



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – PROFESSORA MARIA DA PENHA – ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

AUGUSTO SÉRGIO OLIVEIRA SAMPAIO

**ANÁLISE COMPARATIVA DO TEMPO DE ENTREVERDES DE
SEMÁFOROS NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

**Araruna
2017**

AUGUSTO SÉRGIO OLIVEIRA SAMPAIO

**ANÁLISE COMPARATIVA DO TEMPO DE ENTREVERDES DE
SEMÁFOROS NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

Artigo apresentado à Coordenação do
Curso de Engenharia Civil da UEPB –
Campus VIII como requisito parcial para a
obtenção do título de Engenheiro Civil.
Área de concentração: Engenharia de
Tráfego

Orientador(a): Prof. Me. Loredanna
Melyssa Costa de Souza

Araruna

2017

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S192a Sampaio, Augusto Sérgio Oliveira
Análise comparativa do tempo de entreverdes de Semáforos
no município de Patos-PB [manuscrito] / Augusto Sérgio Oliveira
Sampaio. - 2017.
39 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
ENGENHARIA CIVIL) - Universidade Estadual da Paraíba,
Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2017.
"Orientação: Prof^a. Ma. Loredanna Melyssa Costa de Souza,
Departamento de ENGENHARIA CIVIL".

1. Acidentes. 2. Segurança. 3. Graziis. I. Título.

21. ed. CDD 629.04

AUGUSTO SÉRGIO OLIVEIRA SAMPAIO

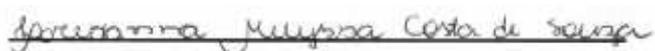
**ANÁLISE COMPARATIVA DO TEMPO DE ENTREVERDES DE
SEMÁFOROS NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB**

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da UEPB – Campus VIII como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil .

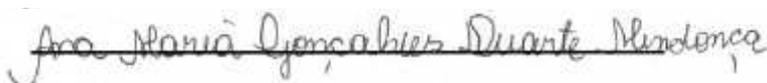
Área de concentração: Engenharia de Tráfego.

Aprovada em: 25/ 04/ 2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Loredanna Melyssa Costa de Souza (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Pós-Dra. Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça
Universidade Federa de Campina Grande (UFCG)



Prof. Me. Daysan Fritzgirard Kamikaze Leal Medeiros
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

“A Deus e seus domínios”, minha Fonte de bênçãos, razão e existência. A minha família, minha namorada, meus amigos e todos os funcionários da UEPB, que foram essenciais para a finalização dessa grande etapa da minha vida, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer ao Grande Arquiteto do Universo por ter me guiado, me dado saúde, determinação e, acima de tudo, felicidade, Tu és Maravilhoso, meu DEUS, obrigado por ter me dado a oportunidade de ter vivido e estar vivendo tudo isso.

A minha mãe Thami, a senhora faz jus ao pronunciamento mais lindo que poderia sair da boca de um ser humano: a palavra “mãe”, muito obrigado pelo apoio, pelo incentivo, pelas decisões e conselhos, por ser sempre meu maior suporte, por estar sempre comigo independente da situação, por noites sem dormir pelo simples motivo de minhas preocupações. Ao meu pai, meu herói, Sérgio Ricardo, um exemplo de guerreiro, batalhador, pessoa que é amada por todos. A minha princesinha Alice (Gi), pelo afeto, pelo sentimento sincero que tem por mim, os meus agradecimentos e ao mesmo tempo o desejo de que isso continue até o fim de nossas vidas.

Aos meus avós paternos Maria Jaci e Martinho e aos meus avós maternos, José de Oliveira Maia (Zeu), vovô, desde criança o meu maior sonho foi retribuir pelo menos uma parcela do que o senhor fez, faz e fará por mim, eu não preciso falar do nosso amor porque é algo indescritível e imensurável, o senhor é meu maior exemplo de pai, avô e homem, a única coisa que eu desejo é viver o maior tempo possível ao seu lado, vovô. A minha querida avó e segunda mãe Angelita pelas orações, por todo o apoio e preocupação, te amo incondicionalmente.

Aos meus tios e tias, em especial Hugo Leornado, Maria Jaciana, Silvia Feiras, que participaram de maneira direta na contribuição da minha vitória, serei grato eternamente. Aos meus primos e primas, pelos conselhos, por expressarem sempre o desejo do meu sucesso, obrigado pelo grande suporte.

A minha namorada, Andréa Caroline, pelo companheirismo, estando sempre comigo nas horas de alegria e dificuldade, abrindo mão de várias coisas por mim, pela paciência, fidelidade... Existem coisas inexplicáveis que são feitas

somente com a vontade de Deus, que Ele continue nos abençoando para sempre, te amo, meu amor.

Aos meus grandes e eterno amigos da Universidade, em especial Sávio Túlio, meu valioso irmão e companheiro, Andresa (Boca de Lobo), Jonathan Costa (Pé de Côco), Yuri Rodrigues (Yuri Celta), Mayk Douglas (Mayk da burra), Allan Andrade e Pedro Henrique (Pedro Besteira), saúdo todos vocês pelo incentivo diário, pelo espírito fraterno, as brincadeiras, pela união, em situações ruins ou boas, foi uma honra compartilhar todo esse tempo com vocês, tiveram grande parcela dessa vitória, espero encontra-los e dividir mais vezes meus dias com vossas presenças.

A minha banca de avaliadores por terem aceitado com tanta boa vontade avaliar o meu trabalho, em especial, professora Loredanna, obrigado por sempre ter escolhido a melhor maneira possível de me orientar e pela compreensão, trabalhar com pessoas assim, tem sempre o diferencial.

A todos os funcionários da UEPB, pela paciência comigo nas horas corridas (risos), pelo trabalho prestado, até pelo simples “bom dia” renovando até mesmo o nosso ânimo.

