

## VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO PROTÓTIPO DE SEMÁFORO INTELIGENTE

**Resumo:** O problema da mobilidade urbana se intensifica cada vez mais devido a semáforos com ajustes de tempo desregulados e com manutenção inadequada, além do aumento da frota de veículos, devido ao desenvolvimento acelerado do país, nas grandes e pequenas cidades. Por este motivo, o presente artigo tem como finalidade o estudo da viabilidade da implantação de um protótipo de semáforo inteligente na cidade de Itabira (MG). Para isso a utilização de áreas da Engenharia de Computação em comunhão com a Engenharia da Mobilidade possibilita a criação de um protótipo de semáforo inteligente composto pela plataforma Arduino em conjunto com sensores infravermelhos e de movimento. Promove-se, pois, um semáforo inteligente mais sustentável e acessível, com o objetivo de melhorar o fluxo de veículos e a mobilidade urbana nas vias centrais da cidade, tanto para veículos quanto para pedestres.

**Palavras-chave:** Arduino. Semáforo Inteligente. Mobilidade Urbana. Viabilidade. Fluxo de Veículos.

### 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os únicos requisitos para se ter, após avaliação junto ao órgão competente, a Carteira Nacional de Habilitação são ter idade acima de 17 anos e possuir as condições físicas e mentais adequadas. Assim sendo, o número de pessoas que podem ter a habilitação está aumentando substancialmente. Dessa forma, comprar um veículo torna-se cada vez mais fácil, devido à necessidade das empresas de fabricação de veículo em se adequarem à demanda de novos condutores. Consequentemente o trânsito brasileiro vem crescendo de forma exacerbada, acarretando uma grande crise na mobilidade urbana, sendo muitos veículos para poucos projetos de mobilidade adequados.

Essa crise da mobilidade urbana vem afetando cidades grandes e pequenas, como a cidade de Itabira (MG) que enfrenta sérios problemas de trânsito, devido ao aumento acentuado da frota de veículos nos últimos anos. A falta de projetos de mobilidade urbana eficazes impossibilita o controle do fluxo de veículos na cidade, e as respostas para o problema da mobilidade urbana geralmente são caras e sem planejamento algum, tornando impossível a implantação de soluções pela cidade.

Uma provável solução é a utilização de semáforos que se adaptam à constante de veículos ou ao uso de semáforos inteligentes. Esses semáforos são ajustados de maneira que sejam mais dinâmicos e se adequem ao fluxo de veículos, admitindo maior fluidez no trânsito da cidade (ARAÚJO, 2006), gerando mais bem-estar devido à diminuição do tempo de viagem, menor gasto de combustível, além de menor emissão de gases poluentes. As informações sobre a constante de veículos são passadas para o semáforo por sensores inseridos nas vias, que identificam se há fluxo em uma ou outra área de um cruzamento.

O semáforo inteligente, em comparação com o semáforo comum, poupa o tempo dos condutores que ficam expostos ao sinal vermelho durante uma grande quantidade de tempo, sendo que, nas vias transversais, o fluxo é pequeno ou, em determinado horário, nenhum. Devido a isso, o presente artigo tem como finalidade estudar a viabilidade da implantação do semáforo inteligente, visto que ele possibilita uma melhoria bastante significativa no problema da constante de veículos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O semáforo é um mecanismo eletrônico composto de luzes predeterminadas a fim de emitir informações em relação ao trânsito para os condutores. De acordo com a regra geral, os semáforos devem ser colocados no cruzamento das ruas, com o objetivo de amenizar o fluxo urbano, indicando que a via está livre para passagem ou interrompida (SEMÁFORO, [2016]).

