

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

Percepção dos usuários do sistema de trânsito sobre os diferentes modelos de focos semaforicos existentes em cidades do estado de São Paulo

Eduardo Fleury Costa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a conclusão da graduação em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Fernando Hideki Hirose

São Carlos
2022

RESUMO

COSTA. E. F. Percepção dos usuários do sistema de trânsito sobre os diferentes modelos de focos semaforicos existentes em cidades do estado de São Paulo. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2022.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a sinalização é definida como o conjunto de sinais de trânsito e métodos de segurança instalados na via pública, tendo por objetivo garantir uma adequada utilização, além de possibilitar um trânsito fácil de locomoção e de maior segurança para veículos e pedestres. Diante da grande diversidade de tipos de sinais semaforicos existentes, conhecer a preferência e o comportamento de usuários do sistema que os utilizam diariamente se faz de suma importância. Com isso, o presente trabalho busca comparar os tipos de sinais luminosos existentes e analisar a opinião referente aos semaforos com contadores regressivos e luminosos em cidades do estado de São Paulo. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica, direcionando todos os componentes de aplicação do formulário com embasamento teórico, sendo definidos parâmetros e estruturas de pesquisa. Tendo a primeira etapa concluída, a segunda etapa consistiu na elaboração de um formulário online, sendo utilizada a ferramenta *Google Forms*, contendo questões que permitiram conhecer sobre a percepção e a preferência dos usuários do sistema sobre os diferentes tipos de focos semaforicos de São Carlos e região. A partir dos dados obtidos, verifica-se uma tendência maior na escolha e preferência da parte dos participantes da pesquisa por semaforos com contagem em tempo real. Entretanto, ainda seja cedo afirmar que ele é um substituto aos modelos tradicionais, visto que os mesmos dividem a opinião de diversos usuários do sistema.

Palavras-chave: Focos semaforicos, Semaforos inteligentes, Percepção dos usuários.

ABSTRACT

COSTA. E. F. Perception of traffic system users on the different models of traffic lights existing in cities in the state of São Paulo. Monograph (Graduate in Civil Engineering) Federal University of São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2022

According to the Brazilian Traffic Code (CTB), signaling is defined as the set of traffic signals and safety methods installed on public roads, to guarantee adequate use, in addition to enabling easy transit for locomotion and transportation, and increase safety for vehicles and pedestrians. Given the great diversity of types of traffic lights that exist, knowing the preference and behavior of road system users who use them daily is of paramount importance. With this, the present work seeks to compare the types of existing light signals and analyze the opinion regarding traffic lights with a countdown and luminous counters in cities in the state of São Paulo. For this, a bibliographic review was carried out, directing all the components of the application of the form with a theoretical basis, being defined parameters and research structures. With the first stage completed, the second stage consisted of the elaboration of an online form, using the Google Forms tool, containing questions that allowed to know about the perception and preference of users about the different types of traffic lights in São Carlos city and its region. From the data obtained, there is a greater tendency in the choice and preference of the research participants for traffic lights with real-time counting. However, it is still too early to say that it is seen as a replacement for the same traditional models, they divide the opinion of several users from users.

Key-words: Traffic lights, Smart traffic lights, User perception.

Figura 1 – Grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de indicações luminosas	16
Figura 2 - Grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de números decrescentes	17
Figura 3 – Grupo focal de pedestres com contagem regressiva	17
Figura 4 – Configuração inicial da fila em uma interseção semaforizada	19
Figura 5 - Cruzamento da Avenida São Carlos com as ruas Humberto de Campos e Machado de Assis, São Carlos - SP	22
Figura 6 – Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira, Araraquara, SP	23
Figura 7 – Modelo de semáforo em totem em São Carlos	24
Figura 8 - Modelo de semáforo pórtico em Araraquara	24
Figura 9 – Gráfico do Gênero dos participantes da pesquisa	27
Figura 10 – Gráfico da Faixa etária dos participantes da pesquisa	28
Figura 11 - Gráfico sobre a cidade dos participantes da pesquisa.	29
Figura 12 – Gráfico do tempo de CNH participantes da pesquisa	29
Figura 13 – Primeiro semáforo avaliado	30
Figura 14 - Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 1	30
Figura 15 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 1	31
Figura 16 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 1	31
Figura 17 - Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 1	32
Figura 18 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 1	32
Figura 19 – Segundo semáforo avaliado	33
Figura 20 - Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 2	33
Figura 21 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 2	34
Figura 22 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 2	34
Figura 23 - Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 2	35
Figura 24 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 2	35

Figura 25 – Terceiro semáforo avaliado	36
Figura 26 - Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 3	36
Figura 27 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 3	37
Figura 28 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 3	37
Figura 29 - Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 3	38
Figura 30 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 3	38
Figura 31 – Quarto semáforo avaliado	39
Figura 32 - Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 4	39
Figura 33 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 4	40
Figura 34 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 4	40
Figura 35 - Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 4	41
Figura 36 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 4	41
Figura 37 – Quinto semáforo avaliado	42
Figura 38 - Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 5	42
Figura 39 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 5	43
Figura 40 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 5	43
Figura 41 - Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 5	44
Figura 42 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 5	44
Figura 43 – Sexto semáforo avaliado	45
Figura 44 - Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 6	45
Figura 45 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 6	46
Figura 46 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 6	46
Figura 47 - Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 6	47
Figura 48 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 6	47
Figura 49 – Gráfico do desempenho dos semáforos tradicionais	50
Figura 50 - Gráfico do desempenho dos semáforos com contagem em tempo real	50
Figura 51 – Gráfico do foco semaforico predominante em seu município	51
Figura 52 - Gráfico do modelo de foco semaforico de preferência	51

Figura 53 – Gráfico do motivo de preferência por este modelo de foco semafórico 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular	13
Tabela 2 - Formas e dimensões das lentes dos focos semafóricos	14
Tabela 3 – Semáforos para sinalização semafórica de regulamentação	15
Tabela 4 – Média ponderada dos quesitos avaliados	49

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	8
1.2 OBJETIVO	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	11
2.2 SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA	12
2.3 TIPOS DE CONTROLES SEMAFÓRICOS EXISTENTES	14
2.3.1 SEMÁFOROS TRADICIONAIS	14
2.3.2 SEMÁFOROS EM TEMPO FIXO	15
2.3.3 SEMÁFOROS ATUADOS	16
2.3.4 SEMÁFOROS EM TEMPO REAL OU INTELIGENTES	16
2.4 SEMÁFOROS MODIFICADOS	16
2.5 PRINCIPAIS TRABALHOS RELACIONADOS A SEMÁFOROS MODIFICADOS/COM CONTAGEM REGRESSIVA	18
2.6 DESEMPENHO DOS SEMÁFOROS SEGUNDO A PERCEPÇÃO DE SEUS USUÁRIOS	20
2.7 SEMÁFOROS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS E ARARAQUARA	21
3. METODOLOGIA	25
3.1 ETAPAS DO TRABALHO	25
3.2 FORMULÁRIO PARA COLETAS DE DADOS	25
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICE	58

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

De modo geral, a engenharia de tráfego exerce um importante papel atrelado à segurança, onde a utilização de sinais de trânsito se faz de suma importância. Segundo o art. 87 do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), existem 6 tipos de sinais de trânsito, sendo eles sinais verticais, horizontais, dispositivos de sinalização auxiliar, sonoros, gestos do agente de trânsito e sinais luminosos.

Ainda de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), os sinais de trânsito são divididos em dois termos: as placas e a sinalização. É através dos sinais de trânsito que o tráfego de veículos fica organizado e seguro, tanto para os pedestres, bem como para os condutores de automóveis. Sem os sinais de trânsito, todos ficariam desorientados, sem saber qual direção seguir, em qual velocidade, onde pedestres podem atravessar, entre outras situações que poderiam resultar em acidentes.

Atualmente, no Brasil, os sinais luminosos são avaliados com base nas prescrições da ABNT NBR 15889 de 06/2019 (ABNT, 2019), a qual diz respeito sobre a sinalização semafórica viária, módulo semafórico com base em diodos emissores de luz (LED), levando em consideração requisitos e métodos de ensaio. Esta norma estabelece os requisitos mínimos e os métodos de ensaio para módulo semafórico com base em LED a ser utilizado em grupos focais de semáforos veiculares e de pedestres.

Há dois tipos de sinais luminosos, sendo semáforos de sinalização e semáforos de advertência. Os semáforos de sinalização são os mais comuns, sendo por eles controlado o fluxo de veículos e pedestres, com a alteração de direito de passagem. O semáforo de sinalização que controla o fluxo de automóveis é composto por três cores, já o semáforo que controla o fluxo de pedestres é composto por dois focos luminosos: verde e vermelho.

Nos semáforos para veículos, a liberação de passagem é dada pela luz verde e a de proibição de passagem pela luz vermelha. O aviso de que o direito de passagem está terminando é dado pela luz amarela, que, usualmente, é utilizada apenas após a luz verde.

A sinalização semafórica adverte sobre situações na via que possam comprometer a segurança, com a finalidade de garantir maior fluidez e segurança no trânsito, tanto para veículos, quanto para os pedestres que por ela circulam. De acordo com o CONTRAN (2014a), os princípios para uma boa sinalização de trânsito são:

- a) Padronização – seguir um padrão legalmente estabelecido, sendo que situações iguais devem ser sinalizadas com os mesmos critérios;
- b) Clareza – transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão;
- c) Precisão e confiabilidade – ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade; e
- d) Visibilidade e legibilidade – ser vista à distância necessária, ser lida em tempo hábil para a tomada de decisão.

A execução desses princípios permite maior capacidade de interpretação integral e reações homogêneas para todos os usuários. Para Ming (2016), essas características são fundamentais para qualquer sinalização de trânsito, mas são extremamente críticas na sinalização semafórica, pois envolve tomada de decisão (parar ou avançar) em frações de segundo.

Além disso, há semáforos com contagem regressiva, também conhecidos como semáforos com temporizador ou com cronômetro, ou ainda, semáforos gradativos (MING, 2016). Os semáforos com contagem regressiva são capazes de mostrar aos condutores a cor da indicação luminosa, mostrando também o seu tempo restante, onde a contagem regressiva pode ser colocada em grupos focais veiculares ou em grupos focais de pedestres.

Por outro lado, existe um grande debate sobre a eficiência do grupo focal veicular com contagem regressiva quanto à melhoria de segurança e fluidez em relação ao grupo focal veicular convencional: Técnicos argumentam que essa sinalização é prejudicial à segurança, enquanto outros afirmam o oposto (MING, 2016). Além de técnicos, usuários argumentam que essa sinalização traz vantagens para a segurança em relação ao grupo focal convencional, mas ainda não se sabe ao certo se essa opinião pública é unanimidade.

Com isso, o presente projeto busca comparar os tipos de sinais luminosos existentes e analisar a opinião de seus usuários referente aos semáforos com contadores regressivos e luminosos no interior do estado de São Paulo.

1.2 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é avaliar a percepção dos usuários do sistema de trânsito sobre os diferentes modelos de focos semaforicos existentes em cidades do estado de São Paulo.

Como objetivos específicos pretende-se:

1. Apresentar os fundamentos teóricos necessários para compreender os tipos de focos semaforicos existentes.
2. Analisar a escolha e a preferência dos usuários do sistema de trânsito por determinado tipo de foco semaforico.
3. Comparar quais são as características que levam os usuários do sistema de trânsito a determinada escolha por um tipo de foco semaforico específico.

Espera-se de modo geral, como resultado desta pesquisa, um aprofundamento na compreensão da percepção que usuários do sistema de trânsito possuem em relação a um determinado tipo de foco semaforico existente.

1.3 Justificativa

A literatura indica que diversos trabalhos buscaram compreender o comportamento de usuários do sistema de trânsito diante de determinado tipo de foco semaforico, mas que a compreensão do fator de escolha por semaforos com contagem regressiva, temporizador, com cronometro, ou ainda, semaforos gradativos, não possuem um grande aprofundamento teórico, sendo uma grande lacuna existente.

Grande parte dos estudos encontrados ilustra que a presente temática relacionada à engenharia de tráfego geralmente ocorre em grandes capitais, cidades que possuem um alto fluxo de veículos, e dados de cidades interioranas apresentam ainda uma grande escassez.

Diante da lacuna encontrada, o presente trabalho justifica-se pela importância de compreender quais seriam os critérios utilizados por usuários do sistema diante de sua preferência por um tipo específico de foco semaforico. Dentre essa preferência, será incluído quais são os critérios de escolha que o mesmo leva em consideração, seja pelo seu design, efetividade, didática em ilustrar o tempo faltante, dentre outros fatores que possam surgir mediante a opinião dos mesmos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sinalização de trânsito

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), a sinalização é definida como o conjunto de sinais de trânsito e métodos de segurança instalados na via pública, tendo por objetivo garantir uma adequada utilização, além de possibilitar um trânsito fácil de locomoção e de maior segurança para veículos e pedestres.

O Anexo I do CTB (BRASIL, 2008) estabelece que a sinalização é constituída pelo conjunto de sinais de trânsito e dispositivo de segurança, tendo o objetivo de melhorar o trânsito e proporcionar uma maior segurança para seus usuários. As sinalizações horizontais e verticais foram estabelecidas de acordo com os parâmetros de distância de visibilidade necessária, dimensões das faixas de mudanças, e eventuais pontos críticos de acidentes (SILVA, 2017).

De acordo com o CBT (BRASIL, 2008), a sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, onde o seu principal meio de comunicação é instalado ao lado da pista ou suspenso sobre ela, sendo composto por placas, painéis e balizadores, onde seus elementos verticais mais utilizados são as placas fixadas em postes com altura aproximada à visão horizontal dos motoristas.

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2014b) mostra que a sinalização horizontal, por sua vez, se trata de um subsistema da sinalização viária constituída por símbolos, marcas e legendas, aplicados sobre o piso destinado ao trânsito, tendo por finalidade fornecer dados que permitam aos usuários das vias procederem de forma adequada quando estiverem em deslocamento.

A sinalização semafórica é utilizada desde o século XX em diversas partes do mundo para controlar o tráfego de ruas, onde, atualmente, os semáforos de LED substituem principalmente os semáforos incandescentes, pois tal tecnologia acabou por ser uma descoberta revolucionária e inovadora para esse produto (BATISTA JÚNIOR, 2018; BOSCH MATAS, 2022). Com isso, os semáforos continuam a ser constantemente melhorados e otimizados, com o objetivo de progredir na segurança e fluidez do tráfego rodoviário (BOSCH MATAS, 2022). A seguir, serão feitas considerações sobre a sinalização semafórica, objeto de estudo desta pesquisa.

2.2 Sinalização semafórica

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014c, pág. 22),

A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária que se compõe de indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema eletromecânico ou eletrônico. Tem a finalidade de transmitir diferentes mensagens aos usuários da via pública, regulamentando o direito de passagem ou advertindo sobre situações especiais nas vias.

Com a finalidade de transmitir aos usuários a informação sobre o direito de passagem em interseções e seções de via onde o espaço é disputado por dois ou mais movimentos conflitantes, a sinalização semafórica deve advertir sobre a presença de situações na via que possam comprometer a segurança dos usuários (CONTRAN, 2014c).

Ainda, segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014c, pág. 24), a sinalização semafórica pode ser classificada como:

Sinalização semafórica de regulamentação – Tem a função de efetuar o controle do trânsito numa interseção ou seção de via, através de indicações luminosas, alternando o direito de passagem dos vários fluxos de veículos e/ou pedestres;

Sinalização semafórica de advertência – Tem a função de advertir sobre a existência de obstáculo ou situação perigosa, devendo o condutor reduzir a velocidade e adotar as medidas de precaução compatíveis com a segurança para seguir adiante.

Conforme está estabelecido na Resolução Nº 160/04 do CONTRAN (2014a), as diferentes combinações de forma, cor e sinal integrantes da sinalização semafórica possuem significados distintos e transmitem informações específicas ao condutor e ao pedestre, sendo possível observar os seguintes critérios na Tabela 1.

Tabela 1 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA				
Circular	Vermelha		Indica a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo				
	Amarela		Indica o término do direito de passagem.	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.				
	Verde		Indica a permissão do direito de passagem.	O condutor tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha, podendo efetuar os movimentos de acordo com a indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta.				
	Amarela (intermitente)		Adverte da existência de situação perigosa ou obstáculo.	O condutor deve reduzir a velocidade e observar as normas de circulação e conduta.				
	Amarela com seta (opcional)	  	Indica término do direito de passagem em semáforo direcional.	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.				
					Vermelha	  	Indica a proibição do direito de passagem de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo de acordo com a indicação luminosa.
	Vermelha		Indica para o ciclista a proibição do direito de passagem.	Obrigatoriedade do ciclista em parar o veículo.				
	Verde		Indica para o ciclista a permissão do direito de passagem.	O ciclista tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha.				

Fonte: CONTRAN (2014c)

Em relação às suas dimensões, os focos dos semáforos possuem forma e dimensão da lente estabelecidas pela Resolução No 160/04 do CONTRAN (2014c), onde a Tabela 2 ilustra a dimensão dos focos com base nessa resolução.