“A Tua palavra é lâmpada que ilumina os meus passos e luz que clareia o meu caminho.” Salmos 119:105

RESUMO

Atualmente, os centros urbanos vem crescendo de maneira incontrolável, a partir disso, a população acaba evoluindo e conseqüentemente seus meios de transporte vão se tornando cada vez mais comuns e numerosos, gerando problemas de gerenciamento do tráfego viário, como: estresse e acidentes, diante disso, os semáforos são os principais alvos a serem estudados no presente artigo, mais precisamente os seus tempos de “entreverdes”. O presente trabalho tem como finalidade analisar comparativamente o tempo de entreverdes dos semáforos de regiões que possuem maior fluxo viário no município de Patos, localizado na Paraíba, com os cálculos teóricos. Foram feitas as medições dos cruzamentos da rua Felizardo Leite, Porfírio da Costa, Prado e da avenida Solon de Lucena, renomeadas de Tipo A, B, C e D respectivamente, junto a isso, analisado todos os fatores referentes para que sejam possíveis os cálculos utilizando a fórmula de Grazis. Observou-se que, de acordo com as vias estudadas, foram determinadas as velocidades adequadas, com todos os parâmetros, gerando os valores de 3 segundos de sinal “amarelo” para as ruas e 4 segundos para a avenida. Para o valor de vermelho geral, foi determinado o valor aproximado de zero segundos para todos os pontos de semáforos verificados no trabalho. De acordo com os dados colhidos nos semáforos, houve certo desencontro entre a literatura e medição real dos semáforos, para os sinais amarelos, todos os semáforos foram medidos com 4 segundos, porém nas ruas bastam 3 segundos, o tempo de vermelho geral não foi necessário pelos cálculos da equação de Grazis em nenhum sinal analisado, porém nos tipos C e D foram verificados 2 segundos desse tempo, gerando assim, a percepção de considerações de segurança a mais, ou seja, os problemas de acidentes não são causado pelos tempos de “entreverdes” dos semáforos.

Palavras-Chave: Acidentes , Segurança, Grazis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Movimentos Convergentes.....	16
Figura 2: Movimentos Divergentes.....	17
Figura 3: Movimentos Interceptantes	17
Figura 4: Movimentos Não-interceptantes.....	18
Figura 5: Semáforo Composto por três luzes	26
Figura 6: Semáforo composto por duas luzes	26
Figura 7: Direção controlada (amarelo com seta é opcional).....	26
Figura 8: Direção Livre.....	27
Figura 9: Controle ou Faixa Reversível	27
Figura 10: Semáforo para fluxo de pedestres	27
Figura 11: Formas de sinalização semafórica de advertência.....	28
Figura 12: Variáveis da Teoria de Entreverdes	28
Figura 13: Localização do município de Patos - PB	31
Figura 14: Ponto de Semáforos selecionados nas ruas Porfírio (destaque esquerdo) e Prado (destaque direito) , Patos - PB.....	31
Figura 15: Ponto de Semáforos selecionados na Avenida Solon de Lucena, Patos - PB.....	32
Figura 16: Ponto de Semáforos selecionados na Rua Felizardo Leite, Patos - PB.....	33

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1: Resultados dos tempos de “amarelo” 34

Quadro 2: Resultados dos tempos de vermelho geral..... 35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	DEFINIÇÃO
CTB:	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN:	Departamento Nacional de Trânsito
DNIT:	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DPP:	Diretoria de Planejamento e Pesquisa
DTT:	Tempo de Percepção e Reação
IPR:	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
MT:	Ministério dos Transportes
TPR:	Tempo de Percepção e Reação
VG:	Vermelho Geral

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1.	Sistema viário	14
2.1.1.	Vias	15
2.1.2.	Interseções	15
2.1.3.	Movimentos em interseções	16
2.1.3.1.	Convergentes (incorporações):	16
2.1.3.2.	Divergentes	16
2.1.3.3.	Interceptantes	17
2.1.3.4.	Não-interceptantes	18
2.2.	Características dos motoristas, pedestres e veículos	18
2.2.1.	Motoristas	18
2.2.1.1.	Os sentidos	19
2.2.1.2.	Processo de Percepção e Reação	20
2.2.2.	Pedestres	21
2.2.2.1.	Características Gerais	21
2.2.2.2.	Velocidades dos Pedestres	21
2.2.3.	Veículos	22
2.3.	Sinalização de trânsito	22
2.3.1.	Sinalização Vertical	22
2.3.2.	Sinalização Horizontal	23
2.4.	Sinalização Semafórica	24
2.4.1.	Padrão de sinalização semafórica	25
2.4.2.	Crítérios para implantação da sinalização semafórica	28
2.4.2.1.	Teoria do Entreverdes	28
3.	METODOLOGIA	30
3.1.	Local estudado	30
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Segundo Luza, Roldo (2013) diante do incontrolável crescimento da urbanização, diversos problemas são defrontados aos administradores e planejadores municipais. Tendo em vista o papel fundamental dos mesmos, tanto no social quanto no econômico nas cidades, faz-se necessário, caltelosamente, um estudo com intuito que haja eficácia e segurança nos deslocamentos dos cidadãos, em face que, a movimentação com objetivo de fazer suas necessidades é um ato essencial ao ser humano. Com base nessa idéia, o crescimento populacional gera várias medidas de evolucionismo econômico de qualquer região, tendo a necessidade de aumento imobiliário, expansão da cidade, alterações no sistema viário, contribuindo para um ritmo em que o planejamento urbano, na maioria dos casos, não consegue absorver essa demanda, dessa forma, é necessário a análise desse problema e a sua solução ou amenização de futuros problemas.

Os mesmos ainda afirmam que atualmente o sistema viário é um elemento cujo sua implementação é feita a partir de restrições, destacando: ampliações custosas e lentas, forçando elevado bom senso à estrutura urbana, ocupações dos centros urbanos e suas periferias levam uma concretização maior de tráfego, gerando maior demanda ao sistema viário regional. Linhas de crédito especiais para facilitações de compras de veículos contribuem de forma direta ao aumento da concentração automobilística.

Segundo Bacchieri, Barros (2011) Aproximadamente 1,2 milhões de pessoas morrem vítimas de acidentes de trânsito a cada ano no mundo inteiro e dentre esse número, 90% ocorrem em países de baixa e média renda. Além de muito sofrimento e percas imensuráveis para as famílias, os sistemas de saúde arcam com custos elevados. No Brasil, ultrapassa o número de 150 mil pessoas, entre mortos e feridos, lesionadas por acidentes de trânsito, estimando-se custos totais dos acidentes aproximadamente 28 bilhões ao ano.

Devido esse grande problema que é encontrado na maioria das cidades brasileiras, são feitas inúmeras alternativas com objetivo de solucionar várias situações possíveis de problema no tráfego viário, dentre esses problemas, a implantação de semáforos de maneira inapropriada seria um dos principais,

causando diversos fatores negativos para o sistema viário como: engarrafamento, acidentes, custos sociais, dentre outros fatores.

Akishimo (1995) relata que os semáforos são dispositivos com objetivo único de ordenar o tráfego, tendo total importância no trânsito, porém, em casos que estão instalados de forma incorreta poderá, fatalmente, ser um dos grandes causadores de acidentes dentro do trânsito viário. Para que haja eficiência na sua empregação, deverá ser feito um estudo do local, gerando várias hipóteses e parâmetros em que necessitam ser analisados para englobar no fator de segurança e eficiência do sinal em relação aos motoristas, evitando fatores negativos como: espera desnecessária dos motoristas, estímulo ao desrespeito, pedestres e motoristas expostos à grandes chances de acidente, descrédito do semáforo, entre outros fatores.

Levando em consideração todas as condições apresentadas, o presente artigo tem por finalidade a realização de uma análise no município de Patos, localizado na Paraíba, sobre o tempo de entretornos de vários semáforos implantados no mesmo, sendo um município com vários problemas de organização no trânsito, foi feito um comparativo entre os semáforos e os resultados bibliográficos para que fossem esclarecidos possíveis problemas gerados pelos semáforos, ou não, de cada referência analisada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Sistema viário

O sistema viário é o espaço público por onde as pessoas circulam, a pé ou com auxílio de algum veículo sendo os mesmos motorizados ou não, executando e articulando, no espaço, todas as atividades humanas intra e inter urbanas. Este espaço público abriga também redes de distribuição dos serviços urbanos como: abastecimento de água, energia elétrica, telefonia; coleta e esgotamento de águas pluviais, lixo, esgoto sanitário, entre outros. Para atender a tantas funções, o sistema viário dispõe de uma série de equipamentos instalados nas próprias vias, no subsolo ou no seu espaço aéreo, que nem sempre convivem sem conflitos. O planejamento, a operação e

a manutenção das vias e dos serviços que se dão nelas são fatores essenciais para a qualidade de vida nas cidades e para a eficiência da circulação urbana. O planejamento do sistema viário depende, em parte, das orientações e do controle sobre a distribuição das atividades econômicas e sociais pela cidade, mas depende também da construção e da organização das próprias vias (BRASIL, 2007).

2.1.1. Vias

Segundo o CTB (2008), a definição de vias é dada pela superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central. Sendo estas classificadas por: Coletoras e Arteriais. Vias coletoras são aquelas destinadas a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade. Enquanto que as vias arteriais são caracterizadas por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

2.1.2. Interseções

É a área em que duas ou mais vias se cruzam gerando união entre as mesmas, facilitando e ocasionando opções de movimentos dos veículos que por ela circulam, promovendo abreviação a respeito do trajeto ao destino dos motoristas. O projeto dos elementos geométricos que constituem uma interseção baseia-se em geral, nos mesmos princípios que orientam o projeto geométrico dos outros componentes da estrada. A qualidade do projeto de uma rodovia, no que se refere à eficiência, segurança, custos de operação, capacidade e velocidade é afetada significativamente pela qualidade do projeto de suas interseções (DNIT, 2005).

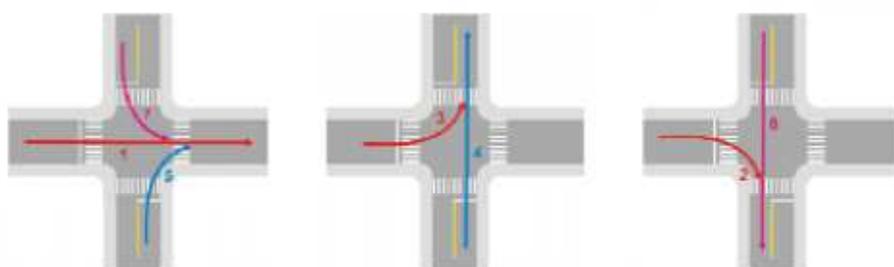
2.1.3. Movimentos em interseções

Um simples deslocamento entre dois pontos em uma cidade pode ser feito seguindo vários caminhos, passando por várias vias. Para tal, existe a necessidade de mudança de direção e até mesmo de via de trânsito. Os movimentos em interseções são denominados como uma interseção a sequência de atitudes tomadas em relação a trajetória do motorista. Os movimentos, quando analisados segundo a trajetória podem ser classificados em quatro grupos, sendo eles: convergentes, divergentes, interceptantes e não-interceptantes (LUZA, ROLDO, 2013).

2.1.3.1. Convergentes (incorporações):

Quando as trajetórias dos veículos de duas ou mais correntes se juntam para formar uma única. Para a execução desse movimento é preciso regular o direito de passagem dos veículos que convergem, ou então, que os veículos de uma corrente esperem que ocorram intervalos adequados na outra para nela se inscreverem (DNIT, 2005). Ilustrado na Figura 1:

Figura 1: Movimentos Convergentes



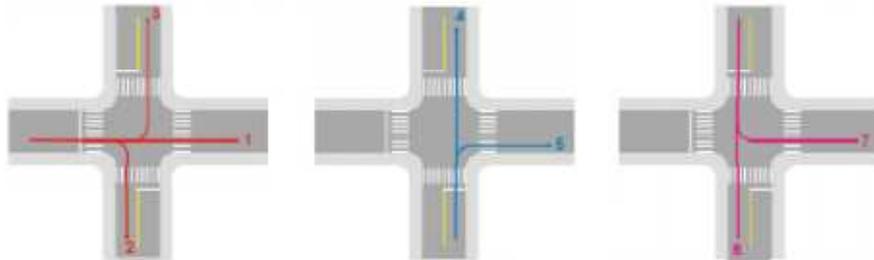
Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2007)

2.1.3.2. Divergentes

Quando os veículos de uma corrente de tráfego se separam e formam trajetórias independentes. É um movimento simples quando os veículos que divergem são livres para efetuar essa manobra, não tendo que aguardar oportunidade adequada (brechas em corrente oposta) ou reduzir significativamente suas velocidades (trajetórias de saída com raios pequenos,

faixas de trânsito acanhadas ou com pavimento de baixa qualidade) (DNIT, 2005). Conforme ilustra a Figura 2:

Figura 2: Movimentos Divergentes

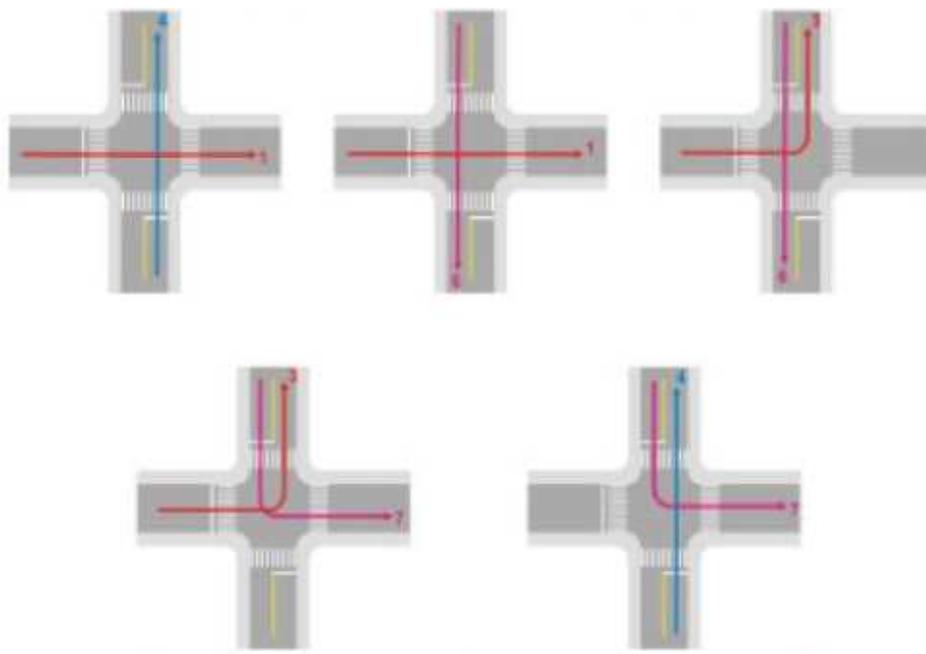


Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2007)

2.1.3.3. Interceptantes

Segundo DENATRAN (2007) São movimentos de veículos que têm origem de trajetória independentes e que a partir disso, se cruzam, entrando em pelo menos um ponto de conflito. A Figura 3 ilustra como são os movimentos interceptantes:

Figura 3: Movimentos Interceptantes

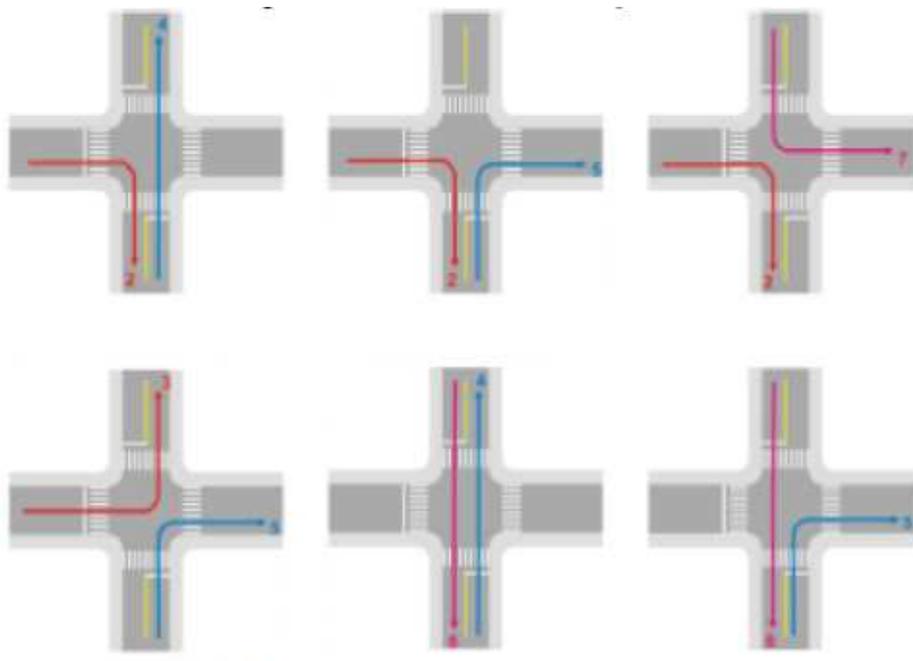


Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2007)

2.1.3.4. Não-interceptantes

Para o DENATRAN (2007) são os movimentos cujas trajetórias não se unem em nenhum ponto, ou seja, não há ponto de conflito entre os veículos, tornando-se independentes em relação à ambas as trajetórias. A Figura 4 ilustra as linhas de movimentos não-interceptantes.

Figura 4: Movimentos Não-interceptantes



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V - Sinalização Semafórica (2007)

2.2. Características dos motoristas, pedestres e veículos

2.2.1. Motoristas

As pessoas apresentam diferentes graus de percepção de visão, audição, avaliações e reações para informações, mudanças ou tomadas de decisões, tendo vários fatores englobados nesses níveis de percepção, por exemplo, uma pessoa que esteja sob efeito do álcool, fadiga, temperatura, hora

do dia, entre outros. Segundo DNIT (2005) é necessário que possuam critérios cuidadosos para o uso dos parâmetros do projeto, sendo estes, através de valores médios, o principal objetivo para uma boa avaliação, adotando fatores que incorporem a maior quantidade possível de motoristas, tornando os cálculos realistas e adequados para a situação estudada.

2.2.1.1. Os sentidos

O processamento humano de algum tipo de reação ao trânsito é resultado das informações perceptivas da audição e visão, sendo estes divididos em subtópicos:

- **Acuidade visual.** É definida como a habilidade de distinguir detalhes peculiares de objetos, possuindo dois tipos importante em casos emergenciais: estático e dinâmico. Estático é dado pela percepção do motorista à um objeto, estando ambos parados, atingindo um tempo entre 0,5 a 1 segundo. Em casos de objetos em movimento, mesmo fora de sua visão, é dado o intervalo de 3° a 5° para percepção do objeto com grande nitidez em relação ao ângulo cônico e de 10° ou 12° para pequena nitidez. (DNIT, 2005)
- **Visão periférica.** O ângulo para esse tipo de visão pode chegar a 160° de abertura, porém há sua redução em casos de velocidades elevadas para 40° a 100 km/h. Esse campo de visão também é afetada pela idade do motorista. (DNIT, 2005)
- **Visão de cor.** Não possui muita importância em distinguir direções, porém é necessário observar combinações “branco e preto” e “amarelo e preto” que são as que mais sensibilizam a visão. (DNIT, 2005)
- **Ofuscamento.** Na presença de luzes intensas no campo de visão, o motorista reduz as condições de visibilidade e causa desconforto aos olhos, em vários casos, o mais comum é ocorrido pela “luz alta” exercida por veículos em direções opostas. O tempo de acomodação da visão após ofuscamentos é de 3 segundos para um ambiente escuro para um fortemente iluminado, em casos contrários é dado por 6 segundos para a sua acomodação. (DNIT, 2005)

- **Visão de profundidade.** Seu objetivo é a avaliação de velocidades e distâncias, porém há uma grande limitação na percepção humana, havendo assim, a complementação com dispositivos de sinalização, com formas, cores e dimensões padronizadas, para o funcionamento efetivo na orientação nas bases de referência das distâncias e velocidades. (DNIT, 2005)
- **Audição.** São importantes principalmente em casos de sinais de advertência para o motorista, um exemplo seriam as buzinas, sirenes de ambulâncias ou carros da polícia, entre outros. (DNIT, 2005)

2.2.1.2. Processo de Percepção e Reação

Esse processo é feito pela análise de todas as etapas que o motorista irá levar em função dos estímulos de captação em uma rodovia, sendo estes:

- **Percepção:** O tempo que o motorista irá levar para vê um sinal, objeto, animal, etc;
- **Identificação:** Identificação do que o motorista irá vê;
- **Decisão:** A mudança ou permanência de alguma ação do motorista;
- **Reação:** A execução da ação gerada pela decisão do motorista.

Segundo Fambro, Fitzpatrick, Koppa (1997) o tempo decorrido durante todo o processo mencionado é denominado Tempo de Percepção e Reação (TPR). Esse tempo varia de acordo com as condições da rodovia, da pessoa envolvida e de seus estímulos, porém de acordo com estudos, eventos esperados a média dos valores do TPR é 0,64s, estando 95% dos valores abaixo de 1,64s. Para eventos inesperados tem-se respectivamente 1,00s e 1,98s. Considerando, entretanto, que para efeito de projeto se deve adotar uma margem de segurança de 0,5s, o TPR recomendado é de 2,5s, o qual atende a quase totalidade dos motoristas nas condições mais diversas. Estudos recentes mostram que o Tempo de Percepção e Reação de 2,5s atende a mais de 90% dos motoristas, incluídos os de idade avançada.

2.2.2. Pedestres

2.2.2.1. Características Gerais

As principais causas para grande preocupação dos técnicos e engenheiros de tráfego são os pedestres, sendo estes caracterizados por serem elementos mais frágeis em casos de acidentes, contato com veículos por mais sutil que seja, também pela a inconstância na trajetória de seus deslocamentos, ou até mesmo mudanças bruscas em sua direção.

Segundo DNIT (2005) os pedestres possuem uma grande preferência por caminhos que melhor atendem as suas necessidades de distância, conforto, diante disso, podem estar sujeitos à falta de segurança, entrando em alguns trajetos que podem ocasionar certo risco aos mesmos, diante dessa afirmação preocupante, destacam-se características gerais dos pedestres, que são:

- Imprevisíveis, falta de costumes corretos em relação às leis de trânsito, podendo achar que não são obrigados a se policiarem;
- A não utilização de toda largura da calçada, onde seria o lugar mais adequado para que mantenham sua própria segurança, um exemplo desses casos seria o afastamento no mínimo 0,45 m das vitrines paredes e muros.
- A maioria dos pedestres decidem criar travessias fora das definidas por projetos, por fatores como o comodismo ou preferências.
- O descuidado em travessias, em casos de idades elevadas, a perda de alguns sentidos ou até mesmo uma velocidade menor de locomoção torna-se uma grande preocupação para os motoristas e gestores de tráfego.

2.2.2.2. Velocidades dos Pedestres

A velocidade com que os pedestres atravessam uma via varia de 0,8 m/s a 1,8 m/s, com os mais velhos na faixa inferior. Para fins de projeto, para uma proporção de menos que 20% de idosos (>65 anos), a velocidade é da ordem de 1,2 m/s. Para maior proporção de idosos a velocidade decresce para

1,0 m/s. Nas calçadas o fluxo livre de pedestres tem velocidade da ordem de 1,5 m/s. (DNIT, 2005)

2.2.3. Veículos

Para que sejam enquadrados em projetos relacionados a tráfegos ou sinalizações, é necessário estabelecer critérios que garantam que os veículos sejam usuais de acordo com os atendimentos requeridos em todos os parâmetros do código de trânsito, em outras palavras, com características físicas e operacionais que farão uso no sistema de tráfego.

2.3. Sinalização de trânsito

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) (2008) define sinalização de trânsito como sendo um conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados na via pública com o objetivo de garantir sua utilização adequada, possibilitando melhor fluidez no trânsito e maior segurança dos veículos e pedestres que nela circulam. A sinalização é dividida em dois tipos: vertical e horizontal, são definidas da seguinte maneira:

2.3.1. Sinalização Vertical

Segundo CTB (2008) a sinalização vertical é composta por placas, fixadas ao lado ou suspensas sobre a pista, que transmitem mensagens e advertências de maneira objetiva e permanente.

É classificada em três tipos, de acordo com sua função:

✓ Sinalização de Regulamentação

As placas de regulamentação têm objetivo de comunicar aos usuários as condições, proibições, restrições ou obrigações no uso da via.

Suas mensagens são imperativas o desrespeito a elas constitui infração. A sinalização de regulamentação é baseada em placas circulares nas cores brancas e vermelhas. Podem também em

algumas exceções ser apresentadas em formas triangulares ou octogonais (LUZA, ROLDO, 2013, 17 p.).

✓ **Sinalização de Advertência**

As placas de advertência têm por finalidade alertar aos motoristas e pedestres as condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Segundo o CTB (2008), possuem formas quadradas com um dos ângulos na vertical, com cores amarela e preta no centro e na tarja respectivamente.

✓ **Sinalização de Indicação**

As placas de indicação têm como efeito identificar as vias, os destinos e os locais de interesse; orientar condutores de veículos quanto aos percursos, destinos, distâncias e serviços auxiliares, podendo também educar o usuário. Os principais focos dessa modalidade de sinalização são mensagens informativas ou educativas (CTB, 2008).

2.3.2. Sinalização Horizontal

De acordo com o CTB (2008) essa classificação de sinalização viária se caracteriza por utilizar linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias. Têm como objetivos: organizar o fluxo de usuários das vias; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos, complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação. Em casos específicos, têm artifício de regulamentação.

De acordo com o DENATRAN (2004) a sinalização horizontal, assim como a vertical, possui características peculiares, sendo estas destacadas:

- ✓ **Traçado Contínuo:** Linhas sem interrupção pelo trecho da via onde estão demarcando; podem estar longitudinalmente ou transversalmente apostas à via;
- ✓ **Tracejada ou Seccionada:** São linhas interrompidas, com espaçamentos respectivamente de extensão igual ou maior que o traço;

- ✓ **Setas, Símbolos e Legendas:** São informações escritas ou desenhadas no pavimento, indicando uma situação ou complementando sinalização vertical existente;
- ✓ **Cores:**
 - Amarela: utilizada para regular fluxos de sentidos opostos; delimitar de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e; demarcar obstáculos.
 - Branca: utilizada para regular fluxos de mesmo sentido; delimitar trechos destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; marcar faixas de travessias de pedestres e; na pintura de símbolos e legendas.
 - Vermelha: utilizada para demarcar ciclofaixas e/ou ciclovias e nos símbolos de hospitais e farmácias (cruz).
 - Azul: utilizada nas pinturas de símbolos em áreas de estacionamento ou de parada para embarque e desembarque, para pessoas portadoras de deficiência física.
 - Preto: utilizada para proporcionar contraste entre o pavimento e a pintura.

2.4. Sinalização Semafórica

De acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização – Volume V apresentado pelo DENATRAN (2007) 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 objetivo de notificar variadas mensagens ao corpo composto do sistema viário público, de acordo com o código de trânsito, advertindo e regulamentando o direito de tomadas de decisões de forma segura e organizada no conjunto viário. Dentre suas funções, duas se destacam, que são:

- Organizar em sentido regulamentador do direito de passagem dos diversos fluxos viários, sendo de veículos ou pedestres.

- Advertir motoristas e pedestres, conduzindo-lhes à uma opção mais segura e prevista de acordo com a previsão dos projetos de trânsito.

O subsistema de sinalização semafórica é composto, basicamente, de um conjunto de indicações luminosas (semáforo ou grupo focal), fixado ao lado da via ou suspenso sobre ela, e dispositivo eletromecânico ou eletrônico (controlador) responsável pelo acionamento dessas indicações luminosas. Em situações específicas, tais como uso de dispositivos de detecção do tráfego, equipamentos de fiscalização não metrológicos e centrais de controle em área podem ser associados à sinalização semafórica de regulamentação (DENATRAN, 2007, 11 p.).

A forma de operação de uma sinalização semafórica deve ser contínua e criteriosa de acordo com suas especificações, dependendo de vários fatores que serão vistos posteriormente. Sua classificação é dada de acordo com a sua função, definidas por:

- Sinalização semafórica de regulamentação – tem função de controlar o fluxo do trânsito, geralmente são postos em interseção ou seção de via, sua mensagem é transmitida através de indicações luminosas.

Sinalização semafórica de advertência – tem ofício de advertir sobre uma situação perigosa ou possíveis obstáculos, na maioria dos casos, a sua implementação tem intuito de conduzir o indivíduo à reduzir a sua velocidade de trajeto, adotando maior cautela na sua travessia (DENATRAN, 2007).

2.4.1. Padrão de sinalização semafórica

De acordo com o DENATRAN (2007) combinações de cores, formas e sinal integrantes podem ter significados distintos, possuindo particularidades nas transmissões de informações. Para controle de fluxo de veículos:

- Vermelho: Representa obrigatoriedade de parar;
- Amarelo: Representa ao motorista o sentido de ter atenção, lembrando que está diante de uma situação de transição entre parar e seguir;
- Verde: Representa a permissão de seguir.

A Figura 5 ilustra semáforos mais comuns nas cidades, geralmente destinadas a motoristas viários, compostos de três luzes dispostas em seqüência pré-estabelecida:

Figura 5: Semáforo Composto por três luzes

Fonte: Trânsito ideal

Compostos de duas luzes dispostas em seqüência pré-estabelecida (vertical ou horizontal): Nesse caso específico, geralmente é utilizado em controles de acesso específico, sendo o “amarelo” substituído pelas duas luzes acesas ao mesmo tempo, ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Semáforo composto por duas luzes

Fonte: Trânsito ideal

Com símbolos, pode estar sozinho ou anexado à um semáforo de três ou duas luzes, indicando direção controlada, direção livre e controle de faixa reversível, ilustrados nas Figuras 7, 8 e 9 respectivamente.

Figura 7: Direção controlada (amarelo com seta é opcional)

Fonte: Trânsito ideal

Figura 8: Direção Livre

Fonte: Trânsito Ideal

Figura 9: Controle ou Faixa Reversível

Fonte: Trânsito Ideal

Para controle de fluxo de pedestres: Formados por focos em vermelho e verde, com pictogramas respectivos, ilustrados pela Figura 10. Suas características são dadas por:

- Vermelho: Indica a proibição de passagem dos pedestres;
- Vermelho Intermitente: Indica que o tempo de passagem dos pedestres está acabando, ou seja, está em um período de transição entre o direito de passagem e a parada obrigatória, pode ser comparado ao sinal “amarelo” no caso dos motoristas;
- Verde: Indica que os pedestres podem passar.

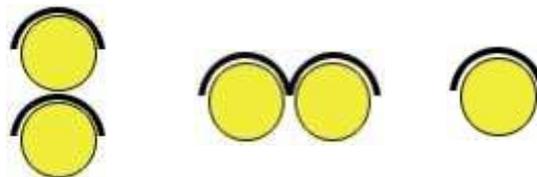
Figura 10: Semáforo para fluxo de pedestres

Fonte: Trânsito Ideal

De acordo com Luza, Roldo, (2013) Sinalização semafórica de advertência: Tem função de advertir ou indicar algum obstáculo próximo ou situações perigosas, orientando aos motoristas a reduzir a velocidade, é caracterizado pela cor da sua sinalização amarela, cujo funcionamento é

intermitente, em casos de duas luzes, piscante de forma alternada, ilustrado na Figura 11.

Figura 11: Formas de sinalização semafórica de advertência



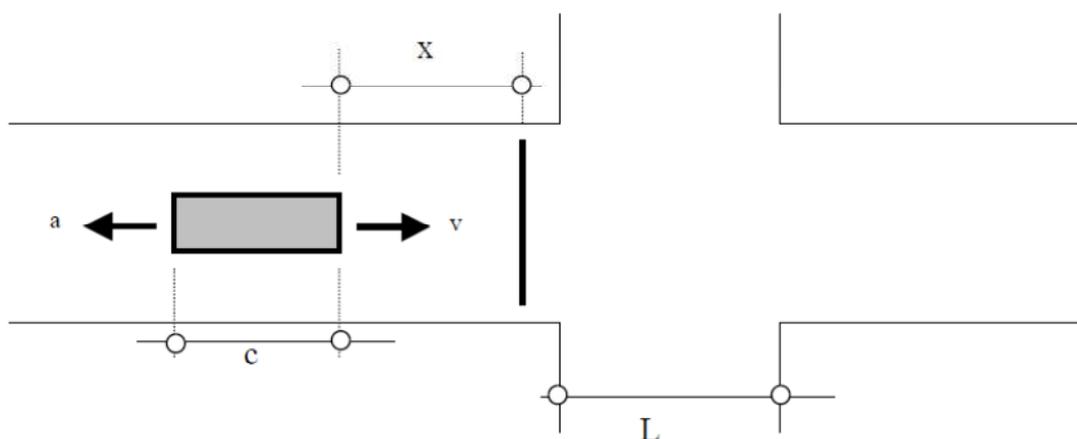
Fonte: Trânsito Ideal

2.4.2. Critérios para implantação da sinalização semafórica

2.4.2.1. Teoria do Entreverdes

O Tempo de Entreverdes é dado pela parte do estágio relacionado ao fim do intervalo de verde, gerando fatores de segurança para o sistema viário, em outras palavras, quando o foco analisado são os motoristas, é consistido pelo tempo de amarelo somado ao tempo de vermelho geral. De acordo com Pedro Akishino (2002). A primeira afirmação dessa teoria foi desenvolvida por Gazis em 1959, apesar das grandes mudanças em todos os efeitos de trânsito da nossa atualidade, a sua teoria ainda é universalmente aceita, conforme a ilustração da Figura 12:

Figura 12: Variáveis da Teoria de Entreverdes



Fonte: Algumas Técnicas de Engenharia de Tráfego na Redução de Prevenção de Acidentes de Trânsito - cap 5 - semáforos

Onde:

x = distância que o veículo se encontra da retenção quando surge o amarelo.

c = comprimento do carro.

L = largura da transversal.

v = velocidade de aproximação.

a = máxima desaceleração que o motorista/veículo aceitam.

T_{pr} = tempo perdido pelo motorista, composto pela demora da percepção e pelo tempo necessário para a reação.

Para que o veículo passe pelo processo de frenagem na retenção, é necessário seguir pela Equação 1:

$$x \geq v \times T_{pr} + \frac{v^2}{2a} \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo o x considerado o valor crítico para que o veículo dê tempo de frear sem ultrapassar os limites de retenção que o sistema de trânsito permite. Para que todos os veículos possuam a capacidade e tempo para sair da área de conflito, é considerado a pior situação entre eles, que se encontra da distância do x crítico. Dessa forma, calcula-se o tempo do sinal amarelo (A) do semáforo pela Equação 2:

$$A = T_{pr} + \frac{v}{2a} + \frac{L + c}{v} \quad \text{Equação (2)}$$

Obviamente, se o tempo do amarelo for inferior a esse valor, o veículo consequentemente não conseguirá frear a tempo, ficando em uma situação em que se avançar não dará tempo de cruzar a área de conflito sem fechar o sinal, dando-se o nome de região de dilema. As parcelas $L + c$ serão referentes ao escoamento de veículos com o vermelho geral, porém somente o amarelo possui esse objetivo, adquirindo a simplificação na Equação 3:

$$A = T_{pr} + \frac{v}{2a} \quad \text{Equação (3)}$$

A partir do instante que o sinal verde é aberto, existe um intervalo de demora que é medida até que os veículos adentrem no cruzamento, esse valor é dado por 3,3 segundos de acordo com a bibliografia, porém exagerado, pois é levado em conta que os veículos estão parados no momento em que é aberto o sinal verde. De acordo com esse levantamento, foram apreciadas situações diferentes destas, mais críticas, e nenhum valor encontrado foi menor que 1,2 segundos, ou seja, por ser um fator de segurança, pode-se considerar nesse fator um valor de 1,2 segundos, com base de que quase nenhuma situação irá ser mais arriscada que isso, sendo o valor mínimo nomeado de T_f . Resumindo, o cálculo do tempo de vermelho geral (VG) é determinado pela Equação 4:

$$VG = \frac{L + c}{v} - T_f \quad \text{Equação (4)}$$

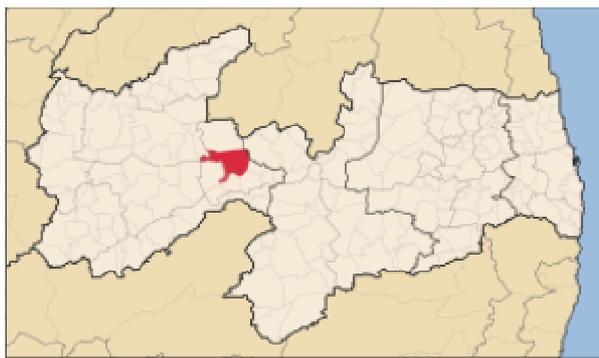
3. METODOLOGIA

A presente avaliação foi realizada no município de Patos, localizado na Paraíba, tratando-se da análise da segurança que deveria ser amparada pelos semáforos de algumas regiões onde a densidade de veículos é maior, causando riscos de acidentes, congestionamentos, acarretando em diversos fatores negativos para o sistema de trânsito patoense.

3.1. Local estudado

A análise foi realizada em alguns pontos de semáforos na cidade de Patos, tendo referência de locais com elevado índice de fluxo de veículos ou com altos riscos do sistema viária do determinado local selecionado. O município estudado é localizado no estado Paraíba, a Figura 13 ilustra a sua localização.

Figura 13: Localização do município de Patos - PB



Fonte: Google Imagens

Foram selecionados semáforos de acordo com o índice de fluxo e histórico de problemas apresentados nos determinados pontos, geralmente em horários de picos, nas ruas Felizardo Leite, Porfírio, Prado e na Avenida Solon de Lucena. Recentemente as ruas Felizardo Leite e Porfírio foram implantados sistemas semafóricos, pelo fato de serem zonas de bastante risco pelo elevado fluxo de carros, demandando elevada prudência aos motoristas e pedestres. A Figura 14 ilustra pontos de semáforos nas ruas Portírio e Prado.

Figura 14: Ponto de Semáforos selecionados nas ruas Porfírio (destaque esquerdo) e Prado (destaque direito) , Patos - PB



Fonte: Google Earth

A Figura 15 ilustra os pontos de semáforos na Avenida Solon de Lucena, localizada no centro de Patos, onde se concentra o maior fluxo viário do município.

Figura 15: Ponto de Semáforos selecionados na Avenida Solon de Lucena, Patos - PB



Fonte: Google Earth

A Figura 16 ilustra ponto de semáforos na rua Felizardo Leite, o cruzamento destacado dá acesso a shopping, supermercados e ao centro do município.

Figura 16: Ponto de Semáforos selecionados na Rua Felizardo Leite, Patos - PB



Fonte: Google Earth

Foi realizada a medição de comprimentos dos cruzamentos relacionados ao sistema semaforico respectivo para gerar valores de todos os parâmetros necessários dos cálculos dos tempos de “entreverdes” dos semáforos utilizando uma trena, gerando valores que condizem a realidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que haja coerência nos cálculos para a utilização da equação do tempo de “entreverdes” são necessárias adaptações de acordo com a região estudada, a sinalização e fatores que são variáveis, entrando em equilíbrio de valores com intuito de englobar a maior parcela dos motoristas.

- Tempo de percepção e reação: é conceituado como o tempo perdido pelo motorista, composto pelo tempo de percepção e o tempo de reação até começar a frear. Pesquisas desenvolvidas para apontarem a exatidão desse tempo possui intervalos de 0,8 à 1,2 segundos, por ser considerada uma variação minúscula, adotou-se o valor de 1 segundo para o tempo de percepção (T_{pr}).

- Velocidade: Por falta de equipamentos para medição do tempo dos carros que iram passar no fluxo, adotou-se a determinação da velocidade dos automóveis segundo o Código Nacional de Trânsito , sendo dada por: 40 km/h nas vias secundárias, 60 km/h nas preferenciais, 80 km/h nas vias expressas.
- Desaceleração máxima: Segundo a literatura, as recomendações encontradas para valores de desaceleração máxima aceita pelo motoristas são dentro do intervalo de 2,0 m/s² e 4,2 m/s², adotando a média com objetivo de atingir maior concentração de motoristas, analisando também outros trabalhos feitos com o mesmo assunto, destacou-se o valor de 2,8 m/s².

Com base em todos esses parâmetros e com a utilização da Equação 3, foi possível obter o tempo do “amarelo” para análise correta dos semáforos.

Sendo:

- T_{pr}: 1 segundo
- a: 2,8 m/s²

O Quadro 1 apresenta o tempo de sinalização amarela em função dos limites de velocidade.

Quadro 1: Resultados dos tempos de “amarelo”

Velocidade (Km/h)	Velocidade (m/s)	Tempo de Amarelo (s)
40	11,11	2,98
60	16,67	3,98
80	22,22	4,97

O dimensionamento do tempo de vermelho geral é feito pela Equação 5:

$$VG = \frac{L + c}{v} - Tf \quad \text{Equação (5)}$$

Sendo:

- T_f determinado pelo valor de 1,2 segundos;
- C definido como o comprimento dos carros estudados, adotando o valor médio de 5 metros;
- L é a medida das transversais dos pontos selecionados, ajustado de acordo com rua Felizardo Leite, rua Porfírio da Costa, rua do Prado, avenida Solon de Lucena, representados por Tipo A, B, C e D, respectivamente, mostrados no quadro a seguir.

Mediu-se as larguras das transversais de cada rua e avenida selecionadas para o estudo, foi obtido:

- ✓ Rua Felizardo Leite: 11,1 (onze vírgula um) metros;
- ✓ Rua Porfírio: 12,4 (doze vírgula quatro) metros;
- ✓ Rua do Prado: 13 (treze) metros;
- ✓ Avenida Solon de Lucena: 23 (vinte três) metros.

Com princípio do valores colhidos, foi possível a construção do Quadro 2 mostrando o tempo de vermelho geral para cada tipo:

Quadro 2: Resultados dos tempos de vermelho geral

Velocidade (m/s)	Tipo A (s)	Tipo B (s)	Tipo C (s)	Tipo D (s)
11,11	0,25	0,37	0,54	1,32
16,67	0	0	0	0,47
22,22	0	0	0	0

No caso do município de Patos, as vias do tipo A,B e C são classificadas como secundárias, a do tipo D, é considerada como via Arterial (preferenciais).

5. CONCLUSÃO

Conforme os dados colhidos e os cálculos feitos de acordo com a fórmula de Grazis, nenhum local necessita de tempo de vermelho geral, porém a Rua Felizardo Leite e a Avenida Solon de Lucena possuem 2 segundos de acréscimo.

Os valores colhidos dos tempos de “amarelo” em todos os pontos selecionados foram de 4 segundos, entretanto de acordo com os resultados da equação de Grazis só seriam necessários 3 segundos para esse tempo nas ruas, nas avenidas necessitam de 4 segundos.

Com base nessas observações, foi subentendido que foram feitas alterações nessas localizações específicas, prováveis fatores que podem ter sido levados em consideração na implantação da logística dos semáforos como: histórico de problemas relacionados aos motoristas e sua organização sistemática.

ABSTRACT

Nowadays, urban centers have been growing uncontrollably. As a result, the population has evolved and, consequently, their means of transport are becoming more and more common and numerous, generating problems of traffic management, causing several problems such as: stress and Accidents, in front of this, traffic lights are the main targets to be studied in this article, more precisely their times of "entreverdes". The present work has the purpose of analyzing comparatively the time of intersections of the traffic lights of regions that have the greatest traffic flow in the municipality of Patos, located in Paraíba, with the theoretical calculations. Measurements of the crossings of the Felizardo Leite, Porfirio da Costa, Prado and Solon de Lucena avenues, renamed Type A, B, C and D respectively, were analyzed. All factors were analyzed to make calculations possible Using the Grazis formula. It was observed that, according to the routes studied, the appropriate velocities were determined, with all parameters, generating the values of 3 seconds of "yellow" signal for the streets and 4 seconds for the avenue. For the general red value, the approximate value of zero seconds was determined for all the traffic light spots checked at work. According to the data collected at the traffic lights, there was a certain mismatch between the literature and the actual measurement of the traffic lights, for the yellow signals, all the traffic lights were measured with 4 seconds, but in the streets only 3 seconds, the general red time was not necessary By the calculations of the Grazis equation in no analyzed signal, but in types C and D were verified 2 seconds of that time, thus generating, the perception of more security considerations, in other words, the problems of accidents are not caused by the times of "entreverdes" Of traffic lights.

Keywords: Accidents, Security , Grazis.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, P. **Algumas Técnicas de Engenharia de Tráfego na Redução e Prevenção de Acidentes de Trânsito: SEMÁFOROS**. P. 139 – 164.

ANTP. **PlanMob Construindo a Cidade Sustentável-1 Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**, 2007.

BACCHIERI, G.; BARROS, A.J.D. **Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados**. [Editorial]. Revista Saúde Pública, p. 950, jan./ ago., 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. **Código de Trânsito Brasileiro e Legislação Complementar em vigor**. Brasília: DENATRAN, 2008.

BRASIL. Ministério das Cidades. **PlanMob: construindo a cidade sustentável – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

CONTRAN. **Código de Trânsito Brasileiro**. Instituído pela Lei nº 9.503, de 23-09-97. 3ª edição. Brasília: DENATRAN, 2008.

DENATRAN. **Volume V – Sinalização Semafórica. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**, 2007.

Departamento de Transportes, **Desenvolvido em Software Livre e hospedado pelo Centro de Computação Eletrônica da UFPR**, disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/eng_trafego_optativa/arquivos/INTERSECAO_ROD_OVIARIA.pdf>. Acesso em Abril de 2017.

Fambro, D.B.; K. Fitzpatrick; R.J.Koppa. **Determination of Stopping Sight Distances**, NCHRP Report 400, Washington, D.C.: Transportation Research Board, 1997.

LUZA, L.A.; ROLDO, L.Z. **Estudo para melhoria de tráfego do cruzamento das ruas Guarani e Nereu Ramosna cidade de Pato Branco – PR através de análise de implantação semafórica**. 2013. 103 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, departamento acadêmico de construção civil. 2013.

MT, DNIT, DPP, IPR. **Manual de projeto de interseções**. Rio de Janeiro: DNIT, 2005. 528 p.

Trânsito Ideal, **Sinalização de trânsito**, disponível em:
<<http://www.transitoideal.com/pt/artigo/1/conductor/49/sinalizacao-de-transito>>
Acesso em fev. 2017.