O primeiro semáforo foi criado pelo Engenheiro especialista em ferrovias J. P. Knight, no dia 9 de dezembro de 1868 (THE MAN..., 2009), e se encontrava nos cruzamentos das ruas Great George Street e Bridge Street, na cidade de Londres. Ele consistia em uma lanterna movida a gás com duas luzes, vermelho e verde, e dois braços móveis que eram acionados por cabos em uma torre. Quando estendidos na horizontal, significava parar; caso estivessem em um ângulo de 45° graus, seguir. Porém esse modelo de semáforo não foi muito bem sucedido; durou apenas 23 dias entrando em combustão por causa do gás e acabando por explodir, matando o policial que operava no momento. Em 1912, o oficial de polícia de Salt Lake, Lester Wire, inventou o primeiro semáforo eletrônico. Era feito de madeira, suas lâmpadas eram pintadas das cores elementares de um semáforo, verde e vermelho, e a luz passava por pequenos furos circulares feito na madeira. Oito anos depois, em 1920, William Potts, instalou, na Avenida Michigan e na rua Woodward em Detroit, o primeiro semáforo a controlar até quatro sentidos. Ele foi considerado uma inovação, devido à utilização não de duas cores, mas de três, verde, amarelo e vermelho. Tamanho foi o sucesso desse semáforo que o mesmo modelo, porém aprimorado, ainda é utilizado.

Na atualidade, as aplicações do semáforo são muito mais modernas do que em 1920. Como exemplo, tem-se a Europa com um modelo de semáforo avançado que fala, o BlueEO-306, com a função de orientar os deficientes visuais. Consiste em um botão, que o deficiente visual aciona, e o semáforo interage com a pessoa por meio de uma caixa de som integrada, informando se o pedestre com deficiência deve ou não atravessar.

À medida que a tecnologia dos semáforos avança, dentro e fora do Brasil, torna-se viável o estudo do protótipo de semáforo inteligente (BARBOSA, 2015), que resolva o problema da constante de fluxo de veículos. Este problema se dá pelas obrigações e deveres diários a serem cumpridos, obrigações que geralmente são realizadas utilizando veículos particulares. Por conseguinte, o uso de veículos particulares torna o trânsito caótico e bastante estressante, devido ao tempo de espera e ao congestionamento causado em semáforos, que quase sempre apresentam um sistema obsoleto e com mau funcionamento, gerando dificuldade de locomoção ao cumprir certos deveres e obrigações.

Uma vez que os centros urbanos estão sempre se modificando, o tempo de espera no semáforo vem ficando cada vez mais cansativo, exigindo dos condutores que esse tempo seja maior para liberação do semáforo, mesmo que as vias transversais estejam com pouco movimento ou nenhum fluxo de veículos. Estudos do Denatran (1984, p. 9) apontam que cerca de 50% do tempo de viagem e 30% do consumo de gasolina são dados pelo tempo de espera nos cruzamentos para o semáforo passar de vermelho para verde. O manual do semáforo do Denatran foi atualizado, porém a pesquisa continua em vigência, já que não

houve mudança no tempo de espera, devido ao semáforo usar o mesmo método de monitoramento.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (c2016), havia em Itabira um total de 26.719 veículos, um a cada quatro habitantes, sendo que desse total 20.204 eram de carros, e 4.865 eram de motocicletas. Dez anos depois, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (c2016) registrou um total de 58.317 veículos, um a cada quatro habitantes. Desse total, 39.705 eram de carros, e 12.689 eram de motocicletas. Pode-se perceber que fluxo urbano de veículos em Itabira vem aumentando consideravelmente com o passar dos anos, e não há projetos de mobilidade urbana adequados para as regiões centrais onde há uma quantidade maior de fluxo de veículos. Além disso, as soluções para o problema da constante de veículo geralmente são mal planejadas e dispendiosas, tornando inviável a implantação imediata.

Com o uso da plataforma Arduino, o que era inviável e dispendioso torna-se a maneira mais sustentável e de menor custo, devido à plataforma ser um *software* mais acessível e moldável (MCROBERTS, 2011), ou seja, o próprio programador consegue fazer as adaptações necessárias para que o protótipo de semáforo inteligente se adeque ao fluxo contínuo que tende a crescer (REGO; SEMENTE, 2017). Assim o semáforo inteligente se adapta às condições da via ao qual foi implantado, melhorando o fluxo contínuo de veículos e possibilitando maior conforto para os condutores (VELOSO *et al.*, 2016).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo da pesquisa sobre a viabilidade do semáforo inteligente em Itabira é controlar o fluxo contínuo de veículos. Para isso, propõe-se que o semáforo inteligente seja feito com a plataforma Arduino e com auxílio de *shields* (escudos), que são placas de circuito que contém outros dispositivos para serem adicionados ao Arduino. No caso do semáforo, propõe-se que sejam usados o *shields* de RFID que são os sensores de radiofrequência capazes de detectar veículos com prioridades, tais como ambulâncias, viaturas e corpo de bombeiros. Além dos *shields* de RFID, poderão ser usados os *shields* de PIR que são os sensores de movimento capazes de perceber se as vias transversais estarão vazias para que seja liberada a passagem de veículos e detectar veículos populares. O Arduino, com auxílio dos *shields*, tornou executável a implantação do semáforo inteligente, pois é de fácil utilização comparado com outros protótipos de semáforo inteligente.

Devido a isso a pesquisa foi dividida em duas partes e teve como propósito principal o estudo da viabilidade de um semáforo inteligente na área central de Itabira para controle urbano e praticidade, tanto para condutores quanto para pedestres. A primeira parte se baseou em uma pesquisa conceitual com o órgão responsável pela manutenção e implantação de semáforos em Itabira, além de uma enquete para obtenção de opiniões populares de quem frequenta a área central da cidade. A segunda parte consistiu na coleta de informações, com base em uma pesquisa de campo na área central da cidade nos horários de grande e pequeno fluxos de movimento segundo os condutores, quais sejam: das 13h às 14h30, o fluxo é grande; das 20h às 22h, o fluxo é menor.

A Transita, órgão responsável pelo trânsito de Itabira, forneceu a quantidade de semáforos utilizados por toda a cidade, um total de 24 espalhados principalmente na parte central. Nos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, aberto ao público, foi obtida a quantidade de veículos existentes em Itabira de 2006 até 2016.

A enquete feita, usando a plataforma de questionários do *Google*, consistiu em três perguntas básicas, enviadas via redes sociais, sobre o incômodo causado pelo tempo de

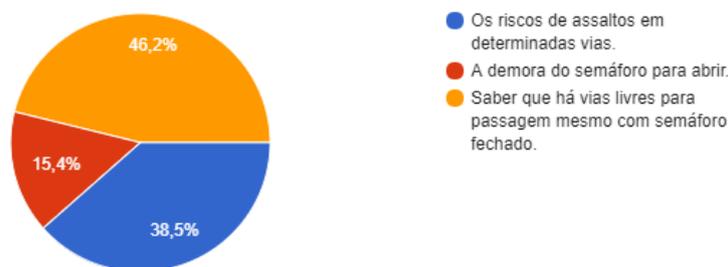
espera, a possibilidade de melhoria com a implantação do semáforo e o grau de estresse frente ao tempo de espera.

Em seguida, realizou-se a pesquisa de campo na área central da cidade, das 13h às 14h30 e das 20h às 22h, na Avenida Carlos Drummond Andrade e Avenida João Pinheiro, localizadas no bairro central de Itabira. A pesquisa consistia em verificar determinados semáforos, nas avenidas centrais, e cronometrar o tempo de permanência de um veículo. Com o auxílio do cronômetro, foram contabilizados os segundos de permanência e a quantidade de veículos.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A enquete foi dividida em três perguntas, sendo que a primeira questionava qual era o maior incômodo causado pelo tempo de espera. Como resposta (Gráfico 1), 46,2% indicaram que o maior incômodo causado era saber que havia vias livres para passagem mesmo com o semáforo fechado. Por sua vez, 38,5% manifestaram que o maior incômodo era o risco de ser assaltado em determinadas vias. E os outros 15,7% dos pesquisados concordaram que o incômodo era realmente o tempo de espera.

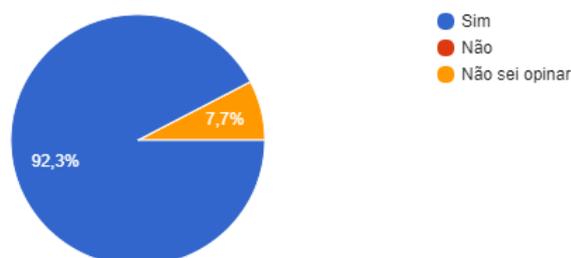
Gráfico 1 – Maior incômodo causado pelo tempo de espera no semáforo



Fonte: Autores deste estudo

A segunda pergunta questionava se, com a implantação do semáforo inteligente, o tempo de espera seria reduzido. Concordando que haveria melhorias, 92,3% se manifestaram, enquanto o restante não soube opinar (Gráfico 2).

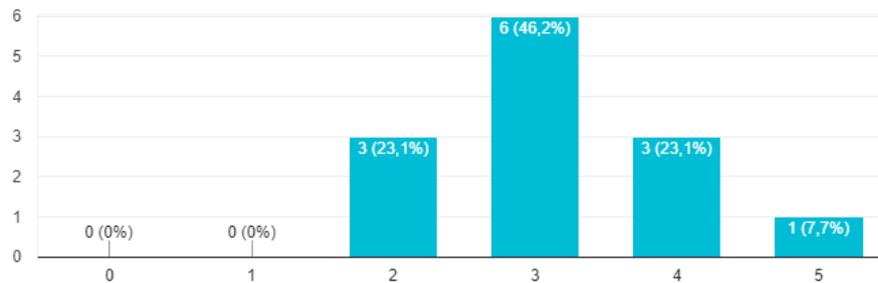
Gráfico 2 – Opinião sobre a implantação de um semáforo inteligente



Fonte: Autores deste estudo

A última pergunta consistia em qual seria o nível de estresse em uma escala de 0 a 5 ao ter que esperar a liberação do semáforo. Como resposta, 23,1% dos pesquisados responderam nível 2 e 4, 46,2% creram que o nível seria 3 e os outros 7,7% insistiram ser bastante estressante.

Gráfico 3 – Grau de estresse causado pelo tempo de espera



Fonte: Autores deste estudo

Após a elaboração e apuração dos resultados da enquete, foi feita uma pesquisa de campo, pela qual se constatou que, das 20h às 22h, considerado como horário de fluxo baixo, um veículo ficava parado uma média de 55 segundos até acontecer a liberação do semáforo, e das 13h às 14h30, considerado como horário de fluxo alto, o veículo encontrava-se parado cerca de 45 segundos.

Dessa forma, pode-se observar que, em horários de fluxo baixo, a liberação do semáforo ocorria em um tempo maior, devido à constante de movimento ser baixa. Porém é nesse intervalo que o condutor perde tempo, devido a vias transversais estarem com pouco fluxo ou até mesmo sem fluxo. Em contrapartida, nos horários de maior fluxo, o tempo era de 10 segundos menor, por causa da necessidade de manter o trânsito em movimento contínuo.

Portanto a maneira mais qualificada para a melhoria do trânsito nos centros urbanos de Itabira seria o estudo da viabilidade da implantação de um protótipo de semáforo inteligente, composto por tecnologia mais sustentável e menos dispendiosa. Com esse tipo de semáforo, o trânsito na parte central da cidade se apresentaria menos caótico nos horários de fluxos alto e baixo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, foram desenvolvidas pesquisas de campo e enquetes com a população de Itabira (MG), no intuito de verificar a viabilidade da implantação de um protótipo de semáforo inteligente. Percebeu-se que a problemática dos semáforos obsoletos pode ser resolvida de forma prática e de menor custo.

A possível implantação do protótipo de semáforo inteligente, pelo *software* Arduino, acarretará na melhoria significativa do tempo de espera, diminuindo o impacto ambiental causado pela emissão de gases poluentes, consequentemente diminuindo a perda excessiva de combustível causada pelo veículo que fica parado em semáforos. Além disso, essa tecnologia traz mais conforto e segurança para os condutores nos horários de pouco movimento, liberando a passagem imediatamente após identificar que não há veículos nos cruzamentos e vias transversais.

Em síntese a implantação de um semáforo inteligente na cidade de Itabira, torna-se um projeto viável em longo prazo, trazendo bastantes benefícios à população da cidade.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Saulo Cirineu. **Controlador de Tráfego: Semáforo Inteligente**. 2006. 127 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Computação)-Faculdade de Ciências e Tecnologia do Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, 2006. Disponível em:

<<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3290/2/20218680.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2017

BARBOSA, Carvalho Rodrigo. Prototipação para Semáforos Interativos no Auxílio ao Trânsito Urbano. **Revista Eletrônica Científica de Ciência da Computação**, Alfenas, v. 10, n. 1, 2015. Não paginado. Disponível em:  
<<http://revistas.unifenas.br/index.php/RE3C/article/viewFile/170/104>>. Acesso em: 6 nov. 2017.

DENATRAN. **Coleção Serviços de Engenharia: Manual de Semáforos**. 2. ed. Brasília, DF: Denatran, 1984. v. 4. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/csttt/files/2013/05/Manual-Semaforos-Denatran-1984.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Itabira: Panorama: População. **Cidades**, Brasília, DF, c2016. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itabira/panorama>>. Acesso em: 7 nov. 2017.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec Ltda., 2011.

REGO, Rosana Cibele B; SEMENTE, Rodrigo S. Sistema de controle de semáforo baseado na densidade do tráfego. **Anais do Encontro de Computação do Oeste Potiguar**, Pau dos Ferros, 2017. v. 1. Disponível em:  
<<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/ecop/article/view/7073>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

SEMÁFORO. **Conceitos.com**, [2016]. Disponível em: <<https://conceitos.com/?s=Semáforo>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

THE MAN who gives traffic lights. **BBC Nottingham**, Londres, 2009. Disponível em:  
<[http://www.bbc.co.uk/nottingham/content/articles/2009/07/16/john\\_peake\\_knight\\_traffic\\_lights\\_feature.shtml](http://www.bbc.co.uk/nottingham/content/articles/2009/07/16/john_peake_knight_traffic_lights_feature.shtml)>. Acesso em: 5 nov. 2017.

VELOSO, Arthur Felipe da S. *et al.* Proposta de Um Semáforo Inteligente para a Rotatória do São Cristóvão. In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DO PIAUÍ, 2., 2016, Piauí. **Anais do ERIPI 2016**. Piauí, 2016. Disponível em:  
<<http://www.eripi.com.br/2016/anais2016/2472/153286.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2017.

## FEASIBILITY OF THE IMPLANTATION OF THE PROTOTYPE INTELLIGENT TRAFFIC LIGHT

**Abstract:** *The problem of urban mobility is increasingly intensified by traffic lights with deregulated and inadequately maintained time adjustments, in addition to the increased fleet of vehicles due to the country's accelerated development in large and small cities. For this reason, the purpose of this article is to study the feasibility of implementing a prototype intelligent traffic light in the city of Itabira (MG). For this, the use of areas of Computer Engineering in communion with Mobility Engineering allows the creation of a prototype of intelligent traffic light composed of the Arduino platform in conjunction with infrared and motion sensors. A more sustainable and accessible intelligent traffic light is therefore promoted, with the aim of improving vehicle flow and urban mobility in the city's central streets, both for vehicles and pedestrians.*

**Key-words:** *Arduino. Intelligent Traffic Light. Urban Mobility. Viability. Vehicle Flow.*

Organização:



Realização:

