



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

FELIPE BONFIM BRITO NEIVA LUCIO

**DIAGNOSTICO DO SISTEMA SEMAFÓRICO DA CIDADE DE PORTO NACIONAL
- TO**

**PORTO NACIONAL – TO
2017**

FELIPE BONFIM BRITO NEIVA LUCIO

**DIAGNOSTICO DO SISTEMA SEMAFÓRICO DA CIDADE DE PORTO NACIONAL
- TO**

Projeto de Pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.
Orientador (a): Professor Flávio Vieira da Silva Júnior.

PORTO NACIONAL - TO

2017

FELIPE BONFIM BRITO NEIVA LUCIO

**DIAGNOSTICO DO SISTEMA SEMAFÓRICO DA CIDADE DE PORTO NACIONAL
- TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em __/__/____ () APROVADO () REPROVADO pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Flávio Vieira da Silva Júnior

Prof.(a): Larissa Jacome Barros Silvestre

Prof.(a): Djair Casado

**PORTO NACIONAL - TO
2017**

RESUMO

Nas últimas décadas, o crescimento da quantidade de veículos foi significativo, no âmbito nacional, em 2001 havia aproximadamente 34,9 milhões de veículos, enquanto no ano de 2012 a frota total ultrapassou a marca de 76,1 milhões (INCT, 2013). Com tamanho crescimento é evidente que uma saturação das vias urbanas aconteça por conta do excesso de automóveis, causando congestionamentos. O congestionamento causa grandes problemas no tráfego, principalmente em grandes centros urbanos, atrapalha a logística de trânsito, causa acidentes, aumenta a poluição, reduz a eficiência na logística de transporte fazendo com que haja perda de produtividade. Esses problemas tornaram a expansão da malha viária bem como estudos de alocação de tráfego uma necessidade urgente. Porém, isso nem sempre é viável, seja por insuficiência de espaço ou pelo alto custo. Uma solução eficiente é a sinalização semafórica que é um subsistema da sinalização viária que são compostas por indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema eletromecânico ou eletrônico que regulamenta o direito de passagem e a hora de parada. Diante do exposto, uma engenharia de tráfego que dê soluções práticas, rápidas e eficientes se torna cada vez mais necessária. Com isso esse trabalho visa diagnosticar a eficiência do sistema semafórico implantado na cidade de Porto Nacional – TO, realizando o levantamento do número de semáforos instalados, calculando o volume de tráfego de acordo com os cálculos das normas de trânsito vigentes, verificando a programação semafórica, e propondo possível adequação ao sistema que hoje está em operação no município.

Palavras-chave: Semáforo. Trânsito. Tráfego.

LISTA DE FIGURA

FIGURA 1 - Grupo Focal Semaforico.....	12
FIGURA 2 - Anteparo de semáforos.....	13
FIGURA 3 - Estrutura de Sustentação de Semáforos.....	14
FIGURA 4 - Exemplo da variação horária do volume em um dia útil.....	17
FIGURA 5 - Ilustração do conceito de determinação do grau de saturação.....	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS.....	8
2.1 OBJETIVO GERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
3.1 SISTEMAS SEMAFÓRICOS	9
3.1.2 Constituições da Sinalização Semafórica	10
3.1.2.1 Formas, Cores e Sinais	10
3.1.2.2 Grupos Focais.....	12
3.1.2.3 Anteparo	13
3.1.2.4 Estrutura de Sustentação	13
3.2 PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA	15
3.2.1 ELEMENTOS DA PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA.....	16
3.2.2 Volume de Tráfego.....	16
3.2.3 Grau de Saturação	17
3.2.4 Tempo De Ciclo.....	19
3.2.5 Defasagem.....	19
3.3 PROGRAMAÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA ISOLADA DE TEMPO	19
FIXO	19
3.4 PROGRAMAÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA ISOLADA ATUADA.....	20
3.4.1 Projeto de Detecção de Veículos.....	20
3.4.2 Padronização do Posicionamento de Semáforos	21
3.5 SISTEMA ALTERNATIVO AO SISTEMA SEMAFÓRICO	21
3.5.1 Rotatória	21
4 METODOLOGIA	23
4.1 LOCAL DE ESTUDO	23
4.1.2 PROCEDIMENTOS	23
5 CRONOGRAMA	24
5 ORÇAMENTO	25
7 RESULTADOS ESPERADOS	26
8 REFERENCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as médias e grandes cidades calharam a coexistir com sérios problemas de gerenciamento do tráfego e congestionamentos em suas vias urbanas. Esses problemas tornaram a expansão da malha viária uma necessidade urgente. Porém, isso nem sempre é viável, seja por insuficiência de espaço ou pelo alto custo (CARANO E ALMEIDA, 2016).

O congestionamento do tráfego, causam problemas que aborrecem todas as grandes cidades. Ele acarreta diretamente, em poluição, acidentes de veículos, insegurança da logística do trânsito e perda de produtividade. Para os governos, todos esses problemas consomem um enorme esforço em serviços e orçamentos.

Uma solução eficiente é 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. A sinalização semafórica é classificada segundo sua função, que pode ser de: regulamentar o direito de passagem dos vários fluxos de veículos (motorizados e não motorizados) e/ou pedestres numa interseção ou seção de via; advertir condutores, de veículos motorizados ou não motorizados, e/ou pedestres sobre a existência de obstáculo ou situação perigosa na via.

Diante do exposto, uma engenharia de tráfego que dê soluções práticas, rápidas e eficientes se torna essencial. Com isso esse trabalho visa diagnosticar a eficiência do sistema semafórico implantado na cidade de Porto Nacional – TO, realizando o levantamento do número de semáforos instalados, calculando o volume de tráfego de acordo com a metodologia do DENATRAN, verificando a programação semafórica, e propondo possível adequação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Diagnosticar a eficiência do sistema semafórico implantado na cidade de Porto Nacional – TO.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento quanto ao número de semáforos implantados na cidade;
- Realizar o levantamento quanto ao volume de tráfego que passa pelos cruzamentos onde estão implantados os semáforos;
- Verificar a programação semafórica;
- Propor adequação a programação do sistema semafórico implantado;
- Propor alternativas ao sistema semafórico implantado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SISTEMAS SEMAFÓRICOS

De acordo com o Manual de Semáforos (2014), o semáforo é um sistema que tem a tarefa de controlar o tráfego, por meio de indicações luminosas assim transmitindo diferentes mensagens a veículos ou pedestres da via. A palavra semáforo é de origem grega e é composta pelo prefixo sema, que significa sinal e foros, que no grego antigo quer dizer algo que leva, algo que transporta.

Portanto, a interpretação do termo semáforo é “algo que transporta sinais”. A implementação do primeiro semáforo no mundo foi dedicado ao controle de fluxos de veículos, que começou a operar em 10 de Dezembro em 1868, na cidade de Londres, no cruzamento das ruas George e Bridge, perto do Parlamento. Foi projetado pelo engenheiro ferroviário J. P. Knight. (SINAL DE TRÂNSITO, 2017).

Os primeiros semáforos eram operados manualmente, assim precisando de um policial capacitado. Existiam dois braços, semelhantes com controladores ferroviários que quando estendidos horizontalmente significava “PARAR”, ou seja interrompia a passagem da via, e quando inclinados a 45 graus significava prossiga com precaução. Em cada mudança de braço soava uma campainha que alertava momentos antes. No período que ficava escuro, ou seja, durante o período da noite existiam lâmpadas de gás verde e uma vermelha que auxiliava os posicionamentos dos braços.

Em 1912, o primeiro semáforo elétrico foi criado por Lester Wire, era bem rústico e consistia numa caixa de madeira. Em Outubro de 1920, no cruzamento da Avenida Woodward com a Rua Fort, em Detroit, Michigan, foi instalado o primeiro semáforo do mundo, do tipo verde-amarelo-vermelho. Foi feito pelo inspetor da polícia Willian Potts. O formato é parecido com o dos semáforos de hoje em dia (SINAL DE TRÂNSITO, 2017).

O primeiro controlador semafórico do Brasil, foi instalado em São Paulo em 1935, onde os automóveis começaram a parar na esquina da Porteira, obedecendo ao comando das luzes Verde, Amarelo e Vermelho. Era o primeiro semáforo de São Paulo instalado pelo Departamento de Serviço de Trânsito (DST).

3.1.2 Constituições da Sinalização Semafórica

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (2014), a sinalização semafórica tem por objetivo controlar o trânsito nas vias, transmitindo informações, para isso é necessário uma estrutura que seja capaz de levar tal informação aos usuários. Os elementos que compõe suas estruturas serão discutidos nos próximos itens deste capítulo.

3.1.2.1 Formas, Cores e Sinais

Conforme o estabelecido na Resolução Nº 160/04 do CONTRAN (Anexo II do CTB) a sinalização de regulamentação é um semáforo composto por luzes, acionadas por meio de sistemas elétricos ou eletrônicos. A sinalização semafórica deve executar o controle do trânsito em um cruzamento ou seção de via.

A Tabela 1 demonstra o significado das cores e sinais semafóricos de formato circular conforme o DENATRAN.

Tabela 1 – Cores e Sinais Semafóricos Formato 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.
				
				
	Verde		Indica a permissão do direito de passagem, de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	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.
				
				
	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: Denatran 2014

A Tabela 2, demonstra o significado das cores e sinais semafóricos de formato quadrado conforme o DENATRAN.

Tabela 2 – Cores e Sinais Semafóricos Formato Quadrado

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Quadrada	Vermelha		Indica para o pedestre a proibição da travessia	O pedestre não deve iniciar a travessia
	Vermelha (intermitente)		Indica para o pedestre o término do direito de iniciar a travessia. Sua duração deve permitir a conclusão das travessias iniciadas no tempo de verde.	O pedestre não deve iniciar a travessia. O pedestre que já iniciou a travessia no tempo de verde deve concluí-la, atentando para o fato de que os veículos estão prestes a receber indicação luminosa verde.
	Verde		Indica para o pedestre a permissão do direito de travessia	O pedestre tem a permissão de iniciar a travessia
	Vermelha		Indica, por meio do símbolo “X”, a proibição de circular na faixa sinalizada	O condutor não deve circular pela faixa sinalizada
	Verde		Permite a circulação na faixa indicada pela seta	O condutor tem a permissão de circular pela faixa sinalizada

Fonte: Denatran 2014

3.1.2.2 Grupos Focais

Os grupos focais são constituídos por uma armação metálica (cobre foco e pestana), conjunto óptico e máscara. O grupo focal que fornece indicação luminosa a condutores de veículos e também aos pedestres conforme descrito na figura 1:

Figura 1 – Grupo Focal Semafórico



Fonte: DENATRAN (2014).

3.1.2.3 Anteparo

O anteparo tem por objetivo melhorar a visibilidade referente às luzes solares e frisar da paisagem urbana. Deve ser utilizado anteparo no semáforo instalado em suporte projetado sobre a via. O semáforo instalado em coluna simples não é obrigatório o uso do anteparo. A cor do anteparo deve ser preta fosca podendo ter modelo com orla ou sem orla interna na cor branca ou amarela de acordo com a FIG. 2.

Figura 2 – Anteparo de semáforos



Exemplos de anteparo sem orla



Exemplos de anteparo com orla interna

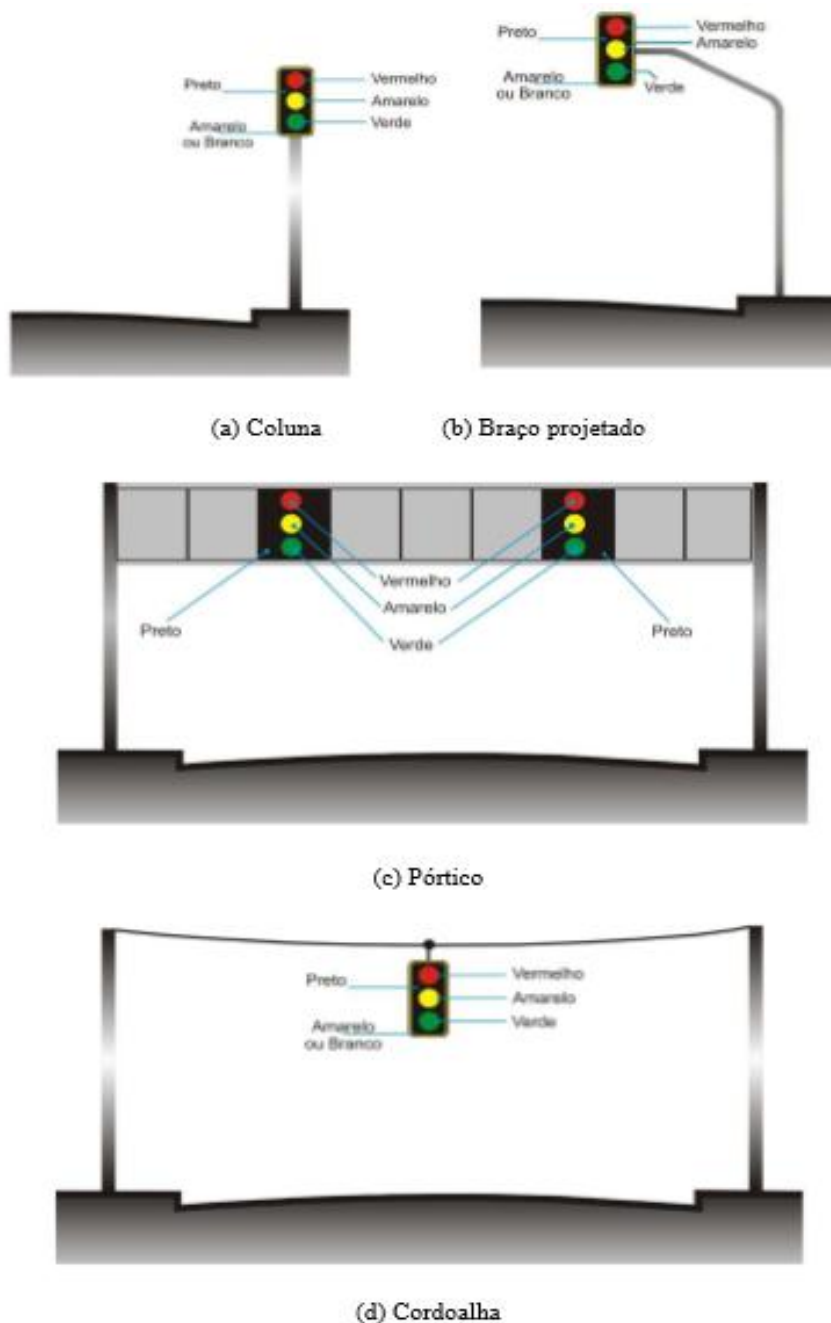
Fonte: DENATRAN (2014).

3.1.2.4 Estrutura de Sustentação

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (2014) são estruturas que tem o papel de suportar o grupo focal, como por exemplo: colunas, braços projetados, cordoalhas e pórticos. O modelo da estrutura depende de várias condições como, por exemplo: necessidades de projeção sobre a via, perfil geométrico do lugar, visibilidade, velocidade dos ventos, largura da via e composição do tráfego.

Na FIG. 3 abaixo estão às representações das estruturas de sustentação de semáforos.

Figura 3 – Estrutura de Sustentação de Semáforos.



Fonte: DENATRAN (2014).

3.2 PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA

Nos últimos 20 anos, a melhoria do padrão de vida dos brasileiros e estímulos do governo, tais como a redução dos impostos sobre a venda de veículos, promoveram a compra de veículos automotores (Downie, 2008). Consequentemente, houve um acréscimo na frota de veículos do país e as médias e grandes cidades passaram a conviver com sérios problemas de gerenciamento do tráfego e congestionamentos em suas vias urbanas, principalmente nos horários de pico.

Para explicar esses problemas, foi divulgado em Belo Horizonte um relatório de Informações da Mobilidade Urbana (BHTRANS, 2011), fornecido pela Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS), que apontou o problema de aumento da frota de veículos como sendo ainda maior. Entre 1999 e 2010, o número de automóveis licenciados, que era de 491.332, passou a 937.819, ou seja, um aumento de 91%. Enquanto isso, o número de motocicletas cresceu 266%, passando de 44.634 para 163.489 no mesmo período. Assim, o Relatório de Evolução da Frota de Automóveis e Motos no Brasil (INCT, 2013) constatou que Belo Horizonte foi a metrópole brasileira que registrou o maior crescimento percentual no número de veículos automotivos no período entre 2001 e 2012. A frota total na metrópole que era de 841.060 veículos automotivos passou para 1.880.608, ou seja, um aumento de 123,6%.

No âmbito nacional, havia em 2001 aproximadamente 34,9 milhões de veículos, enquanto no ano de 2012 a frota total ultrapassou a marca de 76,1 milhões (INCT, 2013). Enquanto isso, o crescimento populacional no Brasil, entre os dois últimos censos demográficos (2000 e 2010), foi de 12,3% (IBGE, 2010).

Dessa forma, os problemas de tráfego se agravam a cada dia. O crescente número de veículos e pedestres reforça a necessidade de expansão da malha viária. Porém, muitas vezes isso é inviável, seja por falta de espaço ou pelo alto custo. Portanto, uma engenharia de tráfego que dê soluções práticas, rápidas e eficientes se torna essencial. Para tal, os projetistas devem utilizar ferramentas e estratégias que sejam capazes de diminuir o impacto do crescimento da frota de veículos e, desse modo, garantir fluidez e segurança ao tráfego.

Diante disso, em 2014 a Secretaria Municipal de Acessibilidade, Mobilidade, Trânsito e Transporte de Palmas, implantou a sincronização dos semáforos na avenida Teotônio Segurado, no centro da capital de Tocantins, para

ajudar a fluidez do trânsito na região. A chamada "onda verde". Segundo o gerente de Sinalização e Manutenção Semafórica, Zuilton Chagas, para que o motorista possa aproveitar os benefícios do sincronismo dos semáforos é preciso manter uma velocidade média de 65 km/h. Chagas orienta que o condutor não deve ir além do limite de velocidade permitido para a via, que é de 70 km/h, pois acabará perdendo tempo nos cruzamentos esperando o sinal abrir. Já se permanecer a uma velocidade média entre 63 e 67 km/h, encontrará todos os sinais verdes e livres para a passagem.

3.2.1 ELEMENTOS DA PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA

3.2.1.2 Volume de Tráfego

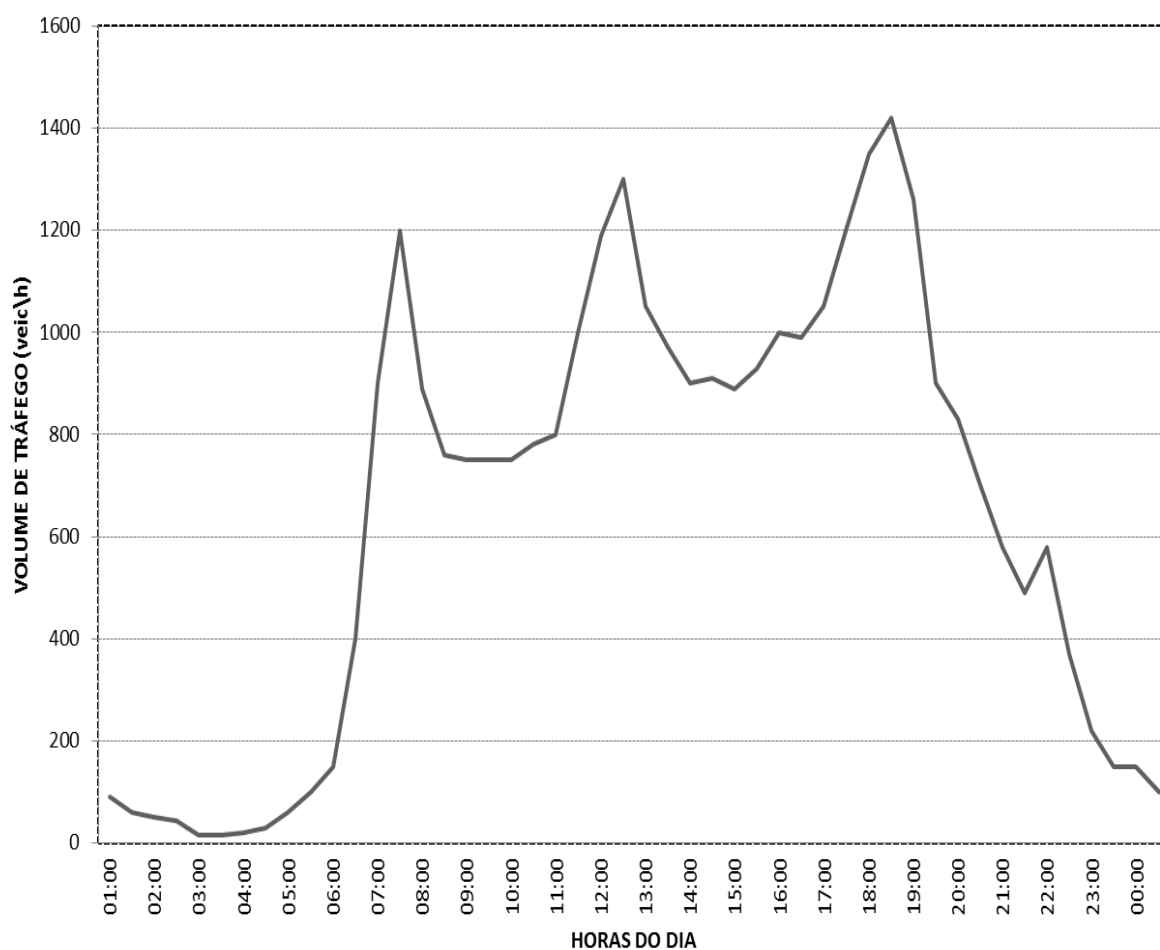
Denomina-se volume de tráfego (ou fluxo de tráfego) ao número de veículos ou pedestres que passa por uma dada seção de via durante o período de realização de uma contagem. No caso da programação semafórica, o volume de tráfego veicular é sempre determinado por sentido de circulação do tráfego, e é geralmente formado por diferentes tipos de veículos (CONATRAN, 2014).

O volume de tráfego de cada movimento varia ao longo do tempo, sendo função da hora do dia, do dia da semana, da semana do mês, do mês e do ano em que esse movimento é observado. A variação temporal do volume de tráfego depende das características da cidade e do local específico (GONZAGA, 2016).

Para efeito da programação semafórica, é importante analisar essa variação temporal do volume de tráfego, especialmente ao longo do dia e do dia da semana. Portanto, de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014) recomenda-se que as contagens sejam feitas, pelo menos, ao longo de um dia útil típico. A partir dessa análise é possível determinar, no caso da programação em tempo fixo, o número de planos semafóricos a serem calculados e o período do dia e dia da semana em que cada plano será implementado.

A FIG 4 ilustra a variação do volume de tráfego de veículos pesquisado em uma via urbana, permitindo identificar os períodos de maior volume em um dia útil.

Figura 4 - Exemplo da variação horária do volume em um dia útil.



Fonte: Extraído do Manual Brasileiro de Sinalização de Transito (2014)

De acordo com DENATRAN 2014, as contagens são usualmente registradas a cada 15 minutos e devem apresentar o número de pedestres e veículos de cada movimento. No caso dos movimentos veiculares, a contagem deve ser classificada por tipo de veículo. Essa classificação se justifica pelo fato de veículos de tipos distintos apresentarem desempenho operacional diferenciado, que deve ser contemplado no cálculo da programação semafórica. Os tipos de veículos a serem considerados devem ser definidos na fase de planejamento dos trabalhos de coleta, em função das características do tráfego do local e do propósito da pesquisa.

3.2.1.3 Grau de Saturação

Grau de saturação de um grupo de movimento, é uma grandeza obtida pela relação entre a taxa de fluxo do grupo de movimentos e a capacidade para o

atendimento desse fluxo durante o período de uma hora, é representado pelo símbolo x .

Segundo Vilanova 2005, o grau de saturação é um indicador que reflete se existe reserva de capacidade para o atendimento do grupo de movimentos, ou se a aproximação correspondente está próxima da saturação, e é calculado pela expressão mostrada na Equação 1 a seguir.

$$x = F/Cap \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

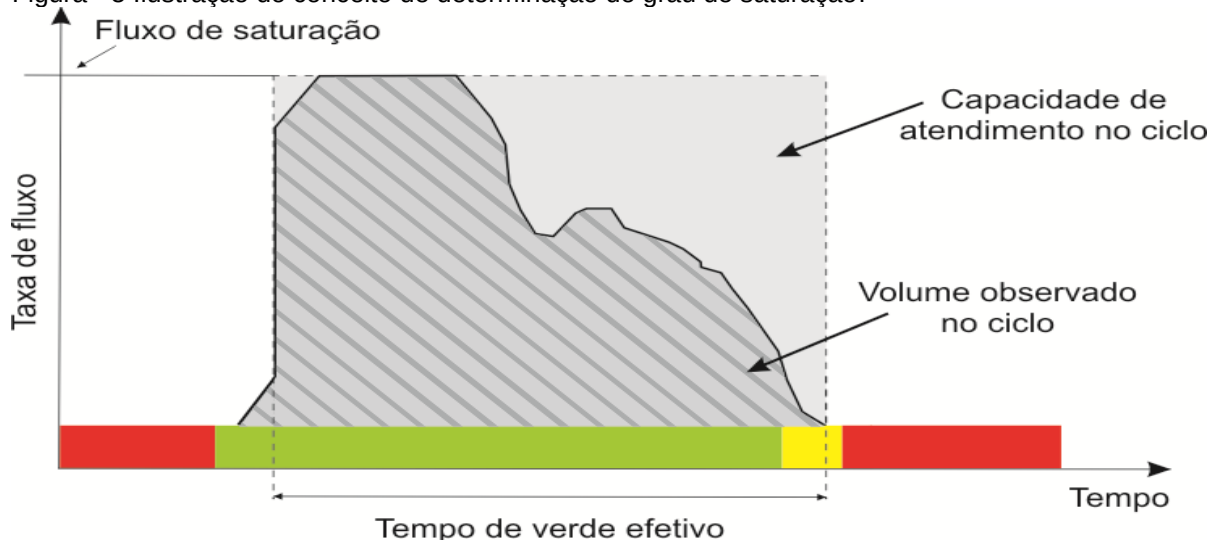
x – grau de saturação;

F – taxa de fluxo do grupo de movimentos, em veículos por hora, ou ucp por hora;

Cap – capacidade, em veículos por hora, ou ucp por hora.

A FIG. 5 ilustra o conceito de determinação do grau de saturação, com base na observação de um ciclo.

Figura - 5 Ilustração do conceito de determinação do grau de saturação.



Fonte: Extraído do Manual Brasileiro de Sinalização de Transito (2014)

A área hachurada representa o volume que passou durante um ciclo e, nesse exemplo, é inferior à área do retângulo, que representa o máximo volume que

pode passar no ciclo (capacidade de atendimento no ciclo). Quanto maior for a relação entre o volume que passou e o máximo que pode passar, mais próxima da saturação está a aproximação correspondente no referido ciclo (MANUAL BRASIELIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRANSITO, 2014).

3.2.1.4 Tempo de Ciclo

Denomina-se ciclo a sequência completa das indicações de uma sinalização semafórica. O tempo de ciclo é o tempo necessário para que um ciclo inteiro seja cumprido em uma interseção, ou seção de via, e é determinado pela soma dos tempos de todos os estágios programados para o controle do tráfego no local.

Como valores altos para o tempo de ciclo implicam em tempos de espera muito elevados, nas situações comuns de controle esse valor não deve superar 120s. Em situações excepcionais de tráfego e/ou de geometria da interseção, pode ser necessário adotar tempos de ciclo maiores.

Nesses casos deve ser dada especial atenção ao tratamento para a travessia dos pedestres no local, adotando-se medidas como implantação de travessia em etapas, travessia em desnível, dentre outras soluções possíveis (CONTRAN 2014).

3.2.1.5 Defasagem

Considerando-se uma corrente de tráfego que passa por dois locais com semáforos pertencentes à mesma rede, denomina-se defasagem o intervalo de tempo decorrido entre o início do verde que essa corrente recebe nos dois locais.

Dois locais que pertencem à mesma rede devem operar no mesmo tempo de ciclo, ou na situação particular em que o tempo de ciclo de um local é submúltiplo do existente no outro (DENATRAN, 2014).

3.3 PROGRAMAÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA ISOLADA DE TEMPO FIXO

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito 2014 a programação da sinalização semafórica deve ser elaborada de acordo com as etapas

apresentadas a seguir. A elaboração da programação semafórica de tempos fixos de uma interseção semaforizada é composta por quatro etapas principais:

Etapas I - Definição das condições em que a programação irá operar. No caso de reprogramação de sinalização semafórica existente, muitas vezes essa etapa não é realizada, pois são adotadas as condições pré-existentes.

Etapas II - Determinação das características operacionais do tráfego.

Etapas III - Cálculo da programação semafórica.

Etapas IV - Implementação da programação e avaliação dos resultados, esta é uma etapa que deve ser cumprida sempre, mesmo que seja através da simples avaliação visual caso não existam recursos para efetivar uma avaliação mais elaborada.

3.4 PROGRAMAÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA ISOLADA ATUADA

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito 2014 estabelece que, quando a passagem de um ou mais estágios e sua referente duração dependem do reconhecimento realizado por equipamentos detectores de veículos e pedestres que a demandam, o controle de uma sinalização semafórica é avaliado do tipo atuado. Quando todos os estágios dependem do reconhecimento da demanda de veículos e/ou pedestres o controle é definido como totalmente atuado. E quando pelo menos um dos estágios não depende do reconhecimento da demanda dos veículos ou pedestres o controle é definido como semi atuado.

3.4.1 Projeto de Detecção de Veículos

Os dispositivos de sinalização semafórica devem ser instalados segundo critérios de projeto, de maneira que a informação resultante para os condutores de veículos (motorizados e não motorizados) e para os pedestres seja clara e que a visibilidade dos dispositivos luminosos aconteça a distâncias adequadas e seguras para as ações de tomada de decisão. Também devem ser consideradas as intervenções que os dispositivos podem causar na circulação dos pedestres nas calçadas e nos acessos de veículos a lotes situado ao longo das vias urbanas ou rurais e que com elas se limita (CARANO E ALMEIDA, 2016)

3.4.2 Padronização do Posicionamento de Semáforos

Existem basicamente dois padrões de posicionamento de semáforos em interseções: antes e depois da via transversal, apresentando cada um deles características operacionais próprias.

De acordo com Kohn (2011), é importante que os projetos sejam desenvolvidos sempre com o mesmo padrão para manter a clareza e padronização da sinalização. Em alguns locais pode ser impossível obedecer integralmente ao padrão adotado, seja pela dificuldade de posicionamento dos semáforos no local pretendido ou pela maior conveniência de colocação em local fora do padrão, por motivos de segurança ou de situações críticas de fluidez. O descumprimento do padrão somente deve ocorrer em caráter excepcional.

3.5 SISTEMA ALTERNATIVO AO SISTEMA SEMAFÓRICO

3.5.1 Rotatória

Conforme o Manual de Medidas Moderadoras do Tráfego (2012), rotatória é considerada uma interseção em círculo e seu projeto de construção pode variar desde uma forma simples até uma forma mais sofisticada, e ainda pode conter jardins, flores, fontes, estátuas e esculturas no centro da mesma. O objetivo de uma rotatória é limitar a velocidade e organizar os fluxos de tráfego, reduzindo conflitos, acidentes e melhorando a fluidez entre veículos que por ela transitam. A inserção de uma rotatória numa via traz fatores positivos e negativos, tanto para os veículos quanto para os pedestres. Um dos fatores positivos é que permitem todos os movimentos de conversão e quando bem projetadas, reduzem a velocidade e alertam os motoristas. Já pelo lado negativo é que podem causar desconforto para passageiros de transportes coletivos e podem ser inseguras ou inconvenientes para pedestres pela dificuldade de travessia.

Segundo estabelecido pelo Código de Trânsito Brasileiro CTB, no Artigo 29, Inciso III:

Quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem:

- a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela;
- b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela;
- c) nos demais casos, o que vier pela direita do condutor.

Apesar do CTB determinar a regra acima citada para rotatórias em vias urbanas, não é sempre que os centros urbanos cumprem com as regras impostas. Com isso, mais acidentes e infrações acontecem, e consequentemente o índice de acidentes com veículos acaba sendo elevado.

Uma segunda questão a ser discutida, ainda no assunto “rotatória”, é a sua correta sinalização, pois a mesma nem sempre é corretamente sinalizada. O Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina - DRE (2000), explica o correto funcionamento da sinalização das rotatórias. A obrigatoriedade de dar a preferência deve ser disciplinada nas entradas pela placa “Dar a Preferência”. Para o direcionamento do tráfego sobre a pista da rotatória deve ser instalado em frente de cada entrada, sobre a ilha da rotatória, a placa de “Sentido Obrigatório para a Direita”.

Para complementar a explicação dada, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2005) mostra quais são as placas que devem ser utilizadas em rotatórias e seus significados.

A placa R-33 (Sentido de Circular na rotatória) aponta ao condutor do veículo a obrigatoriedade do movimento no sentido anti-horário em rotatória e pode vir acompanhada das placas R-1 (Parada Obrigatória) ou R-2 (Dar a Preferência), conforme o caso. Além dessas, a rotatória também deve conter a placa R-24 (Sentido de Circulação da via).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE ESTUDO

A análise será realizada no município de Porto Nacional - TO, cidade localizada a uma distância aproximadamente de 64 km da capital Palmas, com cerca de 52 mil habitantes, município situado na região norte do país, atualmente com uma frota de veículos estimada em 27.306 incluindo todas as categorias de veículos catalogados no manual do DNIT (IBGE 2017).

4.1.2 PROCEDIMENTOS

Será feita uma contagem inicial pra apontar a quantidade de semáforos instalados e a localização de cada aparelho pra realizar a marcação dos trechos de análise.

Após definido a quantidade e a localização dos semáforos será realizado o levantamento do volume de tráfego pra determinar a quantidade de carro que trafega em cada trecho num determinado período de tempo. As contagens de veículos serão feitas manualmente através de observação e anotação, ao longo de um dia útil típico, conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Transito (2014) recomenda.

Mediante observação e estudos da programação semafórica no local, será verificado qual sistema de programação semafórica é adotado na cidade de Porto Nacional, e após definido, será realizada uma verificação quanto ao atendimento normativo por parte dos semáforos do município, no sentido de diagnosticar se a programação de Porto Nacional está de acordo com as Normas estabelecidas.

Caso seja detectada alterações na programação semafórica, que não atenda aos requisitos normativos brasileiros, será proposta nova programação para o município, assim como o semáforo que se apresentar ineficiente, poderá se proposto um outro método de controle de tráfego que não seja o semáforo.

6 ORÇAMENTO

Tabela 4: Orçamento

ORÇAMENTO DETALHADO DO PROJETO			
CATEGORIA: Gastos com Recursos Materiais			
ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
Impressão	90	0,25	42,50
Caneta Bic	4	1,00	4,00
SUBTOTAL ₁			48,50
CATEGORIA: Gastos com Recursos Humanos			
ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
Combustível	25 Litros	3,70	92,5
SUBTOTAL ₂			92,5
FINANCIAMENTO TOTAL DO PROJETO			
CATEGORIAS			VALOR TOTAL (R\$)
Gastos com Recursos Materiais			48,50
Gastos com Recursos Humanos			92,50
TOTAL GERAL DO INVESTIMENTO			141,00

7 RESULTADOS ESPERADOS

Este trabalho estima que este diagnóstico além de apontar a eficiência do sistema semafórico, também gere impactos educacionais, culturais, socioeconômicos, técnico-científicos e ambientais.

Com todos os dados que serão analisados e expostos será possível mostrar as informações detalhadas sobre o sistema de semáforo ao público de Porto Nacional - TO, podendo despertar o interesse da população e das autoridades em melhorias no sistema semafórico e consequentemente no tráfego do município caso seja necessário.

8 REFERENCIAS

ALMEIDA, P. E. M. CARANO, E. G. **Otimização da Programação Semafórica em Tempo Real com Base em Modelagem Matemática**. Belo Horizonte. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRANSITO VOLUME 5 – SINALALIZAÇÃO SEMAFORICA**, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO, **RESOLUÇÃO Nº 160, DE 22 DE ABRIL DE 2004**. Define as normas de transito.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO, **RESOLUÇÃO Nº 483 DE 09 DE ABRIL DE 2014**. Define as normas de transito.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGENS DE SANTA CATARINA. **UTILIZAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE ROTATÓRIAS EM ESTRADAS FORA DE ÁREAS URBANIZADAS**, 2000. Santa Catarina.

DOWNIE, A. **THE WORLD'S WORST TRAFFIC JAMS**. 2008. Disponível em: <<http://content.time.com/time/world/article/0,8599,1733872,00.html>>. Acesso em: 10 out. 2017.

EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE – BHTRANS. **BALANÇO ANUAL DA MOBILIDADE URBANA DE BELO HORIZONTE**, 2014 (ano-base 2013). Belo Horizonte, 2015. 84 p. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/pls/portal/f!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=10210261.PDF>. Acesso em: 2 nov. 2017.

GONZAGA, E. W. L. **Otimização da Programação Semafórica com Base em Modelos Matemáticos**. Belo Horizonte, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – INCT. **EVOLUÇÃO DA FROTA DE AUTOMÓVEIS E MOTOS NO BRASIL 2001 – 2012 (RELATÓRIO 2013)**, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.observatoriodasmetropoles.net/download/auto_motos2013.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **CENSO DEMOGRAFICO 2000 – RESULTADOS DO UNIVERSO**, 2000. Disponível em: <<https://www2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/tabelabrasil111.shtml>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

Kohn, P. **Caracterização da infração por avanço de sinal vermelho do semáforo**. Florianópolis. 2011.

Robinson, B. W. **ROUNDBABOUTS: AN INFORMATIONAL GUIDE**, 2000. Disponível em: <<https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/00068/>>. Acessado em: 8 nov. 2017.

SINAL DE TRANSITO. **O Primeiro Semáforo**, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/curiosidades_foto.php?IDcuriosidade=35>. Acesso em: 16 out. 2017.

MANUAL DE MEDIDAS MODERADORAS DE TRANSITO. **TRAFFIC CALMING**, 2012. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/BHTRANS/manual-traffic-calming-2013/manual_traffic_calming.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2017.

MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO. **SINALIZAÇÃO VERTICAL DE REGULAMENTAÇÃO – VOLUME 1**, 2007. Brasília.

WALTER, P. J. **PROGRAMAÇÃO SEMAFORICA: UMA ANALISE COMPARATIVA DE ALGUNS MÉTODOS**. UFRJ, 2010.