Tabela 2 - Formas e dimensões das lentes dos focos semafóricos

SEMÁFOROS DESTINADOS A	FORMA DO FOCO	DIMENSÃO DA LENTE (mm)
Veículo automotores	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Bicicletas	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Faixas reversíveis	Quadrada	Lado de 300 (Mínimo)
Advertência	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Pedestres	Quadrada	Lado de 200 ou 300

Fonte: CONTRAN (2014b)

Dentre os seus tipos, a Resolução No 160/04 do CONTRAN (2014b) apresenta os grupos focais que são empregados na sinalização semafórica, onde os mesmos são obtidos através da montagem de um ou mais focos luminosos com suas faces voltadas para o sentido do movimento. A Tabela 3 aborda os grupos focais existentes.

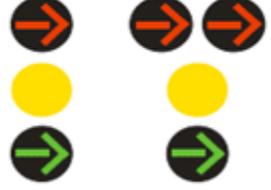
2.3 Tipos de controles semáforos existentes

Os principais tipos de controles semafóricos disponíveis são semáforos tradicionais (semáforo monoplano), semáforos com tempo fixo, semáforos atuados e semáforos em tempo real ou semáforos inteligentes. A seguir, serão abordadas as principais características dos principais tipos de controles semafóricos existentes.

2.3.1 Semáforos tradicionais

Os semáforos tradicionais possuem o seu tempo pré-programado, recebendo uma quantidade fixa de intervalos de tempo verde, amarelo e vermelho, sendo essa sequência programada desconsiderando variações no trânsito em diferentes horários durante o dia e em diferentes dias da semana (TAHER et al., 2016).

Tabela 3 - Semáforos para sinalização semafórica de regulamentação

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
Veicular	 <p>Observação: O grupo focal pode ser configurado com vermelho 300mm e amarelo/verde 200mm</p>	 <p>Observação: Só utilizar quando projetado sobre a via</p>
Veicular Direcional	 <p>Observação: Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.</p>	 <p>Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Só utilizar quando projetado sobre a via. ✓ Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.
Veicular Direção Livre		
Veicular Controle de Acesso Específico		
Veicular Faixa Reversível		
Pedestre		
Ciclista		

Fonte: CONTRAN (2014b)

2.3.2 Semáforos em tempos fixos

Os semáforos em tempos fixos utilizam planos semafóricos pré-calculados, baseados em dados históricos obtidos pela contagem de veículos em campo, em diferentes horários do dia e diferentes dias da semana, tendo o seu tempo previamente definido a partir desses dados (CUCCI NETO, 2016).

2.3.3. Semáforos atuados

Os semáforos atuados são acionados através do próprio tráfego, onde o tempo verde de uma aproximação é influenciado pela detecção imediata de veículos, sendo assim ajustado continuamente até um máximo pré-programado, onde os ajustes ocorrem em tempo real (BONETTI; PIETRANTONIO, 2006; YUKI, 2008). Este tipo de semáforo não sincroniza os cruzamentos adjacentes, não podendo operar em rede (CUCCI NETO, 2016).

2.3.4 Semáforos em tempo real ou inteligentes

Os semáforos inteligentes reagem à demanda veicular existente, ajustando os tempos semaforicos conforme a necessidade do tráfego existente no momento, não existindo programações prévias. A passagem do tráfego por dispositivos de detecção instalados nas vias é processada em uma central, sendo operados em rede, minimizando os atrasos e o número de paradas na área sob controle (MING, 1997; CUCCI NETO, 2016).

2.4 Semáforos modificados

Além dos tipos de semáforos apresentados anteriormente, há os semáforos com contagem regressiva, sendo considerados grupos focais que mostram aos condutores a cor da indicação luminosa, bem como o seu tempo restante, onde a contagem regressiva pode ser inserida em grupos focais veiculares ou em grupos focais de pedestres (MING, 2016). A Figura 1 mostra um exemplo de semáforo com contagem regressiva, por meio de indicações luminosas.

Figura 1 – Grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de indicações luminosas



Fonte: Ming (2016)

Em geral, a parte ótica dos grupos focais com contagem regressiva é constituída por LEDs (Light Emitting Diode), onde a indicação da contagem regressiva em grupos focais veiculares pode ser feita por meio de números que decrescem com o tempo ou por meio de indicadores luminosos que vão se apagando com o tempo (MING, 2016). A Figura 2 é capaz de ilustrar o exemplo anterior, utilizando a contagem regressiva de forma numérica.

Figura 2 – Grupo focal veicular com contagem regressiva por meio de números decrescentes



Fonte: Ming (2016)

Em relação a grupos focais veiculares com contagem regressiva por meio de números decrescentes, é usual que o tempo restante seja mostrado em um foco separado, específico para esse fim, onde os números aparecem na mesma cor do foco vigente do semáforo. O mesmo pode ocorrer para semáforos de pedestres, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Grupo focal de pedestres com contagem regressiva



Fonte: Ming (2016)

2.5 Principais trabalhos relacionados a semáforos modificados/com contagem regressiva

A literatura indica alguns trabalhos que buscaram identificar a efetividade dos semáforos com contagem regressiva. Milaszewicz (2018) estudou as evidências disponíveis referentes à eficácia dos cronômetros digitais de contagem regressiva na melhoria da segurança e eficiência operacional de cruzamentos com semáforos, sendo comprovado que os temporizadores de contagem regressiva são muito úteis, melhoram o conforto, a segurança e a suavidade do trânsito na opinião dos motoristas.

Em contrapartida, as maiores discrepâncias foram observadas ao avaliar o efeito dos cronômetros de contagem regressiva na segurança rodoviária no contexto de entradas em luz vermelha e amarela, bem como entradas intempestivas. A tendência dos motoristas de acelerar na fase final do sinal verde pode aumentar o risco de colisões por um lado e, por outro, melhora a capacidade da interseção (MILASZEWICZ, 2018).

O trabalho de Da Costa e Rinaldi (2018) buscou estudar esse comportamento de risco dos motoristas diante de dois tipos de semáforos de trânsito, com e sem temporizador, utilizando uma técnica de estatística multivariada denominada análise de correspondência, sendo que esta relaciona as categorias de duas ou mais variáveis permitindo interpretações para classificar os motoristas segundo seu comportamento.

Foram realizadas coletas amostrais na cidade de Presidente Prudente revelando que os motoristas possuem um comportamento de se arriscarem mais com os semáforos sem temporizador, visto que o fato de que os investimentos realizados nos semáforos com temporizador podem ser considerados justificados tendo em vista a diminuição de riscos de acidente (DA COSTA; RINALDI, 2018).

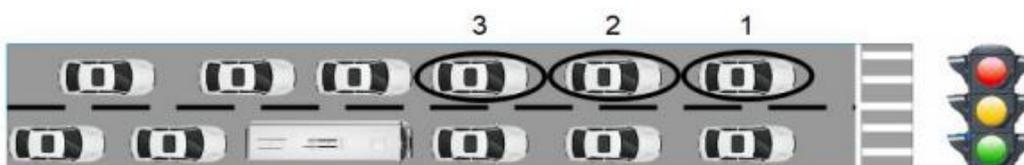
Por outro lado, as interseções semaforizadas muitas vezes são vistas como os grandes gargalos da infraestrutura viária, em decorrência dos altos índices de congestionamento, onde um dos fatores para a restrição de capacidade é o Tempo de Resposta dos motoristas (TR), principalmente quando estes são submetidos a algum tipo de distração, ocasionando TR elevados (FONTES, 2020).

Ghazal et al. (2016) indicam que os sistemas de controle de semáforos podem ser utilizados para monitorar e controlar o fluxo de automóveis no cruzamento

de muitas estradas. No entanto, a sincronização de múltiplos sistemas de semáforos em interseções adjacentes se torna um problema em decorrência aos diversos parâmetros envolvidos.

O estudo de Fontes (2020) buscou analisar os impactos de TR elevado dos condutores no desempenho do tráfego e na capacidade de interseções semaforizadas. O mesmo mostra que o TR médio do 1º veículo da fila é maior que o das demais posições, fator que se correlaciona a sistemas de semáforos adjacentes, disparidade do fluxo de carros com o tempo, acidentes, passagem de veículos de emergência e travessias de pedestres não implementadas no sistema de tráfego existente (GHAZAL et al., 2016; FONTES, 2020). A Figura 4 ilustra a configuração em uma interseção semaforizada, dando destaque aos três primeiros veículos da fila, os quais possuem TR maior em comparação aos demais.

Figura 4 – Configuração inicial da fila em uma interseção semaforizada



Fonte: Fontes (2020)

Em relação à questão de segurança, o estudo de He e Sun (2018) mostra que o sinal de contagem regressiva exibe o número de segundos restantes até que a próxima fase ou intervalo do sinal apareça, permitindo que os motoristas tomem uma decisão segura ao se aproximarem de uma interseção semafórica.

He e Sun (2018) apresentam um estudo realizado em uma interseção sinalizada em Pequim, onde os resultados mostram que a instalação da contagem regressiva foi capaz de reduzir o número de veículos que passam durante o intervalo âmbar, as frequências de funcionamento da luz vermelha e a frenagem de emergência na interseção.

Seguindo a mesma linha, Jatoth, Singh e Mehar (2021) mostram que os intervalos de tempo definidos para a operação do semáforo ajudam a reduzir graves conflitos de trânsito, atrasos e a melhorar a decisão do motorista ao fazer curvas. O comportamento de velocidade dos veículos e motoristas que cumprem as regras de trânsito também são analisados em diferentes condições de contagem regressiva.

O estudo ainda mostra que o cronômetro de contagem regressiva do semáforo é um dispositivo eficaz que pode melhorar a segurança do tráfego e o

desempenho operacional de uma interseção semaforizada, onde as medidas de desempenho de tráfego, como atraso médio de controle e comprimentos de fila estimados nas aproximações, foram influenciadas devido à presença da contagem regressiva.

Spigolon (2010) buscou comparar o desempenho em termos de capacidade e segurança de interseções semaforizadas dotadas de grupos focais convencionais com as dotadas de grupos focais com informação do tempo de verde/vermelho restante em uma via principal.

Foram analisados três modelos distintos, em relação à maneira que é disposta a informação do tempo de verde/vermelho restante, onde os resultados obtidos mostram que praticamente não há alteração no valor da capacidade da passagem de veículos pela interseção semaforizada quando se substitui o grupo focal convencional por grupo focal com informador de tempo (SPIGOLON, 2010).

Por fim, Teles (2021) buscou estudar um cruzamento semaforizado típico no Brasil, onde utilizou-se da ferramenta de microsimulação de tráfego para modelar a combinação de algumas variáveis que constituem os diferentes cenários que se intercalam ao longo do dia. Em cada cenário, de um total de 27, obteve-se três indicadores de desempenho para os movimentos motorizados e três para os movimentos pedonais, o que indicou que o comportamento dos motoristas e pedestres são influenciados pelo sinal com contagem. Com isso, os parâmetros apresentados serão a referência inicial para a proposta comparativa e comportamental de motoristas referente aos semáforos com contadores regressivos e luminosos neste trabalho.

2.6 Desempenho dos semáforos segundo a percepção de seus usuários

As metodologias de análise do desempenho de semáforos são classificadas como uma medida qualitativa, as quais descrevem as condições operacionais do tráfego e a percepção de motoristas e passageiros, sendo as mais utilizadas no Brasil e em parâmetros mundiais permeiam entre as propostas pelo TRB (1985), no Highway Capacity Manual de 1985 (HCM – 1985), e pelo TRB (2022), no Highway Capacity Manual de 2022 (HCM – 2022).

A qualidade de operação dos semáforos é definida a partir da demora média aplicada aos veículos, onde segundo o HCM 1985 (TRB, 1985) essa demora se dá em decorrência do tempo parado, enquanto o HCM 2022 (TRB, 2022) diz que a

mesma se dá em decorrência da diferença entre o tempo parado mais o tempo de desaceleração e aceleração e o tempo considerando passagem com velocidade constante, ou seja, pelo atraso.

Através de um questionário online, Zhang e Prevedouros (2005) realizaram pesquisa pela Internet, onde puderam concluir que, além do atraso, existem outros fatores considerados como determinantes pelos motoristas, levando em consideração o desempenho das interseções semaforizadas. Dentre as respostas obtidas, o atraso foi classificado como a oitava posição dos dez fatores analisados, ficando atrás da eficiência do semáforo atuado, onde a pesquisa demonstrou que os motoristas se sentem mais irritados ao esperar 10 segundos sem fluxo na via transversal, do que 20 segundos com fluxo na via transversal. Com isso, a disponibilidade de faixas de conversão à esquerda, o desmanche da fila em apenas um ciclo, a conversão à esquerda protegida e pavimento sem defeitos e com marcas bem definidas foram considerados mais importantes que o atraso pelos motoristas.

Zhang e Prevedouros (2005) analisaram o atraso e a segurança, onde puderam concluir que os motoristas estavam bem preocupados com possíveis colisões nas interseções com semáforos. Com isso, a segurança foi considerada como sendo entre três e seis vezes mais importante que o atraso, dependendo do tipo de conflito.

2.7 Semáforos no município de São Carlos e Araraquara/SP

Segundo dados obtidos através da Prefeitura Municipal de São Carlos (2022), um dos investimentos mais significativos na implementação de novos semáforos é datado de 2008, onde foram investidos cerca de R\$ 310 mil. Os recursos para implantação dos novos semáforos foram conquistados pela Prefeitura por meio de um projeto apresentado em 2006.

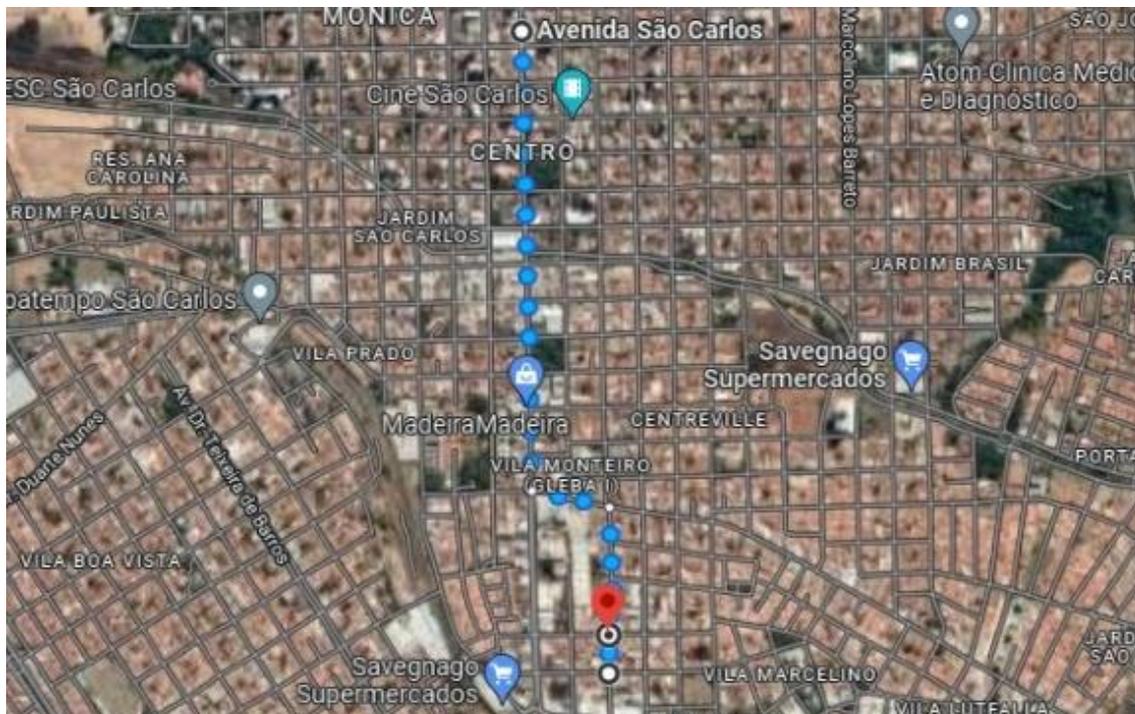
Com isso, São Carlos chega a 64 cruzamentos semaforizados, 130% a mais que em 2000, quando o município contava apenas com 28 cruzamentos com semáforos, onde para atender toda a demanda existente no município, seriam necessários mais 16 cruzamentos semaforizados, atingindo assim 80 cruzamentos (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS, 2022).

Além disso, a Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito iniciou, em dezembro de 2021, o funcionamento dos semáforos implantados no cruzamento da Avenida São Carlos com as ruas Humberto de Campos e Machado de Assis na

região da praça Itália, onde as intervenções puderam oferecer mais segurança aos pedestres e motoristas que se deslocam pelas citadas vias, além de servir como rota alternativa de trânsito para melhorar a fluidez do tráfego na rotatória da praça Itália (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS, 2022). Não há dados atuais sobre a quantidade de semáforos existentes no município. A Figura 5 mostra a localização dos cruzamentos citados anteriormente.

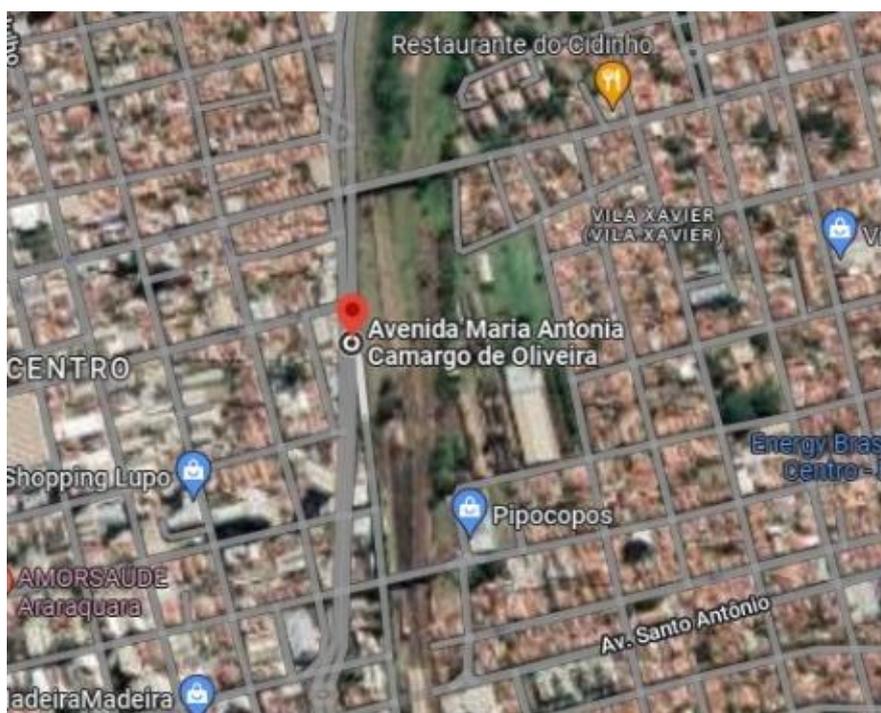
Em comparativo a Araraquara, também cidade do interior de São Paulo, a Coordenadoria de Mobilidade Urbana modernizou em 2021 a sinalização semafórica de três pontos da Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira, a Via Expressa, importante corredor de trânsito de Araraquara (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA, 2022). Os novos semáforos foram devidamente sincronizados com os que já estão operando na Via Expressa, contribuindo para a manutenção da fluidez dos veículos. A Figura 6 indica a localização da Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira, citada anteriormente.

Figura 5 – Cruzamento da Avenida São Carlos com as ruas Humberto de Campos e Machado de Assis, São Carlos – SP



Fonte: Google Maps (2022b)

Figura 6 - Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira, Araraquara, SP



Fonte: Google Maps (2022a).

A demanda de novas implantações surgiu através da necessidade de novos dispositivos, em decorrência dos vários acidentes registrados pela polícia no local e testemunhados por usuários da via e moradores das imediações. Assim como no município de São Carlos, não há dados atuais sobre a quantidade de semáforos existentes no município.

Os principais modelos de semáforos que são encontrados tanto em São Carlos e Araraquara são similares, sendo semáforos com grupo focal com contagem regressiva, modelos tradicionais de focos de LED e, mais recentemente, foram implementados semáforos em modelo “totem” e “pórtico”, os quais possuem uma maior compatibilidade com qualquer cenário de instalação (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS, 2021). Sendo uma solução de grande impacto visual, o modelo totem oferece variedades que vão além do trânsito veicular tradicional, permitindo também variações de sinalização para pedestres (CONTRANSIN, 2022). A Figura 7 mostra o modelo de um semáforo totem, localizado em São Carlos, SP.

Figura 7 – Modelo de semáforo em totem em São Carlos



Fonte: Prefeitura municipal de São Carlos (2021)

Em Araraquara, os semáforos de modelo “Pórtico” foram implementados em 2021, os quais possuem um grande impacto visual e comunicação à distância, permitindo ao condutor melhor tomada de decisão a longo alcance (CONTRANSIN, 2022). Esse tipo de modelo é indicado para centros que possuem grande fluxo de veículos e pedestres, provendo uma melhor visualização da sinalização luminosa aos usuários (CONTRANSIN, 2022). A Figura 8 indica o modelo de um semáforo pórtico, localizado na Via Expressa de Araraquara.

Figura 8 – Modelo de semáforo pórtico em Araraquara



Fonte: Prefeitura Municipal de Araraquara (2021)

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a percepção dos usuários do sistema de trânsito sobre os diferentes modelos de focos semafóricos existentes no interior de São Paulo, especificamente nos municípios de Araraquara e São Carlos.

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Etapas de trabalho

O presente trabalho trata-se de um estudo qualitativo observacional, onde para atingir os objetivos propostos adota-se uma metodologia que pode ser dividida em três etapas distintas, buscando extrair o maior potencial de cada atividade a ser realizada.

A primeira etapa se deu através de uma revisão bibliográfica, onde o texto base foi capaz de direcionar todos os componentes de aplicação do formulário com embasamento teórico, sendo definidos parâmetros e estruturas de pesquisa.

Tendo a primeira etapa concluída, foi iniciada a pesquisa de campo para coletar as percepções dos usuários sobre os diferentes modelos de focos semafóricos existentes no interior de São Paulo, buscando a maior amostra possível, diminuindo assim possibilidades de distorção do cenário real.

Definidos os parâmetros e aplicações da pesquisa de campo, a terceira etapa consiste no tratamento de dados, construção de gráficos e cálculo de variáveis de satisfação, possibilitando uma análise mais concreta da coleta realizada. Ao final, foi realizada a avaliação dos resultados obtidos no presente trabalho, buscando expor a percepção dos usuários do sistema de trânsito sobre os diferentes modelos de focos semafóricos existentes no interior de São Paulo.

3.2 Formulário para coleta de dados

Sendo a segunda etapa do presente trabalho, a elaboração de um formulário online foi utilizado, através da ferramenta *Google Forms*, para a coleta de dados sobre a percepção e a preferência dos usuários do sistema viário sobre os diferentes tipos de focos semafóricos, sendo disparado utilizando o auxílio de redes sociais, como grupos de *Facebook* de São Carlos e região e de *Whatsapp*.

A primeira e a segunda sessões do formulário avaliaram dados socioculturais, como gênero e idade dos participantes da pesquisa, em qual cidade residem e se possuem CNH. Já a terceira sessão continha cinco imagens de diferentes modelos de focos semafóricos tradicionais e com contagem regressiva, para que os usuários do sistema atribuíssem notas entre 0 a 10 para determinado modelo. As notas foram

atribuídas referente à opinião dos usuários do sistema mediante a sua efetividade, visibilidade, segurança, design e fluidez.

A quarta sessão do formulário avaliou qual a percepção em relação ao desempenho dos semáforos tradicionais e contagem regressiva, onde os usuários do sistema assinalaram uma das alternativas disponíveis, sendo elas: ótimo, bom, regular, ruim e péssimo. Houve, ainda, uma questão sobre o foco semaforico predominante no município do usuário do sistema, o modelo de sua maior preferência e qual seria o motivo dessa escolha. O formulário utilizado encontra-se no Apêndice A.

3.3. Análise de dados

Os procedimentos para análise dos resultados obtidos no presente trabalho consistem, primeiramente, em uma análise sobre a preferência sobre determinados tipos de modelos de focos semaforicos e qual a justificativa para determinada escolha. A partir do levantamento dessa questão, deu-se início a uma série de perguntas para conseguir dados qualitativos, a fim de solucionar o problema de pesquisa.

Tais perguntas foram organizadas em um formulário online através da ferramenta Google Forms, disponível no Apêndice A, o qual gerou um resumo com todas as respostas, sendo elas compiladas em uma planilha de cálculo.

No planejamento inicial, as perguntas permitiriam identificar a preferência dos usuários por determinado foco semaforico em São Carlos e Araraquara. Porém, o formulário obteve respostas de diversos usuários do sistema de outras cidades do interior de São Paulo, o que proporcionou uma análise mais ampla.

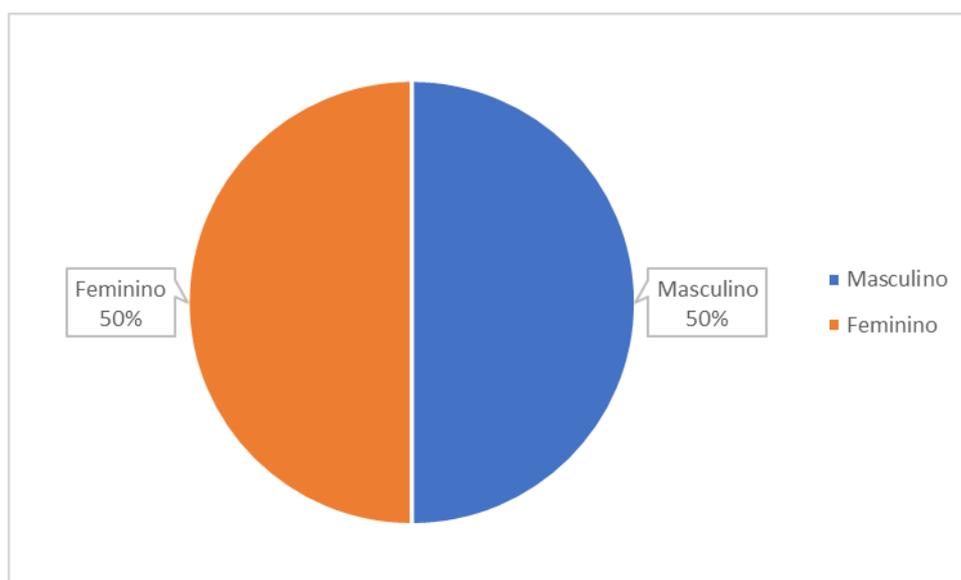
A partir dos resultados obtidos, foi possível analisar indicativos sobre a preferência da parte dos usuários do sistema sobre um determinado tipo de foco semaforico e qual a justificativa por tal escolha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do questionário apresentado no Apêndice A, foram obtidas 60 respostas entre os dias 26/07/2022 a 20/08/2022, as quais foram analisadas para entender qual a preferência do tipo de focos semafóricos de usuários do sistema de cidades do estado de São Paulo. A conclusão da pesquisa deve ser melhor averiguada, uma vez que o espaço amostral é bem pequeno quando comparado aos usuários do sistema que cruzam, diariamente, por diversas ruas e avenidas semaforizadas, pois todas as respostas foram respondidas por voluntários, que se propuseram a ajudar no estudo em questão, sendo obtido o maior número de resposta no tempo de duração da aplicação.

A primeira parte do formulário buscou compilar o perfil dos usuários, buscando separar os indivíduos entre gênero, faixa etária, cidade em que reside e se possui CNH e há quanto tempo. Durante a montagem de perfil, em relação ao gênero, 30 pessoas do gênero feminino e 30 pessoas do gênero masculino responderam ao formulário, totalizando, assim, as 60 respostas obtidas. A Figura 9 ilustra a distribuição do gênero dos participantes da pesquisa.

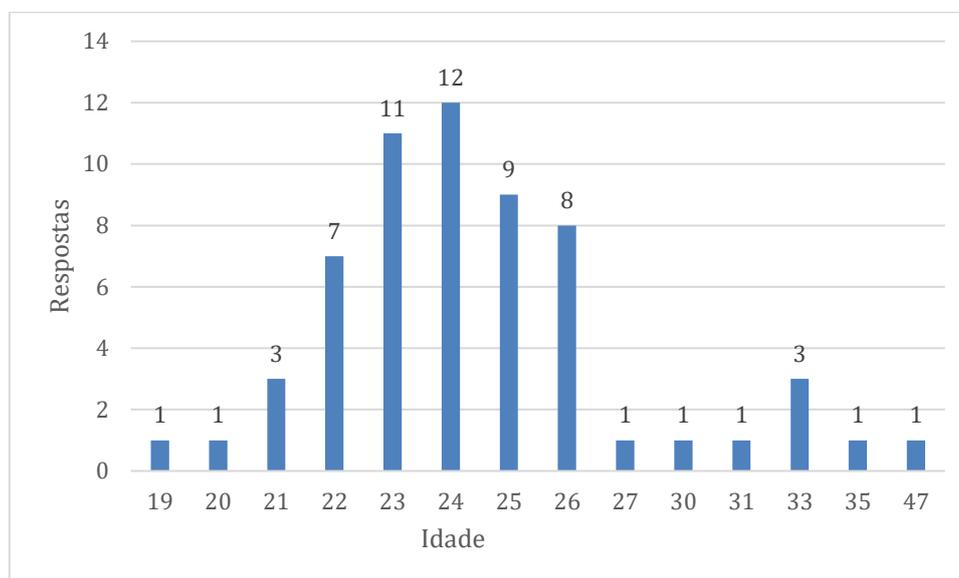
Figura 9 – Gráfico do Gênero dos participantes da pesquisa



Fonte: Elaboração própria

Nota-se, ainda, um público majoritário de participantes entre 21 e 26 anos, uma vez que o formulário foi mais difundido entre meios universitários, tendo grande participação da comunidade discente. A Figura 10 indica a distribuição da faixa etária dos participantes da pesquisa.

Figura 10 – Gráfico da Faixa etária dos participantes da pesquisa.

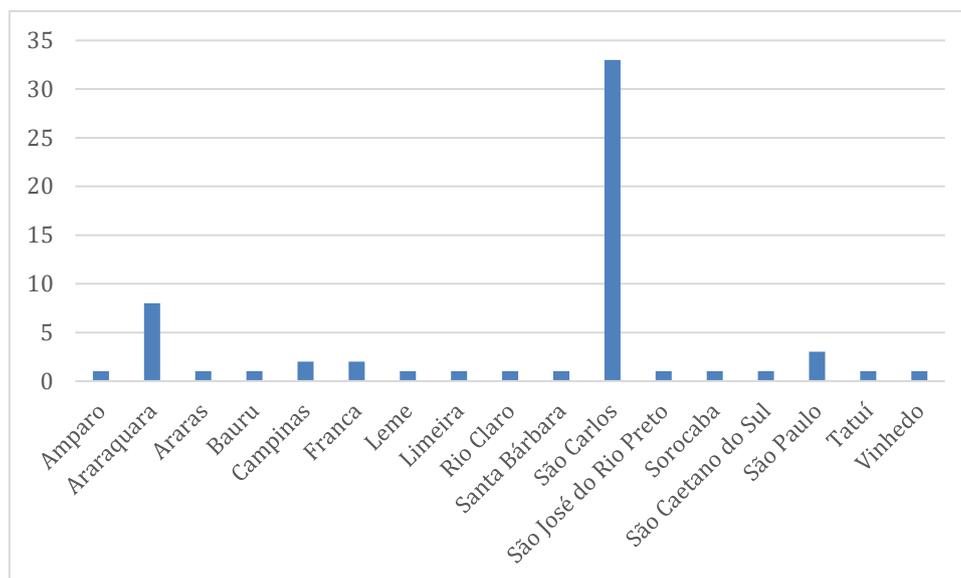


Fonte: Elaboração própria

A princípio, foi estipulado que as respostas do formulário atingiriam apenas usuários do sistema das cidades de Araraquara e São Carlos. Em decorrência da divulgação do formulário via redes sociais, como grupos de *WhatsApp* e *Facebook*, o mesmo atingiu mais de 15 cidades do estado de São Paulo, agregando ainda mais no presente trabalho.

A cidade de São Calos recebeu 33 respostas, totalizando mais da metade dos dados recebidos. Araraquara recebeu 8 respostas, São Paulo 3 respostas, seguido por Campinas e Franca, totalizando 2 respostas recebidas em cada cidade. A cidades de Amparo, Araras, Bauru, Leme, Limeira, Rio Claro, Santa Bárbara, São José do Rio Preto, Sorocaba, São Caetano do Sul, Tatuí e Vinhedo receberam 1 resposta. A Figura 11 ilustra os indicativos de respostas em cada cidade.

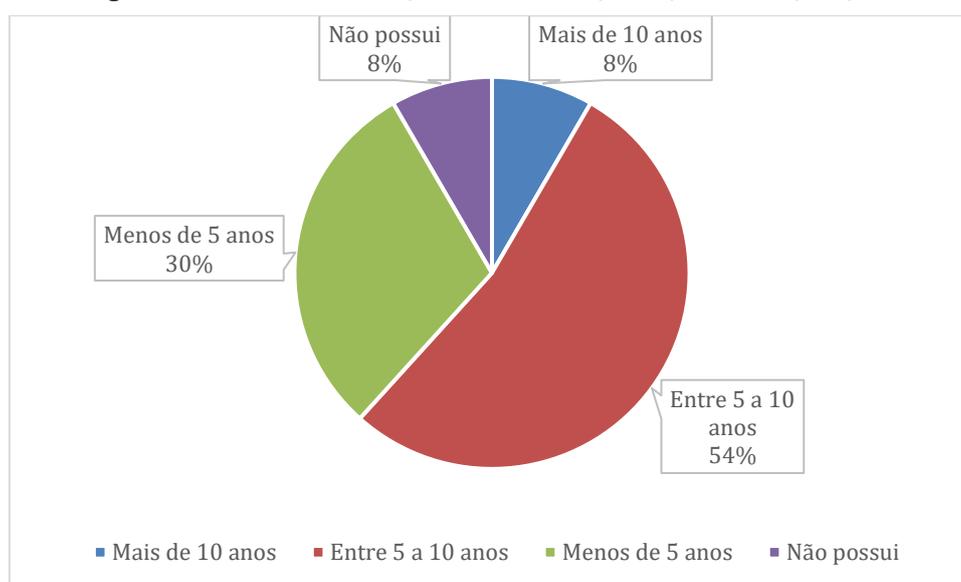
Figura 11 – Gráfico sobre a cidade dos participantes da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria

Em relação ao tempo de CNH de cada usuário do sistema, 32 pessoas indicaram que possuem a carteira entre 5 a 10 anos, 18 pessoas indicaram possuir a menos de 5 anos, 5 pessoas responderam possuir a mais de 10 anos, enquanto 5 pessoas responderam a opção de que não possuem CNH. A Figura 12 ilustra as presentes respostas.

Figura 12 – Gráfico do tempo de CNH dos participantes da pesquisa



Fonte: Elaboração própria

Após a compilação do perfil dos usuários, iniciou-se a avaliação de diferentes modelos de semáforos. A Figura 13 mostra o primeiro modelo de semáforo avaliado pelos participantes da pesquisa.

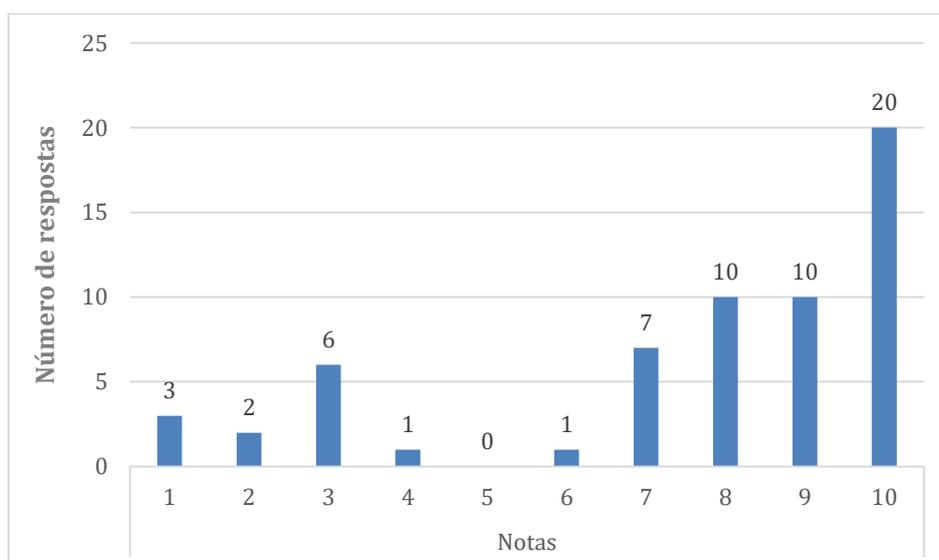
Figura 13 – Primeiro semáforo avaliado



Fonte: Prefeitura Municipal de Araraquara (2021)

Ao analisar as notas atribuídas no quesito efetividade, foi possível constatar que o presente modelo de semáforo dividiu a opinião de seus usuários, onde houve uma grande distribuição de votos entre as notas 7, 8, 9 e 10, mas ainda houveram notas 1, 2, 3, 4 e 6, possuindo uma média de 7,57. A Figura 14 ilustra os resultados obtidos.

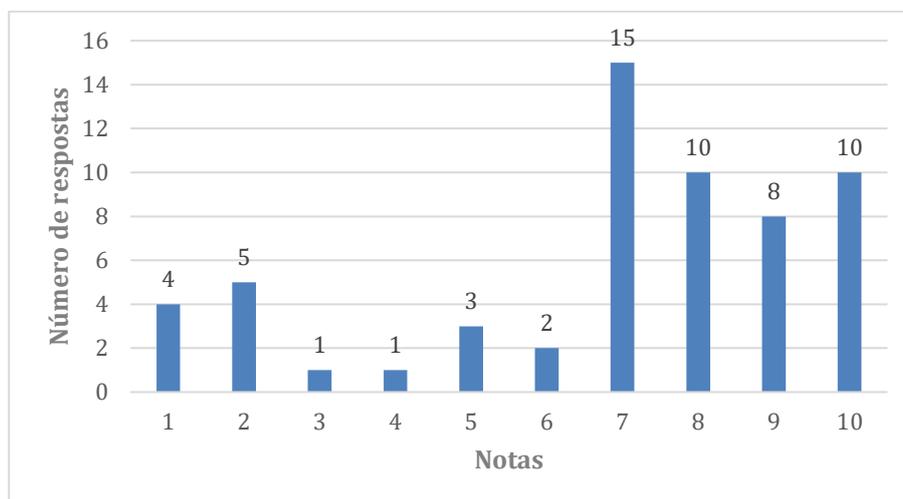
Figura 14 – Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 1



Fonte: Elaboração própria

O quesito visibilidade também apresentou grande distribuição dos votos, tendo destaque para a atribuição de 15 votos para a nota 7, o que pode representar que esse quesito é avaliado de forma mediana por seus usuários. Em relação a sua média, o quesito visibilidade recebeu nota 6,75. A Figura 15 mostra os dados obtidos.

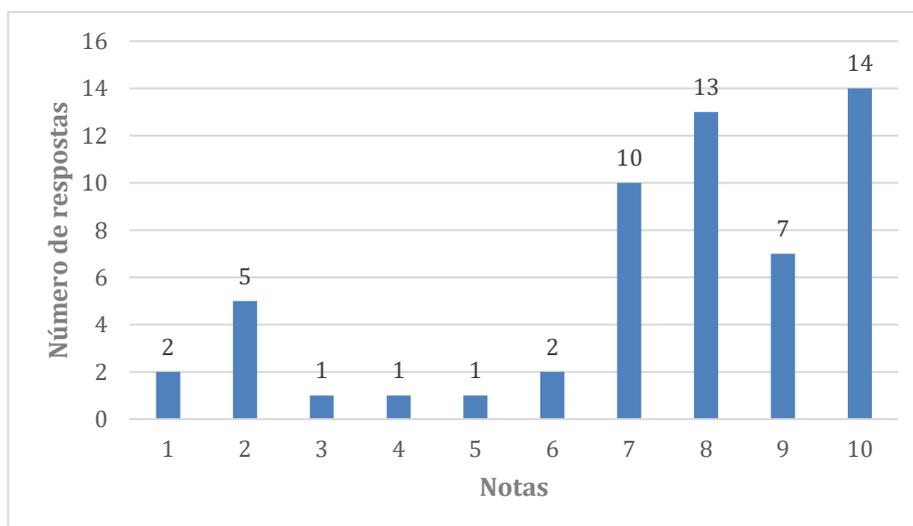
Figura 15 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 1



Fonte: Elaboração própria

Em relação ao quesito segurança, o mesmo também manteve o padrão de distribuição de notas entre os dois extremos, onde todas as notas obtiveram ao menos 1 voto. Vale ressaltar que as notas 7, 8 e 10 receberam votos significativos. Em relação a sua média, o quesito obteve nota 6,88. A Figura 16 mostra o gráfico das respostas obtidas.

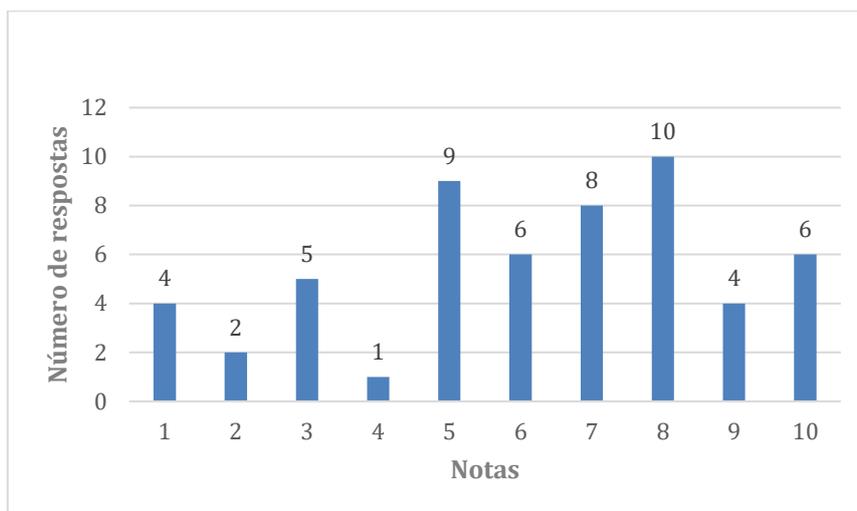
Figura 16 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 1



Fonte: Elaboração própria

O quesito design obteve a menor média de votos, tendo recebido como nota 5,67, sendo o quesito que obteve uma maior distribuição dos votos, principalmente entre as notas 3, 5, 6, 7 e 8, o que evidencia que o design do modelo de foco semaforico não agrada a todos os participantes da pesquisa. A Figura 17 mostra a divisão dos votos.

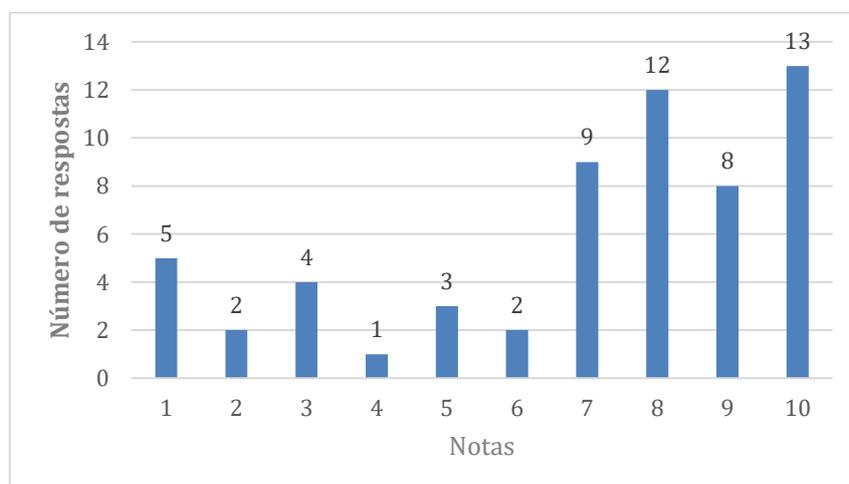
Figura 17 – Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 1



Fonte: Elaboração própria

Por fim, o quesito fluidez também obteve grande distribuição dos votos, tendo suas maiores votações em notas como 1, 7, 8, 9 e 10, evidenciando mais uma vez grande instabilidade de opiniões. O quesito fluidez obteve uma média de 6,88. A Figura 18 mostra a distribuição dos votos.

Figura 18 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 1



Fonte: Elaboração própria

Após a primeira análise, a Figura 19 indica o segundo modelo de semáforo avaliado pelos participantes da pesquisa.

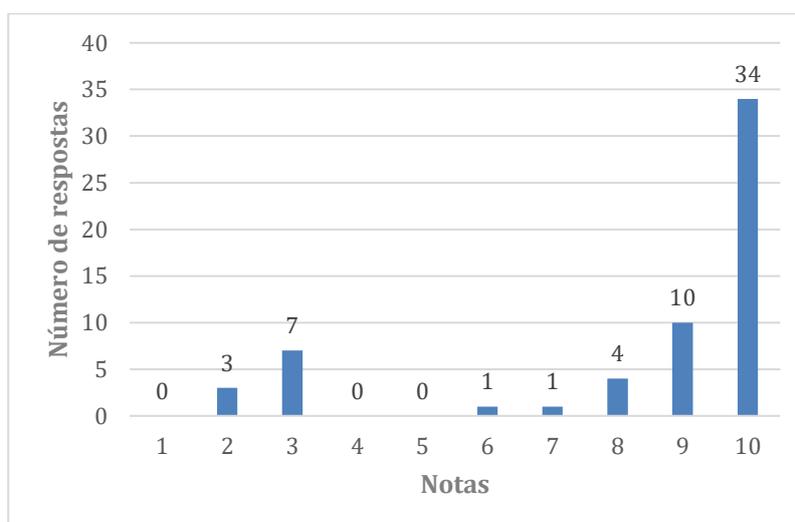
Figura 19 – Segundo semáforo avaliado



Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2022)

De acordo com as notas atribuídas, o semáforo 2 foi avaliado positivamente pelos participantes da pesquisa, sendo um dos modelos que obteve melhores notas atribuídas nos quesitos avaliados. O quesito efetividade recebeu 34 notas atribuídas como 10 e 10 notas atribuídas como 9, o que representa a opinião de mais da metade dos usuários do sistema que responderam ao formulário. Em relação a média, o quesito obteve nota 8,37. A Figura 20 mostra as notas atribuídas.

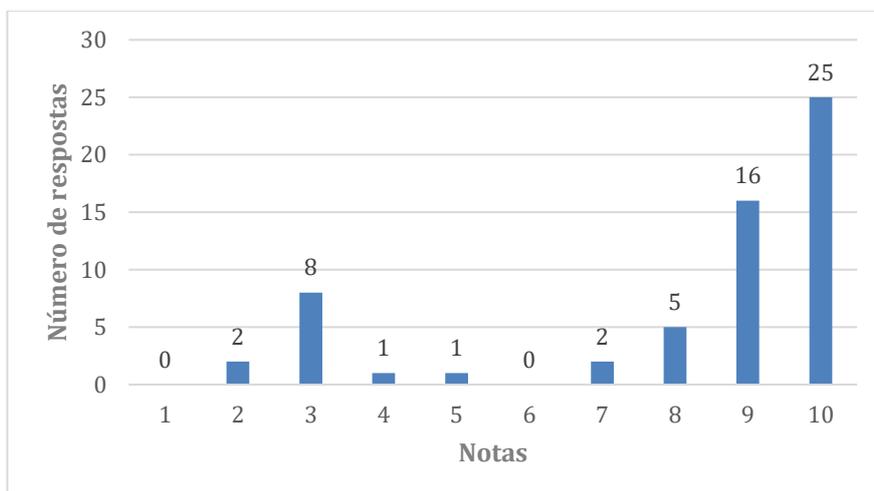
Figura 20 – Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 2



Fonte: Elaboração própria

O quesito visibilidade também foi avaliado de forma positiva pelos participantes da pesquisa, tendo suas maiores escolhas atribuídas à nota 10, que recebeu 25 votos, e à nota 9, que recebeu 16 votos. Sua média foi de 8,08. A Figura 21 mostra as respostas obtidas.

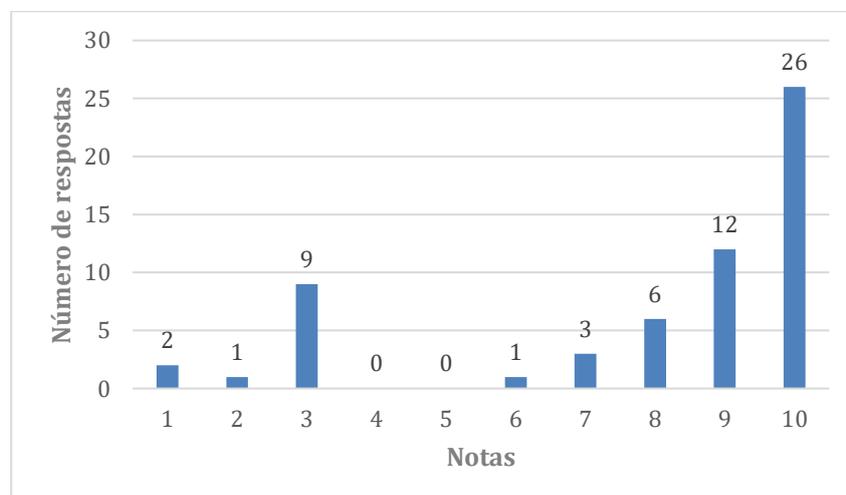
Figura 21 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 2



Fonte: Elaboração própria

Apesar de possuir maioria dos votos atribuídos à nota 10, o quesito segurança dividiu a opinião dos participantes da pesquisa, onde houveram 9 votos atribuídos à nota 3. Apesar do resultado, o mesmo continua sendo muito bem visto por grande parte destes usuários do sistema, tendo média de 7,90. A Figura 22 mostra os resultados.

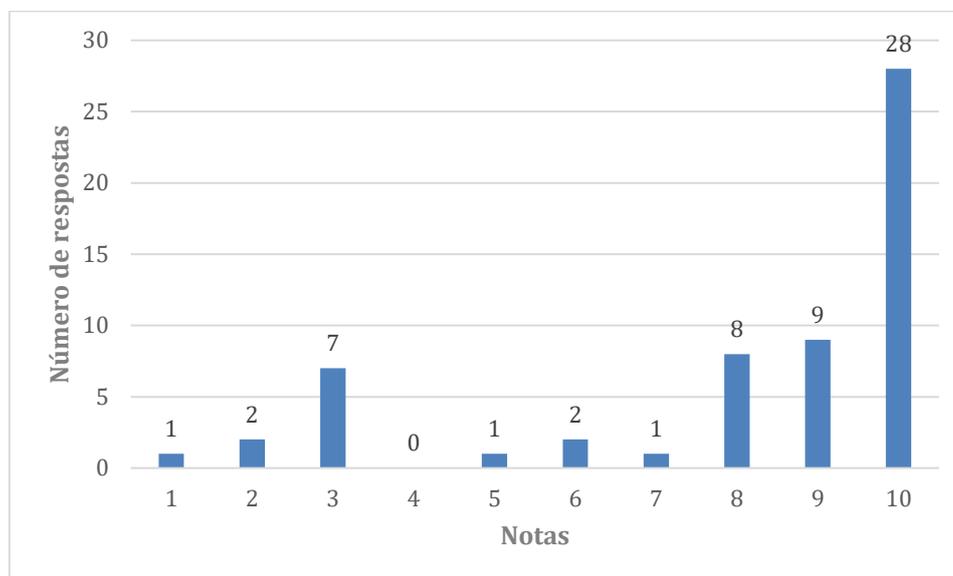
Figura 22 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 2



Fonte: Elaboração própria

O quesito design também foi avaliado positivamente pelos participantes da pesquisa, tendo maior concentração dos votos em notas 8, com 8 votos; 9, com 9 votos; e 10, com 28 votos. Sua média obtida foi de 7,92, onde a Figura 23 mostra as respostas obtidas.

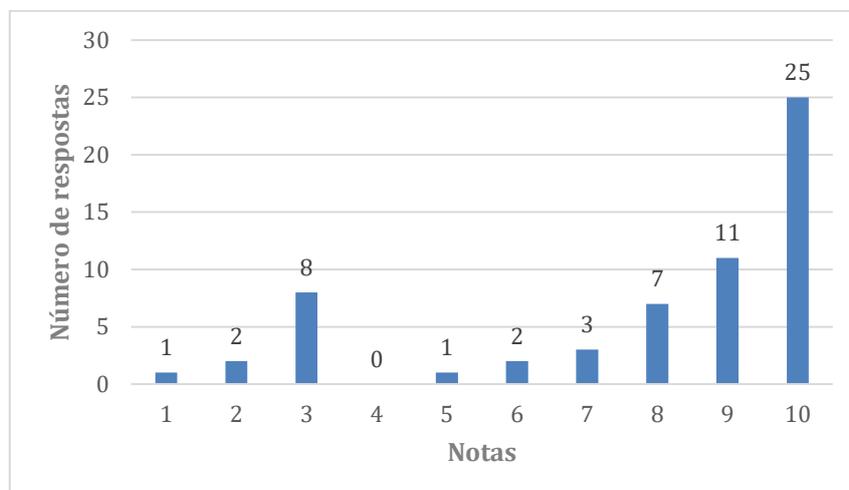
Figura 23 – Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 2



Fonte: Elaboração própria

Por fim, o quesito fluidez também manteve padrão de distribuição de notas, tendo o mesmo padrão dos quesitos avaliados anteriormente. Sua média obtida foi de 7,87, sendo possível visualizar a distribuição dos votos na Figura 24.

Figura 24 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 2



Fonte: Elaboração própria

Tendo realizado a segunda análise, a Figura 25 indica o terceiro modelo de semáforo avaliado pelos participantes da pesquisa.

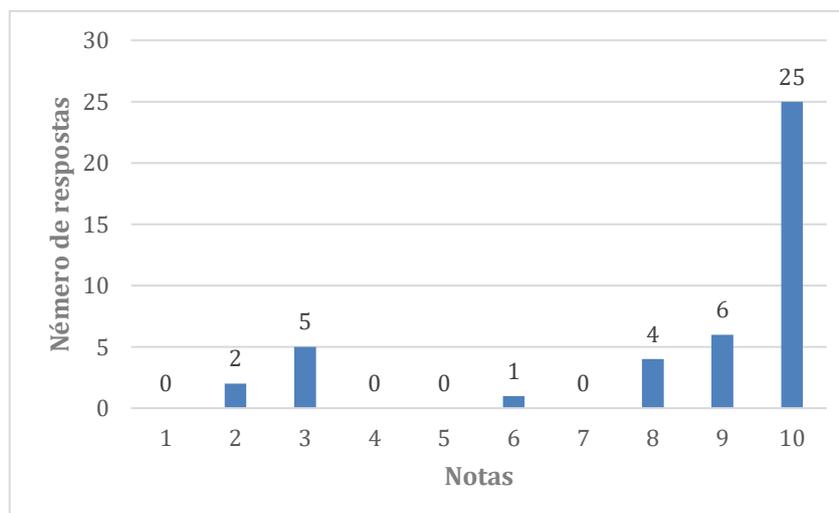
Figura 25 – Terceiro semáforo avaliado



Fonte: CONTRANSIN (2022)

Após a análise das respostas, foi possível constatar que apenas 43 pessoas dos 60 participantes avaliaram o semáforo 3, em decorrência de um erro de preenchimento do formulário. Vale ressaltar que apenas o semáforo 3 obteve tal problema. Com isso, o determinado modelo de semáforo avaliado obteve uma das maiores médias positivas, tendo suas maiores médias concentradas no quesito efetividade em pontuações como 9 e 10, tendo 25 votos em relação à nota máxima e média de 8,40. A Figura 26 mostra distribuição das notas.

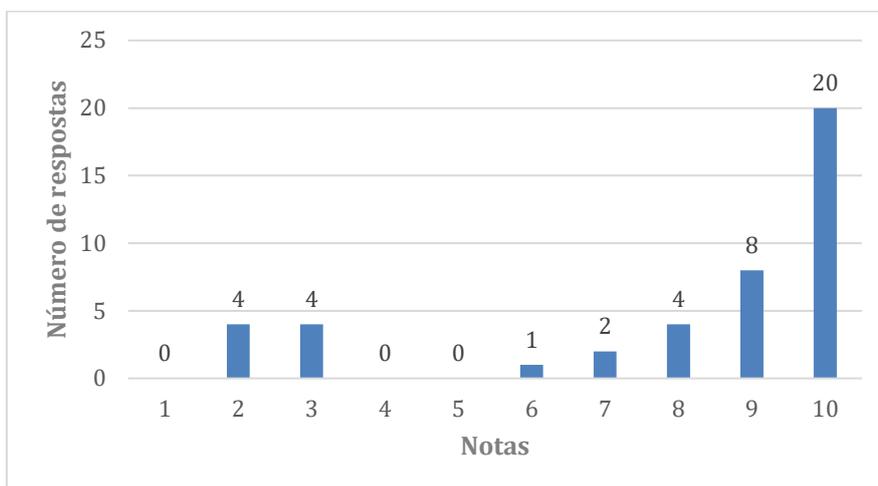
Figura 26 – Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 3



Fonte: Elaboração própria

O quesito visibilidade também manteve uma média significativa de 8,00, mantendo uma distribuição positiva dos votos entre as notas 10, 9 e 8. A Figura 27 ilustra as respostas obtidas.

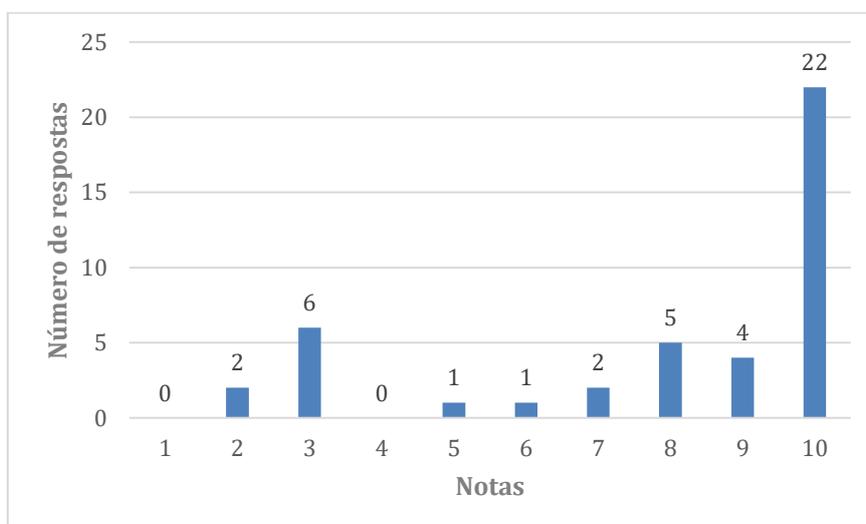
Figura 27 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 3



Fonte: Elaboração própria

Apesar de o quesito segurança ter obtido uma maior distribuição de votos entre as notas, o mesmo ainda possui uma média positiva de 7,98, destacando os 22 votos obtidos como nota 10. A Figura 28 mostra as respostas obtidas.

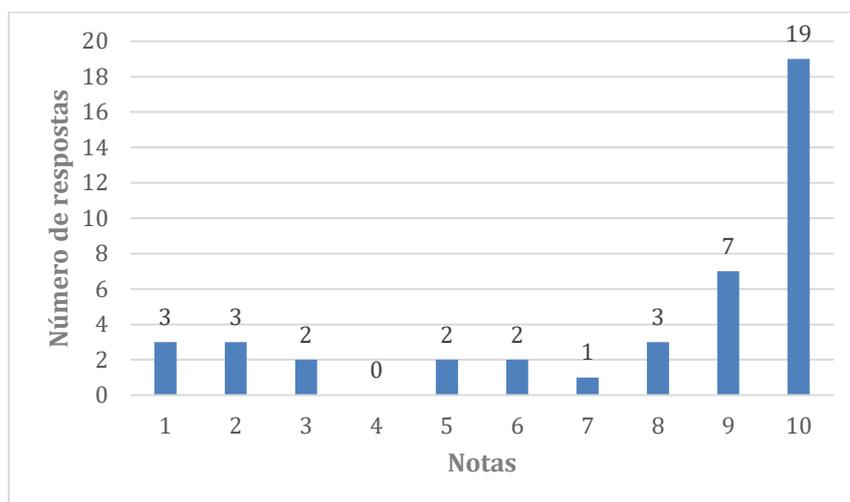
Figura 28 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 3



Fonte: Elaboração própria

O quesito design também dividiu a opinião dos participantes da pesquisa, onde praticamente todas as notas obtiveram ao menos um voto. Apesar disso, o quesito possui uma média de 7,47, destacando 19 votos atribuídos para a nota 10. A Figura 29 mostra as respostas obtidas por tal quesito avaliado.

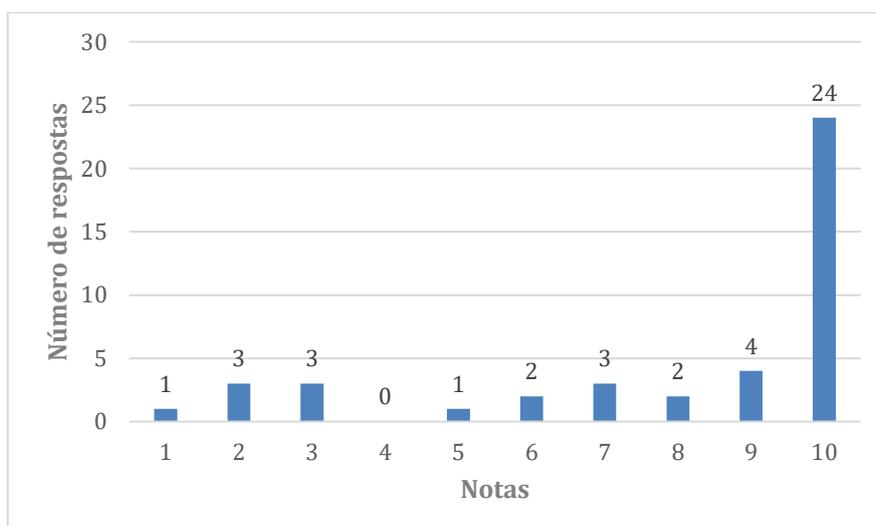
Figura 29 – Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 3



Fonte: Elaboração própria

Por fim o quesito fluidez foi bem avaliado pelos participantes da pesquisa, onde destaca-se a média de 8,05, além de 24 votos obtidos para a nota máxima da avaliação realizada. A Figura 30 ilustra os votos atribuídos para fluidez.

Figura 30 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 3



Fonte: Elaboração própria

Ao finalizar a terceira análise, a Figura 31 indica o quarto modelo de semáforo avaliado pelos participantes da pesquisa.

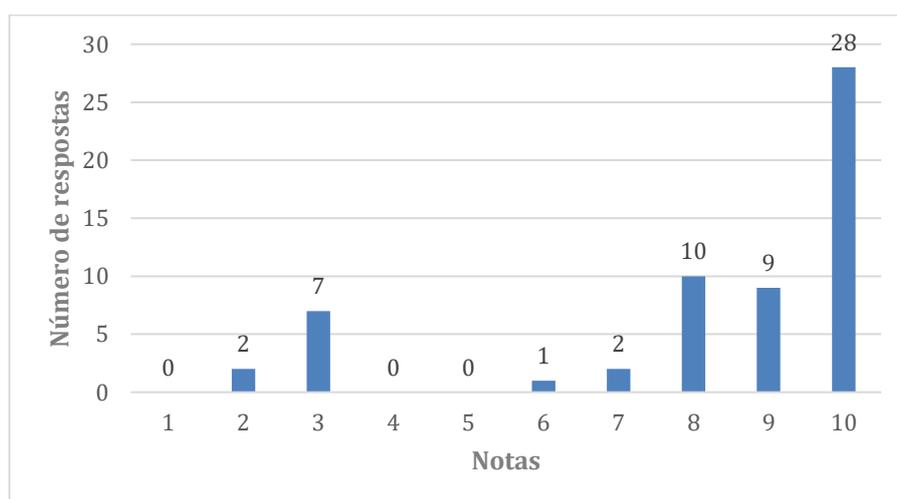
Figura 31 – Quarto semáforo avaliado



Fonte: Gazeta do Triângulo (2022).

A partir da análise das respostas, foi possível observar que o modelo de semáforo avaliado obteve respostas positivas, suas maiores pontuações concentram-se em notas como 8, 9 e 10, onde o quesito de Efetividade alcançou 28 votos, sendo um dos principais destaques, com média de 8,10. A Figura 32 mostra os resultados obtidos.

Figura 32 – Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 4

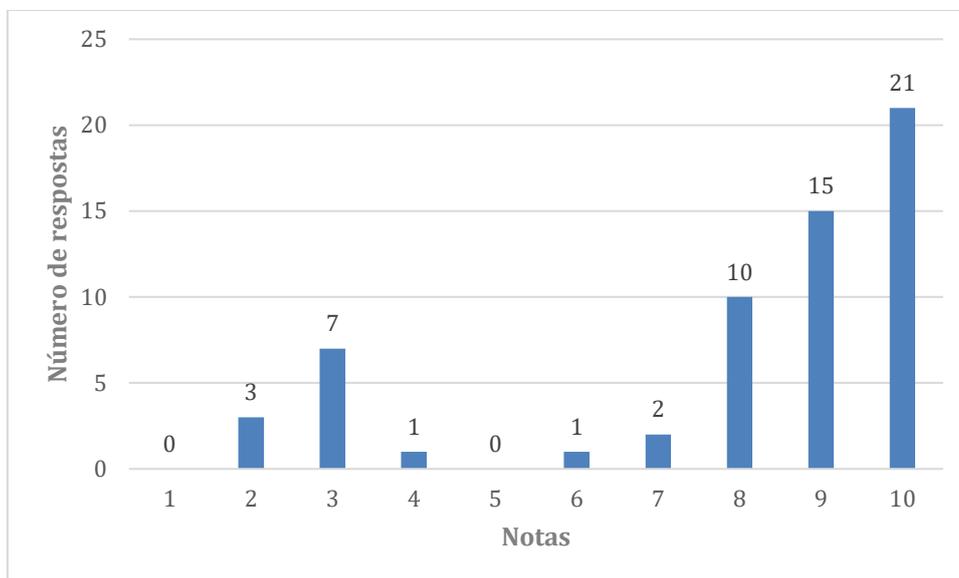


Fonte: Elaboração própria

O quesito visibilidade também foi avaliado de forma positiva pelos participantes da pesquisa, tendo suas maiores notas atribuídas à nota 10, que

recebeu 21 votos, e à nota 9, que recebeu 15 votos. Sua média foi de 7,93. A Figura 33 mostra as respostas obtidas.

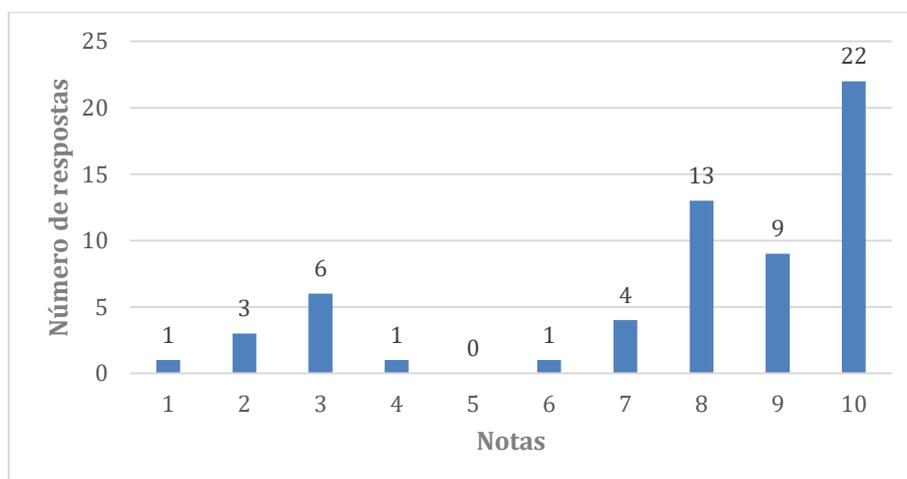
Figura 33 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 4



Fonte: Elaboração própria

Apesar de possuir maioria dos votos atribuídos à nota 10, o quesito segurança dividiu a opinião dos participantes da pesquisa, onde houveram 6 votos atribuídos à nota 3. Apesar do resultado, o mesmo continua sendo muito bem visto por grande parte destes usuários do sistema, tendo média de 7,80. A Figura 34 mostra os resultados.

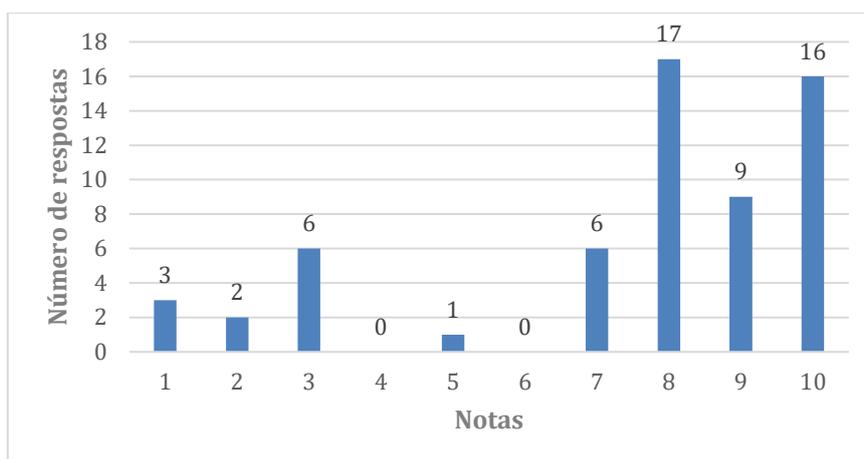
Figura 34 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 4



Fonte: Elaboração própria

O quesito design também foi avaliado positivamente pelos participantes da pesquisa, tendo maior concentração dos votos em notas 8, com 17 votos; 9, com 9 votos; e 10, com 16 votos. Sua média obtida foi de 7,48. A Figura 35 mostra as respostas obtidas.

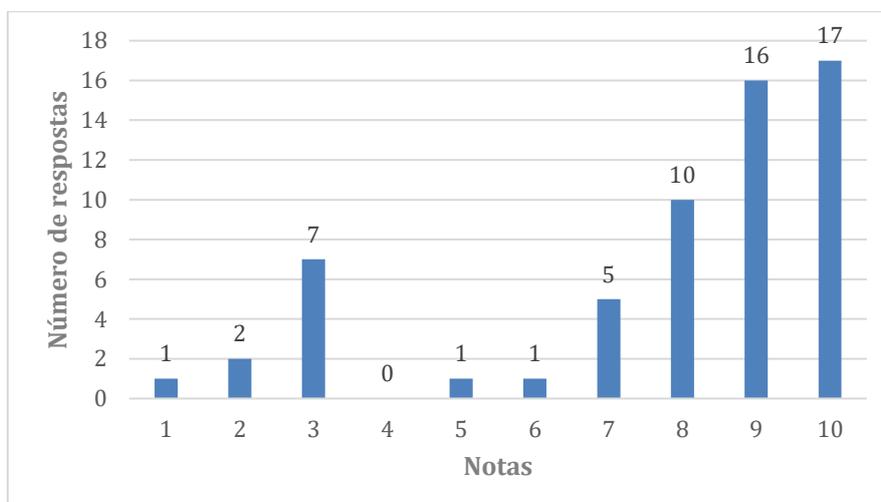
Figura 35 – Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 4



Fonte: Elaboração própria

Por fim, apesar de o quesito fluidez ser bem avaliado pelos participantes da pesquisa, destacando a média de 7,77, houve uma maior distribuição das notas entre os quesitos. A Figura 36 ilustra os votos atribuídos para fluidez.

Figura 36 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 4



Fonte: Elaboração própria

Tendo a quarta análise finalizada, a Figura 37 indica o quinto modelo de semáforo avaliado pelos participantes da pesquisa.

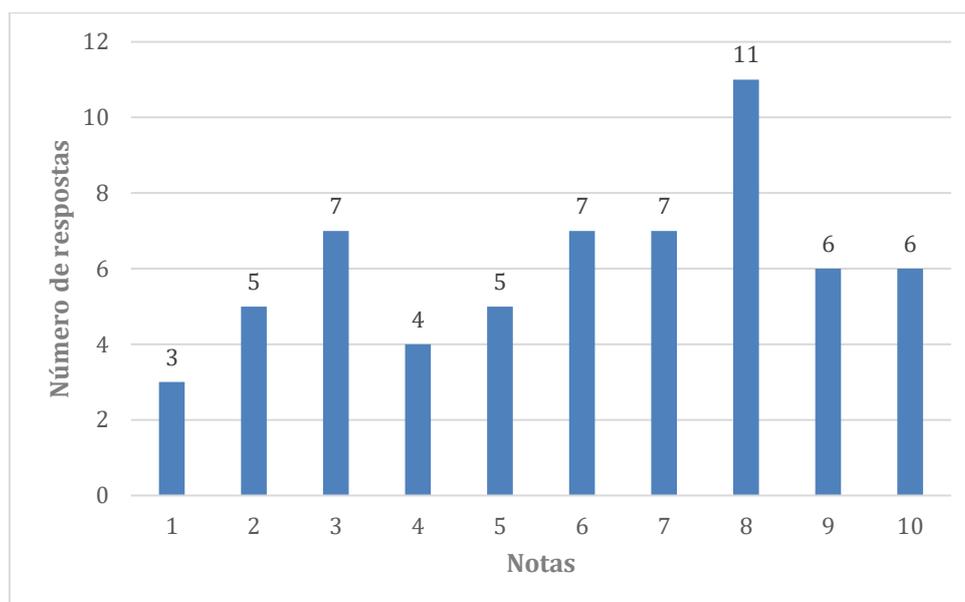
Figura 37 – Quinto semáforo avaliado



Fonte: Fonte: CONTRANSIN (2022)

Ao analisar as respostas obtidas, o semáforo avaliado dividiu opiniões, havendo um grande equilíbrio entre as respostas obtidas. O quesito efetividade recebeu uma média de 6,13, onde a Figura 38 mostra os resultados obtidos.

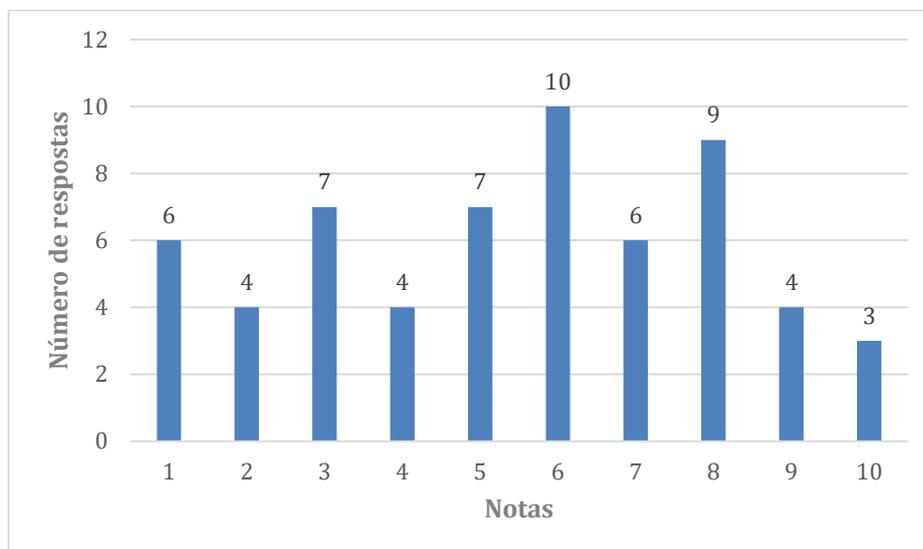
Figura 38 – Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 5



Fonte: Elaboração própria

O quesito visibilidade também dividiu a opinião dos participantes da pesquisa, onde todas as notas obtiveram votos significativos, com média geral de 5,43. A Figura 39 mostra os resultados da avaliação.

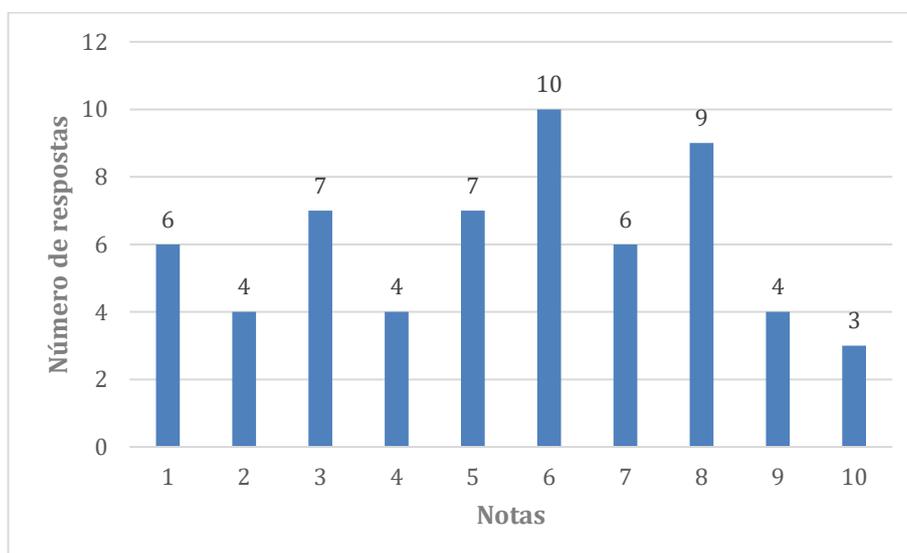
Figura 39 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 5



Fonte: Elaboração própria

Segurança também se mostrou um quesito que foi capaz de dividir opiniões, tendo um alto pico de votação em notas de 3, 5, 6 e 9, o que mostra uma grande discrepância de opiniões, com média de 5,62 votos. A Figura 40 mostra os resultados.

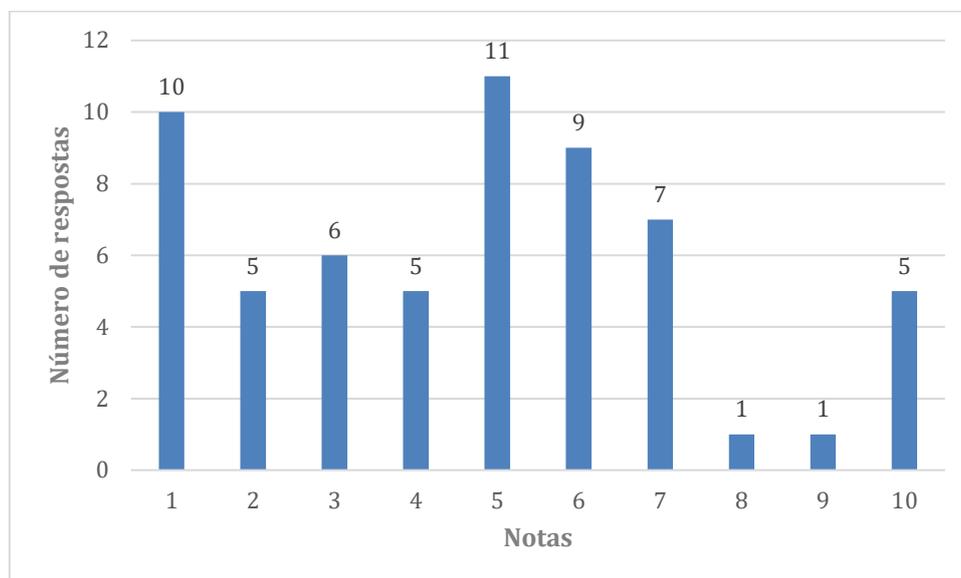
Figura 40 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo



Fonte: Elaboração própria

Design recebeu uma das menores médias obtidas, sendo 4,72 dos votos. Houve grande distribuição dos votos, principalmente entre as menores notas. A Figura 41 mostra a distribuição das notas obtidas.

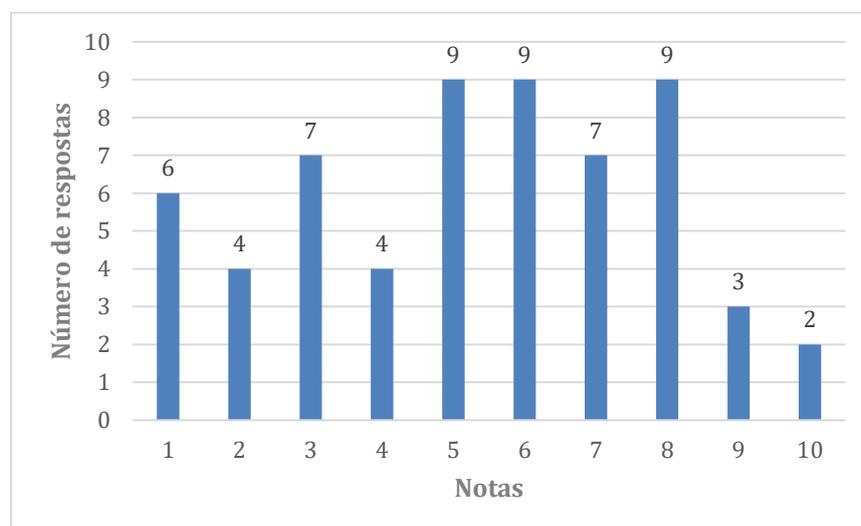
Figura 41 – Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 5



Fonte: Elaboração própria

Fluidez também recebeu um alto número de votos em notas de caráter médio, sendo valores como 5, 6 e 8. Sua média permeou em 5,30, onde a Figura 42 mostra a grande distribuição das respostas.

Figura 42 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 5



Fonte: Elaboração própria

Por fim, após a quinta análise, a Figura 43 indica o sexto modelo de semáforo avaliado pelos participantes da pesquisa.

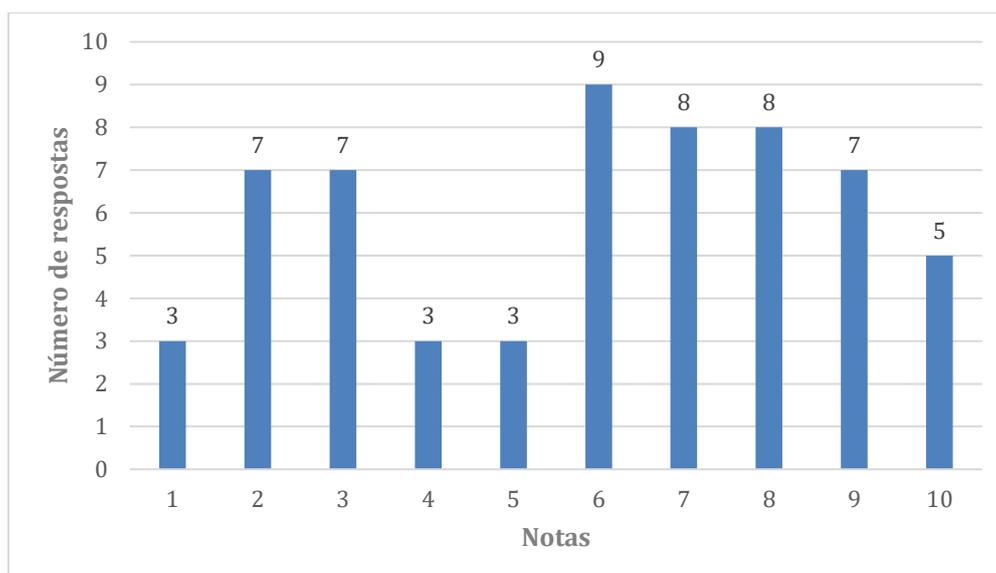
Figura 43 – Sexto semáforo avaliado



Fonte: Correio Brasiliense (2019)

Ao analisar as respostas, o semáforo avaliado também dividiu opiniões, sendo o modelo que mais obteve equilíbrio entre as respostas obtidas no quesito efetividade. Sendo também um modelo de semáforo tradicional sem contagem, o mesmo obteve a média de 5,87. A Figura 44 mostra a distribuição das respostas.

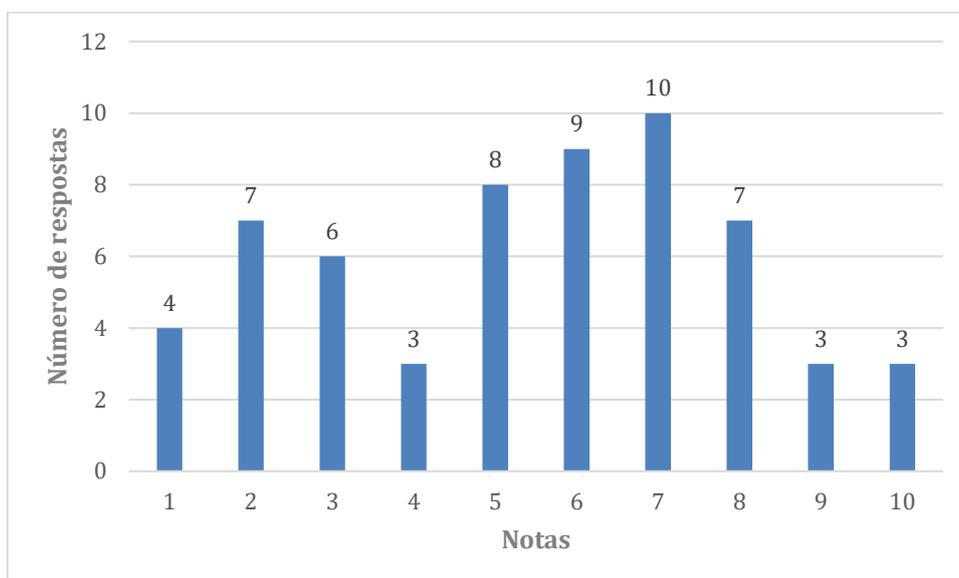
Figura 44 – Gráfico das respostas sobre efetividade obtidas pelo semáforo 6



Fonte: Elaboração própria

O quesito visibilidade também dividiu a opinião dos participantes da pesquisa, onde todas as notas obtiveram votos significativos, principalmente em notas como 5, 6 e 7, com média geral de 5,42. A Figura 45 mostra os resultados da avaliação.

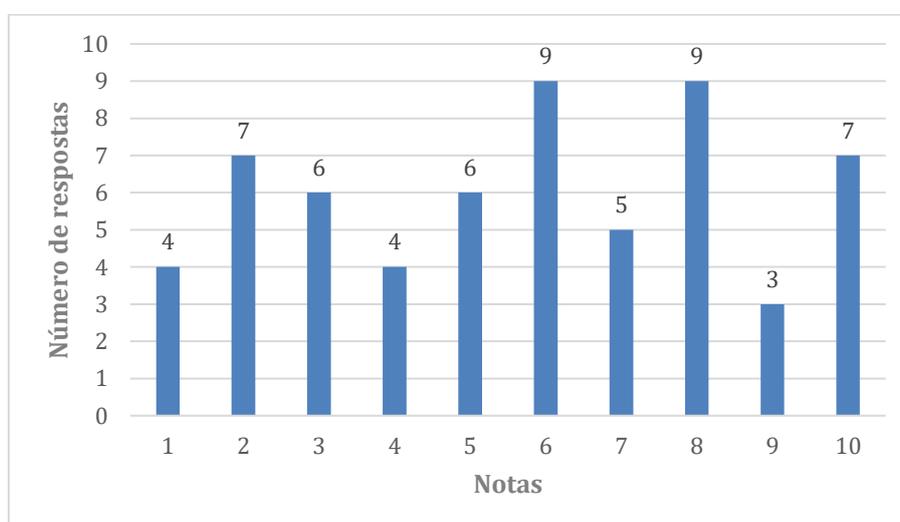
Figura 45 – Gráfico das respostas sobre visibilidade obtidas pelo semáforo 6



Fonte: Elaboração própria

Segurança também se mostrou um quesito que foi capaz de dividir opiniões, tendo um alto pico de votação em notas de 2, 6 e 8, o que mostra uma grande discrepância de opiniões, com média de 5,67. A Figura 46 mostra os resultados.

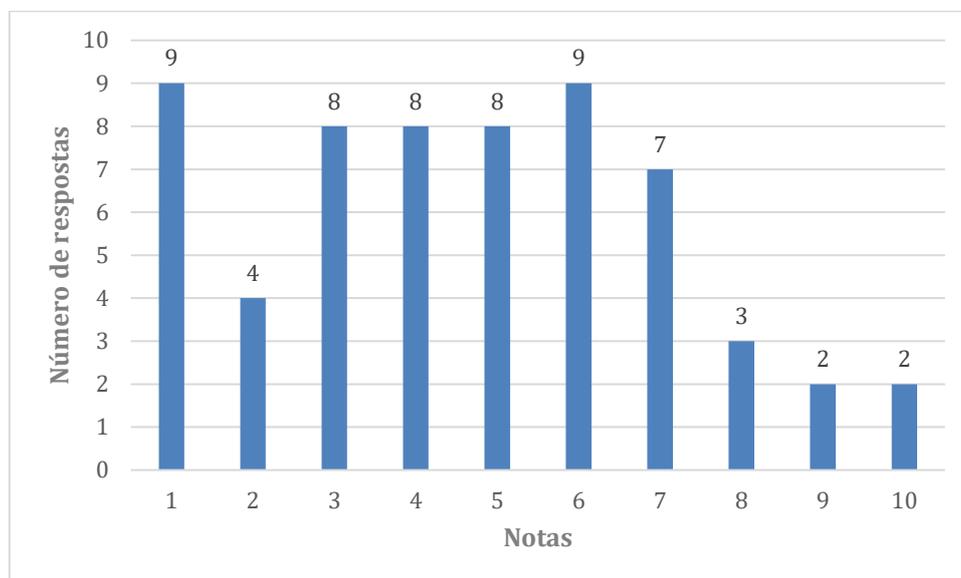
Figura 46 – Gráfico das respostas sobre segurança obtidas pelo semáforo 6



Fonte: Elaboração própria

Design recebeu uma das menores médias obtidas, sendo 4,63 dos votos. Houve grande atribuição de votos entre as menores notas. A Figura 47 mostra a distribuição das notas obtidas.

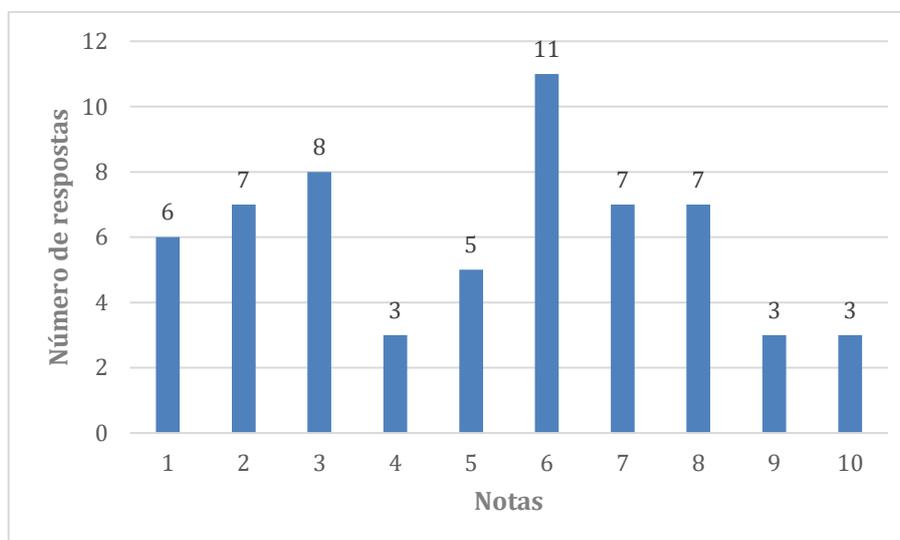
Figura 47 – Gráfico das respostas sobre design obtidas pelo semáforo 6



Fonte: Elaboração própria

Fluidez também recebeu um alto número de votos em notas de caráter médio, sendo valores como 3 e 6. Sua média permeou em 5,15, onde a Figura 48 mostra a grande distribuição das respostas.

Figura 48 – Gráfico das respostas sobre fluidez obtidas pelo semáforo 6



Fonte: Elaboração própria

Ao finalizar as análises sobre a preferência dos participantes da pesquisa por determinados tipos de semáforos, foi possível realizar uma avaliação mais profunda, utilizando as médias ponderadas dos quesitos avaliados.

De modo geral, em relação à efetividade, o semáforo 3 recebeu a melhor avaliação, com média de 8,40, seguido pelo semáforo 2 com média de 8,37, semáforo 4 com média de 8,10 e semáforo 1, com 7,57. Em relação aos semáforos com menor desempenho em relação à efetividade, o semáforo 6 obteve a menor média, sendo 5,87, seguido pelo semáforo 5, com 6,13.

Por outro lado, o semáforo 2 obteve destaque em relação a sua visibilidade, tendo uma média de 8,08, seguido pelo semáforo 3, com média de 8,00 e pelo semáforo 4, com média de 7,93. O semáforo 6 obteve mais uma vez a menor média atribuída, sendo 5,42, seguido pelo semáforo 5, com média de 5,43 e pelo semáforo 1, com média de 6,75.

O semáforo 3 obteve a melhor média em relação a sua segurança, 7,98, seguido pelo semáforo 2, com média de 7,90 e semáforo 4, com média de 7,80. Novamente, os semáforos tradicionais obtiveram as menores médias, sendo o semáforo 6 com 5,87, semáforo 5 com 6,13 e semáforo 1, com média de 6,75.

Em relação ao design, o semáforo 2 obteve novamente a maior média atribuída, sendo 7,92, seguido pelo semáforo 4, com média de 7,48 e semáforo 3, com 7,47. O semáforo 6 obteve a menor média, sendo 5,15, seguido pelo semáforo 5, com média de 5,30 e semáforo 1, com 6,88.

Por fim, em relação à fluidez, o semáforo 3 teve mais uma vez a melhor média, sendo 8,05, seguido pelo semáforo 2, com 7,87 e semáforo 4, com 7,77. Novamente, o semáforo 6 recebeu a menor média, sendo, 5,15, seguido pelo semáforo 5, com 5,30 e semáforo 1, com 6,88.

De acordo com as médias finais, fica evidente que o semáforo 3 recebeu as melhores avaliações, com média final de 8,00, seguido pelo semáforo 2, com média final de 7,92 e semáforo 4, com 7,80. O semáforo 6 recebeu a menor média de votos, sendo 5,42, seguido pelo semáforo 5, com 5,43 e semáforo 1, com média de 6,88. A Tabela 4 indica as médias ponderadas de cada tipo de semáforo avaliado.

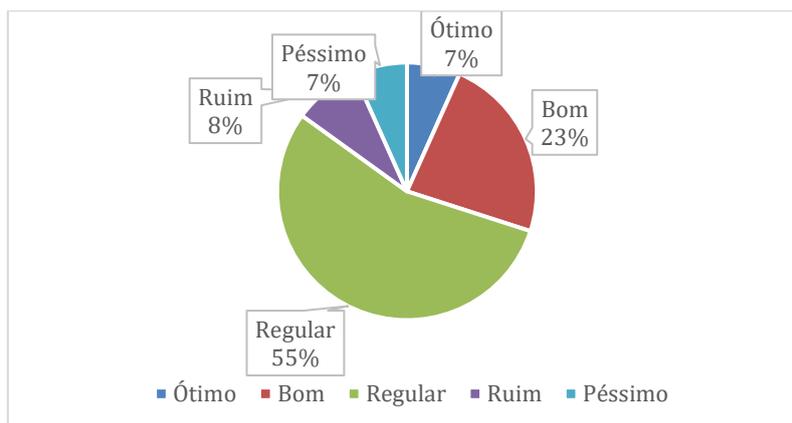
Tabela 4 – Média ponderada dos quesitos avaliados

Média ponderada dos tipos semafóricos						
Tipo de semáforo	Quesitos					Média Geral
	Efetividade	Visibilidade	Segurança	Design	Fluidez	
 Semáforo 1	7,57	6,75	6,88	5,67	6,88	6,88
 Semáforo 2	8,37	8,08	7,90	7,92	7,87	7,92
 Semáforo 3	8,40	8,00	7,98	7,47	8,05	8,00
 Semáforo 4	8,10	7,93	7,80	7,48	7,77	7,80
 Semáforo 5	6,13	5,43	5,62	4,72	5,30	5,43
 Semáforo 6	5,87	5,42	5,67	4,63	5,15	5,42

Fonte: Elaboração própria

Ao finalizarem as avaliações sobre os diferentes modelos de semáforos, os voluntários foram direcionados a outra sessão do formulário. Sendo questionados sobre o desempenho dos semáforos tradicionais, 55% dos participantes da pesquisa avaliam o mesmo como Regular, 23% avaliaram como Bom, 8% avaliaram como Ruim, 7% avaliaram como Ótimo e 7% avaliaram como Péssimo. A Figura 49 mostra os resultados obtidos.

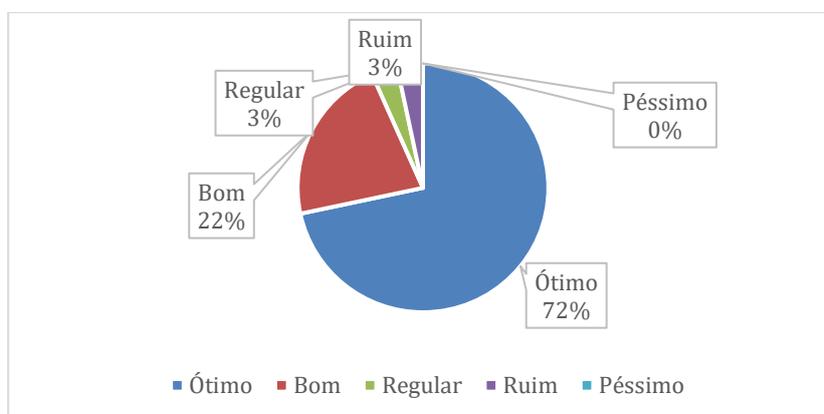
Figura 49 – Gráfico do desempenho dos semáforos tradicionais



Fonte: Elaboração própria

Os participantes da pesquisa também foram convidados a responderem sobre o desempenho dos semáforos em tempo real. Tendo grande destaque em relação às preferências, 72% pessoas avaliam como Ótimo, 22% avaliam como Bom, 3% pessoas avaliam como Regular e 3% avaliam como Ruim. Não houve avaliações para o tópico Péssimo. A Figura 50 ilustra os resultados obtidos.

Figura 50 – Gráfico do desempenho dos semáforos com contagem em tempo real

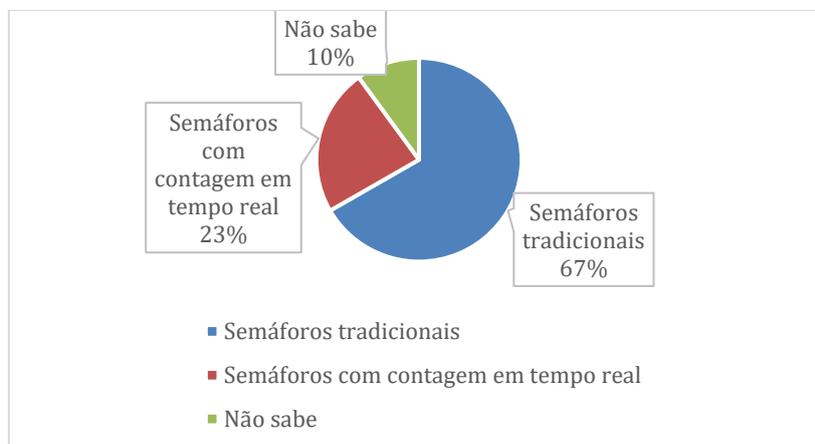


Fonte: Elaboração própria

Em relação ao modelo de foco semafórico predominante em seu município, houve grande prevalência em relação aos semáforos tradicionais, sendo indicado por

67% das respostas. Já os semáforos com contagem em tempo real tiveram 23% das respostas e 10% não souberam responder. A Figura 51 mostra as respostas obtidas.

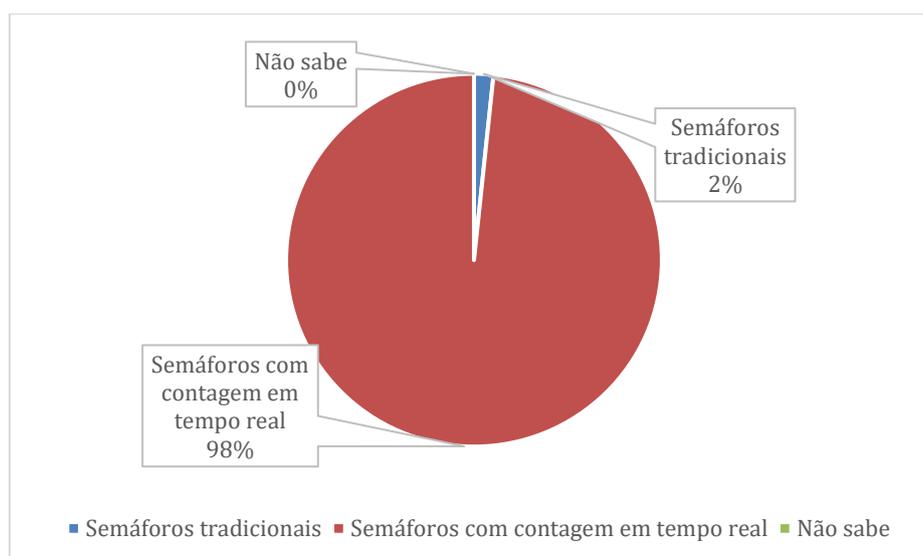
Figura 51 – Gráfico do foco semafórico predominante em seu município



Fonte: Elaboração própria

Por outro lado, 98% dos participantes da pesquisa indicam possuem preferência por semáforos com contagem em tempo real, enquanto apenas 2% diz preferir semáforos tradicionais. A Figura 52 ilustra os resultados citados.

Figura 52 – Gráfico do modelo de foco semafórico de preferência

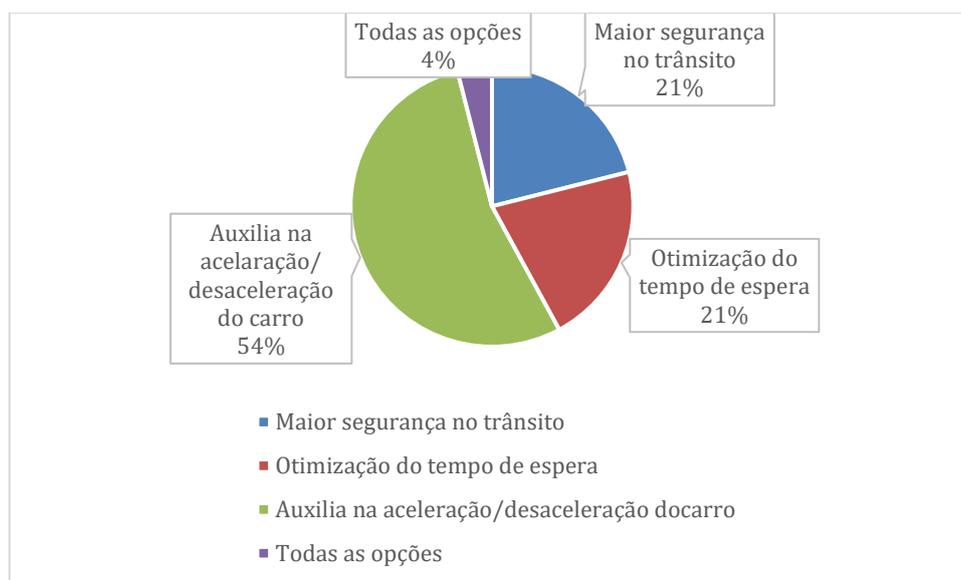


Fonte: Elaboração própria

Por fim, para justificar a preferência sobre determinado modelo de foco semafórico, 54% das pessoas justificaram sua escolha em decorrência de um maior

auxílio na aceleração e desaceleração de seu carro, 21% justificam-se em decorrência de uma maior segurança no trânsito, 21% responderam em relação a uma maior otimização do tempo de espera e apenas 4% das pessoas optaram por todas as opções citadas anteriormente. A Figura 53 indica as respostas obtidas.

Figura 53 – Gráfico do motivo de preferência por semáforos com contagem em tempo real



Fonte: Elaboração própria

5. CONCLUSÃO

Sendo a sinalização definida como o conjunto de sinais de trânsito e métodos de segurança instalados na via pública, a mesma possui o objetivo de garantir uma utilização adequada, além de possibilitar um trânsito fácil de locomoção e de maior segurança para veículos e pedestres.

Durante as últimas décadas, tem crescido a utilização de semáforos dotados de grupos focais com informação do tempo de verde/vermelho restante, onde foi possível encontrar diversos modelos utilizados. As empresas fabricantes afirmam que esses equipamentos aumentam a capacidade e reduzem a acidentalidade nas interseções semaforizadas, além de apresentarem uma estética mais agradável.

Neste trabalho foi avaliada a percepção dos usuários do sistema de trânsito sobre os diferentes modelos de focos semaforicos existentes no interior de São Paulo, comparado o desempenho, em termos de capacidade e segurança, de interseções semaforizadas dotadas de grupos focais convencionais com outras dotadas de grupos focais com informação do tempo de verde/vermelho restante na via principal (a via secundária continuava com grupo focal comum).

Ademais, os semáforos 3, 2 e 4 receberam a melhor avaliação, tendo, respectivamente, médias gerais de 8,00, 7,92 e 7,8. Ambos os modelos possuíam contadores em tempo real visíveis, o que reforça ainda mais a preferência dos motoristas por esse tipo de semáforo. Vale ressaltar que mesmo o semáforo 1 possuindo um pequeno contador em tempo real, o mesmo não foi tão bem avaliado, tendo uma média de 6,88. Por outro lado, os semáforos 5 e 6, ambos tradicionais, receberam médias 5,43 e 5,42, respectivamente, sendo o menor valor atribuído, onde os principais pontos questionados foram relacionados a sua visibilidade e design.

Como principais achados, foi possível identificar grande preferência dos motoristas voluntários pelos semáforos com contagem em tempo real em relação aos semáforos tradicionais, tanto por sua estética e por sua segurança.

Nota-se que o público-alvo da pesquisa é voltado para o meio acadêmico, principalmente aos discentes (alunos de graduação e pós-graduação da UFSCar e USP), uma vez que o formulário foi mais difundido em grupos de universitários.

As limitações deste trabalho, sobretudo quanto à análise da segurança, remetem a necessidade de estudos mais adequados e mais aprofundados no futuro

sobre a questão. Outro ponto de sugestão para trabalhos futuros permeia em avaliar os semáforos em quesitos mais objetivos, como ótimo, bom, regular, ruim e péssimo, ao invés de utilizar escalas numéricas como o presente trabalho utilizou, buscando assim, respostas mais concretas dentro de uma escala. A partir dos dados obtidos, verifica-se uma tendência maior na escolha e preferência da parte dos motoristas por semáforos com contagem em tempo real.

Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira ABNT NBR 15889:2019. Sinalização semafórica viária — Módulo semafórico com base em diodos emissores de luz (LED). **ABNT**. Rio de Janeiro, 2019

BATISTA JÚNIOR, L. S. Análise de veículos em cruzamentos com semáforos utilizando Deep Learning. 2018.

BOSCH MATAS, A. Projeto de um novo conceito de semáforos. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universitat Politècnica de Catalunya, 2022.

BRASIL. Lei nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**, 1997.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, 2008.

BONETTI, W; PIETRANTONIO, H. Utilização de semáforos atuados pelo tráfego. **Sinal de trânsito**, 2006.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II**. Brasília, 2014a.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV**. Brasília, 2014b.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V**. Brasília, 2014c.

CONTRANSIN. Tipos de semáforos existentes no mercado atual. **Online**. Disponível em: <https://www.contransin.com.br/>. Acesso em 16 de julho de 2022.

CORREIO BRASILIENSE. MP investiga contratos de manutenção de semáforos do Detran. **Online**. Disponível em: <https://blogs.correiobraziliense.com.br/cbpoder/mp-investiga-contratos-de-manutencao-de-semaforos-do-detran/>. 2019. Acesso em 14 de março de 2022.

CUCCI NETO, J. Semáforo: Ser ou não ser Inteligente? Uma comparação entre o controle semafórico em tempos fixos e o em tempo real. 2016. **Online**. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/479737/nt243.pdf>. Acesso em 08 de março de 2022.

DA COSTA, A. H. G.; RINALDI, J. G. S. Comportamento de motoristas com semáforos temporizados: Um estudo utilizando análise de correspondência. In: **Colloquium Exactarum**. ISSN: 2178-8332. 2018. p. 17-23.

FONTES, D.B. Impacto do tempo de resposta elevado do motorista na fluidez do tráfego em interseções semaforizadas. 2020. 93 f. **Dissertação (Mestrado Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Transportes**, Fortaleza, 2020.

GAZETA DO TRIANGULO. Instalação de novos semáforos será iniciado na próxima semana. **Online**. Disponível em: <https://gazetadotriangulo.com.br/instalacao-de-novos-semaforos-sera-iniciada-na-proxima-semana/>. Acesso em 14 de março de 2022.

GHAZAL, B. et al. Smart traffic light control system. In: **2016 third international conference on electrical, electronics, computer engineering and their applications (EECEA)**. IEEE, 2016. p. 140-145.

GOOGLE MAPS. Avenida Maria Antônia Camargo de Oliveira, Araraquara, SP. **Online**. Disponível em:

<https://www.google.com.br/maps/dir/Av.+Maria+Antonia+Camargo+de+Oliveira+-+Araraquara,+SP//@-21.7888913>>. Acesso em 29 de Agosto de 2022a.

GOOGLE MAPS. Cruzamento da Avenida São Carlos com as ruas Humberto de Campos e Machado de Assis, São Carlos – SP **Online**. Disponível em:

<https://www.google.com.br/maps/dir/R.+Humberto+de+Campos+-+Vila+Lutfalla,+Machado+de+Assis+-+Vila+Lutfalla> Acesso em 29 de Agosto de 2022b.

HE, Y.; SUN, X. Impact of Countdown Device on Driver Behavior at Signalized Intersection. In: **International Conference on Transportation and Development 2018: Connected and Autonomous Vehicles and Transportation Safety**. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2018. p. 314-320.

JATOTH, J.; SINGH, N. K.; MEHAR, A. Evaluating the performance of signalized intersection with signal countdown timer. **International journal of intelligent transportation systems research**, v. 19, n. 1, p. 182-190, 2021.

MILASZAWICZ, B. The issue of using countdown timers at intersections with traffic lights: A literature review. In: **2018 XI International Science-Technical Conference Automotive Safety**. IEEE, 2018. p. 1-7.

MING, S. H. Uma breve descrição do Sistema SCOOT. **Notas Técnicas**, 1997.

MING, Sun Hsien. Semáforos com contagem regressiva. **Nota técnica**, v. 252, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA. Prefeitura moderniza a sinalização na via expressa. **Online**. Disponível em:

<<https://www.araraquara.sp.gov.br/noticias/2021/janeiro/13/prefeitura-moderniza-sinalizacao-semaforica-na-via-expressa>>. Acesso em 17 de abril de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. Novos semáforos na avenida São Carlos. **Online**. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias-2021/175260-novos-semaforos-na-avenida-sao-carlos.html>>. Acesso em 20 de julho de 2022.

SILVA, S.E.P. Sinalização de Trânsito: Todos por um trânsito mais seguro. **Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Segurança Viária Urbana)** - Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2017.

SPIGOLON, L.M.G. Semáforo: grupo focal convencional x grupo focal com informação do tempo de verde/vermelho restante. 2010. **Dissertação (Mestrado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes)** - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2010.

TAHER, F. et al. Comparing Different Techniques for Controlling Traffic Signals. **International Journal on Power Engineering and Energy**, v. 7, n. 3, 2016.

TELES, P.C. Avaliação do impacto de estratégias de controle de tráfego em cruzamentos semaforizados isolados. **Dissertação (Mestrado em gestão da mobilidade urbana)** - Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2021.

TRB. Highway Capacity Manual. **Transportation Research Board**. Washington D.C., 1985.

TRB. Highway Capacity Manual. **Transportation Research Board**. Washington D.C, 2022.

YUKI, H.S. Projeto de controlador inteligente para semáforo. **Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas)**. Campinas, 2008.

ZHANG, L.; PREVEDOUROS, P. User perceptions of signalized intersection level of service. In **Transportation Research Board 2005 Annual Meeting CD –ROM.**, Washington, D.C, 2005

APÊNDICE A – FORMULÁRIO COLETA DE DADOS

Pesquisa de Percepção - Modelos de focos semafóricos

Você está sendo convidado (a) para contribuir com a sua opinião, sobre os diferentes tipos de foco semafóricos existentes em sua cidade. As respostas são totalmente anônimas e o tempo de preenchimento varia entre 03 à 05 minutos. Ao responder este formulário, você estará contribuindo diretamente com o trabalho de conclusão de curso (TCC): "Percepção dos usuários do sistema de trânsito sobre os diferentes modelos de focos semafóricos existentes no interior de São Paulo", realizado pelo aluno Eduardo Fleury Costa e desenvolvido no Departamento de Engenharia Civil da UFSCar.

***Obrigatório**

Seção sem título

1. Com qual gênero você se identifica? *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
- Feminino
- Transgênero
- Binário
- Prefiro não informar
- Outro: _____

2. Qual é a sua idade? *

3. Em qual cidade você reside? *

4. Possui CNH? Há quanto tempo? *

Marcar apenas uma oval.

- Não possui
- Menos de 5 anos
- Entre 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

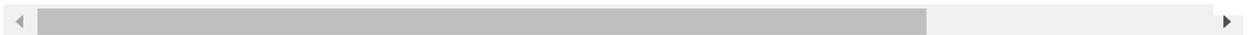
Seção sem título

5. De 0 a 10, que nota você atribuiria para esse modelo de semáforo nos seguintes quesitos: *



Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Efetividade	<input type="radio"/>							
Visibilidade	<input type="radio"/>							
Segurança	<input type="radio"/>							
Design	<input type="radio"/>							
Fluidez	<input type="radio"/>							



6. De 0 a 10, que nota você atribuiria para esse modelo de semáforo nos seguintes quesitos: *



Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Efetividade	<input type="radio"/>							
Visibilidade	<input type="radio"/>							
Segurança	<input type="radio"/>							
Design	<input type="radio"/>							
Fluidez	<input type="radio"/>							



7. De 0 a 10, que nota você atribuiria para esse modelo de semáforo nos seguintes quesitos:

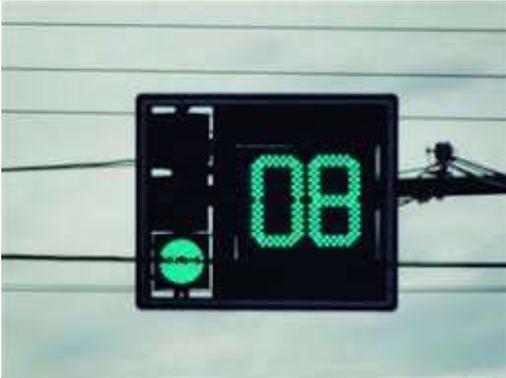


Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Efetividade	<input type="radio"/>							
Visibilidade	<input type="radio"/>							
Segurança	<input type="radio"/>							
Design	<input type="radio"/>							
Fluidez	<input type="radio"/>							

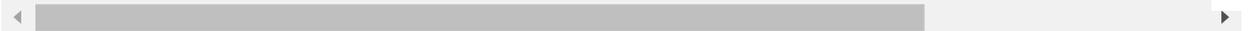


8. De 0 a 10, que nota você atribuiria para esse modelo de semáforo nos seguintes quesitos: *



Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Efetividade	<input type="radio"/>							
Visibilidade	<input type="radio"/>							
Segurança	<input type="radio"/>							
Design	<input type="radio"/>							
Fluidez	<input type="radio"/>							



9. De 0 a 10, que nota você atribuiria para esse modelo de semáforo nos seguintes quesitos: *



Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Efetividade	<input type="radio"/>							
Visibilidade	<input type="radio"/>							
Segurança	<input type="radio"/>							
Design	<input type="radio"/>							
Fluidez	<input type="radio"/>							



10. De 0 a 10, que nota você atribuiria para esse modelo de semáforo nos seguintes quesitos: *



Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Efetividade	<input type="radio"/>							
Visibilidade	<input type="radio"/>							
Segurança	<input type="radio"/>							
Design	<input type="radio"/>							
Fluidez	<input type="radio"/>							



Seção sem título

11. Qual é a sua percepção em relação ao desempenho dos semáforos tradicionais? *



Marcar apenas uma oval.

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

12. Qual é a sua percepção em relação ao desempenho dos semáforos com contagem em tempo real? *



Marcar apenas uma oval.

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

13. Selecione a opção de foco semafórico predominante em seu município: *

Marcar apenas uma oval.

- Semáforos tradicionais
- Semáforos com contagem em tempo real
- Não sabe

14. Qual é o modelo de foco semafórico de sua maior preferência? *

Marcar apenas uma oval.

- Semáforos tradicionais
- Semáforos com contagem em tempo real
- Outro: _____

15. Qual o motivo de sua preferência por esse modelo de foco semafórico? *

Marcar apenas uma oval.

- Maior segurança no trânsito
- Otimização do tempo de espera
- Auxilia na aceleração/desaceleração do carro
- Outro: _____

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários