SWOT para examinar modelos de negócios existentes relacionados ao uso de gás hidrogênio em um complexo sucroalcooleiro. Ao aplicar a matriz, observou-se uma predominância de ameaças e fraquezas em comparação com oportunidades e pontos fortes. Como resultado, um novo modelo de negócios foi delineado para buscar o sucesso no empreendimento (BESSO, 2012).

Já na pesquisa de Luísa, realizada em 2014, foram analisados modelos de negócios relacionados à comercialização de energia elétrica fotovoltaica, também utilizando a matriz SWOT. Mesmo que o mercado de energia elétrica fotovoltaica fosse incipiente no Brasil na época, a análise revelou que os modelos existentes apresentavam pontos fortes e oportunidades favoráveis tanto para consumidores quanto para concessionárias locais. Isso contribuiu para uma impressão positiva dos comerciantes e usuários em relação aos modelos disponíveis (BARROS, 2014).

1.1 Objetivo

O propósito desta dissertação é desenvolver um modelo matemático capaz de estimar a propensão à utilização de bicicletas elétricas compartilhadas. Para construir esse modelo, será empregada uma base de dados a partir de métodos de recrutamento estratificados aleatórios de correio para a web e de interceptação de folheto para a web de uma pesquisa realizada em Sacramento na Califórnia no período de 2016 a 2019 (FITCH e HANDY, 2022). O objetivo a longo prazo é aplicar essa metodologia para compreender a probabilidade de utilização de bicicletas elétricas compartilhadas no contexto da UFF quando forem disponibilizados os dados de pesquisa com os usuários nessa região.

A base de dados utilizada engloba informações gerais e sociodemográficas para compreender aspectos como faixa etária, raça, gênero, classe social e outros relacionados aos usuários. A importância desses dados para estimação da propensão a utilização de bicicleta compartilhada será analisada através do teste t, levando em consideração sua relevância para o modelo, e posteriormente combinados por meio do modelo final de regressão logística binária no software SPSS. Após a modelagem, os resultados serão analisados e serão apresentadas conclusões que podem ser extraídas do modelo visando subsidiar futuramente os estudos para elaboração do modelo de negócio mais adequado para a implementação do serviço na UFF.

Esta pesquisa está dividida em cinco capítulos, organizados da seguinte forma: o primeiro capítulo aborda a introdução e contextualização do tema, o segundo é um referencial teórico sobre regressão logística e bicicletas elétricas compartilhadas, o terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada, o quarto apresenta os resultados

obtidos, e o quinto capítulo trata das conclusões e tendências de modelos de negócios para futuras pesquisas.

2. Referencial teórico

No contexto da presente pesquisa, este capítulo busca estabelecer um referencial teórico que abrange os conceitos a serem aplicados na base de dados. Esta pesquisa visa identificar a melhor técnica para construção de um modelo baseado em dados para estimar os principais fatores que impactam a propensão ao uso de bicicletas elétricas compartilhadas. Esta linha de pesquisa faz parte de uma área mais abrangente, que trata dos modelos de previsão de demanda de serviços de transporte, os quais serão também discutidos nesse capítulo. Além disso, serão explorados alguns aspectos relacionados com o compartilhamento de bicicletas elétricas, encerrando a apresentação do referencial teórico.

2.1 Estudos para Projeção da Propensão ao Uso de Transporte

A análise de demanda de transporte historicamente emprega dois tipos de modelos: os modelos agregados, conhecidos como modelos de primeira geração, e os modelos desagregados, denominados modelos de segunda geração (SÁNCHEZ-DÍAZ, 2019). Os modelos de primeira geração, prevalentes até a década de 1970, enfrentaram desafios relacionados à baixa flexibilidade, precisão limitada, alto custo e inadequada orientação na formulação de políticas, levando ao declínio de sua utilização no planejamento (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 1990).

A transição para modelos desagregados ocorreu a partir do final dos anos 1970, superando as limitações dos modelos agregados. Esses modelos de segunda geração, baseados em observações individuais, proporcionam uma compreensão mais aprofundada do comportamento de viagem, incorporando princípios teóricos da economia clássica, enfoque comportamental e técnicas de marketing (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). (GONZALEZ; SÁNCHEZ, 2019).

Assim, os modelos desagregados que representam escolhas discretas permitem estimar a propensão de escolha por meio da probabilidade de utilizar o modo

de transporte com base em uma abordagem comportamental (ACHEAMPONG; SILVA, 2015). Modelos de escolha discreta para seleção de modo de transporte têm sido empregados na modelagem de transporte para representar o comportamento de uma pessoa que deve escolher entre diferentes opções para iniciar uma viagem (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). A modelagem pode ser feita com uma espécie de modelo de escolha discreta a partir dos dados obtidos com os métodos de preferência revelada e preferência declarada. Alguns dos modelos de escolha discreta mais comumente usados para análise de demanda de transporte são determinados por métodos de regressão (HUTCHINSON, 1979), utilizando a regressão logística como ferramenta específica. A escolha da regressão logística possibilita uma abordagem mais adaptável, permitindo a avaliação da propensão do usuário, como "maior propensão à utilização" ou "menor propensão à utilização".

A análise de regressão logística binária visa realizar previsões sobre os valores da variável dependente (resposta) a partir dos valores das variáveis independentes (preditoras), com o objetivo de criar modelos estatisticamente significativos (DELL'AMICO et al., 2014). A técnica de regressão logística, desenvolvida no século XIX, ganhou maior visibilidade após 1950, tornando-se mais conhecida (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 2011). Avanços significativos foram alcançados com os trabalhos de (SNELL, 1989) e (HOSMER; LEMESHOW, 1989). Essa técnica tem como objetivo descrever a relação entre uma variável dependente qualitativa binária e um conjunto de variáveis independentes, que podem ser qualitativas ou métricas.

Atualmente, a regressão logística é considerada uma ferramenta poderosa para a análise de variáveis dicotômicas e os modelos de regressão existentes são técnicas utilizadas para explicar a relação entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes (CRAMER, 2002).

2.1.1 Regressão logística

A regressão logística é uma técnica estatística que tem como objetivo criar um modelo a partir de um conjunto de observações, permitindo a previsão de valores assumidos por uma variável categórica frequentemente binária. Esse modelo é construído considerando uma ou mais variáveis independentes contínuas e/ou

binárias (NICK; CAMPBELL, 2007). A principal característica que diferencia a regressão logística de outros métodos é o fato de ter uma variável dependente categórica, podendo até mesmo transformar variáveis não dicotômicas em binárias. Além disso, é amplamente utilizada para classificar objetos em duas categorias, mas também pode ser aplicada a casos com múltiplas classes. Existem três tipos principais de regressão logística: binária, ordinal e multinomial.

A regressão logística binária é um modelo utilizado para classificar respostas em apenas dois grupos ou categorias. Por exemplo, pode ser empregado para determinar se a decisão do usuário de um determinado produto é sim ou não, se uma imagem é colorida ou não, ou se uma célula é saudável ou não.

A regressão logística ordinal é um modelo utilizado para classificar respostas acima de três categorias, mantendo uma ordem estabelecida entre elas. Por exemplo, pode ser aplicado para classificar o desempenho de uma nota como "regular", "boa" ou "excelente", ou para classificar o grau de satisfação de um cliente com um serviço como "insatisfeito", "satisfeito" ou "muito satisfeito".

A regressão logística multinomial é um modelo utilizado para classificar objetos em três ou mais categorias, sem uma ordem estabelecida entre elas. Por exemplo, pode ser utilizado para classificar um animal como "cobra", "elefante" ou "boi", ou para classificar uma fruta como "banana", "laranja", "limão" ou "uva".

Nessa dissertação será usada regressão logística binária, pois a resposta do modelo matemático trará somente duas respostas à propensão de utilizar o serviço de bicicleta compartilhada: "sim" ou "não".

2.1.2 Regressão logística binária

A variável dependente na regressão logística é caracterizada por ser qualitativa dicotômica ou binária, representando categorias como falha ou sucesso, positivo ou negativo, sim ou não, entre outras. Essa variável dependente segue uma distribuição de Bernoulli que é uma variável aleatória definida como 1 ou 0, e sua distribuição de probabilidade é dada pela função de distribuição apresentada na Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**:

$$P\left(\frac{p}{y}\right) = p^y(1-p)^{1-y} \quad (1)$$

Nesta expressão, p é a probabilidade de sucesso para a ocorrência e y é a ocorrência do evento.

A quantidade de sucessos ou fracassos em uma determinada experiência segue uma distribuição binária com parâmetros (número de observações) e probabilidade de sucesso. As variáveis independentes na regressão logística podem ser tanto categóricas quanto métricas. A regressão logística avalia a probabilidade de ocorrência de uma das categorias da variável resposta. De acordo com (CORRA, 2011), é recomendado ter amostras grandes, com aproximadamente 30 casos por variável independente. Mesmo quando a variável de interesse não é dicotômica, é possível transformá-la em uma variável binária para aplicar a regressão logística.

Assim, a regressão logística é uma técnica que permite avaliar a probabilidade de ocorrência de um determinado evento e a influência de cada variável no resultado do fenômeno em estudo. Ela é considerada de fácil interpretação pelos usuários dos modelos de regressão tradicionais.

Em qualquer regressão, a quantidade chave é o valor médio da variável resposta dado o valor da variável independente (CABRAL, 2013). Essa quantidade é chamada de valor médio condicional e é expressa como $E[Y|X]$, em que Y representa a variável resposta e X a variável explicativa. Em um modelo de regressão linear, observa-se que o valor médio condicional pode ser representado por uma equação linear para x , dada pela Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**:

$$E[Y|X = x] = \beta_0 + \beta_1 x \quad (2)$$

Na equação (2) o valor médio pode admitir valores dentro do intervalo $[-\infty, +\infty]$ na regressão linear. A expressão pode ser reduzida quando se considera $\pi(x) = E[Y|X = x]$, representando a probabilidade condicional de Y dado X igual a x . Considera-se uma série de eventos binários em que (Y_1, Y_2, \dots, Y_n) são variáveis aleatórias independentes com distribuição ente (0 e 1), com probabilidade de sucesso $\pi(x)$. Sendo assim, a equação do modelo de regressão logística com probabilidade de sucesso é dada pela Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**:

$$\pi(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n}} \quad (3)$$

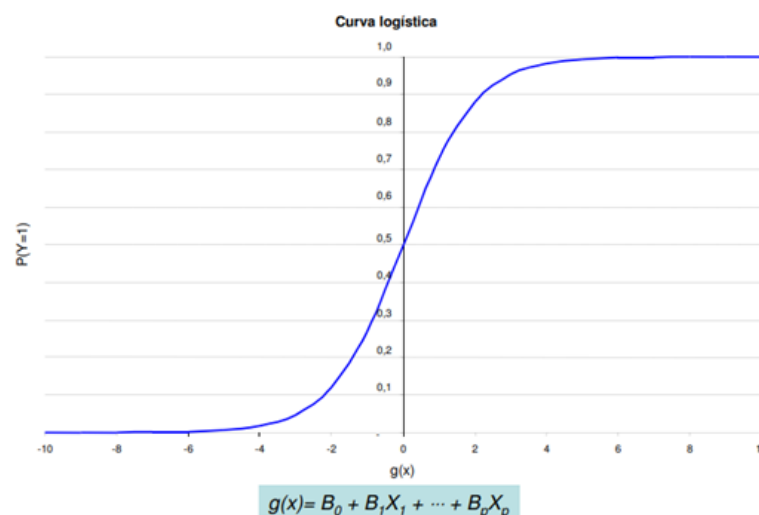
A popularidade da regressão logística é fundamentada na função logística, que descreve a forma matemática na qual o modelo logístico se baseia (BATISTA, 2015). Já o termo "logit" foi introduzido na terminologia estatística médica (BERKSON, 1944) que o adotou por analogia com o modelo "probit" (BLISS, 1934).

O objetivo da aplicação da função logit é linearizar o modelo, utilizando o logaritmo (CABRAL, 2013). Portanto, temos a seguinte expressão dada pela Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

$$g(x) = \ln\left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n \quad (4)$$

Os coeficientes $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ são estimados a partir da aplicação do método da máxima verossimilhança considerando um conjunto de amostras das variáveis independentes e dependente. Este método busca estimar uma combinação de coeficientes que maximize a probabilidade de observar a amostra. Considerando uma determinada combinação de coeficientes $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ e variando os valores de X , observa-se que a curva logística **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresenta um comportamento probabilístico em formato de "S", o que é uma característica distintiva da regressão logística (HOSMER; LEMESHOW, 1989).

Figura 1 - Curva de regressão logística



Fonte: Elaboração Própria

- a) Quando $g(x) \rightarrow \infty$, então $P(Y = 1) \rightarrow 1$
- b) Quando $g(x) \rightarrow -\infty$, então $P(Y = 1) \rightarrow 0$

Para garantir a confiabilidade do modelo matemático, na regressão logística binária alguns fatores são relevantes e devem ser considerados. Nessa dissertação, esses conceitos serão aplicados no software durante o processo de construção do modelo matemático. A seguir seguem alguns conceitos relacionados a esses fatores que serão aplicados.

2.1.3 Interpretação dos coeficientes

A avaliação dos coeficientes em um modelo de regressão logística é semelhante à avaliação dos coeficientes em modelos de regressão linear, porém sua interpretação é diferente. Os coeficientes estimados em um modelo de regressão logística indicam a variação na probabilidade de ocorrência de um evento à medida que uma unidade na variável independente varia. Quando o coeficiente é positivo, um aumento em seu valor indica um maior poder de previsão da variável independente na probabilidade de ocorrência do evento.

No entanto, a interpretação mais útil é aquela que relaciona o impacto de cada coeficiente na razão de chances que será apresentada no item 2.1.8. Para obter o impacto de um coeficiente na razão de chances, basta elevar a constante de base e o coeficiente da variável independente, ou seja, calcular o antilogaritmo do coeficiente.

Observa-se que, ao contrário do que ocorre na regressão linear, na regressão logística o efeito dos coeficientes na razão de chances é sempre de natureza multiplicativa.

2.1.4 Método da máxima verossimilhança

O modelo de regressão logística é construído por meio de um procedimento iterativo. Inicialmente, são atribuídos valores arbitrários aos coeficientes de regressão

e é criado um modelo inicial para prever os dados observados. Em seguida, avaliam-se os erros dessa previsão e os coeficientes de regressão são ajustados para aumentar a probabilidade de obtenção dos dados observados sob o novo modelo. Esse processo é repetido até que as diferenças entre o modelo mais recente e o modelo anterior sejam insignificantes segundo uma tolerância.

A estimativa de máxima verossimilhança de β , com base em uma amostra aleatória $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$, representa o valor de que maximiza $L(x_1, x_2, x_3 \dots x_n; \beta)$, considerando assim uma função de β para uma amostra informada $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$, (MEYER, 2015) e onde L é demonstrada pela Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

$$L(\beta) = \pi_i^n \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i} \quad (5)$$

O princípio da máxima verossimilhança é estimar o valor de β que maximiza $L(\beta)$. Aplicando o logaritmo a expressão é definida na equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

$$l(\beta) = \ln[L(\beta)]$$

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i \ln(\pi_i) + (1 - y_i) \ln(1 - \pi_i)$$

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i \ln(\pi_i) + \ln(1 - \pi_i) - y_i \ln(1 - \pi_i)$$

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i \ln\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) + \ln(1 - \pi_i)$$

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n) + \ln\left(\frac{1}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}}\right)$$

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n) - \ln(1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)})$$

A fim de encontrar o valor de β que maximiza o valor de $l(\beta)$, deriva-se $l(\beta)$ em relação a cada parâmetro resultando na Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**:

$$\frac{\partial l(\beta)}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n y_i - \frac{1}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}} e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}$$

$$\frac{\partial l(\beta)}{\partial \beta_1} = \sum_{i=1}^n y_i x_i - \frac{1}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}} e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)} x_i \quad (7)$$

Igualando as equações à zero encontra-se a equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n (y_i - \pi_i) = 0 \\ \sum_{i=1}^n x_i (y_i - \pi_i) = 0 \end{array} \right\} \quad (8)$$

Em que $i = 1, 2, \dots, n$ e

$$\pi_i = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}} \quad (9)$$

Considerando que as equações encontradas não são lineares em β_0 e β_1 , serão fundamentais programas computacionais com métodos iterativos implementados para esta otimização. No caso dessa pesquisa será utilizado o software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS).

2.1.5 Representação gráfica

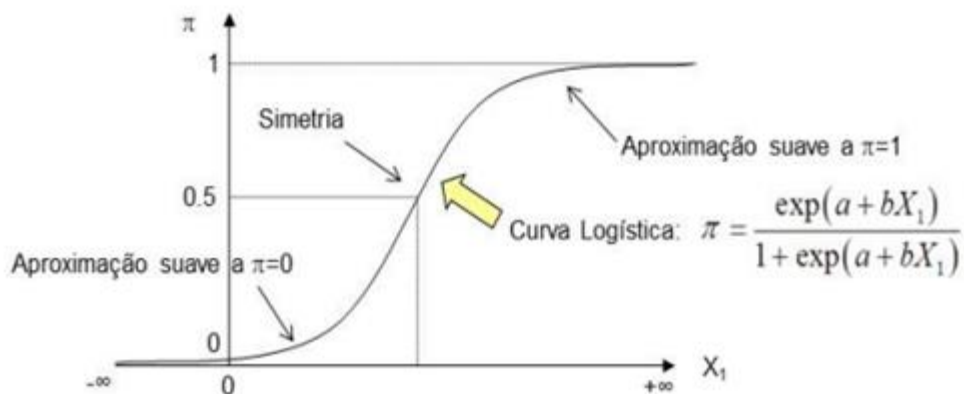
Na regressão linear a equação $E(Y|X) = \beta_0 + \beta_1 x_1$ representa a equação de uma reta, onde as constantes β_0 e β_1 são os parâmetros, sendo que o primeiro representa o valor de y quando $x = 0$, ou seja, o ponto em que a reta corta o eixo das ordenadas (eixo y) no gráfico e o segundo representa quanto aumenta/diminui a variável resposta para variação de cada unidade de x . É importante notar que para

qualquer valor x de dentro do intervalo de $-\infty$ a $+\infty$, sempre existirá um valor esperado de Y assim tem-se $-\infty < E(Y|X = x_1) < +\infty$.

No entanto, nesse estado utiliza-se a regressão logística que tem o comportamento diferente devido à natureza da variável resposta, pois a média condicional deve ser no intervalo de 0 a 1, em outras palavras $0 < E(Y|X) < 1$.

Para esse tipo de regressão o gráfico assume uma a forma similar a “S”, conforme visto na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, existindo áreas que a o comportamento é expressivo e em outras áreas quase inexistente. Vale ressaltar ainda que as áreas onde as mudanças são inexpressivas nos valores de x e ainda assim têm alterações visíveis nos valores de Y representam áreas de maior probabilidade de mudança de estado de variável Y em função de X .

Figura 2 - Gráfico referente a regressão Linear



Fonte: Adaptado de McCullagh e Nelder (1989)

De forma simplificada, a regressão logística expressa como resposta um valor entre 0 e 1 que é compreendido como a probabilidade de ocorrência de um determinado evento. Baseado na regra de decisão, resultados que são assumidos como possível sucesso estão acima ou iguais a 0,5 e inferiores como não ocorrência do evento (CORRAR,2011).

2.1.6 Razão de chances

Na análise de regressão logística, probabilidade e chance abordam o mesmo fenômeno sob perspectivas distintas. A probabilidade representa a medida de risco associada à ocorrência de um evento, enquanto a chance reflete a relação entre a probabilidade desse evento acontecer e a probabilidade de não ocorrer. A Razão de Chances (*Odds Ratio*) é uma medida relativa que expressa quão mais ou menos provável é a ocorrência de um evento em um grupo, comparado a outro, com base nas variáveis independentes presentes no modelo de regressão logística binária. Esse conceito é particularmente valioso para compreender a associação entre as variáveis e o evento binário em análise.

De acordo com o conceito de chance, quando há probabilidade de um evento acontecer ou quando um determinado atributo está presente, a chance média é a proporção de sucessos em relação aos insucessos esperados. Chances elevadas correspondem a altas probabilidades, enquanto chances reduzidas estão diretamente associadas a probabilidades baixas. Diferentemente da probabilidade, a chance não possui um valor máximo fixo, embora tenha um valor mínimo, assim como a probabilidade.

A razão de chances é a medida que compara as chances de um evento ocorrer devido à influência de um fator específico em relação às chances de o evento ocorrer sem essa influência. Em suma, é uma medida de efeito que avalia a probabilidade de uma determinada condição ocorrer entre grupos. Essas medidas têm como objetivo avaliar o impacto exercido pelas variáveis independentes sobre a variável dependente.

Ao transformar a chance obtida em cada observação em razão de chances (*odds ratio*), que é probabilidade de sucesso comparada com a probabilidade de fracasso, e transformá-la numa variável de base logarítmica, é possível obter previsão de valores dentro do intervalo 0 e 1. A interpretação dos parâmetros de um modelo de regressão logística é obtida comparando a probabilidade de sucesso com a probabilidade de fracasso, usando a função (razão de chances) conforme expressado na equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada..**

$$odds\ ratio = \frac{\text{chance de um evento ocorrer em um grupo}}{\text{chance do evento ocorrer em outro grupo}} \quad (10)$$

$$\frac{P(\text{sucesso})}{1 - P(\text{sucesso})} = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}} \cdot \frac{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}}{1 - e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}}$$

$$\frac{P(\text{sucesso})}{1 - P(\text{sucesso})} = e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}$$

No conceito de regressão logística, o logaritmo natural da razão de chances é conhecido como logit, pois a forma logit de probabilidade corrobora para melhor análise de variáveis de natureza dicotômica, conforme Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

$$\text{logit} = \ln\left(\frac{P(\text{sucesso})}{1 - P(\text{sucesso})}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n \quad (11)$$

Assim, na Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** ao inserir dois valores distintos da variável explicativa x_j, x_{j+1}

$$\text{odds ratio} = \frac{g(x_{j+1})}{g(x_j)} = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 x_{j+1})}}{e^{(\beta_0 + \beta_1 x_j)}} \quad (12)$$

Ainda na Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.:**

$$\ln(\text{odds ratio}) = \ln\left[\frac{g(x_{j+1})}{g(x_j)}\right] = \ln[g(x_{j+1})] - \ln[g(x_j)] \quad (13)$$

$$\ln(\text{odds ratio}) = \beta_0 + \beta_1 x_{j+1} - \beta_0 + \beta_1 x_j = \beta_1 (x_{j+1} - x_j)$$

Considerando $(x_{j+1} - x_j) = 1$ unidade, então tem-se a Equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

$$\ln(\text{odds ratio}) = \ln(e^{\beta_1}) = \beta_1 \quad (14)$$

Assim, o *odds ratio* é calculado tomando o valor exponencial do produto do coeficiente de regressão pela modificação na variável independente. Essa abordagem possibilita a avaliação da probabilidade relativa do resultado ocorrer entre os usuários x_{j+1} em comparação com os usuários x_j . Esse processo fornece uma base sólida para a realização de análises específicas, permitindo uma compreensão mais aprofundada das relações e diferenças entre esses grupos de usuários.

2.2 Teste de hipótese

Os testes de hipótese são utilizados na estatística para diversos propósitos. No contexto da regressão logística, esse teste pode ser utilizado para analisar a significância de um determinado coeficiente do modelo. No primeiro momento são definidas duas hipóteses: a hipótese nula (H_0) é que o coeficiente de regressão é igual a zero. A hipótese alternativa (H_1) é que o coeficiente de regressão é diferente de zero. Geralmente uma hipótese complementa a outra, por exemplo, se define-se (H_0) como a ocorrência de um dia ensolarado, logo (H_1) é a ocorrência de um dia não ensolarado. Além disso, o teste de hipótese pode ser realizado para um único coeficiente de forma isolada através do teste t , buscando compreender o quanto é relevante ao modelo ou para todos os coeficientes de forma simultânea através do teste F .

Considera-se um exemplo de teste de hipótese para um coeficiente específico (β_1) em um modelo de regressão linear simples. Supondo que o modelo de regressão linear seja representado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (15)$$

Onde,

- Y é a variável dependente;
- x_n é a variável independente;
- β_0 é a constante;
- β_n é o coeficiente associado a variável x_n ;
- ε é o termo associado ao erro;

A hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1) podem ser formuladas da seguinte forma para um teste de hipótese em um coeficiente específico (β_1):

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq 0 \end{cases} \quad (16)$$

Ou seja, a hipótese nula afirma que não há efeito significativo da variável X sobre a variável Y , enquanto a hipótese alternativa sugere que há um efeito significativo. A

estatística de teste para este caso é geralmente o teste t , que é calculado da seguinte forma:

(17)

$$t = \frac{\hat{\beta}_1 - 0}{SE(\hat{\beta}_1)}$$

- $\hat{\beta}_1$ é o estimador do coeficiente
- $SE(\hat{\beta}_1)$ é o desvio padrão do estimador $\hat{\beta}_1$

A variável sob análise segue uma distribuição de estudo sob a hipótese nula. Com isso, pode-se calcular o valor de probabilidade (p) associada com a estatística de teste sob a hipótese nula e decidir se rejeita ou não a mesma com base no nível de significância escolhido (por exemplo, 0,05). Se o valor p for menor que o nível de significância escolhido, então a hipótese nula pode ser rejeitada e conclui-se que há evidências estatísticas de que o coeficiente é significativamente diferente de zero. Caso contrário, não se rejeita a hipótese nula (WEISS et al., 2015).

Por outro lado, para testar a significância conjunta de múltiplos coeficientes em um modelo de regressão é comum utilizar o teste F . Este teste examina se pelo menos um dos coeficientes é diferente de zero. Suponha um modelo de regressão múltipla representado a seguir:

(18)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K + \varepsilon$$

- Y é a variável dependente;
- X_1, X_2 são variáveis independentes;
- β_0 é a constante;
- β_1, β_2 e β_k são os coeficientes associados as variáveis independentes;
- ε é o termo associado ao erro;

A hipótese nula H_0 e a hipótese alternativa H_1 para o teste F em um modelo de regressão múltipla são formuladas da seguinte maneira:

(19)

$$\begin{cases} H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0 \\ H_1: \geq 1, \beta_1 \text{ ou } \beta_2 \text{ ou } \beta_n \text{ é } \neq 0 \end{cases}$$

O teste F compara a variabilidade explicada pelo modelo (RSS - *Residual Sum of Squares*) com a variabilidade não explicada (Soma Total de Quadrados - SST). A estatística de teste F é calculada da seguinte forma:

(20)

$$F = \frac{\left(\frac{SSR - RSS}{K}\right)}{\frac{RSS}{(n - k - 1)}}$$

- SSR é a soma total de quadrados
- RSS é a soma dos quadrados dos resíduos
- k é o número de variáveis independentes
- n é o tamanho da amostra

A estatística de teste segue uma distribuição F com k e $n - k$ graus de liberdade sob a hipótese nula. Dessa forma, para realizar o teste de hipótese deve ser seguido o seguinte procedimento:

- a) Calcule F
- b) Encontre o valor crítico de F com base no nível de significância escolhido e nos graus de liberdade.
- c) Compare o valor calculado de com o valor crítico.
- d) Se o valor calculado de F for maior que o valor crítico, rejeite a hipótese nula. Isso indicaria que pelo menos uma das variáveis independentes tem efeito significativo sobre a variável dependente.

O teste F permite avaliar a importância conjunta de todas as variáveis independentes no modelo de regressão. Se for rejeitada a hipótese nula, é indicativo de que pelo menos uma variável independente está relacionada de forma significativa com a variável dependente no modelo.

2.3 Compartilhamento de bicicletas

A economia colaborativa ou compartilhada visa otimizar os bens já produzidos para que mais pessoas possam usufruir de seu uso sem precisar comprar novos produtos (BARDHI; ECKHARDT, 2012). A economia compartilhada é um exemplo de uma gama de modelos de negócios inovadores proporcionado por plataformas digitais que estão revolucionando as indústrias existentes (MEILA, 2018) e auxiliando a combater os desafios da sustentabilidade (CURTIS; LEHNER, 2019). Diante dos notáveis avanços tecnológicos em mobilidade nos últimos anos, verificou-se q a eletro mobilidade e o desenvolvimento bem-sucedido do mercado estão, portanto, direta ou indiretamente relacionados aos modelos de negócios (ZIEGLER; ABDELKAFI, 2021).

Os sistemas de compartilhamento de bicicletas elétricas são atualmente divididos em 4 gerações (BARDHI; ECKHARDT, 2012). A primeira geração de sistemas de compartilhamento de bicicletas foi caracterizada por bicicletas gratuitas, sem estações de ancoragem fixas e sem qualquer tipo de tecnologia. Foram implantadas na Holanda e na Dinamarca nos anos 1960, e eram conhecidas como *White Bikes*. Essas bicicletas eram pintadas de branco para facilitar sua identificação, e estavam disponíveis para uso público sem qualquer custo ou restrição. No entanto, o modelo de bicicletas gratuitas não foi muito bem-sucedido, pois as bicicletas eram frequentemente furtadas ou vandalizadas. Além disso, o sistema era pouco eficiente, pois as bicicletas eram deixadas em qualquer lugar, dificultando sua localização. A partir de então, os requisitos de tecnologia, segurança, controle, monitoramento e contabilidade foram aprimorados, resultando na segunda e terceira geração.

A segunda geração, originada na Dinamarca em 1991, possibilitou que as bicicletas fossem retiradas e devolvidas em diversos locais centrais mediante um depósito em moeda. Contudo, o roubo também foi um problema, principalmente em decorrência do anonimato do usuário. A terceira geração de bicicletas compartilhadas nasceu na Universidade de Portsmouth, Inglaterra e incluiu diversas melhorias tecnológicas como bicicletários com travamento automático, eletrônica embarcada, cartões magnéticos e funções de telecomunicações (JI et al., 2014).

Em 2005 e 2007, respectivamente, Lyon e Paris, na França, lançaram programas bem-sucedidos de compartilhamento de bicicletas de terceira geração que se expandiram para mais de 15.000 e 20.000 bicicletas, respectivamente (JI et al. 2014). Atualmente os sistemas estão na quarta geração onde a tecnologia é uma

grande aliada e algumas inovações como placas universais, estações móveis e modulares e painéis solares já estão em uso (SCHUIJBROEK et al., 2017).

As principais características dos esquemas de compartilhamento de bicicletas são (MIDGLEY,2009):

- As bicicletas podem ser alugadas em um local e devolvidas ou em outro local;
- O acesso às estações e bicicletas é rápido e fácil;
- Possuem diferentes modelos de negócios;
- Uso de tecnologia aplicada (cartões inteligentes e/ou telefones celulares);
- Geralmente concebido como parte do sistema de transporte público.

Atualmente o *Wuhan Public Bikes*, lançada em 2009 na cidade de Wuhan, na China, é considerado o maior sistema de bicicletas compartilhadas do mundo, superando o *Hangzhou Public Bicycle*, também chinês (OLIVEIRA FILHO, 2021). Seu projeto visa criar conexões entre as estações de trem e outros transportes urbanos.

Outro modelo mencionado por Nadal (2007) é o Vélip de Paris, criado em 2007, sendo o maior sistema ocidental na época, configurando-se como um sistema parisiense que serve de referência mundial. O sistema é operado pela SOMUPI, uma associação de duas empresas privadas que trabalham com relações públicas e publicidade (NADAL, 2007).

No Brasil, o primeiro sistema automatizado de compartilhamento de bicicletas é conhecido como SAMBA (Malatesta et al., 2013). O sistema, criado em 2011 em decorrência da parceria da prefeitura do Rio de Janeiro com o Banco Itaú, atual Bike Rio, funciona por meio de uma concessão de uma empresa privada. As estações são alimentadas por energia solar e conectadas através de uma rede sem fio via rede GSM e 3G. O usuário registra-se no site e tem acesso ao mapa com todas as estações. A bicicleta pode ser retirada com o celular ligando para a central de atendimento ou com o aplicativo do sistema (MALATESTA et al., 2013). A **Erro! A**

origem da referência não foi encontrada. mostra o modelo de estação atualmente utilizado no sistema Bike Rio.

Figura 3 - Modelo de estação no sistema Bike Rio



Fonte: Oliveira Filho (2021)

Outro exemplo nacional é a Yellow, que trabalha com o compartilhamento de bicicletas e patinetes elétricos (GÖSSLING, 2020). A *Yellow* iniciou suas atividades em agosto de 2018 na capital de São Paulo. Refere-se a uma startup que oferece aluguel de bicicletas e patinetes, sendo que em um primeiro momento, as bicicletas da *Yellow* podiam ser encontradas em todas as regiões da cidade (SILVA; AGUIAR, 2022). No entanto, nos primeiros meses de implantação do sistema, esse escopo de atuação foi limitado, como mostra a área em preto da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.****Erro! A origem da referência não foi encontrada.****Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Figura 4 - Área de atuação inicial da *Yellow* na cidade de São Paulo (marcadas em amarelo e preto)



Fonte: Silva e Aguiar (2022)

Conforme aponta Oliveira Filho (2021), no Brasil ainda existem sistemas de compartilhamento de bicicletas nas universidades classificados como: sistemas integrados e sistemas próprios. Os sistemas integrados são sistemas específicos da cidade que possuem estações ao redor ou dentro das universidades. Por outro lado os sistemas próprios são fixos e de propriedade das instituições de ensino (OLIVEIRA FILHO, 2021). A Tabela 1 apresenta alguns sistemas próprios de universidades.

Conforme destacado por Oliveira Filho (2021) os sistemas da Tabela 2 compartilham algumas características, como gratuidade, possuir estações, serem destinados à comunidade universitária e contarem com distribuição limitada dentro do campus, embora alguns possibilitem o acesso de outros usuários e deslocamentos externos. Eles também têm semelhanças com outros sistemas de compartilhamento, como registro prévio, embarque e desembarque em estações fixas, tempo de uso ilimitado e intervalo mínimo entre os usos (OLIVEIRA FILHO, 2021).

Tabela 1 – Compilado de alguns sistemas de compartilhamento de bicicletas próprios de universidades, com operação parcial ou completamente automatizada

Nome	Universidade	Operação	Nº Bicicletas	Nº Estações
Vamos de Bike	USP (Pirassununga – SP)	Parcialmente automatizada	30	1
Bicivates	Univates (Lajeado – RS)	Parcialmente automatizada	120	4
Estação Bike	UFJF (Juiz de Fora – MG)	Automatizada	30	18
Integra UFRJ	UFRJ (Rio de Janeiro – RJ)	Automatizada	60	12

Fonte: Oliveira Filho (2021)

Embora cada vez mais os sistemas estejam caminhando para a automação, alguns sistemas nas universidades brasileiras ainda são manuais em decorrência do menor tamanho dessas unidades e às dificuldades financeiras de se redirecionarem para o modelo mais moderno (OLIVEIRA FILHO, 2021).

O processo de planejamento dos sistemas de compartilhamento de bicicletas geralmente tem três objetivos, que seriam: obter um layout de rede com estações e ciclovias; alocar bicicletas compartilhadas adequadas às estações mediante o reposicionamento de veículos e incentivos oferecidos aos usuários; assegurar que o

custo final do planejamento não ultrapasse o orçamento disponível (SHUI; SZETO, 2020).

De acordo com esse objetivo, esse processo de planejamento pode ser dividido em oito etapas: (1) planejamento da rede de ciclovias, (2) planejamento da estação de bicicletas, (3) planejamento do tamanho da frota, (4) realocação estática de bicicletas, (5) gerenciamento de demanda estática, (6) gestão de estoque, (7) redistribuição dinâmica de bicicletas e (8) gestão dinâmica da demanda (SHUI; SZETO, 2020). Essa pesquisa visa contribuir para o planejamento do serviço seja: da rede de ciclovias, estações de bicicletas bem como o tamanho da frota, uma vez que definir o público propenso a utilizar o produto corrobora para traçar diretriz que norteiem o planejamento do projeto.

2.3.1 Aspectos Mercadológicos da Economia das Bicicletas Compartilhada

Analisando três aspectos de mercado que impulsionam a economia colaborativa, nomeadamente as categorias sociais, econômicos e tecnológicos, conforme disposto na Tabela 2 (OWYANG,2013). As três categorias possuem condutores específicos, o que mostra que este é um movimento amplo que atinge diversos aspectos da sociedade e, portanto, das empresas (OWYANG,2013).

Tabela 2 – Condutores que impulsionam na economia colaborativa

Categorias	Definição	Condutores
Sociais	O desejo de um estilo de vida independente, a preocupação com o meio ambiente, a sustentabilidade e a desilusão com uma cultura consumista	Densidade populacional Mentalidade sustentável Estilo de vida Altruísmo Independência
Econômicos	O desejo de maximizar a utilização e o consumo, desenvolver novas fontes de renda	Aumento da população Recursos limitados Disparidades econômicas Financiamento
Tecnológicos	Sistemas e plataformas para abordar transações de novos métodos de troca	Tecnologias como dispositivos móveis, redes sociais e sistemas de pagamento

Fonte: Orsi et al., (2018)

Em uma pesquisa de 2017 com ciclistas no Rio de Janeiro, constatou-se que cerca de 80% deles não se sentiam seguros pedalando devido à violência e ao crime. Por outro lado, a grande maioria considera a precariedade do transporte público um dos principais fatores que impulsionam o uso da bicicleta.

Para a sua utilização, é importante que as ciclovias sejam de boa qualidade, bem conservadas e sinalizadas e integradas no sistema de transportes públicos. Portanto, há a necessidade de políticas de incentivo ao ciclismo nas áreas urbanas, além do foco na segurança pública (TORRES-FREIRE, 2019).

As empresas de compartilhamento de bicicletas demandam de diferentes estratégias de preços e disponibilidade, além de considerar as políticas de subsídios governamentais. Os proprietários recebem pagamentos compartilhando recursos, e os clientes recebem preços mais baixos para bens e serviços, o que melhora a taxa de utilização dos bens (PARKES et al., 2013). Nesses sistemas, os usuários pegam uma bicicleta em um local e a devolvem ao sistema em outro local, permitindo o transporte ponto a ponto operado por humanos. Esses sistemas são normalmente usados em áreas centrais das cidades, mas também podem ser usados em locais menores, como universidades. Em países que já possuem sistemas bem desenvolvidos, certos modelos implementados em universidades serviram como programa piloto para sua implementação nas cidades (SCHUIJBROEK et al., 2017).

Tempos de deslocamento competitivos (em comparação com outros modos de transporte) são um dos principais motivadores para o uso de bicicletas compartilhadas (FISHMAN, 2014). Entende-se que a melhor forma de expandir o uso da bicicleta é aprimorar os sistemas de compartilhamento, tornando o transporte mais conveniente, barato e sem a necessidade de integração com outros modais de transporte, como ônibus e metrô (OSITA, 2014).

Assim, a presença de um sistema de compartilhamento de bicicletas na cidade torna algumas viagens mais rápidas e sustentáveis (geralmente curtas a médias distâncias) sem tornar o transporte público tradicional ainda mais carregado. Além disso, o transporte ativo pode ser um grande atrativo para usuários de veículos particulares que desejam levar um estilo de vida mais saudável (WEISS et al., 2015).

3. Metodologia

Essa dissertação tem por objetivo construir um modelo matemático que auxilie na estimação da probabilidade de utilização (propensão ao uso) de serviço de bicicleta elétrica compartilhada. A metodologia para construção desse modelo será exemplificada a partir da sua aplicação a uma base de dados da grande Sacramento na Califórnia cuja pesquisa foi coletada no ano de 2016 a 2019 (FITCH; HANDY, 2022). Validada a metodologia, posteriormente a mesma poderá ser aplicada aos dados que serão coletados por meio de pesquisa de campo junto ao público da UFF para captar a probabilidade de utilização dos usuários dos campi.

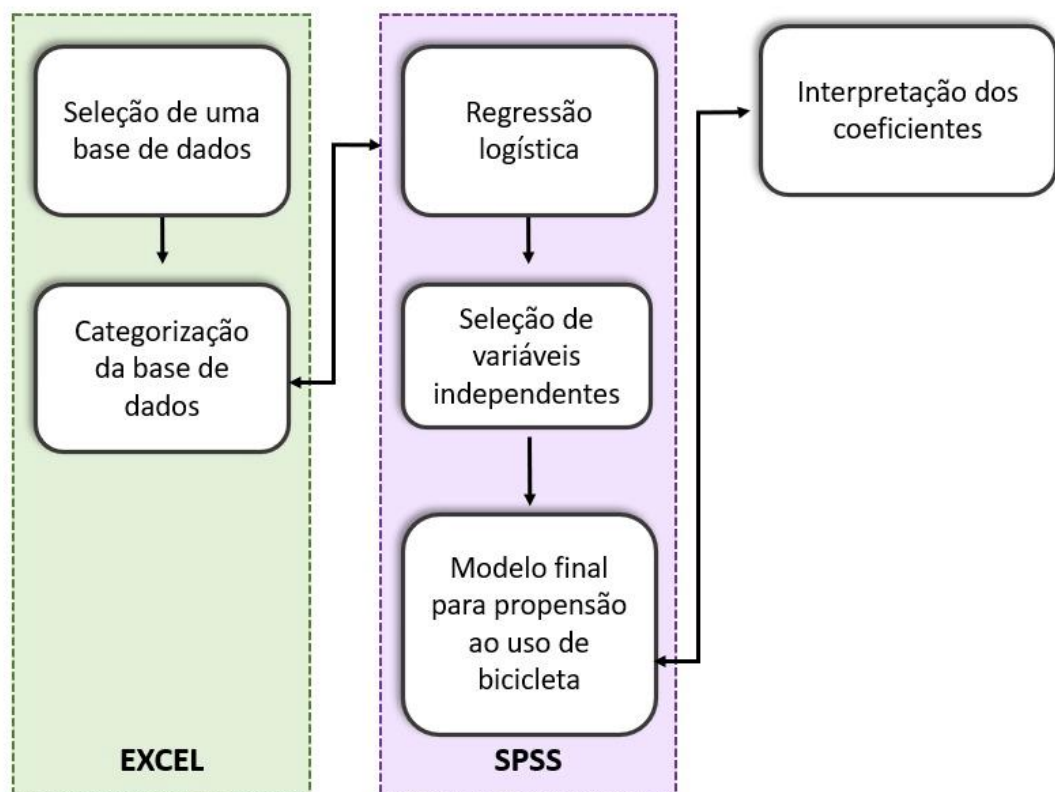
A base de dados selecionada para esta pesquisa foi escolhida considerando como critério a disponibilidade de informações mais generalistas, capazes de construir um perfil abrangente do usuário, incluindo aspectos sociais, demográficos e financeiros. Optou-se por uma base que contivesse respostas sociodemográficas, como idade, gênero, raça e classe social, bem como respostas que pudessem delinear o perfil do usuário, como a habilidade de andar de bicicleta, experiência prévia com serviços de compartilhamento de bicicletas, a frequência de utilização ou a intenção de utilização do serviço, entre outros aspectos. Tais informações podem constar do formulário futuro que será desenvolvido para execução da pesquisa de campo na UFF. Assim, bases de dados que predominantemente abordavam outros tipos de serviços foram excluídas, assim como aquelas que continham respostas específicas à aplicação em questão e de difícil extensão ao caso da UFF.

Para facilitar a análise dos dados e construção do modelo matemático se faz necessária a categorização das respostas. Para tanto, foi feita a leitura dos dados e posterior agrupamento a partir de um critério definido, com as variáveis que apresentaram respostas em texto passando a ser numéricas. Analogamente foi feita a segregação de variáveis com resultados ordinais, onde cada item corresponde a uma intenção de resposta e variáveis com resultados nominais, onde o item indicado corresponde a um grau de resposta para determinada pergunta.

No software SPSS, a base de dados contendo variáveis categorizadas e numéricas foi inserida e uma regressão logística foi conduzida, gerando um modelo inicial com as 36 variáveis pertinentes a pesquisa. Em seguida, os coeficientes foram

analisados e aqueles que apresentaram valores estatisticamente nulos foram descartados. Este processo foi repetido iterativamente no software até que o modelo final contemplasse somente coeficientes não-nulos relacionados com as variáveis relevantes para estimativa da propensão ao uso de bicicletas compartilhadas. Esta estrutura é definida como o modelo final para propensão ao uso de bicicleta, viabilizando a interpretação final dos seus coeficientes. O fluxograma apresentado na Figura 5 resume a metodologia construída nessa dissertação.

Figura 5 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Elaboração Própria

3.1 Seleção de base de dados

O objetivo dessa pesquisa é desenvolver uma metodologia que possa ser proposta principalmente no campus UFF, sendo assim, as informações pertinentes à

base de dados selecionada precisam ser mais generalistas e aplicáveis a diversos públicos. A plataforma utilizada foi o repositório de dados e publicações *Zenodo* e diversas bases sobre o tema compartilhamento de bicicleta foram avaliadas. A que permaneceu foi uma base publicada em 18 de janeiro de 2022 cujo tema refere-se à pesquisa de compartilhamento de bicicleta em Sacramento. Esse conjunto de dados em formato tabular descreve os padrões de comportamento de viagem e as atitudes associadas ao modo de transporte de residentes e usuários de bicicletas compartilhadas na região da grande Sacramento na Califórnia. Os dados abrangem informações sociodemográficas, perspectivas sobre viagens e modos de transporte, bem como os hábitos de uso do transporte, tanto por usuários quanto por não usuários do serviço de compartilhamento de bicicletas. A coleta de dados foi realizada por meio de métodos de recrutamento estratificados aleatórios por correspondência para a web e interceptação de panfletos para a web ao longo dos anos de 2016 a 2019 (FITCH; HANDY,2022).

3.2 Categorização da base de dados

Os dados referentes a informações sociodemográficas como idade, gênero, raça, nível de educação, renda familiar, renda pessoal, quantos carros possui, quantas pessoas residem na mesma casa e outras foram agrupadas e transcritas de forma que cada resposta era associada a um número. Além disso, havia uma sessão da pesquisa destinada a familiaridade com a utilização de bicicleta, essas perguntas eram do tipo escala de classificação, sendo essas escalas usadas medir a intensidade ou grau de uma característica específica, onde os participantes atribuem valores numéricos para indicar a intensidade de sua opinião, experiência ou preferência com a utilização de bicicleta compartilhada, considerando 5 o maior grau e 1 o menor grau.

3.2.1 Dados agrupados

Os dados que ilustram a frequência, em dias, em que o usuário caminha, utiliza o carro e aceita caronas foram consolidados, assim como as informações referentes à idade e às rendas pessoal e familiar. Essa categorização foi realizada devido à

observação de variações nas respostas fornecidas no questionário. Os agrupamentos resultantes são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Agrupamento de dados 1

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
QND_ANDA_A_PE	DURANTE UMA SEMANA TÍPICA, quantos dias o seu deslocamento para o trabalho ou escola inclui alguma das seguintes formas de transporte? - Caminhar por mais de 10 minutos de cada vez?	1 - 0 ate 2 dias 2 - 3 a 5 dias 3 - acima ou igual a 6 dias
QND_ANDA_DE_BIKE	DURANTE UMA SEMANA TÍPICA, quantos dias o seu deslocamento para o trabalho ou escola inclui alguma das seguintes formas de transporte? -Bicicleta	1 - 0 ate 2 dias 2 - 3 a 5 dias 3 - acima ou igual a 6 dias
QND_UTILIZA_TRANS_P UBLICO	DURANTE UMA SEMANA TÍPICA, quantos dias o seu deslocamento para o trabalho ou escola inclui alguma das seguintes formas de transporte? - Utilizar transportes públicos (por exemplo, um autocarro ou comboio)	1 - 0 ate 2 dias 2 - 3 a 5 dias 3 - acima ou igual a 6 dias
QND_DIRIGE	DURANTE UMA SEMANA TÍPICA, quantos dias o seu deslocamento para o trabalho ou escola inclui alguma das seguintes formas de transporte? - Dirigindo-se	1 - 0 ate 2 dias 2 - 3 a 5 dias 3 - acima ou igual a 6 dias
QND_PEGA_CARONA	DURANTE UMA SEMANA TÍPICA, quantos dias o seu deslocamento para o trabalho ou escola inclui alguma das seguintes formas de transporte? - Andar como passageiro com outra pessoa	1 - 0 ate 2 dias 2 - 3 a 5 dias 3 - acima ou igual a 6 dias
QUANTOS_CARROS	Quantos veículos motorizados existem em sua casa? (Por exemplo, carros, caminhões ou motocicletas.) - Número de veículos a motor:	1- 0 ate 2 2- 3 ou 4 3- 5 ou mais

Tabela 4 - Agrupamento de dados (continuação)

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
IDADE	Qual é a sua idade?	1 - 15 até 25 2- 26 até 35 3- 36 até 45 4- 46 até 55 5- 56 até 65 7-66 até 75 8- 76 até 85 9- 86 até 95 10- não respondido
PESSOAS_NA_CASA	Quantas pessoas moram em sua casa, incluindo você? - Número de menores de 16 anos:	1 - Até 3 pessoas 2 - Entre 4 e 5 pessoas 3 - Acima de 6 pessoas
RENDA_PESSOAL	No ano passado, qual era a sua renda pessoal aproximada antes dos impostos?	1- Menos de \$ 10.000 2- US\$ 10.000-25.000 3- \$ 25.001-50.000 4- \$ 50.001-75.000 5- \$ 75.001-100.000 6- \$ 100.001-125.000 7- \$ 125.001-150.000 8- \$ 150.001-175.000 9- \$ 175.001-200.000 10- Mais de US\$ 200.000
RENDA_FAMILIAR	No ano passado, qual era a sua renda FAMILIAR aproximada antes dos impostos?	1- Menos de \$ 10.000 2- US\$ 10.000-25.000 3- \$ 25.001-50.000 4- \$ 50.001-75.000 5- \$ 75.001-100.000 6- \$ 100.001-125.000 7- \$ 125.001-150.000 8- \$ 150.001-175.000 9- \$ 175.001-200.000 10- Mais de US\$ 200.000

Fonte: Elaboração Própria

3.2.2 *Dados multinomiais*

Outra classe de dados são os dados multinomiais. Dados multinomiais referem-se a uma categoria de dados em que as observações se enquadram em mais de duas categorias ou classes diferentes. Ao contrário dos dados binomiais (com duas categorias) ou dados categóricos ordinários (com ordem, mas não necessariamente mais de duas categorias), os dados multinomiais envolvem a classificação em três ou mais categorias distintas. Por exemplo, a variável cidade possui 3 categorias diferentes de resposta que não estão dispostas em ordem, mas em opções. De forma similar as variáveis raça, recorrência de utilização de um serviço de compartilhamento, gênero, nível de educação, nível de escolaridade, período de trabalho e permissão de dirigir apresentam opções de resposta conforme apresentado na Tabela 5 – Dados multinomiais.

Tabela 5 – Dados multinominais

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
CIDADE	Onde você mora?	1-Sacramento 2-Davis 3- Oeste de Sacramento
ACESSO_A_BIKE_ULTIMOS_DIAS	Nos últimos 7 dias, teve acesso a uma bicicleta?	1- Sempre 2- Nunca 3- Às vezes 4- Na maioria das vezes 5- Raramente
FRQUENCIA_BIKSHARE	Com que frequência você anda de bicicleta?	1- Algumas vezes por semana 2- Algumas vezes por ano 3- Nunca 4- Não utilizado no último ano 5- Algumas vezes por mês 6- Todos os dias ou quase todos os dias
FREQUENCIA_CARSHARE	Com que frequência você usa um serviço de compartilhamento de carros como Zipcar, etc.?	1- Algumas vezes por semana 2- Algumas vezes por ano 3- Nunca 4- Não utilizado no último ano 5- Algumas vezes por mês 6- Todos os dias ou quase todos os dias

Tabela 6 – Dados multinomiais (continuação)

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
FREQ_SERVIÇO-DE_VIAGEM	Com que frequência você usa um serviço de compartilhamento de viagens como Lyft, Uber, etc.?	1- Algumas vezes por semana 2- Algumas vezes por ano 3- Nunca 4- Não utilizado no último ano 5- Algumas vezes por mês 6- Todos os dias ou quase todos os dias
USARIA_BIKESAHRING	Qual a probabilidade de você usar o sistema de compartilhamento de bicicletas de Sacramento quando ele abrir?	1- Com certeza usarei 2- Não é muito provável 3- Apenas um pouco provável 4- Bastante provável 5- Definitivamente NÃO vou usar
GÊNERO	Qual é a sua identidade de gênero? - Escolha Seleccionada	1 - homem 2-mulher
RAÇA	Por favor, diga-nos qual raça/etnia melhor descreve você (selecione todas as que se aplicam): - Escolha selecionada	1- Branco 2- Espanhol 3- Preto 4- Asiático
NIVEL_DE_EDUCAÇÃO	Qual é o seu nível de escolaridade mais completo?	1- Supletivo 2- Bacharelado(s) 3- Pós-graduação(s) 4- Certificado associado ou técnico 5- sem educação formal 6- Ensino fundamental ou ensino médio

Tabela 7 - Dados multinomiais (continuação)

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
TEM_HABILITAÇÃO	Você tem uma carteira de motorista emitida por um estado dos EUA?	1- sim 2- Nunca tive um 3- No passado, mas não atualmente
ESTUDANTE	Você é estudante?	1- Não Estudante 2- Estudante
TEMPO_DE_TRABALHO	Por quanto tempo trabalha?	1- Trabalho em tempo integral 2- Não trabalho em tempo integral

Fonte: Elaboração Própria

3.2.3 Dados nominais

Esses dados são referentes a um grau de interesse ou concordância com a pergunta, sendo 1 o menor grau e 5 o maior grau. As perguntas na Tabela 8 referem-se aos gostos dos usuários referentes a carro, bicicleta, perguntas pessoais e opiniões sobre esse tema. Esses dados não precisaram ser transformados, pois já eram de natureza numérica e por isso foram mantidos conforme base de dados original. Estes dados são de natureza ordinal, porém estão sendo apresentados de forma separada por já corresponderem a valores numéricos na base sem a necessidade de transformação.

Tabela 8 – Dados nominais 1

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
GOSTAR_DE_DIRIGIR	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Eu gosto de dirigir um carro	Nível - 1 a 5
GOSTAR_DE_TRANS_PUBLICO	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Gosto de usar o transporte público	Nível - 1 a 5
GOSTAR_DE_BIKE	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Gosto de andar de bicicleta	Nível - 1 a 5
PRECISO_DE_CARRO	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Preciso do meu carro para fazer muitas das coisas que gosto de fazer	Nível - 1 a 5
PRECISO_DO_CARRO_PARA_COMPRAS	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Preciso do meu carro para levar compras ou crianças	Nível - 1 a 5

Tabela 9 – Dados nominais (continuação)

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
LIMITO_MINHA_CONDUÇÃO	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Tento limitar ao máximo a minha condução	Nível - 1 a 5
BOAS_CICLOVIAS	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Existem boas ciclovias e ciclovias nas áreas que preciso ir	Nível - 1 a 5
CONFORTO_DE_BIKE	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Eu me sinto confortável pedalando nas áreas que preciso ir	Nível - 1 a 5
SEI_ANDAR_DE_BIKE	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Eu sei como me locomover de bicicleta nas áreas que preciso ir	Nível - 1 a 5
CONHEÇO_GENTE_QUE_PEDALA	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Muitos dos meus amigos ou familiares ou vizinhos pedalam regularmente	Nível - 1 a 5

Tabela 10 - Dados nominais (continuação)

VARIÁVEL	PERGUNTA	RESPOSTA
ANDAR_DE_BIKE_É_NORMA L	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Andar de bicicleta é um meio de transporte normal para adultos na minha comunidade	Nível - 1 a 5
GASTAM_MUITO_COM_BIKE	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Muitos ciclistas que vejo parecem gastar muito dinheiro com sua bicicleta e acessórios	Nível - 1 a 5
POUCA_SEGURANÇA_PESSO AL	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Muitos ciclistas que vejo parecem ter pouca consideração pela sua segurança pessoal	Nível - 1 a 5
DESAVORECIDOS_PRA_US AR_CARRO	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - Muitos ciclistas que vejo parecem ser pobres demais para ter um carro	Nível - 1 a 5
TEMPO_DE_VIAGEM_PERDI DO	Por favor, indique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações. Não há respostas certas ou erradas. - O tempo de viagem é geralmente tempo perdido	Nível - 1 a 5

Fonte: Elaboração Própria

3.2.4 *Teste de hipótese*

O objetivo da execução desse teste é identificar quais variáveis não são significativas ao modelo e descartá-las. Após os dados serem categorizados de acordo com suas respectivas denominações, a base de dados foi inserida no software SPSS. O software utilizado para o processamento e análise de dados foi criado para atender às demandas técnicas e metodológicas de profissionais que utilizam métodos quantitativos em suas atividades (MARTINEZ; FERREIRA, 2007).

Após a regressão logística avalia-se cada variável e seu respectivo valor de teste de hipótese e assim exclui ou permanece com a variável. Esse fenômeno ocorre por interação matemática no software SPSS repetidas vezes até todas as variáveis apresentarem valores não nulos. Dessa forma, as 36 variáveis que foram coletadas na pesquisa em Sacramento na Califórnia são reduzidas e somente permanece no modelo as variáveis estatisticamente significativas para o modelo final para propensão ao uso de bicicleta elétrica.

3.2.5 *Modelo matemático*

A base de dados apenas com as variáveis significativas foi novamente inserida no SPSS para estimação dos coeficientes do modelo final para a probabilidade (propensão) de uso do sistema de bicicleta compartilhada e gerado o modelo matemático. No entanto, antes de executar a modelagem no software algumas considerações precisam ser realizadas tais como: erro máximo permitido, estatística a serem exibidas, definição de modelagem, nomeação das variáveis independentes e variável dependente, nível de confiabilidade do modelo e nível de representatividade do modelo em detrimento da base de dados apresentada.

4. RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados da aplicação da metodologia à base de dados considerada no trabalho, obtidos após o teste de hipótese realizado. Nota-se que na Tabela 11 as variáveis das cédulas verdes apresentaram valor significativo para o modelo, pois o valor de $p < 0,05$. Já as demais variáveis podem ser retiradas uma vez que o teste expressa que possuem valores acima de $p > 0,05$ e não tem significância no modelo. Dessa forma conclui-se que os coeficientes desprezíveis não possuem nenhuma influência na probabilidade (propensão) dos usuários envolvidos na pesquisa fazerem uso de bicicleta compartilhada.

Onde,

- β – Representa o coeficiente associado a variável;
- ε – Representa o erro padrão associado a variável;
- p – Representa o p-valor do teste associado a variável

Tabela 11 – Estimativa de cada coeficiente, erro padrão e p-valor do teste *t*

VARIÁVEIS	β	ϵ	p
CONSTANTE	3,957	1,287	0,01
ESTUDANTE	0,42	0,197	0,829
GENERO	-0,005	0,114	0,965
PESSOAS_NA_CASA	-0,472	0,454	0,299
NIVEL_DE_EDUCAÇÃO	-0,08	0,059	0,176
RENDA	-0,013	0,028	0,638
RAÇA	-0,074	0,048	0,122
TEMPO_DE_TRABALHO	0,091	0,143	0,527
CIDADE	-0,007	0,08	0,931
IDADE	0,012	0,41	0,77
QUANTOS_CARROS	-0,049	0,137	0,718
ACESSO_A_BIKE_ULTIMOS_DIAS	0,016	0,053	0,762
FRQUENCIA_BIKSHARE	0,017	0,05	0,727
FREQUENCIA_CARSHARE	0,006	0,119	0,96
FREQ_SERVIÇO-DE_VIAGEM	0,39	0,53	0,463
QND_UTILIZA_TRANS_PUBLICO	-0,037	0,172	0,831
QND_ANDA_A_PE	-0,049	0,103	0,634
QND_ANDA_DE_BIKE	0,036	0,685	0,958
QND_DIRGE	-0,016	0,087	0,857
DND_PEGA_Carona	0,024	0,155	0,876
GOSTAR_DE_BIKE	0,149	0,053	0,05
GOSTAR_DE_DIRIGIR	0,004	0,06	0,95
GOSTAR_DE_TRANS_PUBLICO	-0,099	0,048	0,038
PRECISO_DE_CARRO	0,071	0,071	0,32
PRECISO_DO_CARRO_PARA_COMPRAS	-0,03	0,054	0,607
LIMITO_MINHA_CONDUÇÃO	-0,093	0,049	0,058
BOAS_CICLOVIAS	0,012	0,064	0,849
CONFORTO_DE_BIKE	0,025	0,068	0,716
SEI_ANDAR_DE_BIKE	0,101	0,048	0,037
CONHEÇO_GENTE_QUE_PEDALA	0,012	0,058	0,839
ANDAR_DE_BIKE_É_NORMAL	-0,049	0,6	0,416
GASTAM_MUITO_COM_BIKE	0,58	0,65	0,37
POUCA_SEGURANÇA_PESSOAL	-0,116	0,049	0,017
DESAFAVORECIDOS_PRA_USAR_Carro	0,19	0,057	0,01
TEMPO_DE_VIAGEM_PERDIDO	0,15	0,052	0,004
TEM_HABILITAÇÃO	0,01	0,354	0,978

Fonte: Elaboração Própria

Dessa forma, eliminando as variáveis cujo coeficiente pode ser considerado estatisticamente nulo, têm-se o modelo final para propensão ao uso de bicicleta representado por 7 variáveis conforme **Tabela 11**Tabela 12.

Tabela 12 – Variáveis com valores não-nulos

VARIÁVEIS	SIGLA	β	ε	p
CONSTANTE	-	3,957	1,287	0,01
GOSTAR_DE_BIKE	GDB	0,149	0,053	0,05
GOSTAR_DE_TRANS_PUBLICO	GDTP	-0,099	0,048	0,038
LIMITO_MINHA_CONDUÇÃO	LMC	-0,093	0,049	0,058
SEI_ANDAR_DE_BIKE	SADB	0,101	0,048	0,037
POUCA_SEGURANÇA_PESSOAL	PSP	-0,116	0,049	0,017
DESAVORECIDOS_PRA_USAR_Carro	DPUC	0,19	0,057	0,01
TEMPO_DE_VIAGEM_PERDIDO	TDVP	0,15	0,052	0,004

Fonte: Elaboração Própria

Onde,

- β – Representa o coeficiente associado a variável;
- ε – Representa o erro padrão associado a variável;
- p – Representa o p-valor do teste associado a variável;

Dessa forma, a expressão que representa o modelo matemático capaz de representar a propensão de um usuário utilizar bicicleta compartilhada na região de Sacramento na Califórnia é descrita na equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**:

$$BIKESHARING = 3,957 + 0,149GDB - 0,099GDTP - 0,093LMC - 0,101SADB - 0,116PSP + 0,19DPUC + 0,15TDVP \quad (21)$$

Para compreensão dos resultados, as variáveis da equação **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** serão analisadas mediante sua representatividade na equação e posteriormente analisados os respectivos valores em módulo. Após o estudo das variáveis, serão sugeridas premissas que podem ser inseridas futuramente no modelo de negócios responsável por nortear o sistema que busque atrair o público-alvo da região.

Observa-se na Tabela 12 que a preferência pela bicicleta (GDB) tem coeficiente 0,149, a habilidade de utilizá-la (SADB) apresenta coeficiente 0,101, o tempo perdido em outros meios de transporte (TDVP) cujo coeficiente é 0,15 e a limitação financeira para possuir um veículo próprio (DPUC) com coeficiente 0,19 são elementos determinantes na decisão de adotar o sistema de compartilhamento de bicicletas (*bikesharing*) e conseqüentemente possuem os maiores índices positivos. A afinidade pelo uso da bicicleta é crucial, uma vez que o usuário precisa ter uma atitude positiva em relação ao veículo para considerar a utilização do serviço. Além disso, a habilidade de andar de bicicleta também está diretamente ligada à decisão de optar pelo *bikesharing*, podendo ser inclusive um fator excludente. Adicionalmente, a perda de tempo em deslocamentos de curtas distâncias influencia positivamente a escolha pelo *bikesharing*, visto que o serviço proporciona uma otimização desse tempo perdido para o usuário. Outro aspecto relevante é a inclinação do indivíduo em possuir seu próprio meio de transporte. Um usuário desfavorecido, sem recursos financeiros para adquirir um veículo pessoal, apresenta uma maior probabilidade de utilizar o serviço de bicicleta compartilhada, uma vez que suas opções de locomoção se restringem aos transportes públicos ou compartilhados.

Por outro lado, a falta de afinidade com o transporte público (GDTP) cujo índice é -0,099, a restrição no número de conduções diárias (LMC) que apresenta coeficiente -0,093 e as preocupações com a segurança pessoal (PSP) cujo valor é -0,116 associada ao sistema apresentam uma relação inversamente proporcional com o *bikesharing*. Quanto menor for a preferência do usuário pelo transporte público, maior será a probabilidade de optar pelo uso da bicicleta compartilhada, dada sua natureza independente e individual. Além disso, a diminuição do número de conduções que o serviço possibilita aumenta as chances de escolher o *bikesharing* como meio de transporte. Entretanto, é essencial ressaltar que a falta de segurança nas ciclovias é um aspecto que requer melhorias no funcionamento do serviço. Embora essa

preocupação esteja correlacionada inversamente no modelo matemático relacionado ao uso do *bikesharing*, é crucial aprimorar essa questão para evitar que se torne um obstáculo significativo na decisão de utilizar o serviço.

Dessa forma, é possível concluir que a metodologia aplicada gerou resultados significativos mediante as entrevistas em campo e é possível estimar a propensão de do uso de bicicleta compartilhada através dos coeficientes e seus respectivos sinais e valores.

4.1 Análise dos coeficientes

A Tabela 13 representa o módulo dos coeficientes da equação do modelo final para a propensão ao uso de bicicleta para que possa ser avaliado a intensidade dos coeficientes na decisão de utilizar serviço de compartilhamento de bicicleta em Sacramento.

Tabela 13 – Módulo dos valores de Beta

VARIÁVEIS	SIGLA	β
LIMITO_MINHA_CONDUÇÃO	LMC	0,093
GOSTAR_DE_TRANS_PUBLICO	GDTP	0,099
SEI ANDAR DE BIKE	SADB	0,101
POUCA_SEGURANÇA_PESSOAL	PSP	0,116
GOSTAR_DE_BIKE	GDB	0,149
TEMPO_DE_VIAGEM_PERDIDO	TDVP	0,15
DESAVORECIDOS_PRA_USAR_CARRO	DPUC	0,19

Fonte: Elaboração Própria

Percebe-se que o fator que menos interfere na decisão de utilização é a limitação do indivíduo em utilizar condução (LMC). Considerando um cenário onde utilizar a bicicleta alteraria a quantidade de transportes diários, essa possibilidade tem pouca interferência na decisão. Dessa forma, projetar estações de bicicleta próximas à integração de transporte público requer um custo excessivo e planejamento urbano e nesse cenário da cidade de Sacramento não é um fator com grande influência para

decisão de utilizar o serviço. No entanto, o tempo de viagem perdido (TDVP) tem maior influência comparado a limitação de condução (LMC), oferecer planos e benefícios para utilização da bicicleta em trajetos que tenham fluxo intenso de trânsito bem como para locais que têm poucas opções de transporte público é uma forma de obter maior sucesso no *bikesharing*.

Analisando os números presentes no modelo, nota-se que a escassa segurança pessoal (PSP) proporcionada pelo sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas exerce uma influência mais significativa na propensão a utilização do serviço comparado a gostar de transporte público (GTDP). Algumas medidas podem ser adotadas para atrair usuários que têm essas necessidades, como por exemplo, criar ciclovias e faixas exclusivas, iluminar as ciclovias já existentes, melhorar infraestrutura bem como instalar semáforos apropriados, implementar sistema de rastreamento na bicicleta para que não seja um alvo de assalto, oferecer pacotes de aluguel que disponibilizem equipamentos de segurança como capacete e joelheira, investir em manutenção preventiva para garantir o perfeito desempenho do veículo e outros.

Em seguida, a preferência pelo transporte público (GDTP) também exerce uma influência menos expressiva na decisão do usuário. Essa leve influência na propensão ao uso de bicicleta compartilhada pode ser explicada pela possível familiaridade do indivíduo com a necessidade diária de utilizar o transporte público em sua rotina pessoal. Além disso, o sistema de compartilhamento de bicicletas é categorizado como um meio de transporte público, embora possua características distintas dos demais.

Embora saber andar de bicicleta (SADB) não tenha o valor do coeficiente extremo, isso é, o mais importante ou o menos importante, pode ser um fator excludente, pois independentemente do quão benéfico seja o modelo de negócios, não atrai esse tipo de usuário. De outra maneira, gostar de bicicleta (GDB) tem um peso maior na decisão, pois possivelmente esse tipo de indivíduo já tem boa relação com o veículo e agregar valores num modelo de negócios flexível aumenta a chance de fidelização ao serviço.

De acordo com os valores, o maior índice é o desfavorecimento financeiro dos usuários em usar/comprar um veículo (DPUC). Sabe-se que a posse e/ou a utilização frequente de um veículo é atrelado a diversas despesas fixas como por exemplo: manutenção, impostos, combustível e outros. Quanto ao modelo matemático que define a propensão de utilização de bicicleta compartilhada na região de Sacramento, a incorporação de planos de utilização de baixo custo e a oferta de opções de pacotes ampliam as oportunidades para que, mesmo que financeiramente não seja possível adquirir um veículo próprio, passem a considerar a bicicleta compartilhada como transporte usual.

Os índices das variáveis foram minuciosamente examinados para compreender sua influência no contexto matemático. Entretanto, a influência dessas variáveis nas decisões individuais de cada usuário é de natureza pessoal e intrasferível. A formulação do funcionamento de um serviço está intrinsecamente vinculada a uma série de fatores. As considerações anteriores foram delineadas como estratégias que poderiam ser empregadas para atenuar o impacto que a variável "desfavorecidos para adquirir um veículo" exerce, do ponto de vista matemático, na propensão a utilização. É imperativo destacar que essas considerações são suposições destinadas a evidenciar que, em contextos nos quais estudos semelhantes são aplicados, apesar de impactos significativos, há espaço para análise e resolução.

5. Conclusão

O propósito desta dissertação foi desenvolver um modelo matemático capaz de estimar a propensão à utilização de bicicletas compartilhadas. Isso foi alcançado por meio da análise de uma base de dados coletada a partir de dados estratificados aleatórios por correspondência para a web e interceptação de panfletos online no período de 2016 a 2019 (FITCH; HANDY, 2022). A fonte desses dados foi a plataforma Zenodo, que abrange informações sobre o serviço de Bikeshearing na região da grande Sacramento, Califórnia. Além disso, foi desenvolvida uma metodologia para possibilitar a aplicação futura do modelo no campus da UFF.

O propósito desta dissertação é desenvolver um modelo matemático capaz de estimar a propensão à utilização de bicicletas elétricas compartilhadas. Para construir esse modelo, será empregada uma base de dados a partir de métodos de

recrutamento estratificados aleatórios de correio para a web e de interceptação de folheto para a web de uma pesquisa realizada em Sacramento na Califórnia no período de 2016 a 2019 (FITCH e HANDY, 2022). O objetivo a longo prazo é aplicar essa metodologia para compreender a probabilidade de utilização de bicicletas elétricas compartilhadas no contexto da UFF quando forem disponibilizados os dados de pesquisa com os usuários nessa região.

Inicialmente foi selecionada uma base de dados que possuísse informações sociodemográficas bem como informações que buscassem compreender as características pessoais dos usuários. Pois, o objetivo era desenvolver uma metodologia que pudesse futuramente ser aplicada nos campos da UFF com as informações dos usuários do local.

As informações obtidas através do questionário que originou a base de dados estudada foram estratificadas e as informações fornecidas em forma textual foram transformadas em numéricas. Além disso, as informações que já eram numéricas foram agrupadas a fim de concatenar os dados uma vez que diversas perguntas tinham respostas abertas e para elaboração de um modelo matemático se fez necessário limitar a quantidade de respostas.

Em seguida, essa base de dados foi inserida no software SPSS a fim de elaborar um modelo matemático. As variáveis foram segregadas em multinomiais e mediante a natureza da pergunta e conseqüentemente como foi estabelecida a resposta. Após a categorização dessas variáveis, foi realizada a regressão logística e em seguida teste de hipótese com a finalidade de excluir as variáveis que não eram estaticamente significativas na decisão do usuário de Sacramento em utilizar ou não *bikesharing*.

As variáveis irrelevantes mediante ao valor do teste foram excluídas e as que apresentaram significância ao modelo foram mantidas e a partir delas elaborado um modelo matemático que correspondesse a decisão de utilização do serviço. Esse modelo matemático foi avaliado mediante os sinais dos coeficientes bem como ao valor de cada índice considerando a influência que apresentava sob o modelo. Após essa análise, sugeriu-se possibilidades de premissas que podem ser incluídas ao funcionamento do serviço, com o propósito de mitigar o peso que somente uma variável tem na decisão do usuário.

Os resultados mostraram que é possível determinar a propensão de utilizar ou não *bikesharing* a partir de um questionário com características sociodemográficas bem como de análise de perfil. A combinação das variáveis com seus respectivos valores e sinais representa como se comporta aquela região mediante a um determinado serviço.

Para trabalhos futuros, o objetivo é reproduzir a mesma metodologia, quando possível, a um questionário que represente as informações pessoais, sociodemográficas e de definição do perfil aos alunos e possíveis usuários da UFF. O sistema que será implementado precisará de um formato de funcionamento que seja capaz de conduzir o negócio, sendo assim, as premissas apresentadas nessa pesquisa podem ser expandidas para todos os campos afim de alcançar mais usuários.

6. Referências

ACHEAMPONG, R. A., SILVA, E. A. Land use–transport interaction modeling: A review of the literature and future research directions. **Journal of Transport and Land use**, v. 8, n. 3, p. 11-38, 2015.

BACHRI, S., SUSONO, J., ALETHEA, M., HABIBAH, S., DARWIS, I. The Effect of Leverage, Profitability, Agency Cost, and Inflation Rate in Predicting Company Factor. **The International Journal of Social Sciences World (TIJOSSW)**, v. 3, n. 1, p. 86-97, 2021.

BARDHI, F., ECKHARDT, G. M. Access-based consumption: The case of car sharing. **Journal of consumer research**, v. 39, n. 4, p. 881-898, 2012.

BARROS, Luisa Valentim. **Avaliação de modelos de negócio para energia solar fotovoltaica no mercado de distribuição brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2014.

BARTH, F. J. Modelando o perfil do usuário para a construção de sistemas de recomendação: um estudo teórico e estado da arte. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, v. 6, p. 59-71, 2010.

BATISTA, António Sarmiento. **Regressão Logística: Uma introdução ao modelo estatístico-Exemplo de aplicação ao Revolving Credit**. Vida Econômica Editorial, 2015.

BESSO, E. **Aplicação da metodologia business model generation na construção de modelos de negócios para o aproveitamento de bio-hidrogênio produzido em**

uma indústria do complexo sucroalcooleiro. TCC (Graduação)-Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

BOTSMAN, R., ROGERS, R. **O que é meu é seu – como o consumo colaborativo vai mudar o nosso mundo**, Porto Alegre: Bookman, 2011.

CABRAL, Cleidy Isolete Silva. **Aplicação do Modelo de Regressão Logística num Estudo de Mercado**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2013.

COELHO, L. A. A., SILVA, L. A. S., ANDRADE, M. O., MAIA, M. L. A. Perfil socioeconômico dos usuários da Uber e fatores relevantes que influenciam a avaliação desse serviço no Brasil. In: **Anais do Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET**, v. 19, 2017.

CORRAR, L. PAULO, E., DIAS FILHO, J. M., RODRIGUES, A. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2011.

CRAMER, Jan Salomon. **The origins of logistic regression**. 2002.

COX, D.R., SNELL, E.J. **Analysis of Binary Data**. 2nd Edition, Chapman and Hall/CRC, London, 1989.

CURTIS, S. K., LEHNER, M. Defining the sharing economy for sustainability. **Sustainability**, v. 11, n. 3, p. 567, 2019.

DELL'AMICO, M., HADJICOSTANTINOU, E., IORI, M., NOVELLANI, S. The bike sharing rebalancing problem: Mathematical formulations and benchmark instances. **Omega**, v. 45, p. 7-19, 2014.

EASTWOOD, C., TURNER, S., GOODMAN, M., RICKETTS, K. Using a SWOT Analysis: Taking a Look at Your Organization. Community and Economic Development Publications. 2016.

FARIA, V. P., GOMES, C. F. S., SANTOS, M., PEREIRA, D. A. M., QUELHAS, O. L. G. Cenários prospectivos da utilização de bicicletas como meio de transporte urbano e sustentável no Rio de Janeiro. In: **IV SENGI - Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação**, 2021.

FISHMAN, E., WASHINGTON, S., HAWORTH, N., MAZZEI, A. Barriers to bikesharing: an analysis from Melbourne and Brisbane. **Journal of Transport Geography**, v. 41, p. 325-337, 2014.

FITCH, DILON; HANDY PRÁTICO, SUSAN. **Sacramento bike share surveys**. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25338/B8BK9V>. Acesso em: 22 dez. 2023.

GAVA, Éverton Marangoni. **Concepção e análise de modelos de negócios por meio do Business Model Canvas**. 80f. Trabalho de Pós-Graduação (MBA em Gestão Empresarial) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.

GONZALEZ-FELIU, J., SÁNCHEZ-DÍAZ, I. The influence of aggregation level and category construction on estimation quality for freight trip generation models. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 121, p. 134-148, 2019.

GÖSSLING, Stefan. Integrating e-scooters in urban transportation: Problems, policies, and the prospect of system change. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 79, p. 102230, 2020.

HAIR, J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.

HAMER, L. J., ALMEIDA, C. F., ANDRADE, K. Contribuição para definição de diretrizes para Implantação de ciclovias com base na identificação do perfil do Usuário potencial de bicicletas: Um estudo no Corredor Universitário de Goiânia. In: **XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino de Transporte. Ouro Preto, MG**. 2016.

HARMER, L. J.; ALMEIDA, C. F.; ANDRADE, K. **Contribuição para definição de diretrizes para implantação de ciclovias com base na identificação do perfil do usuário em potencial de bicicletas: Um estudo no corredor universitário em Goiânia**. In: Anais do 29º Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 17, Ouro Preto, Brasil, novembro de 2015, p. 1-12.

HELMS, M. M., NIXON, J. Exploring SWOT analysis—where are we now? A review of academic research from the last decade. **Journal of strategy and management**, v. 3, n. 3, p. 215-251, 2010.

HOSMER, D., LEMESHOW, S. Applied Logistic Regression Wiley & Sons. **New York**, 1989.

HUTCHINSON, Bi. G. **Princípios de planejamento dos sistemas de transporte urbano**. Guanabara Dois, 1979.

KAPLAN, Saul. **Modelos de negócios imbatíveis**. Saraiva Educação SA, 2017.

KEULEMANS, S., VAN DE WALLE, S. Cost-effectiveness, domestic favouritism and sustainability in public procurement: A comparative study of public preferences. **International Journal of Public Sector Management**, v. 30, n. 4, p. 328-341, 2017.

JI, S., CHERRY, C. R., HAN, L. D., JORDAN, D. A. Electric bike sharing: simulation of user demand and system availability. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 250-257, 2014.

LAMBERTON, C. P., ROSE, R. L. When is ours better than mine? A framework for understanding and altering participation in commercial sharing systems. **Journal of marketing**, v. 76, n. 4, p. 109-125, 2012.

LEWA, P. M., NARIKAE, P. O. The origins and development of strategic management “knowledge”: A historical perspective. **European Journal of Business and Strategic Management**, v. 2, n. 6, p. 1-19, 2017.

LI, Y., LIM, M. K, TAN, Y., LEE, Y., TSENG, M. L. Sharing economy to improve routing for urban logistics distribution using electric vehicles. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 153, p. 104585, 2020.

LI, W., TIAN, L., GAO, X., BATOOL, H. Effects of dockless bike-sharing system on public bike system: Case study in Nanjing, China. **Energy Procedia**, v. 158, p. 3754-3759, 2019.

LIN, J. R., YANG, T. H. Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints. **Transportation research part E: logistics and transportation review**, v. 47, n. 2, p. 284-294, 2011.

MALATESTA, M. E. B.; AUGUSTO, M. L.; GONÇALVES, J. F; HAASE, D. I.; NEGRÃO, E. J. M. **Bike Sampa – Bike Sharing em São Paulo e sua adaptação à realidade urbana paulistana**. Brasília: 19º Congresso Brasileiro de Transporte e Transito, 2013.

MAGRETTA, Joan. Why Business Models Matter. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 5, p.86-92, 2002.

Manual Statistical Package for social Science (SPSS). **Modelos de Regressión. Versão 12.0** Copyright de SPSS Inc. 2003, 71 p.

MARKUS, K., DE OLIVEIRA ORSI, D. F. Um estudo do consumo colaborativo no Brasil e nos Estados Unidos da América. **Revista Organizações em Contexto**, v. 12, n. 24, p. 117-129, 2016.

MCCULLAGH, P., NELDER, J. A. Binary data. In: **Generalized linear models**. Springer US, 1989. p. 98-148.

MEILA, Alexandra Dana. Sustainable urban mobility in the sharing economy: digital platforms, collaborative governance, and innovative transportation. **Contemp. Readings L. & Soc. Just.**, v. 10, p. 130, 2018.

MELO, N. C. P., TRINDADE, L. B., FERREIRA, V. D. T. Aplicação do business model canvas e análise swot: contribuições para a gestão empresarial de um microempreendedor. **Revista Fatec Sebrae em debate-gestão, tecnologias e negócios**, v. 9, n. 17, p. 147-147, 2022.

MEYER, Karin. Maximum likelihood estimation of variance components for a multivariate mixed model with equal design matrices. **Biometrics**, p. 153-165, 1985.

MIDGLEY, Peter. The role of smart bike-sharing systems in urban mobility. **Journeys**, v. 2, n. 1, p. 23-31, 2009.

MONIOS, J., BERGQVIST, R. Logistics and the networked society: A conceptual framework for smart network business models using electric autonomous vehicles (EAVs). **Technological Forecasting and Social Change**, v. 151, p. 119824, 2020.

NADAL, Luc. Bike sharing sweeps Paris off its feet. **Sustainable transport**, n. 19, 2007.

NICK, T. G., CAMPBELL, K. M. Logistic regression. **Topics in biostatistics**, p. 273-301, 2007.

OLIVEIRA FILHO, Erasmo Rodrigues. **Avaliação de alternativas de implantação de sistema de compartilhamento de bicicletas em uma instituição de ensino**. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2021.

OLIVEIRA, Francisco Estevam Martins de. SPSS básico para análise de dados. **Rio de Janeiro: Ciência Moderna**, 2007.

OROFINO, Maria Augusta Rodrigues. **Técnicas de criação do conhecimento no desenvolvimento de modelos de negócio**. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ORSI, D. F. D. O., CAPPELLOZZA, A., VIEIRA, A. M. Práticas de consumo colaborativo na cidade de São Paulo: um estudo nos estratos econômicos A e B. **Journal on Innovation and Sustainability RISUS**, v. 9, n. 3, p. 109-121, 2018.

ORTÚZAR, J. D., WILLUMSEN, L. G. **Modelling transport**. John Wiley & sons, 2011.

OSITA, I. C., ONYEBUCHI, I., JUSTINA, N. Organization's stability and productivity: the role of SWOT analysis an acronym for strength, weakness, opportunities and threat. **International Journal of Innovative and Applied Research**, v. 2, n. 9, p. 23-32, 2014.

OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y. **Business model generation: inovação em modelos de negócios**. Alta Books, 2020.

OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y. **Business Model Generation**. Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2010.

OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y. Modeling value propositions in e-Business. In: **Proceedings of the 5th international conference on Electronic commerce**. 2003. p. 429-436.

OWYANG, Jeremiah. **The collaborative economy: Products, services and market relationships have changed as sharing startups impact business models**. To avoid disruption, companies must adopt the collaborative economy value chain. Altimeter. Retrieved August 8, 2014. 2013.

PARKES, S. D., MARSDEN, G., SHAHEEN, S. A., COHEN, A. P. Understanding the diffusion of public bikesharing systems: evidence from Europe and North America. **Journal of Transport Geography**, v. 31, p. 94-103, 2013.

RICHARDSON, James E. The business model: an integrative framework for strategy execution. **Strat. Change**, v. 17, n. 5/6, p. 133e144, 2008.

SCHUIJBROEK, J., HAMPSHIRE, R. C., VAN HOEVE, W. J. Inventory rebalancing and vehicle routing in bike sharing systems. **European Journal of Operational Research**, v. 257, n. 3, p. 992-1004, 2017.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Sobrevivência das empresas no Brasil: Coleção Estudos e Pesquisa**. 2013.

SHAFER, S. M., SMITH, H. J., LINDER, J. C. The power of business models. Business Horizons. **European Journal of Information Sciences**, v. 48, p. 199-207, 2005.

SHANG, W. L., CHEN, J., BI, H., SUI, Y., CHEN, Y., YU, H. Impacts of COVID-19 pandemic on user behaviors and environmental benefits of bike sharing: A big-data analysis. **Applied Energy**, v. 285, p. 116429, 2021.

SHUI, C. S., SZETO, W. Y. A review of bicycle-sharing service planning problems. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 117, p. 102648, 2020.

SI, H., SHI, J. G., WU, G., CHEN, J., ZHAO, X. Mapping the bike sharing research published from 2010 to 2018: A scientometric review. **Journal of cleaner production**, v. 213, p. 415-427, 2019.

SPSS - Statistical Package for Social Sciences. Manual. **Modelos de Regresión**. Versão 12.0 Copyright de SPSS Inc. 2003, 71 p.

TANG, Y., YANG, Y. Sustainable e-bike sharing recycling supplier selection: An interval-valued Pythagorean fuzzy MAGDM method based on preference information technology. **Journal of Cleaner Production**, v. 287, p. 125530, 2021.

TORRES-FREIRE, Carlos. Impacto social do uso da bicicleta no Rio de Janeiro [livro eletrônico] /Carlos Torres Freire, Victor Callil, Monise Fernandes Picanço; [coordenação Carlos Torres Freire]. **São Paulo: CEBRAP**, 2019.

WEIHRICH, Heinz. The TOWS matrix—A tool for situational analysis. **Long range planning**, v. 15, n. 2, p. 54-66, 1982.

WEISS, M., DEKKER, P., MORO, A., SCHOLZ, H., PATEL, M. K. On the electrification of road transportation—a review of the environmental, economic, and social performance of electric two-wheelers. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 41, p. 348-366, 2015.

ZIEGLER, D., ABDELKAFI, N. Business models for electric vehicles: Literature review and key insights. **Journal of Cleaner Production**, v. 330, p. 129803, 2022.