



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RIVALDO SOARES DO NASCIMENTO FILHO

ENGENHARIA DE TRÁFEGO: PLANEJAMENTO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL
DA UFPE – CAMPUS CARUARU

Caruaru,
2019.

RIVALDO SOARES DO NASCIMENTO FILHO

**ENGENHARIA DE TRÁFEGO: PLANEJAMENTO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL
DA UFPE – CAMPUS CARUARU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Acadêmico do Agreste - CAA, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito para aprovação da disciplina “Trabalho de Conclusão de Curso II”.

Área de Concentração: Estradas e transportes

Orientador: Prof. Dra. Jocilene Otilia da Costa

Caruaru,
2019.

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

N244e Nascimento Filho, Rivaldo Soares do.
Engenharia de tráfego: planejamento da sinalização vertical da UFPE – Campus Caruaru. / Rivaldo Soares do Nascimento Filho. – 2019.
69 f. il. : 30 cm.

Orientadora: Jocilene Otília da Costa.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia Civil, 2019.
Inclui Referências.

1. Sinais e sinalização. 2. Trânsito – Sinalização vertical. 3. Centro Acadêmico do Agreste. 4. Polo Gerador de Viagem. I. Costa, Jocilene Otília da (Orientadora). II. Título.

CDD 620 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-154)

RIVALDO SOARES DO NASCIMENTO FILHO

**ENGENHARIA DE TRÁFEGO: PLANEJAMENTO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL
DA UFPE – CAMPUS CARUARU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Acadêmico do Agreste - CAA, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito para aprovação da disciplina “Trabalho de Conclusão de Curso II”.

Aprovado em: 15/07/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Jocilene Otilia da Costa (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. José Moura Soares (Avaliador 1)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. M.Sc. Larissa Virgínia da Silva Ribas (Avaliador 2)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família por sempre ter me direcionado aos estudos e me apoiado nas decisões importantes da minha vida. Em especial a minha mãe, a mulher mais trabalhadora, esforçada, bem-humorada, dedicada aos filhos e carinhosa que conheço. A pessoa que sempre me apoio e acreditou que eu poderia atingir meus objetivos, mesmo quando nem eu tinha muita confiança se conseguiria. As vitórias que eu estou conquistando e as futuras vitórias que virão são e serão sempre dedicados a ela.

Agradeço ao meu pai, pelo trabalho e esforço que sempre teve para dar a nossa família a melhor educação, alimentação e moradia. Por ter entendido, aceitado e apoiado meus objetivos, e por sempre fazer o melhor por nossa família. Minhas vitórias também são dele.

Agradeço a minha namorada Danielle Tavares, que há anos vem me ajudando, me apoiando e entendendo minhas ausências nos momentos de dedicação aos estudos. Sem dúvidas, entrou na minha vida pra somar e me fazer mais feliz.

Agradeço a minha avó Luciani do Carmo Nunes, que sempre me acolheu em sua casa da melhor forma possível e sempre se esforçou pra me agradar.

Agradeço aos meus irmãos Rian e Riani pelo companheirismo que sempre tiveram comigo e por todo carinho que temos um com o outro. Apesar da distância, estarei sempre pensando no bem deles.

Agradeço ao meu tio Nivaldo Júnior, por todo apoio e dicas que me deu na graduação, pelo suporte neste trabalho e também pelas diversas conversas proveitosas que tivemos a respeito do futuro.

Agradeço a minha orientadora, Jocilene Otília da Costa, a qual sempre se mostrou disponível para sanar minhas dúvidas sobre esse trabalho, e sempre me auxiliou na elaboração desse projeto.

Agradeço a Mariberto por ter disponibilizado a planta baixa do sistema viário do CAA, que foi de suma importância para a conclusão deste trabalho.

Agradeço à instituição UFPE e aos seus professores pelo empenho em repassar os conhecimentos para os alunos.

RESUMO

O Campus do Agreste, localizado em Caruaru, Pernambuco, é um dos campi mais importantes da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Circulam por seus corredores e vias mais de quatro mil alunos, além de técnicos e professores. Esse centro de ensino é considerado um Polo Gerador de Viagem (PGV), por esse motivo, é tamanha a importância de que suas vias internas sejam bem sinalizadas e regulamentadas. O presente trabalho buscou a elaboração de um projeto de sinalização viária seguro e eficiente para as vias internas do Centro Acadêmico do Agreste (CAA), utilizando como base as normas vigentes quanto à regulação de trânsito, com evidência para o Código de Trânsito Brasileiro e os manuais de sinalização do CONTRAN. Para a identificação dos pontos onde a sinalização se fazia necessária foi feito um levantamento dos itens de sinalização vertical existentes no campus através de fotos atuais feitas pelo próprio autor e com o auxílio do projeto geométrico já existente do CAA cedido pelo setor de infraestrutura desse centro de ensino, foi elaborado o projeto de sinalização viária do campus, o qual é o objetivo do presente trabalho. Para a produção desse projeto foi utilizado o software AutoCAD versão 2017, com o auxílio do plugin SINC versão de teste, disponibilizado pelo SebraeSoluções.

Palavras-chave: Sinalização viária vertical. Polo Gerador de Viagem (PGV). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

ABSTRACT

The Campus do Agreste, located in Caruaru, Pernambuco, is one of the most important campuses of the Federal University of Pernambuco (FUPE). They circulate through their corridors and route more than four thousand students, as well as technicians and teachers. This educational center is considered a Polo Generator of Travel (PGT), for that reason, it is so important that its internal ways are well signaled and regulated. The present work aimed at the elaboration of a safe and efficient road signaling project for the internal routes of the Agreste Academic Center (CAA), based on the current rules on traffic regulation, with evidence for the Brazilian Traffic Code and the CONTRAN signaling manuals. In order to identify the points where the signaling was necessary, a survey was made of the vertical signage items on the campus through current photos made by the author himself and with the aid of the existing geometric design of the CAA provided by the infrastructure sector of this center the campus road signaling project, which is the objective of this work. For the production of this project was used the software AutoCAD version 2017, with the help of the plugin SINC test version, made available by SebraeSolutions.

Keywords: Vertical road signs. Polo Generator Travel (PGT). Federal University of Pernambuco (FUPE).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
GAO	<i>General Accounting Office</i>
IMT	<i>Instituto Mexicano del Transporte</i>
NCHRP	<i>National Cooperative Highway Research Program</i>
RU	Restaurante Universitário
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Justificativa	11
1.2	Motivação	11
1.3	Objetivos.....	12
1.3.1	Objetivo Geral	12
1.3.2	Objetivos Específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Segurança no Trânsito.	13
2.2	Polos geradores de viagem	18
2.3	Projetos geométricos de vias.....	23
2.3.1	Traçado	24
2.3.1.1	<i>Alinhamento Horizontal</i>	<i>24</i>
2.3.1.2	<i>Alinhamento Vertical.....</i>	<i>25</i>
2.3.2	Seção Transversal	26
2.3.2.1	<i>Faixas</i>	<i>26</i>
2.3.2.2	<i>Canteiro central.....</i>	<i>27</i>
2.3.2.3	<i>Barreiras longitudinais de contenção</i>	<i>28</i>
2.3.2.4	<i>Acostamento</i>	<i>29</i>
2.3.2.5	<i>Calçadas</i>	<i>30</i>
2.3.2.6	<i>Faixas auxiliares de ultrapassagem</i>	<i>30</i>
2.4	Sinalização viária.....	32
2.4.1	Sinalização vertical.....	33
2.4.1.1	<i>Sinalização vertical de regulamentação.....</i>	<i>34</i>
2.4.1.2	<i>Sinalização vertical de advertência.....</i>	<i>35</i>
2.4.1.3	<i>Sinalização vertical de indicação.....</i>	<i>36</i>
2.4.2	Dispositivos de sinalização auxiliar	39
2.4.3	Sinais luminosos	39
2.4.3.1	<i>Painel eletrônico fixo</i>	<i>40</i>
2.4.3.2	<i>Painel eletrônico móvel.....</i>	<i>40</i>
2.4.3.3	<i>Painel com setas luminosas.....</i>	<i>41</i>
3	METODOLOGIA.....	42
3.1	Identificação da área de estudo	42
3.2	Levantamento dos itens da sinalização vertical existente no campus.....	44

3.3	Verificação da compatibilidade da sinalização existente com a literatura normativa.....	44
3.4	Proposta de sinalização	45
4	PLANEJAMENTO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL DO CAA.....	46
4.1	Identificação da área de estudo	46
4.2	Verificação da compatibilidade da sinalização existente com a literatura normativa.....	46
4.2.1	Levantamento dos itens da sinalização vertical existente	46
4.3	Proposta de sinalização	48
4.3.1	Problema 1:.....	48
4.3.2	Problema 2:.....	49
4.3.3	Problema 3:.....	50
4.3.4	Problema 4:.....	51
4.3.5	Problema 5:.....	53
4.3.6	Problema 6:.....	53
4.3.7	Problema 7:.....	54
4.3.8	Problema 8:.....	57
4.3.9	Problema 9:.....	58
4.3.10	Problema 10:.....	60
4.3.11	Problema 11:.....	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito estão entre as 10 maiores causas de morte no mundo, com aproximadamente 1,2 milhão de óbitos por ano. Essa violência no trânsito será o terceiro maior problema de saúde pública em escala mundial, perdendo apenas para doenças coronarianas e para a depressão, segundo a estimativa da OMS (Organização Mundial de Saúde), em 2020 (CARTAXO *et al.*, 2015).

Ainda segundo Cartaxo *et al.* (2015), a implementação de uma sinalização de trânsito eficiente deve ter como objetivo a melhoria na qualidade de vida de toda a sociedade em geral, nos fatores tempo de deslocamento, economia de recursos, na diminuição dos atrasos, preservação do meio ambiente, e principalmente a redução de acidentes.

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) traz em seu Art. 1º, § 2º que o trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, a estes cabendo, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito. Dessa forma, para garantir o direito do cidadão ao trânsito seguro pelas vias faz-se necessário uma sinalização de trânsito eficiente.

Tomando como base o estudo de Rosa (2017), observa-se que o investimento em sinalização de trânsito pode gerar economia para os cofres públicos Rosa (2017) observou que os investimentos em sinalização horizontal, vertical e dispositivos de segurança tiveram como resultado a redução de acidentes rodoviários nas rodovias federais do Estado do Espírito Santo sob jurisdição do DNIT. De fato, constatou-se pelo IBC¹ (Índice Benefício/Custo) que a cada um real investido foi obtido como retorno em redução de acidentes mais de sete reais.

Placas, sinais luminosos, inscrições nas vias, gestos e sons são componentes da sinalização de trânsito que têm a função de regulamentar o trânsito, advertir os usuários das vias, indicar distâncias, sentidos, serviços e localizações.

A sinalização de trânsito busca organizar a circulação de veículos e pessoas nas vias públicas por meio de informações relevantes para disciplina na movimentação do tráfego visando a segurança e fluidez dos usuários. O respeito à sinalização garante um trânsito mais organizado e seguro para os condutores e pedestres.

¹ O IBC consiste num indicador que relaciona os benefícios de um projeto e os seus custos, expressos em termos monetários e em valores presentes.

1.1 Justificativa

O Centro Acadêmico do Agreste (CAA) recebe diariamente cerca de 4.400 alunos, que estão matriculados nos cursos de graduação, além de técnicos e professores do campus e dos alunos de pós-graduação. A convivência entre automóveis e pedestres costuma ser tranquila no CAA, apesar da falta de sinalização na maioria das vias internas. Porém, já existem casos em que a falta de sinalização gera situações prejudiciais aos usuários do CAA, como no caso de condutores que estacionam nas vias, dificultando a locomoção de outros condutores e principalmente dos ônibus que fazem a linha CAA/UFPE-Centro. Para evitar acidentes e tornar essa convivência mais eficiente e segura, uma sinalização viária adequada se faz necessário no campus. Por esse motivo, o presente trabalho tem como foco orientar a sinalização vertical adequada para o campus, tornando possível um aproveitamento deste trabalho para uma possível implementação do projeto por parte da gestão do campus em um momento futuro.

1.2 Motivação

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1997, ANEXO I – DOS CONCEITOS E DEFINIÇÕES), conceitua sinalização como 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.

Dada a relevância da sinalização viária para a segurança dos usuários de uma via, a não implementação eficiente dessa sinalização pode trazer prejuízos à saúde desses usuários, como também outros prejuízos aos responsáveis por esta implementação, já que o CTB deixa claro em seu Art. 1º, § 3º que os órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito respondem, no âmbito das respectivas competências, objetivamente, por danos causados aos cidadãos em virtude de ação, omissão ou erro na execução e manutenção de programas, projetos e serviços que garantam o exercício do direito do trânsito seguro.

Além disso, o CTB também prevê no Art. 90. Que não serão aplicadas as sanções previstas neste Código por inobservância à sinalização quando esta for insuficiente ou incorreta. O que pode tornar o fluxo de automóveis e pedestres um problema, pois sem a sinalização não há a possibilidade de aplicação de sanções, abrindo espaço para imprudências nestes locais onde não há sinalização.

Diante do exposto, é evidente que um campus universitário, local onde diariamente circulam uma extensa frota de automóveis, incluindo ônibus, carros e motocicletas, e uma grande quantidade de pedestres, deve ter suas vias bem sinalizadas vertical e horizontalmente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo permitir que o Centro Acadêmico do Agreste seja um local de trânsito seguro e mais organizado, para que a locomoção dos alunos, técnicos, professores e usuários em geral seja mais eficiente através do planejamento da sinalização vertical do campus, que fica localizado em Caruaru.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais problemas e desafios no âmbito da sinalização vertical no CAA que possam se beneficiar das soluções propostas por este projeto;
- Planejar a dinâmica de sinalização vertical para otimizar o tráfego local;
- Reorientar o cenário de sinalização vertical vigente;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Segurança no Trânsito.

O Código de Trânsito Brasileiro conceitua o trânsito como sendo a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga. Logo em seguida, afirma que o trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, o que faz surgir a responsabilidade dos órgãos públicos de garantir o trânsito seguros para os cidadãos brasileiros.

O Sistema Nacional de Trânsito (SNT) é formado por órgãos das três esferas do poder: federal, estadual e municipal. São estes os órgãos que formam o SNT e que são responsáveis pelo trânsito seguro no âmbito das respectivas competências:

Figura 1 – Composição do SNT

	Federal	Estadual	Municipal
Normativo	CONTRAN	CETRA CONTRAN/DIFE	Conselho Municipal
Executivo	DENATRAN	DETRAN	Departament o Municipal
Executivo Rodoviário	DNIT/ANTT	DER	Prefeitura Municipal
Fiscalizadores	PRF	PM	Agente Municipal de Trânsito
Recursais	JARI	JARI	JARI

Para Honorato (2011), o dever de garantir um trânsito seguro estende-se a todos, inclusive aos usuários das vias, e não somente ao Poder Público. Segundo este autor, os condutores e pedestres estão em patamar de igualdade de condições quando usufruem das vias, devendo, dessa forma, mudar suas atitudes para adotar comportamentos mais seguros, respeitando as normas gerais de circulação e de segurança.

Sinay e Tamayo (2005) descrevem a segurança viária como um conjunto de condições e fatores interligados que proporcionam a circulação e interação dos diferentes elementos do tráfego na via de forma que gerem apenas níveis aceitáveis de risco e de forma suficientemente segura. Para impor esse conjunto de condições e garantir um trânsito seguro para todos, foi criado o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) ou lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que é a norma que regula o trânsito no Brasil.

Já para Rozestraten (1988) o conceito de trânsito seguro vai além do aspecto normativo. Ele defende que a segurança no trânsito é baseada em um tripé que envolve Engenharia,

Educação e Esforço Legal, o famoso conceito dos 3E. Esse tripé é sustentado por ações combinadas e coordenadas nestas três áreas. Os capítulos VI e VIII do CTB que tratam, respectivamente, de educação e da engenharia e fiscalização, denotam o valor do conceito dos 3E, presente nesse instrumento legal nacional de trânsito (RIGER, 2017).

Uma definição simplista de trânsito seguro é aquele trânsito no qual não existem acidentes e, conseqüentemente não há vítimas. Para Gold (1995), a segurança viária envolve o esforço de toda a comunidade – Poder Público e usuários – com vistas a não ocorrência de acidentes durante a circulação de pessoas e bens pelas vias públicas. A fim de descobrir quais são as medidas necessárias para a redução da ocorrência de acidentes no trânsito, é preciso conhecer as causas dos acidentes de trânsito, objetivando, dessa forma, se aproximar desse cenário ideal de não ocorrência de acidentes de trânsito. (CARNEIRO, 2018)

Segundo Almeida (2011) os acidentes de trânsito podem ser associados a três fatores: homem, máquina e meio. Em geral, a associação desses fatores é que leva ao aumento do risco da ocorrência de acidentes (SIMÕES, 2001). Porém, a análise de forma isolada dessas causas não é coerente, já que elas guardam relação entre si. Por isso, devem ser analisadas como um conjunto de fatores (HAUER, 1990). Rozestraten (1998) afirma que o comportamento humano falho poderia ter sido evitado em diversas situações se a sinalização ou o traçado da via fossem melhores. Para Gold (1998), é possível reduzir significativamente o número de acidentes por meio da engenharia de tráfego, incluindo aí a sinalização viária adequada, ou até mesmo eliminá-los. Além disso, para os projetos de engenharia viária devem ser considerados os aspectos humanos, como tempo de reação e campo de visão (CARNEIRO, 2018).

Mais de 1,2 milhão de pessoas morrem e cerca de 50 milhões ficam feridas no trânsito no mundo anualmente. Esses foram os dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2009, durante a *1ª Conferência Ministerial Global sobre Segurança no Trânsito: Tempo de Ação*, que reuniu representantes dos países membros da Organização das Nações Unidas (ONU). Com o intuito de diminuir esses índices, houve a recomendação por parte dos representantes da criação de campanha mundial pela redução dos acidentes de trânsito (CARNEIRO, 2018).

Para realização dessa campanha, por meio da Resolução A/RES/64/255, de 2 de março de 2010, a Assembleia Geral da ONU proclamou o período de 2011 a 2020 como a *Década de Ações pela Segurança no Trânsito*, que tem por objetivo a redução das ocorrências de acidentes de trânsito, bem como, das suas conseqüências, por meio de ações preventivas (Diesel, 2013). Os 178 Países-membros da ONU à época se comprometeram a elaborar o respectivo plano diretor, para definir as políticas programas, ações e metas com o propósito de reduzir os

acidentes de trânsito em pelo menos 50% e, assim, preservar cerca de cinco milhões de vidas (Oliveira, 2016).

No Brasil, a proclamação da *Década de Ações para a Segurança no Trânsito 2011-2020* pela ONU, em 2010, é um importante marco na política do trânsito no País. Através chamamento global para o enfrentamento da grave situação da acidentalidade no trânsito, o Governo federal foi “obrigado” a se movimentar para estruturar essa política de forma integrada e coordenada (CARNEIRO, 2018).

O que se via no Brasil antes da *Década de Ações para a Segurança no Trânsito* eram programas isolados e descoordenados entre diversos entes que atuam na temática do trânsito (CARNEIRO, 2018). Em âmbito nacional, Simões (2001) já mencionava o Programa de Redução de Acidentes nas Estradas (Pare), instituído pelo Ministério dos Transportes em 1993, com o intuito de reduzir os altos índices de acidentes de trânsito no País.

Segundo Carneiro (2018), a violência no trânsito já vinha sendo devidamente tratada como questão de saúde pública, como consequência, o Ministério da Saúde instituiu algumas políticas e ações voltados para a redução do número de mortos e feridos no trânsito. A Política Nacional de Redução da Morbimortalidade por Acidentes e Violências (PNRMAV), elaborada em 2001 é um dos programas que merecem destaque. Além dessa política, tem-se a Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS), elaborada em 2006 e a estruturação da Rede Nacional de Prevenção das Violências e Promoção da Saúde e a implantação de Núcleos de Prevenção das Violências e Promoção da Saúde, ambas lançadas em 2004.

O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência 192 (Samu 192), serviço pré-hospitalar, que visa conectar as vítimas, inclusive de acidentes de trânsito, aos recursos hospitalares de que necessitam, com a maior brevidade possível também é um programa implantado antes de 2010 voltado para a segurança de trânsito. (Ministério da Saúde, 2017).

Como veremos, as ações voltadas para a segurança no trânsito elencadas nos programas desenvolvidos durante a *Década de Ações para a Segurança no Trânsito 2011-2020* são balizadas por cinco ou seis pilares. Além disso, segundo Haddon Jr (1999), de acordo com o momento ou a fase do acidente em que se pretende atuar – pré-acidente, acidente e pós-acidente –, aplicam-se as medidas com foco na prevenção de acidentes, na redução de danos às vítimas e, ainda, no socorro, tratamento e reabilitação de feridos.

Para Ferraz *et al* (2012), para que uma política segurança no trânsito seja considerada adequada, ela deve adotar um conjunto de medidas com o intuito de reduzir a exposição ao risco, à quantidade e à severidade dos acidentes, bem como suas consequências.

O governo federal elaborou o Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a Década 2011-2020 Com vistas a atender à resolução da ONU. Em 2011, o Comitê Nacional de Mobilização pela Saúde, Segurança e Paz no Trânsito, do qual fazem parte instituições públicas e organizações não governamentais, sob a coordenação do Ministério das Cidades, foi quem propôs este plano (Vias Seguras, 2013). Ele é estruturado com base em cinco pilares de ações que visam contribuir para a redução das taxas de mortalidade e lesões por acidentes de trânsito: fiscalização, educação, saúde, infraestrutura e segurança veicular. Para cada pilar, são listadas as respectivas ações e apresentados os objetivos a serem alcançados, as etapas para implementação, as metas físicas, o cronograma de execução e as parcerias recomendadas (Vias Seguras, 2013).

Além desses 5 pilares, existe uma recomendação da ANTP (Associação Nacional de Transporte Público), do Instituto de Engenharia e do Conselho Estadual para a Diminuição de Acidentes de Trânsito e Transportes (CEDATT) do Estado de São Paulo aos governos, em todos os níveis e âmbitos de competência, através do documento intitulado *Proposta do Brasil para redução de acidentes e segurança viária*, para a adoção de medidas relacionadas a um sexto pilar: o sistema de gestão (Associação Nacional de Transportes Públicos *et al.*, 2011).

Um importante programa desenvolvido pelo Governo Federal é o Programa Nacional de Sinalização e Segurança Rodoviária (BR-LEGAL) que faz parte das ações do Governo Federal componentes da Década de Ação pela Segurança no Trânsito (2010-2020). Ele consiste na implantação e manutenção da sinalização horizontal e vertical e dispositivo de segurança contemplando ações que promovam a padronização da sinalização e elevação dos padrões de segurança em toda malha rodoviária federal (ROSA, 2017).

Ainda segundo Rosa (2017), a contratação do programa previa um orçamento inicial estimado de 4,5 bilhões de reais e abrangeu toda a malha rodoviária federal pavimentada sob jurisdição do DNIT nas 27 Unidades da Federação totalizando aproximadamente 60.000 km. Esse mesmo autor fez uma análise dos acidentes de trânsito nas rodovias federais do estado do Espírito Santos (ES). Essa análise restringiu-se apenas às rodovias sob administração do DNIT. De fato, foi realizada uma análise qualitativa e quantitativa dos acidentes em dois momentos distintos: no período anterior às intervenções do Programa BRLEGAL (2007-2013) e no período posterior às mesmas (2014-2016).

Segundo Rosa (2017), no período anterior à implantação do Programa BR-LEGAL a média mensal de ocorrência era de 195,1 acidentes, com destaque para as maiores médias os meses de dezembro com 210,3 acidentes e julho com 208,9. Quanto à gravidade, o período apresentou média de 69,3 mortos/ano e 1.316,3 feridos/ano. Os dias com maior ocorrência de

acidentes foram sexta e sábado, concentrando 17,02% e 15,04% dos acidentes, respectivamente.

A maior parte dos acidentes ocorreu em pleno dia (63,90%), seguido de plena noite (26,57%), anoitecer (5,76%) e amanhecer (3,77%). As quantidades de ocorrências podem estar relacionadas ao fluxo de veículos em cada fase, já que em pleno dia e plena noite, geralmente, se concentram os fluxos de viagens (ROSA, 2017).

Ainda de acordo com Rosa (2017), outro dado necessário é o das causas dos acidentes para que seja possível propor ações mais específicas para cada trecho. Contudo, ao se analisar as causas evidenciou-se que grande parte delas (26,65%) foi registrado como outras, dificultando o diagnóstico preciso dos acidentes. Contudo, a causa mais representativa dos acidentes foi falta de atenção (40,05%), seguida de não guardar distância de segurança (11,29%), velocidade incompatível (7,47%) e desobediência à sinalização (5,74%), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Acidentes por causa de ocorrência (2007-2013)

Causa do acidente	Quantidade	%
Animais na Pista	105	0,64%
Defeito mecânico em veículo	351	2,14%
Defeito na via	147	0,90%
Desobediência à sinalização	940	5,74%
Dormindo	171	1,04%
Falta de atenção	6562	40,05%
Ingestão de álcool	468	2,86%
Não guardar distância de segurança	1850	11,29%
Outras	4367	26,65%
Ultrapassagem indevida	199	1,21%
Velocidade incompatível	1224	7,47%
TOTAL	16.384	

Fonte: (ROSA, 2017, p. 41).

A partir da análise das causas das ocorrências, fica evidente que grande parte dos acidentes possui relação direta com a sinalização. Além disso, as causas como desobediência à sinalização, velocidade incompatível e falta de atenção podem ter seus percentuais diminuídos com o reforço da sinalização, principalmente com introduções de placas de advertência e educativas que reforcem as normas de circulação relacionadas às tipologias de acidentes (ROSA, 2017).

Segundo Rosa (2017), no período posterior à implantação do Programa BR-LEGAL (2014-2016) a média mensal de ocorrências foi 132,5 acidentes, uma redução considerável de 32,09% em relação ao período anterior, com destaque para as maiores médias os meses de abril com 160,3 acidentes e janeiro e fevereiro com 154,7. Quanto à gravidade, o período apresentou

média de 58,3 mortos/ano e 1.139,3 feridos/ano, redução de 15,87% e 13,45% respectivamente. Esses dados são indicativos da importância da implantação e manutenção da sinalização horizontal e vertical e dispositivos de segurança nas vias do território nacional.

Segundo Rosa (2017), a quantidade de mortos e feridos que foram reduzidos tendo em vista a implantação do Programa BR-LEGAL nas estradas do estado do Espírito Santo (ES) pode ser observada na tabela 2:

Tabela 2 – Estimativa de redução de mortos e feridos

Período	Ano	Redução de mortos	Redução de feridos
0	2014	22	46
1	2015	29	341
2	2016	23	320
3	2017	23	439
4	2018	24	556
TOTAL		121	1702

Fonte: (ROSA, 2017, p. 52).

A interpretação da tabela 2 revela uma redução efetiva de 121 mortos e 1702 feridos no período de avaliação que coincide com a vida útil do projeto (ROSA, 2017). Faz-se necessário frisar que essa redução significativa advém de investimentos na infraestrutura das rodovias. O que evidencia, mais uma vez, a importância da sinalização viária para a segurança do trânsito.

2.2 Polos geradores de viagem

Segundo Kneib *et al.* (2006), identifica-se no Brasil, desde a década de 80, um crescimento do número de empreendimentos de grande porte construídos para comportar uma grande diversidade de atividades. Esses empreendimentos têm como consequências mudanças no ambiente urbano, pois atraem uma grande quantidade de usuários, e consequentemente de viagens. Os impactos causados por esses empreendimentos levaram ao desenvolvimento de estudos dos denominados Polos Geradores de Tráfego (PGT), cujo conceito evoluiu para Polos Geradores de Viagens (PGV). A evolução desse conceito deixou de considerar apenas o tráfego (individual) motorizado gerado pelo empreendimento, passando a considerar as viagens em geral, e passou a considerar, também, os impactos gerados pelo polo em relação ao uso, ocupação e valorização do solo, não se restringindo apenas aos impactos no sistema viário e de transportes.

Kneib *et al.* (2006) ressalta que os impactos gerados por um PGV podem ser tanto positivos como negativos, uma vez que podem prejudicar os deslocamentos das pessoas que andam a pé, de bicicleta, de transporte coletivo, de automóvel, dentre outros, comprometendo, deste modo, a mobilidade da área impactada, mas também pode agregar valor e desenvolvimento à área influenciada.

Os Polos Geradores do Viagem – PGV ou Polos Geradores de Tráfego – PGT são, na verdade, empreendimentos que produzem ou atraem viagens e causam impactos no trânsito que resultam em sobrecarga na utilização das vias de acesso e contribuem para o aumento dos congestionamentos e deterioração da acessibilidade nas vias na área de influência dos empreendimentos (ALVES *et al.*, 2011).

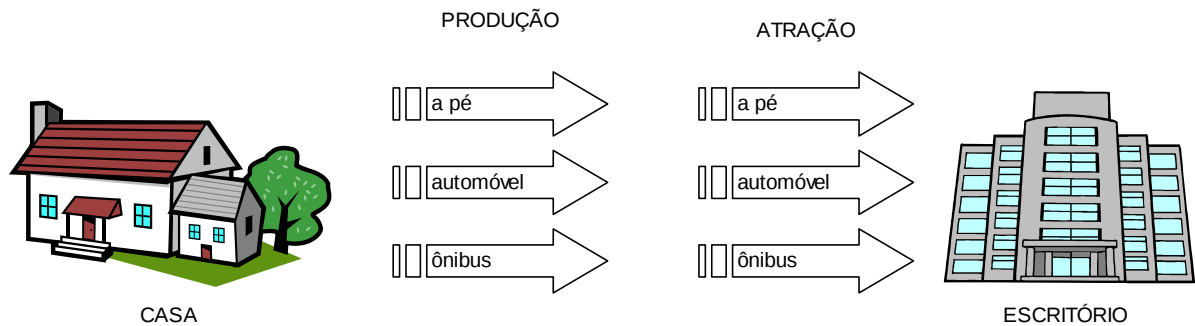
Ainda segundo Alves *et al.* (2011), as cidades têm criado legislação específica para disciplinar ou até mesmo impedir a instalação de novos polos geradores. O que se encontra em consonância com as diretrizes do Estatuto da Cidade – Lei nº. 10.257 de 2001 – que estabelecem que se deva evitar a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como polos geradores de tráfego sem a previsão da infraestrutura correspondente.

Como exemplos de PGV, constam, entre outros estabelecimentos: shopping centers, supermercados, hotéis, centro de convenções, teatros, escolas, universidades, estádios de futebol, portos e aeroportos.

Nenhum projeto de edificação que possa se transformar em PGV - perturbando ou interrompendo a livre circulação de veículos e pedestres, ou colocando em risco sua segurança - poderá ser aprovado sem prévia anuência do órgão ou entidade com circunscrição sobre a via e sem que do projeto conste área para estacionamento e indicação das vias de acesso adequadas. É o que dispõe o Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1998) em relação aos Polos Geradores de Viagem. A importância de avaliar o impacto de um PGV é justamente para garantir a minimização dos impactos negativos resultantes da sua implantação.

Segundo Pinto *et al.* (1999), no contexto de um PGV, a geração deve ser entendida como o processo de produção e atração de viagens. Por exemplo, as residências seriam responsáveis pela produção das viagens, já que abrigam os indivíduos, e os escritórios, shoppings, hospitais, universidades, entre outros, seriam responsáveis pela atração, como exemplificado na figura 2

Figura 2 – Esquema Produção x Atração (PGV)



Fonte: (PINTO *et al.*, 1999)

A CET (1983) refere-se aos impactos gerados pelos PGV que se dão sobre o sistema viário, classificando-os em:

- Impactos sobre a circulação, como congestionamentos, dificuldade de acesso ao polo e conflito entre o tráfego de passagem e o que se destina ao polo;
- Má acessibilidade ao empreendimento;
- Aumento do número de acidentes;
- Impactos sobre o estacionamento.

Já para o DENATRAN (2001), um PGV pode causar impactos na circulação viária, com efeitos indesejáveis na mobilidade e acessibilidade de pessoas e veículos, assim como o aumento da demanda em sua área de influência. Três efeitos indesejáveis decorrentes da implantação de polos geradores são ressaltados:

- Congestionamentos, que provocam o aumento do tempo de deslocamento e dos custos operacionais dos veículos;
- Deterioração das condições ambientais da área de influência do polo, considerando os níveis de poluição e o número de acidentes;
- Conflitos entre tráfegos de passagem e o que se destina ao empreendimento, com dificuldade de acesso às áreas internas do empreendimento.

Porém, Kneib *et al.* (2006) defende que os impactos gerados por um PGV podem ser tanto positivos como negativos e elencou uma hierarquização dos impactos gerados por um PGV a partir dos conhecimentos de diversos especialistas, os quais atribuíram graus diferenciados de importância aos impactos, na mobilidade, associados à implantação e operação de PGV e obtiveram a tabela 3 como resultado dessa hierarquização dos impactos focando

informações desagregadas por categorias, o que permite avaliar os impactos mais relevantes por categoria:

Tabela 3 – hierarquização dos impactos – informações desagregadas por categoria

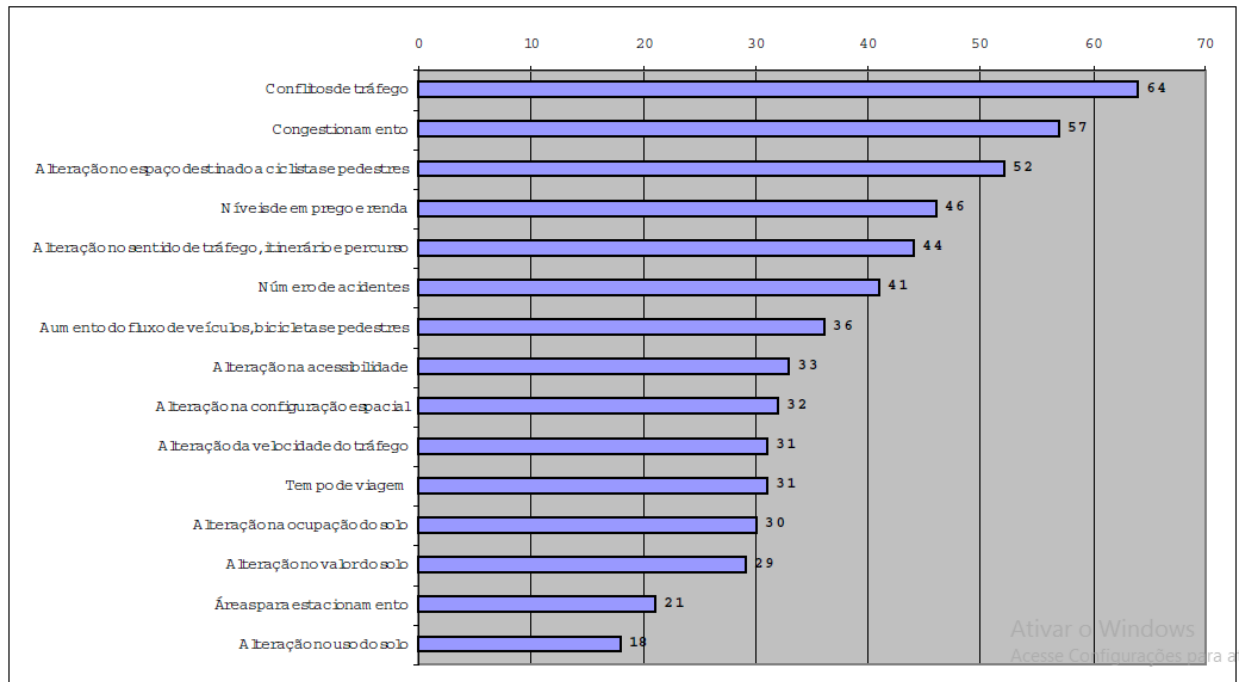
TRÂNSITO E CIRCULAÇÃO		SOCIAIS	
Congestionamento	37	Alteração no espaço destinado a ciclistas e pedestres	22
Aumento do fluxo de veículos, bicicletas e pedestres	36	Níveis de emprego e renda	21
Conflitos de tráfego	34	Segregação urbana	15
Alteração na acessibilidade	33	Condições de vida	11
Alteração da velocidade do tráfego	31	Equidade espacial	10
Tempo de viagem	31	Impactos histórico-culturais	5
Alteração no sentido de tráfego, itinerário e percurso	30	Atividades comunitárias	5
Áreas para estacionamento	21	Saúde da população	5
Número de acidentes	12	Coesão comunitária	4
SEGURANÇA		ECONÔMICOS	
Conflitos de tráfego	30	Recursos e energia	3
Número de acidentes	22	Níveis de emprego e renda	25
Congestionamento	20	Alteração no valor do solo	14
Alteração no sentido de tráfego, itinerário e percurso	14	Comércio local	11
URBANÍSTICOS		Impactos fiscais	8
Alteração no espaço destinado a ciclistas e pedestres	30	Recursos e energia	8
Alteração na ocupação do solo	21	MEIO AMBIENTE	
Alteração na configuração espacial	19	Alteração na configuração espacial	13
Alteração no uso do solo	18	Alteração na ocupação do solo	9
Alteração no valor do solo	15	Impermeabilização do solo	8
Impacto na paisagem urbana	10	Poluição sonora e atmosférica	7
Impactos histórico-culturais	9	Número de acidentes	7
		Impacto na paisagem urbana	5
		Vibração	5
		Recursos e energia	5
		Ecossistemas terrestres	4
		Impactos histórico-culturais	2

Fonte: (KNEIB *et al.*, 2006)

A Figura 3 apresenta uma análise dos impactos, a partir da hierarquização contida na Tabela 3, todavia, procurou-se agregar a pontuação obtida por impacto quando este era encontrado em mais de uma categoria. Dessa forma é possível observar quais os impactos mais significativos, independente da(s) categoria(s) que pertence(m).

A partir da análise da figura 3, nota-se que “conflitos de tráfego” e “congestionamento” figuram no topo da hierarquia dos impactos gerados pela implementação de um PGV, o que já era de se esperar. Porém, em terceiro lugar está a “alteração no espaço destinado a ciclistas e pedestres” e em quarto “níveis de emprego e renda”, aos quais os projetos de um PGV nem sempre dão a devida importância. Por isso, é importante evidenciar que um Polo Gerador de Viagem gera impactos não só no trânsito e circulação, mas em diversas categorias como na segurança, na economia do entorno, no meio ambiente, na sociedade de sua área de influência e no aspecto urbanístico do local.

Figura 3 – hierarquização dos impactos – informações agregadas



Fonte: (KNEIB *et al.*, 2006)

Segundo Pinto *et al.* (1999) os estudos do impacto de um PGT no Brasil revelam uma tendência de foco:

- (i) no potencial de geração de viagens;
- (ii) no dimensionamento das vagas de estacionamento;
- (iii) na avaliação das condições de tráfego na rede viária do entorno do PGT;
- (iv) na determinação da capacidade dos portões de acesso em atender a demanda crítica;

Ainda de acordo com Pinto *et al.* (1999), o analista responsável pela avaliação dos impactos de um PGT deve ser capaz de responder a questões do tipo:

- Qual será a área de abrangência do empreendimento?
- Qual será a estimativa da demanda futura de viagens gerada pelo empreendimento?
- De onde deverão se originar as viagens geradas pelo empreendimento?
- Que modos de transporte serão utilizados pelos clientes do empreendimento?
- Qual o volume de veículos que deverá ser gerado pelo empreendimento?
- Qual será o período crítico de utilização do empreendimento?
- O sistema viário terá capacidade de absorver o volume adicional de veículos?
- Os portões de acesso do empreendimento estarão bem dimensionados?
- Os acessos para os clientes a pé estarão bem localizados e protegidos do tráfego veicular?

- Os pontos de parada do transporte coletivo estarão bem localizados em relação aos acessos para os pedestres?
- Qual a extensão do prejuízo a ser causado para os demais veículos pelas filas de entrada/saída nos portões de acesso do empreendimento?
- As vagas de estacionamento estarão adequadas à demanda?

2.3 Projetos geométricos de vias

Para Leal (2017), o ambiente viário, se mal projetado, pode gerar situações propícias a acidentes. A discussão sobre o ambiente viário deve levar em consideração todos os elementos que o compõem: projeto geométrico, sinalização, condições da pavimentação, funcionalidade dos dispositivos de drenagem e as características urbanas da via.

A ocorrência de acidentes de trânsito está intimamente relacionada com as características das vias urbanas e rodovias. O conjunto viário pode vir a criar situações que induzam os motoristas a errar. A falta de experiência dos motoristas e pedestres é também um fator que influencia na ocorrência de acidentes, porém, o ambiente viário, ao apresentar situações inesperadas, também propicia até mesmo condutores habilidosos e cautelosos a cometer erros (LEAL, 2017).

Segundo Leal (2017), a relação entre infraestrutura viária e a segurança de tráfego pode ser apresentada em um esquema, o qual é mostrado na figura 4. Sendo assim, percebe-se que essa ligação se dá através dos elementos mediadores de tráfego. As normas influenciam a segurança à medida que os volumes de tráfego são gerados e as velocidades estabelecidas. Além disso, através das velocidades permitidas e dos volumes de tráfego gerados é que o projeto rodoviário impacta. Vale a pena ressaltar que as velocidades de tráfego são decisivas na severidade dos acidentes.

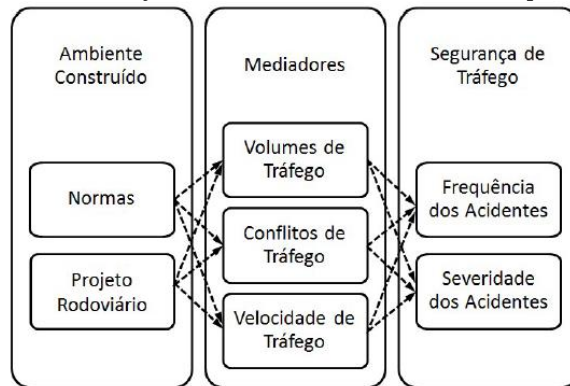
Segundo o TRB² (1987) as características geométricas da via afetam as condições de segurança de diferentes maneiras, influenciando:

- A habilidade do motorista em manter o controle do veículo e identificar situações e características perigosas;
- A existência de oportunidades de conflitos, tanto em relação à quantidade quanto ao tipo;
- As consequências de uma saída de pista de um veículo desgovernado;

²Transportation Research Board

- O comportamento e atenção dos motoristas;

Figura 4 – Estrutura conceitual de vinculação entre meio ambiente construído para segurança no trânsito



Fonte: (LEAL, 2017).

Para Leal (2017), o bom desempenho do motorista depende de características como geometria da via, projetos de sinalização e uma clara percepção de quem tem a prioridade no trânsito. Segundo Nodari (2003), o projeto viário deve oferecer condições para o motorista, após cometer um erro, retomar o controle do veículo na iminência do acidente e consiga evitá-lo e, caso este acontecimento seja inevitável, a rodovia deva proporcionar ao condutor condições para que as consequências não sejam graves.

2.3.1 Traçado

As características do alinhamento horizontal e vertical são de extrema importância para que a via ofereça conforto, comodidade e segurança à circulação dos usuários. O condutor está exposto a um estresse contínuo quando a via demanda esforço e habilidade excessiva, com um traçado sinuoso demais, com um exagerado número de curvas horizontais, e/ou com pequenos raios de curvatura (LEAL, 2017).

Por outro lado, segundo Nodari (2003), um traçado com trechos retilíneos muito longos pode causar monotonia na direção, tendo um efeito contrário ao que se deseja, provocando cansaço, tédio e distração, o que pode vir a gerar um acidente de trânsito. Por isso, um bom projeto de alinhamento é aquele que tem como prioridade o uso de curvas com raios de curvaturas grandes e com transições amplas e suaves.

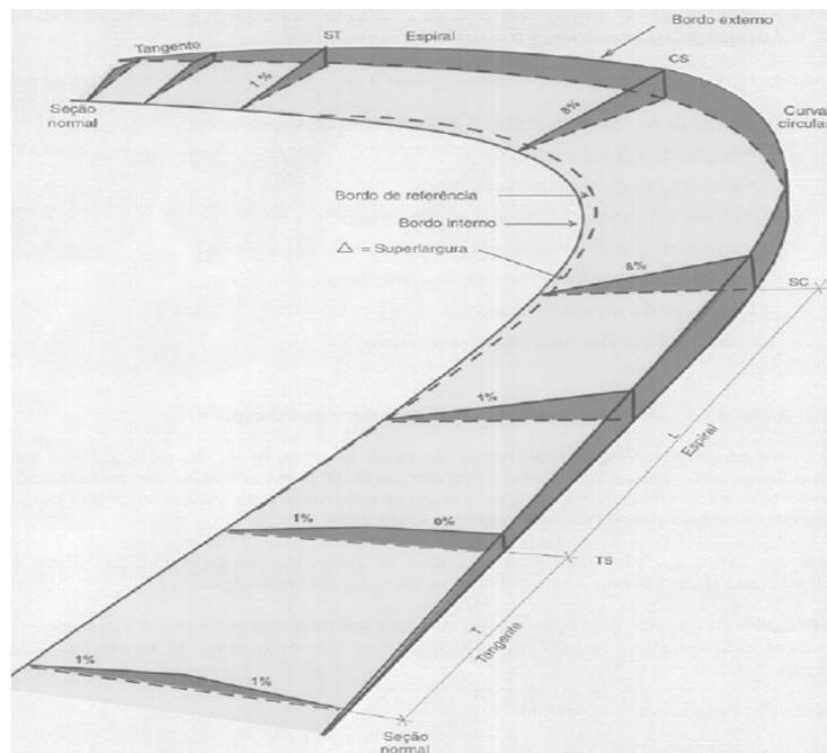
2.3.1.1 Alinhamento Horizontal

Em uma comparação entre o número de acidentes em trechos curvos e trechos em tangentes, percebe-se que o número de acidentes em trechos curvos é 1,5 a 4 vezes maior do que os que ocorrem em trechos em tangentes. Além disso, a severidade dos acidentes em curvas também é maior (NODARI, 2003).

De acordo com diversos estudos que investigaram a relação existente entre o alinhamento horizontal e os acidentes, o volume de tráfego e as características de projeto da curva como foram apontados como principais influenciadores à ocorrência de acidentes em curvas horizontais. Dentre as características do projeto de curva, estima-se que o grau de curvatura é o que exerce maior influência no potencial de ocorrência de acidentes (OGDEN, 1996).

A superlargura e a superelevação, ou seja, o alargamento e elevação dos bordos da pista, são outros dois fatores que têm efeito na segurança em curvas horizontais, fazendo com que a segurança e a comodidade dependentes das características da seção transversal permaneçam inalteráveis nas curvas horizontais quando se compara aos trechos retos (TRB, 1987).

Figura 5 – Exemplo de projeto com superlargura e superelevação



Fonte: Manual do Projeto Geométrico (DNER, 1999)

2.3.1.2 Alinhamento Vertical

É verdade que o alinhamento vertical contribui bem menos que as curvas horizontais para o comprometimento da segurança viária, mas ainda assim provoca sérios riscos aos

usuários das vias caso mal projetado. Os principais problemas enfrentados pelos condutores em regiões com defeitos no alinhamento vertical são: a diminuição da distância de visibilidade da via, a inclinação das rampas, e os problemas de drenagem em curvas inclinadas longas e pouco profundas (TRB, 1987). De acordo com Leal (2017), a realização de ultrapassagens nesses locais é extremamente perigosa e não é recomendada a construção de curvas verticais sucessivas.

É necessário que o traçado da via garanta uma distância de visibilidade adequada para que o condutor tenha a percepção clara e antecipada para reagir corretamente e com segurança aos obstáculos ou situações que surgirem à sua frente na via (LEAL, 2017).

Ainda segundo Leal (2017), em relação aos acidentes devido a rampas, percebe-se que a frequência em trechos em declives é 63% maior do que em aclives, o que é coerente com um aumento de velocidade dos veículos ao descenderem a rampa. Por outro lado, o trânsito de veículos de grande porte em rampas ascendentes, especialmente os caminhões, na medida em que diminuem a velocidade devido à inclinação da rampa, causam o aumento no número de ultrapassagens de veículos de menor porte, muitas vezes em locais proibidos, provocando mais acidentes (NODARI, 2003). Pode-se tirar a conclusão de que qualquer que seja a rampa, em aclive ou declive, há aumento do número de acidentes, porém, comparando os dois tipos, a ocorrência é maior nos declives (LEAL, 2017).

2.3.2 Seção Transversal

A seção transversal da via exerce um efeito importantíssimo sobre a segurança de tráfego, seja em suas características geométricas, seja em seus tipos e condições (LEAL, 2017). Os componentes da seção transversal que influenciam na segurança do trânsito são: a largura das faixas, a presença de canteiros centrais, as barreiras longitudinais de contenção, a presença dos acostamentos, as calçadas e as faixas auxiliares de ultrapassagem.

2.3.2.1 Faixas

A largura da faixa de rolamento é um fator importante na segurança de trânsito. Com o aumento da largura das faixas, o espaçamento lateral entre os veículos também aumenta, fornecendo um maior espaço para a acomodação em pequenos desvios. Além disso, ao estabelecer faixas mais largas, há um maior espaço para o condutor corrigir manobras quando necessário, de modo que o condutor possa evitar acidentes (NCHRP, 2007). Ou seja, a regra é que quanto maior a largura da faixa, mais segura será a via.

2.3.2.2 Canteiro central

O canteiro central serve para separar fisicamente o tráfego em sentidos opostos, minimizando as interações e a probabilidade de acidentes mais graves (GAO, 2003).

De acordo com Leal (2017), o canteiro central, que tem como principal função a separação dos fluxos veiculares de sentidos opostos, oferece inúmeros benefícios à segurança. Além disso, tem como efeito positivo para a segurança dos pedestres a disponibilidade de uma área de refúgio durante as travessias de rua. Por outro lado, tem como benefício para o conforto dos motoristas o fato de reduzir o ofuscamento pelos faróis dos veículos que circulam em sentidos opostos no período noturno.

Quanto aos tipos mais usados de canteiro central, tem-se:

- (a) os largos sem barreiras físicas (figura 6);
- (b) os estreitos com barreiras físicas (figura 7);

Figura 6 – Canteiro central largo sem barreira física



Fonte: Sítio eletrônico da apoena.org³

³ Disponível em <http://www.apoena.org.br/noticias-detalle.php?cod=803>; Acesso em Mai. 2019.

Figura 7 – Canteiro central estreito com barreira física



Fonte: Sítio eletrônico do portal do trânsito⁴

2.3.2.3 Barreiras longitudinais de contenção

As barreiras longitudinais de contenção são barreiras físicas colocadas nas bordas da pista, tanto no canteiro central quanto nos limites dos acostamentos, nos locais da via com taludes altos e inclinados (precipícios) ou com a presença de pilares de pontes, postes, árvores ou outros obstáculos fixos perigosos, com o a finalidade de proteger os veículos descontrolados de eventuais choques. São geralmente feitas de material metálicos ou de concreto e desenhadas para amortecer os impactos laterais dos veículos e atenuar ao máximo as consequências dos acidentes (LEAL, 2017).

Figura 8 – Barreira metálica central de contenção



Fonte: Manual de fiscalização de rodovias federais concedidas (ANTT, 2016)

⁴ Disponível em <https://portaldotransito.com.br/noticias/transporte-de-carga/projeto-obriga-uniao-duplicar-todas-as-rodovias-federais/>; Acesso em Mai. 2019.

Figura 9 – Barreira de concreto lateral de contenção



Fonte: Manual de fiscalização de rodovias federais concedidas (ANTT, 2016)

Segundo GAO (2003) resultados de estudos mostram que há uma diminuição do número total e da severidade dos acidentes quando há utilização de barreiras laterais. No entanto, foi constatado, também, que há um aumento das colisões contra estes dispositivos devido ao reduzido espaço entre eles e os veículos que circulam.

2.3.2.4 Acostamento

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) define acostamento como sendo a parte da via diferenciada da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento de veículos, em caso de emergência, e à circulação de pedestres e bicicletas, quando não houver local apropriado para esse fim.

Sendo assim, faz-se necessário analisar qual a influência das características do acostamento na segurança viária. Existem diversos fatores ou características dos acostamentos que podem influenciar na segurança viária. Os principais são: a largura dos acostamentos, o desnível existente entre eles e a pista, o material com que foram construídos e o volume de tráfego de veículos (TRB, 1987).

Segundo Ogden (1997), os acostamentos mais largos permitem ao condutor a retomada do controle do veículo a tempo, ou seja, concedem ao motorista imprudente ou àqueles dirigindo em velocidade alta uma maior margem de segurança se comparado ao acostamento mais estreito. Ao mesmo tempo, há a redução da velocidade operacional da via quando se tem acostamentos mais estreitos, reduzindo a probabilidade de ocorrência de acidentes múltiplos. Portanto, verificou-se que os acidentes que envolvem mais de um veículo aumentam à medida que a largura do acostamento aumenta (FHWA, 1992).

Outro fator importante que pode diminuir ou aumentar o risco de acidentes a depender de sua configuração é o desnível entre acostamento e a pista. Geralmente, o efeito ocorre devido

à má qualidade dos materiais, à falta de manutenção do acostamento ou aos recapeamentos sucessivos da pista. Esse desnível entre a faixa de rolamento e o acostamento pode gerar a perda do controle do carro no caso de uma das rodas do veículo chegar ao acostamento e haver dificuldade do condutor em retornar com segurança à pista (NODARI, 2003).

2.3.2.5 Calçadas

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), define calçada como sendo parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.

Segundo Leal (2017), uma calçada que tem sua largura subdimensionada em relação ao volume de pedestres que por ela passam provoca desconforto e restringe a velocidade de movimentação dos passantes. A presença de buracos, desníveis, entre outras condições físicas da calçada também são fatores importantes no estudo da análise das calçadas, pois essas características podem causar acidentes e quedas com danos aos pedestres, levando-os a abandonarem a calçada e invadir a rua em casos extremos.

Além dos fatores já mencionados, devem-se incluir também outros fatores que podem ser levados em conta como o estado e altura do meio-fio e a presença dos dispositivos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida.

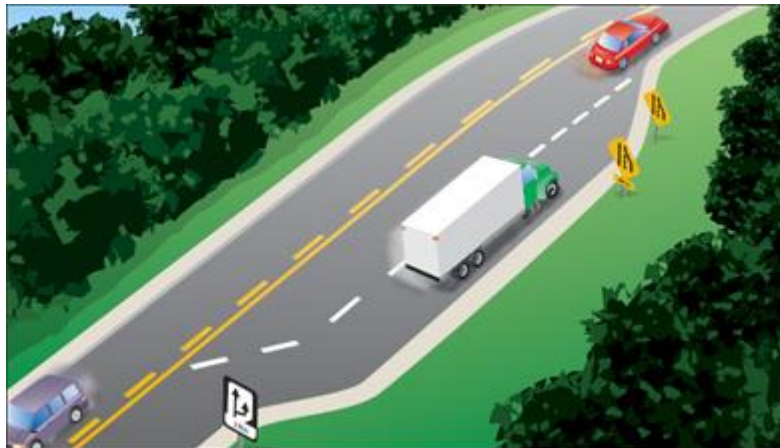
2.3.2.6 Faixas auxiliares de ultrapassagem

Estudos realizados no IMT (2002) informam que após a instalação de faixas auxiliares em rodovias da Austrália houve uma diminuição de 35% do total de acidentes e de 25% dos acidentes com vítimas nos trechos implantados. Sabe-se, também, que 10% dos acidentes rodoviários com vítimas são associados às manobras de ultrapassagem realizadas. Ou seja, a implantação de faixas auxiliares traz benefícios operacionais e de segurança nas rodovias (IMT, 2002).

De acordo com AASHTO (1997), as oportunidades de ultrapassagem podem ser facilitadas por meio do uso de diferentes faixas adicionais: as faixas para ultrapassagens em aclives (*climbing lanes*), as utilizadas em terrenos planos (*passing lanes*), trechos com quatro faixas (*short four lane section*), as faixas adicionais curtas utilizadas para o veículo de velocidade baixa se retirarem apenas em tempo do veículo com velocidade superior ultrapassá-

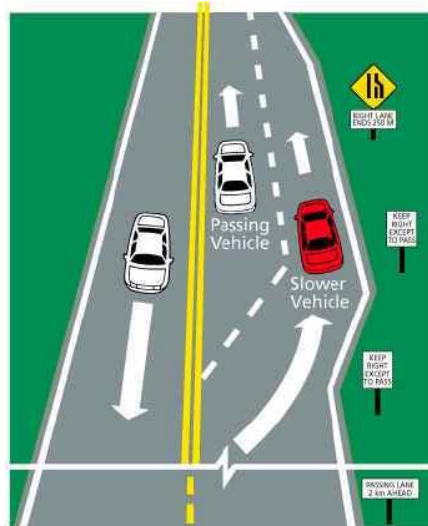
lo (*turnouts*) e os trechos onde os acostamentos podem ser utilizados como faixas de ultrapassagem (*shoulder use section*). Estas faixas são projetadas e implantadas em função das possibilidades de ultrapassagens e dependem da distância de visibilidade e das brechas existentes entre os veículos que circulam em direção oposta. Dois desses tipos de faixas estão ilustrados nas figuras 10 e 11.

Figura 10 – Exemplo de faixa para ultrapassagens em aclives (*climbing lanes*)



Fonte: Sítio eletrônico do ministério de transportes de Ontário⁵

Figura 11 – Exemplo de faixa para ultrapassagens em terrenos planos (*passing lanes*)



Fonte: Sítio eletrônico do Alchetron⁶

O uso de faixas auxiliares é eficiente em trechos que possibilitam a ultrapassagem, porém, deve-se ter o cuidado de evitar a implantação de faixas para ultrapassagens nas

⁵ Disponível em <http://www.mto.gov.on.ca/english/dandv/driver/handbook//section2.7.4.shtml>; Acesso em Jun. 2019.

⁶ Disponível em <https://alchetron.com/Passing-lane>; Acesso em Jun. 2019.

proximidades das zonas urbanas, em trechos que apresentam interseções com alto volume de tráfego e em segmentos com alta densidade de acessos (LEAL, 2017).

2.4 Sinalização viária

Acredita-se que o investimento em engenharia de tráfego, mormente no que tange à sinalização vertical e horizontal, constitui uma importante ferramenta para a redução de acidentes de trânsito. Essa busca por redução é de suma importância, já que uma das principais causas de mortes entre jovens e que consomem uma expressiva quantia de recursos públicos anualmente no Brasil são os acidentes de trânsito (ROSA, 2017).

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (lei nº 9.503/97), os sinais de trânsito classificam-se em:

- I. Verticais;
- II. Horizontais;
- III. Dispositivos de sinalização auxiliar;
- IV. Luminosos;
- V. Sonoros;
- VI. Gestos do agente de trânsito e do condutor.

De maneira geral, segundo os manuais de sinalização do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), todos os tipos de sinalização devem ter como princípio básico as condições de percepção dos usuários da via, garantindo a sua real eficácia. Para isso, é preciso assegurar às sinalizações os seguintes princípios:

- **Legalidade:** devem atender o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e demais legislações complementares;
- **Suficiência:** devem permitir fácil percepção e ter quantidade de sinalização compatível com a necessidade;
- **Padronização:** devem seguir padrão legalmente estabelecido;
- **Uniformidade:** situações iguais devem ser sinalizadas com os mesmos critérios;
- **Clareza:** devem transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão;
- **Precisão e confiabilidade:** devem ser precisas e confiáveis e corresponderem à situação existente, além de ter credibilidade;

- **Visibilidade e legibilidade:** devem ser vistas à distância necessária para que o condutor consiga interpretá-las em tempo hábil para tomada de decisão;
- **Manutenção e conservação:** estar permanentemente limpa, conservada e visível;

2.4.1 Sinalização vertical

Para o CONTRAN (2007), a sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente ou, eventualmente, variável, mediante símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas.

A sinalização vertical tem como objetivo informar os usuários das vias para que eles possam adotar comportamentos adequados para aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via. (CONTRAN, 2007).

Pode-se classificar a sinalização vertical de acordo com sua função, que pode ser a de regulamentação, a de advertência, ou a de indicação. Sendo assim, a sinalização vertical de regulamentação, como o nome já diz, tem como objetivo regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via. Já a de advertência é para advertir os condutores sobre condições com potencial risco existentes na via ou nas suas proximidades, tais como escolas e passagens de pedestres. E a de indicação tem como função indicar direções, localizações, pontos de interesse turístico ou de serviços, ajudando o condutor em seu deslocamento (CONTRAN, 2007).

Figura 12 – Sinalização vertical de regulamentação



Fonte: Sítio eletrônico da empresa Engeplus⁷

Figura 13 – Sinalização vertical de advertência

⁷ Disponível em: <http://www.engeplus.com.br/noticia/transito/2017/vias-laterais-da-br-101-sul-recebem-sinalizacao-vertical>; Acesso em Mai. 2019.



Fonte: Sítio eletrônico da empresa Sinco sinalização e construções⁸

Figura 14 – Sinalização vertical de indicação



Fonte: Sítio eletrônico da empresa Sinaliza Soluções em Sinalização⁹

É importante salientar que o desrespeito aos sinais de regulamentação constitui infrações, previstas no capítulo XV do Código de Trânsito Brasileiro - CTB. Já os sinais de advertência e de indicação, como não têm o poder normativo, não geram infrações nem punições.

2.4.1.1 Sinalização vertical de regulamentação

Reiterando, as mensagens dos sinais de regulamentação são imperativas e seu desrespeito constitui infração, conforme capítulo XV do CTB (CONTRAN, 2007a).

⁸ Disponível em: <http://sincosinal.com.br/sinalizacao-vertical.html>; Acesso em Mai. 2019.

⁹ Disponível em: <http://sinalizars.com.br/servicos/sinalizacao-vertical>; Acesso em Mai. 2019.

As proibições, obrigações e restrições devem ser estabelecidas para dias, períodos, horários, locais, tipos de veículos ou trechos em que se justifiquem, de modo que se legitimem perante os usuários (CONTRAN, 2007a).

Ainda segundo o CONTRAN (2007a), é importante também que haja especial cuidado com a coerência entre diferentes regulamentações, ou seja, que a obediência a uma regulamentação não incorra em desrespeito à outra.

Existem 51 sinais de regulamentação, cada um com seus respectivos significados. São eles:

Figura 15 – 51 sinais de regulamentação



Fonte: CONTRAN, 2007a, p. 23

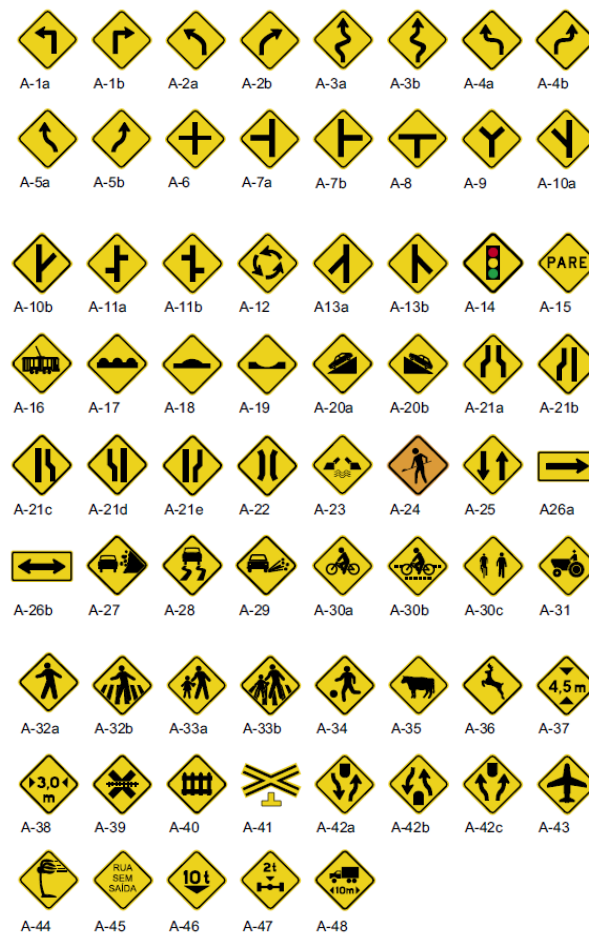
2.4.1.2 Sinalização vertical de advertência

A sinalização vertical de advertência é utilizada sempre que o perigo não é evidente, alertando os motoristas sobre um perigo à frente. Ela tem por finalidade alertar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes a ela. Essa sinalização exige geralmente uma redução de velocidade a fim de que haja uma maior segurança de trânsito (CONTRAN, 2007b).

Ainda segundo o CONTRAN (2007b), a utilização da sinalização de advertência necessita de um estudo prévio de engenharia, levando-se em conta os aspectos físicos, geométricos, operacionais, ambientais, dados estatísticos de acidentes, além do uso e ocupação do solo lindeiro.

Existem 69 sinais de advertência, cada um com seu respectivo significado, utilizados para alertar o usuário da via quanto à aproximação de pontos/trechos críticos ou obstáculos:

Figura 16 – 69 sinais de advertência



Fonte: CONTRAN, 2007b, p. 12

2.4.1.3 Sinalização vertical de indicação

A sinalização vertical de indicação é a comunicação com o usuário da via, efetuada por meio de um conjunto de placas, com a finalidade de orientar os condutores quanto à identificação das vias e dos locais de interesse, percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares e atrativos turísticos, podendo também ter como função a educação do usuário (CONTRAN, 2014).

A sinalização de indicação possui caráter informativo ou educativo, não servindo para advertir nem para regulamentar (CONTRAN, 2014).

A sinalização de indicação ainda se subdivide em:

I. Placas de identificação:

Posicionam o condutor ao longo do seu deslocamento, ou com relação a distâncias ou, ainda, locais de destino (CONTRAN, 2014).

Figura 17 – Exemplo de placa de identificação de rodovia federal



Fonte: CONTRAN, 2014, p. 42

Figura 18 – Exemplo de placa de identificação nominal de pontes



Fonte: CONTRAN, 2014, p. 49

II. Placas de orientação de destino

Indicam ao condutor a direção a seguir para atingir o destino pretendido, orientando seu percurso e/ou informando distâncias (CONTRAN, 2014).

Figura 19 – Exemplo de placa de orientação de destino



Fonte: CONTRAN, 2014, p. 62

III. Placas educativas

Têm a função de educar o usuário da via quanto ao comportamento adequado e seguro no trânsito, através de mensagens que reforçam normas gerais de circulação e conduta (CONTRAN, 2014).

Figura 20 – Exemplo de placa educativa



Fonte: CONTRAN, 2014, p. 80

IV. Placas de serviços auxiliares

As placas de serviços auxiliares indicam ao usuário da via os locais onde encontrar os serviços indicados (CONTRAN, 2014).

Figura 21 – Exemplo de placa de serviços auxiliares



Fonte: CONTRAN, 2014, p. 81

V. Placas de atrativos turísticos

As placas de atrativos turísticos indicam aos usuários da via os pontos turísticos existentes, orientando sobre sua direção ou identificando os locais de interesse (CONTRAN, 2014).

Figura 22 – Exemplo de placa de atrativos turísticos



Fonte: CONTRAN, 2014, p. 84

VI. Placas de postos de fiscalização

As placas de postos de fiscalização indicam ao condutor a existência, adiante, de polícia rodoviária, posto de pesagem ou fiscalização fazendária, e identificam as suas instalações ou o acesso a elas (CONTRAN, 2014).

Figura 23 – Exemplo de placa de postos de fiscalização



Fonte: CONTRAN, 2014, p. 86

2.4.2 Dispositivos de sinalização auxiliar

Os dispositivos auxiliares são elementos aplicados na via ou nos obstáculos próximos a ela, com a finalidade de tornar a operação do trânsito mais eficiente e segura. Isolados, não possuem função de regulamentar a circulação nas vias públicas. Ou seja, são utilizados para complementar a sinalização padronizada (CONTRAN, 2016).

Ainda segundo o CONTRAN (2016), os dispositivos auxiliares têm como função: incrementar a visibilidade da sinalização, do alinhamento da via e de obstáculos à circulação; reduzir a velocidade do trânsito; reduzir os acidentes e minimizar sua severidade; alertar os condutores quanto a situações de perigo potencial, em caráter permanente, ou temporário; fornecer proteção aos usuários da via e da ocupação lindeira; controlar o acesso de veículos em determinadas vias, áreas e passagens de nível.

De acordo com o CONTRAN (2016) os dispositivos auxiliares são agrupados, em nove conjuntos distintos, de acordo com a sua função:

- Dispositivos Delimitadores;
- Dispositivos de Canalização;
- Dispositivos de Sinalização de Alerta;
- Alterações nas Características do Pavimento;
- Dispositivos de Contenção Veicular;
- Barreiras Antiofiscamento e Acústica;
- Dispositivos de Proteção para Pedestres e/ou Ciclistas;
- Dispositivos Luminosos;
- Dispositivos de Uso Temporário;
- Dispositivos de Controle de Acesso.

2.4.3 Sinais luminosos

Segundo o CONTRAN (2016), os sinais luminosos são dispositivos utilizados para proporcionar melhores condições de visualização da sinalização. Também podem ser conjugados a equipamentos eletrônicos, permitindo a variação das mensagens.

Os dispositivos luminosos são basicamente do tipo:

- Painel eletrônico fixo;
- Painel eletrônico móvel;
- Painel com setas luminosas;

2.4.3.1 Painel eletrônico fixo

De acordo com o CONTRAN (2016), o painel eletrônico fixo pode ser implantado em pórtico, semipórtico ou coluna, e a sua posição em relação ao fluxo é permanente. O seu sistema de iluminação pode utilizar diversas tecnologias, dentre elas, fibras óticas e diodos emissores de luz (LEDs).

O Painel Eletrônico Fixo permite a transmissão de mensagens e símbolos de forma clara e sucinta, ele tem como objetivo principal orientar, regulamentar, advertir ou educar o usuário da via durante o seu deslocamento (CONTRAN, 2016).

Figura 29 – exemplo de painel eletrônico fixo



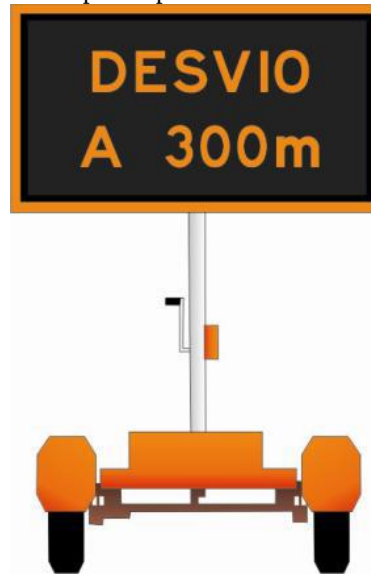
Fonte: CONTRAN, 2016, p. 10-1

2.4.3.2 Painel eletrônico móvel

O Painel Eletrônico Móvel é um dispositivo luminoso removível que tem como função transmitir mensagens e símbolos de forma clara e sucinta, com o objetivo principal de advertir, informar ou orientar o usuário da via, sobremaneira quando há situações atípicas, tais como acidente, obra, desvio ou condições operacionais adversas que gerem risco à segurança dos usuários da via (CONTRAN, 2016).

O painel móvel pode se utilizar de um reboque ou um veículo autoportante como suporte para sua montagem, o que permite que ele seja transportado para diversos locais, de maneira temporária, de acordo com a necessidade operacional (CONTRAN, 2016).

Figura 30 – exemplo de painel eletrônico móvel



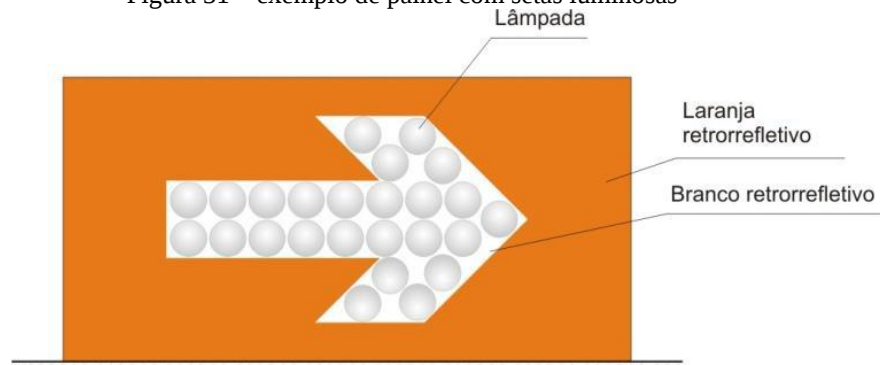
Fonte: CONTRAN, 2016, p. 10-5

2.4.3.3 Painel com setas luminosas

Segundo o CONTRAN (2016), o painel com seta luminosa é um dispositivo que se utiliza da luminosidade para indicar o desvio do fluxo de tráfego para a direita, esquerda ou ambos os lados. Ele pode ser utilizado em situações de emergência, bloqueio e em desvio ou estreitamento de pista.

É constituído de estrutura sólida com fundo em película laranja retrorrefletiva e seta branca com lâmpadas em funcionamento contínuo ou intermitente (CONTRAN, 2016).

Figura 31 – exemplo de painel com setas luminosas



Fonte: CONTRAN, 2016, p. 10-8

3 METODOLOGIA

3.1 Identificação da área de estudo

Figura 32 – Centro Acadêmico do Agreste (CAA)



Fonte: Sítio eletrônico do CAA¹⁰

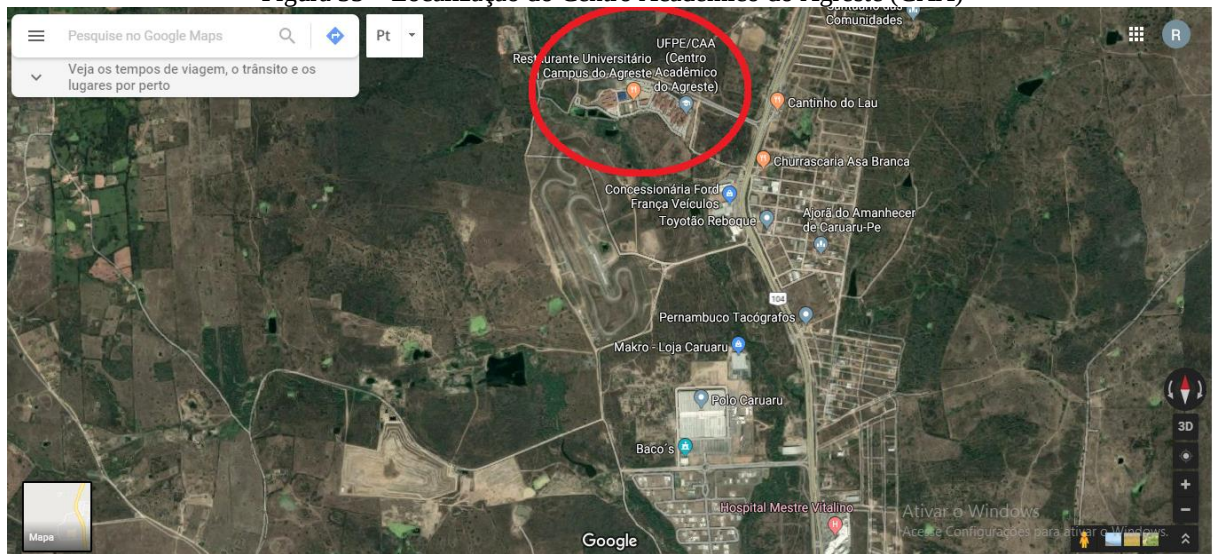
O Centro Acadêmico do Agreste (CAA) foi o primeiro campus da UFPE no interior de Pernambuco, tendo sido inaugurado em março de 2006 na cidade de Caruaru, com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento social, econômico e cultural do Estado.

O Centro iniciou suas atividades com cinco graduações, nas áreas de Administração, Design, Economia, Engenharia Civil e Pedagogia. Além desses, atualmente, funcionam também as licenciaturas em Química, Física, Matemática, a Licenciatura Intercultural, os cursos de Engenharia de Produção, Medicina e Comunicação Social, que integram cinco Núcleos de Ensino (Gestão, Design, Formação Docente, Tecnologia, Ciências Exatas e da Natureza), totalizando cerca de 4.400 alunos matriculados nos cursos de graduação, além de técnicos e professores do campus e dos alunos de pós-graduação.

O CAA está localizado às margens da Rodovia BR-104, no km 59, s/n, bairro Nova Caruaru, Caruaru - PE, CEP:55014-900, próximo ao autódromo internacional de Caruaru, ao Polo Caruaru e ao hospital Mestre Vitalino.

¹⁰ Disponível em <https://www.ufpe.br/caa>; Acesso em Jun. 2019.

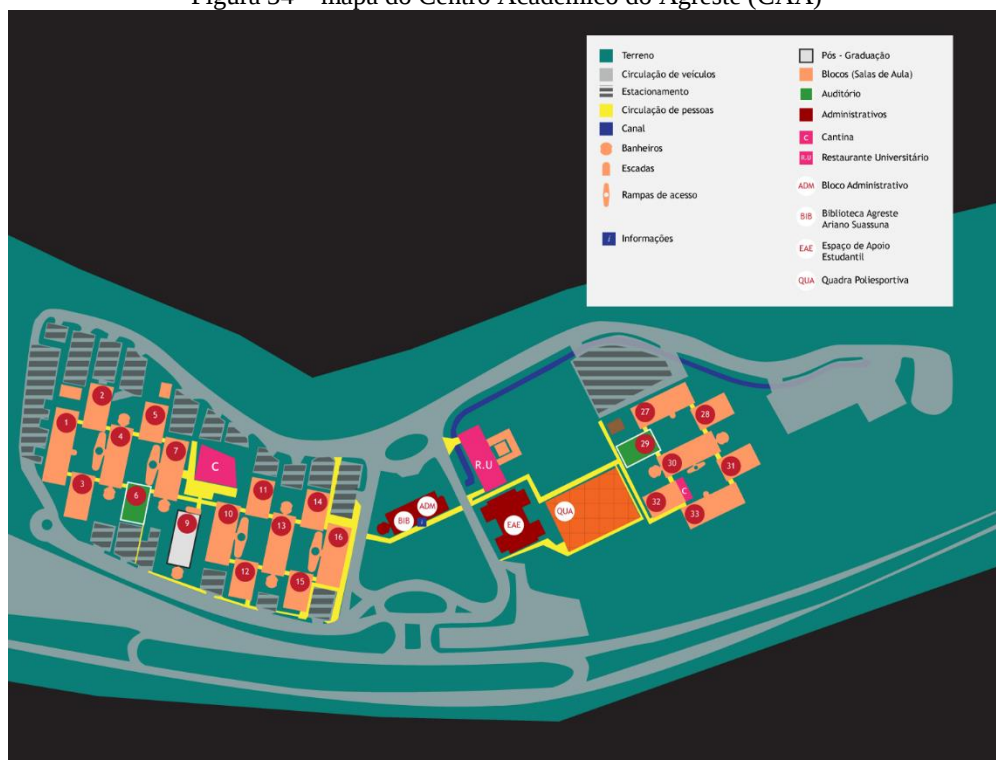
Figura 33 – Localização do Centro Acadêmico do Agreste (CAA)



Fonte: Google Maps

Atualmente o Centro Acadêmico do Agreste possui 22 blocos, além dos blocos da biblioteca, da administração, da escolaridade e da quadra, do restaurante universitário (RU) e da cantina. Desses 22 blocos, dois são auditórios, um é o bloco da pós-graduação e os outros dezenove são blocos com sala de aula. Além disso, o campus possui diversos locais para estacionamento dos veículos dos alunos, professores e técnicos.

Figura 34 – mapa do Centro Acadêmico do Agreste (CAA)



Fonte: Sítio eletrônico do CAA¹¹

¹¹ Disponível em <https://www.ufpe.br/caa/sobre-o-caa>; Acesso em Jun. 2019.

Figura 35 – relação de salas do Centro Acadêmico do Agreste (CAA)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO			RELAÇÃO DE SALAS		Campus AGRESTE	
1	1º andar	Salas de professores	16	1º andar	Salas de aula	
2	Térreo	Laboratório de Química (LQ)		Térreo	Salas de aula / Grupo de Pesquisa	
3	1º andar	Laboratório de Sistemas Construtivos (LE/LCC)	ADM	2º andar	Direção Sec. do Campus	
4	Térreo	Laboratório (LINT)			Coord. Setorial de Extensão e Cultura	
5	1º andar	Laboratório de Saneamento			Div. Comunicação	
6	Térreo	Laboratório de Recursos Hídricos			Div. Gestão de Pessoas	
7	1º andar	Laboratório de Transportes		2º andar	Infraestrutura	
8	Térreo	Salas de aula / Laboratório de Física			Sec. Núcleo de Design e Comunicação	
9	1º andar	Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA)			Sec. Núcleo de Gestão / Tecnologia / Pedagogia	
10	1º andar	Laboratório de Matemática (LAMAT)			Ger. de Compras / Ger. Finanças	
11	Térreo	Laboratório de Informática de Matemática				
12	Térreo	Laboratório Didático de Física e Química				
13	1º andar	Auditório Mestre Vitalino				
14	Térreo	Salas de professores				
15	1º andar	Salas de aula				
16	Térreo	Laboratórios de Engenharia de Produção				
17	1º andar	OSIO / EAGPO / GPSID / GAMOS / GREEFO / Random / LPOM				
18	2º andar	Sala de Professores Visitantes				
19	1º andar	ADUFEP				
20	Térreo	Ciclo Consultoria				
21	2º andar	Pós-Graduação de Engenharia de Produção (PPGEP)				
22	1º andar	Pós-Graduação em Educação Contemporânea (PPGEduC)				
23	Térreo	Pós-Graduação de Economia (PPGECON)				
24	1º andar	Pós-Graduação de Engenharia Ambiental (PPGECAW)				
25	Térreo	DWW / DEPLUG / Sec. PPGE				
26	1º andar	Laboratórios PPGECAW				
27	Térreo	Lab. Física / Lab. Ensino de Química / LAMTESA / NippeQ				
28	1º andar	Salas de aula / Copiadora				
29	Térreo	Salas de aula				
30	1º andar	Salas de aula				
31	Térreo	Salas de aula				
32	1º andar	Salas de aula				
33	Térreo	Salas de aula				
34	1º andar	Salas de aula				
35	Térreo	Salas de aula				
36	1º andar	Salas de professores				
37	Térreo	Salas de aula				
38	1º andar	Salas de aula				
39	Térreo	Salas de aula				
40	1º andar	Salas de aula				
41	Térreo	Salas de aula				
42	1º andar	Salas de aula				
43	Térreo	Salas de aula				
44	1º andar	Salas de aula				
45	Térreo	Salas de aula				
46	1º andar	Salas de aula				
47	Térreo	Salas de aula				
48	1º andar	Salas de aula				
49	Térreo	Salas de aula				
50	1º andar	Salas de aula				
51	Térreo	Salas de aula				
52	1º andar	Salas de aula				
53	Térreo	Salas de aula				
54	1º andar	Salas de aula				
55	Térreo	Salas de aula				
56	1º andar	Salas de aula				
57	Térreo	Salas de aula				
58	1º andar	Salas de aula				
59	Térreo	Salas de aula				
60	1º andar	Salas de aula				
61	Térreo	Salas de aula				
62	1º andar	Salas de aula				
63	Térreo	Salas de aula				
64	1º andar	Salas de aula				
65	Térreo	Salas de aula				
66	1º andar	Salas de aula				
67	Térreo	Salas de aula				
68	1º andar	Salas de aula				
69	Térreo	Salas de aula				
70	1º andar	Salas de aula				
71	Térreo	Salas de aula				
72	1º andar	Salas de aula				
73	Térreo	Salas de aula				
74	1º andar	Salas de aula				
75	Térreo	Salas de aula				
76	1º andar	Salas de aula				
77	Térreo	Salas de aula				
78	1º andar	Salas de aula				
79	Térreo	Salas de aula				
80	1º andar	Salas de aula				
81	Térreo	Salas de aula				
82	1º andar	Salas de aula				
83	Térreo	Salas de aula				
84	1º andar	Salas de aula				
85	Térreo	Salas de aula				
86	1º andar	Salas de aula				
87	Térreo	Salas de aula				
88	1º andar	Salas de aula				
89	Térreo	Salas de aula				
90	1º andar	Salas de aula				
91	Térreo	Salas de aula				
92	1º andar	Salas de aula				
93	Térreo	Salas de aula				
94	1º andar	Salas de aula				
95	Térreo	Salas de aula				
96	1º andar	Salas de aula				
97	Térreo	Salas de aula				
98	1º andar	Salas de aula				
99	Térreo	Salas de aula				
100	1º andar	Salas de aula				

Fonte: Sítio eletrônico do CAA¹²

3.2 Levantamento dos itens da sinalização vertical existente no campus

O levantamento dos itens de sinalização vertical existente no Campus Acadêmico do Agreste (CAA), foi feito visualmente e terá seus itens identificados por meio de fotos em subtópico específico nos resultados.

3.3 Verificação da compatibilidade da sinalização existente com a literatura normativa

A verificação da compatibilidade da sinalização vertical existente com a literatura normativa foi feita com base nos manuais normativos específicos para sinalização vertical (Volume I, II e III) Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e na literatura em geral que trata do tema. Para verificar a compatibilidade foi necessário identificar a real necessidade ou não das sinalizações existentes, além de comparar as medidas das placas verticais que fazem parte de sinalização do campus com as especificações normativas dos manuais do CONTRAN.

¹² Disponível em <https://www.ufpe.br/caa/sobre-o-caa>; Acesso em Jun. 2019.

3.4 Proposta de sinalização

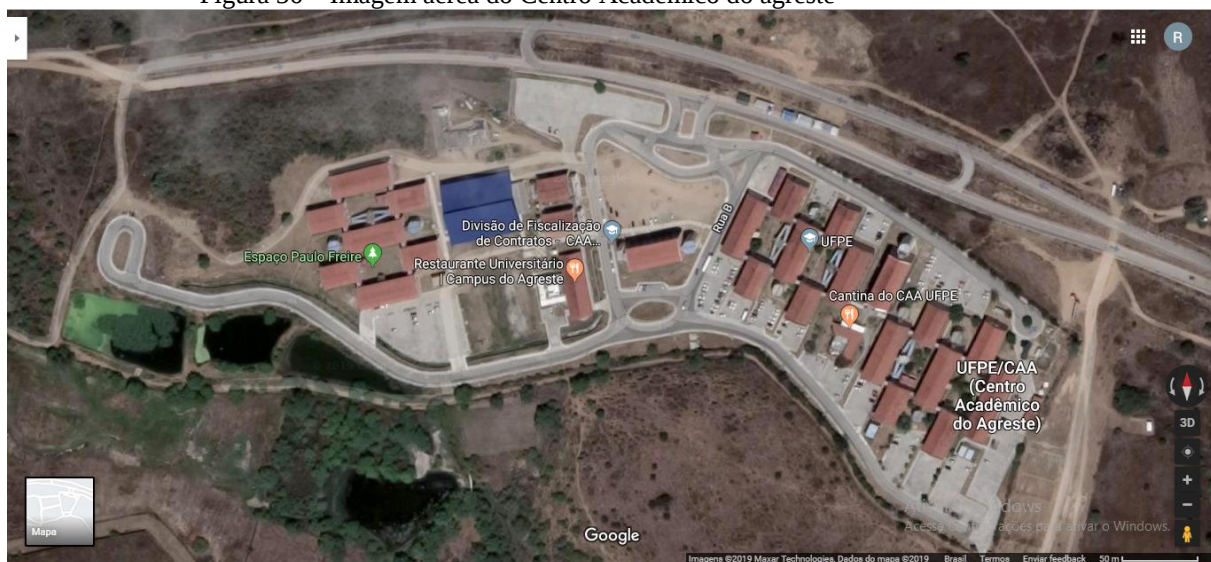
Para se obter uma proposta mais eficiente da sinalização vertical do Campus Acadêmico do Agreste foi necessária a utilização do projeto digital (em AutoCAD) das vias do campus para identificar os locais nos quais a sinalização viária é inexistente, mas há a necessidade de implantação. Além disso, o entendimento da rotina do campus foi essencial para definição de preferências entre vias e para definir os locais mais adequadas para implantação de faixa de pedestres.

4 PLANEJAMENTO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL DO CAA

4.1 Identificação da área de estudo

Segundo informações da própria Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o Centro Acadêmico do Agreste possui cerca de 4.400 alunos matriculados nos cursos de graduação, além de técnicos e professores do campus e dos alunos de pós-graduação. Sendo assim, diariamente no campus de Caruaru circula uma quantidade significativa de pessoas. Ou seja, a UFPE é um polo gerador de viagem (PGV) de grande importância para a cidade e por isso deve ter uma sinalização viária adequada.

Figura 36 – Imagem aérea do Centro Acadêmico do agreste



Fonte: Google Maps

4.2 Verificação da compatibilidade da sinalização existente com a literatura normativa

4.2.1 Levantamento dos itens da sinalização vertical existente

O levantamento fotográfico dos itens de sinalização vertical existente se iniciou na via de acesso, antes do retorno. Foi observado que nesse ponto a vegetação está muito alta, dificultando a visualização da placa indicativa que informa a direção do campus do agreste, como mostrado na figura 37. O art. 80, § 1º do CTB informa que a sinalização será colocada em posição e condições que a tornem perfeitamente visível e legível durante o dia e a noite, em distância compatível com a segurança do trânsito, conforme normas e especificações do CONTRAN. Dessa forma, a placa indicativa supramencionada está em desacordo com as normas.

Figura 37 – Placa de indicação na via de acesso ao CAA



Na entrada do campus existe uma placa de indicação na cor azul e que está indicando o local de acesso do campus, porém, toda sinalização deve ser posta anteriormente ao que quer sinalizar. Dessa forma, a placa mostrada na figura 38 está em desacordo com as normas, pois deveria estar antes do acesso para alertar o condutor que o acesso é ali. Da forma que está pode gerar uma confusão e fazer o condutor entrar na contramão. Além disso, segundo o CONTRAN (2014), as placas de pré-sinalização informam antecipadamente ao condutor as opções de destino com saídas à frente e ordenam o uso de faixas de trânsito. Devem apresentar a forma retangular, com a cor de fundo e da orla externa em verde e as legendas, setas, tarjas e orla interna na cor branca. Caso ocorra alguma indicação de rodovia, o campo desta mensagem deve ter a cor de fundo azul. Ou seja, a placa mostrada na figura 38 deveria ser na cor verde, já que não está indicando nenhuma rodovia.

Figura 38 – Placa de indicação na entrada do CAA



Identificou-se que o maior problema da sinalização viário do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) não é a incompatibilidade da sinalização existente com as normas, apesar de as poucas placas que existem estarem incompatíveis, mas sim a inexistência de sinalização na maioria do campus, e principalmente em pontos cruciais que sem uma boa sinalização podem gerar acidentes, que é o caso das rotatórias existentes ao lado do ponto de ônibus e em frente ao restaurante universitário.

4.3 Proposta de sinalização

A proposta de sinalização foi feita em conjunto com o trabalho de conclusão de curso do aluno Anailson César, que foi responsável pela proposta de sinalização horizontal do campus. Sendo assim, os dois trabalhos se complementam.

A sinalização vertical foi elaborada de acordo com os conhecimentos e experiências adquiridas pelo aluno durante a graduação e compatibilizada com as normas técnicas.

Para a elaboração das propostas de soluções foi utilizado o software AutoCAD 2017, com o auxílio do plugin SINC, da empresa Sebrae Soluções, o qual dá celeridade ao processo de elaboração do projeto, pois facilita o emprego das placas no software.

4.3.1 Problema 1:

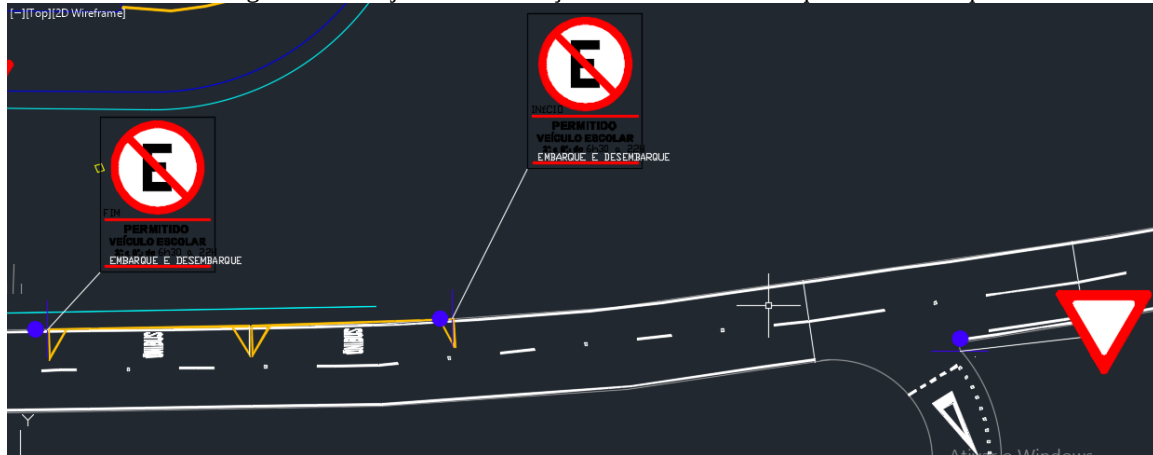
Falta de sinalização regulamentar para embarque e desembarque dos passageiros dos ônibus fretados que trazem alunos de outras cidades.

Figura 39 – Falta de sinalização regulamentar para embarque e desembarque dos passageiros



Solução para o problema 1:

Figura 40 – Projeto de sinalização com área de embarque e desembarque



Foi especificado dois espaços para a parada de ônibus com a finalidade de embarque e desembarque dos alunos.

4.3.2 Problema 2:

Falta de sinalização de indicação na entrada do campus que oriente o condutor até o destino que ele pretende chegar, além da falta de sinalização regulamentar indicando os sentidos possíveis e a preferência da via. Também há a necessidade de uma placa de advertência indicando que há uma rotatória à frente.

Figura 41 – Entrada do campus



Solução para o problema 2:

Figura 42 – Projeto de sinalização da entrada do campus



4.3.3 Problema 3:

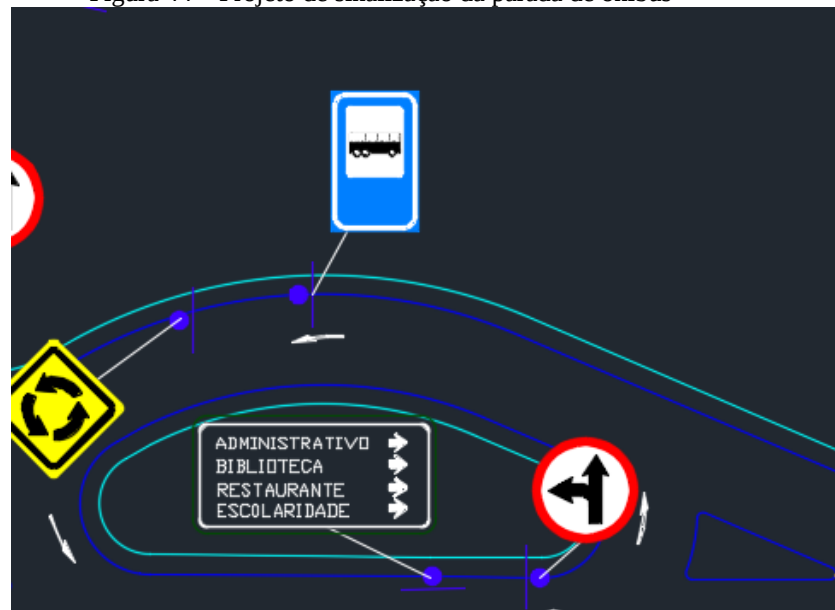
Parada de ônibus sem sinalização.

Figura 43 – Parada de ônibus sem sinalização



Solução para o problema 3:

Figura 44 – Projeto de sinalização da parada de ônibus



4.3.4 Problema 4:

Falta de sinalização indicativa da localização da biblioteca, do bloco administrativo, do restaurante universitário e da escolaridade, além disso, é possível observar a inexistência da regulamentação de proibido estacionar nesse trecho e a falta de faixa de pedestre em um dos locais com mais movimentos do CAA, que é no trecho de travessia de rua entre o bloco da biblioteca e restaurante universitário.

Figura 45 – Falta de indicação da escolaridade



Figura 46 – Falta de indicação da biblioteca e centro administrativo



Figura 47 – Falta de indicação do RU



Solução para o problema 4:

Figura 48 – Projeto de sinalização para indicar localização de pontos importantes



4.3.5 Problema 5:

Falta de sinalização regulamentar proibindo estacionar e indicando as possíveis direções para seguir.

Figura 49 – Trecho onde não deveria haver carros estacionados



Solução para o problema 5:

Figura 50 – Projeto de sinalização regulamentando o estacionamento



4.3.6 Problema 6:

Um dos pontos mais problemáticos do trânsito no CAA é a rotatória que existe atrás da biblioteca e em frente ao restaurante universitário. Nela não existe sinalização indicando que é uma rotatória, nem sinais de regulamentação informando quais são as direções e sentidos possíveis, além da falta de sinalização de dê a preferência, a qual é de grande importância em trechos como esse onde há diversas vias se conectando.

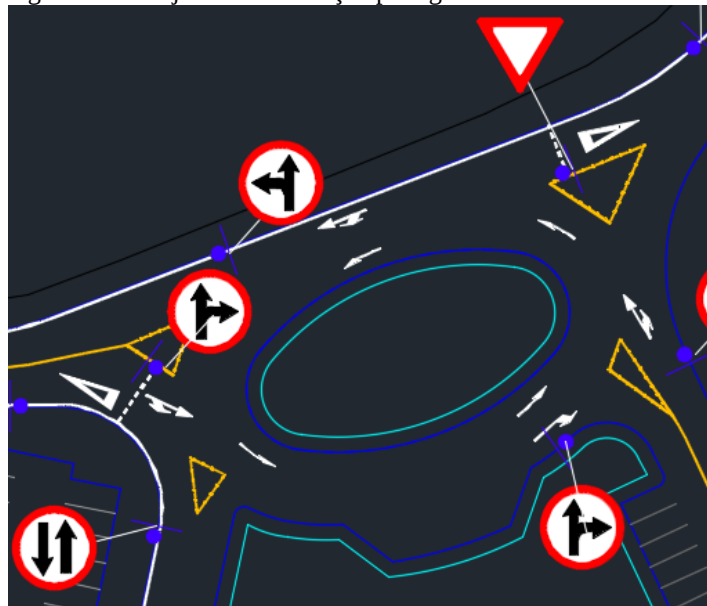
Figura 51 – Giratória por trás da biblioteca



Solução para o problema 6:

Para esse local foi elaborada um conjunto de sinalizações verticais e horizontais para um melhor aproveitamento da via e uma condução adequada dos condutores, para que não haja dúvida quais direções o condutor pode seguir.

Figura 52 – Projeto de sinalização para giratória atrás da biblioteca



4.3.7 Problema 7:

O projeto de sinalização elaborado considera que em todos os trechos de via que não sejam trechos específicos para estacionamento, a parada ou estacionamento deve ser proibida para que os carros estacionados não atrapalhem a locomoção dos outros carros que necessitam transitar. No trecho abaixo, por exemplos, existem veículos estacionados próximo ao RU e à biblioteca, atrapalhando o trânsito de outros condutores.

Figura 53 – Trecho com carros estacionados na via



Solução para o problema 7:

Tornou-se proibido estacionar em todos os trechos que não sejam específicos para estacionamento.

Figura 54 – Projeto de sinalização regulamentando o estacionamento em diversos trechos



Figura 55 – Projeto de sinalização regulamentando o estacionamento em diversos trechos



Figura 56 – Projeto de sinalização regulamentando o estacionamento em diversos trechos

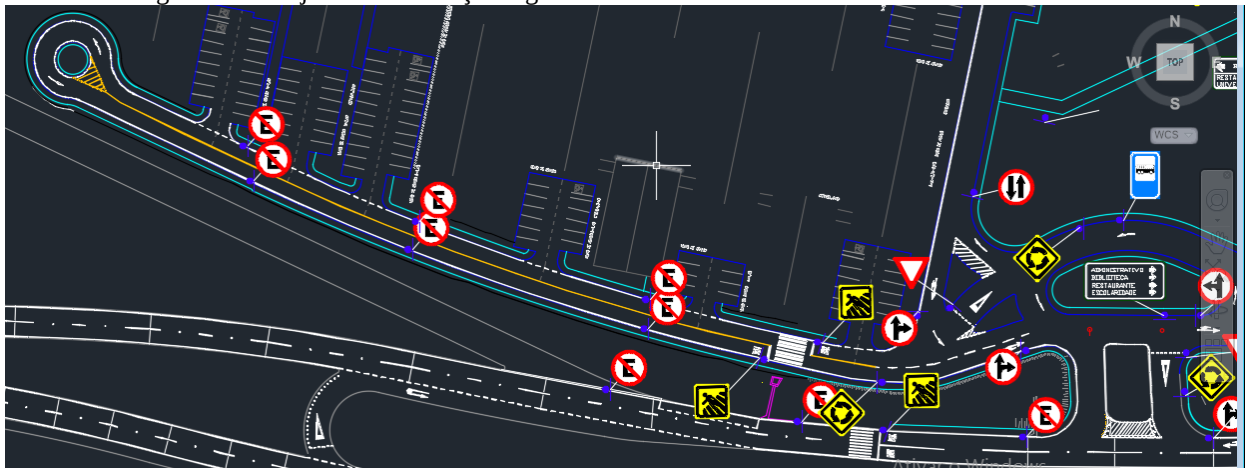


Figura 57 – Projeto de sinalização regulamentando o estacionamento em diversos trechos



4.3.8 Problema 8:

Outro trecho bastante problemático é a rotatória na entrada do campus, na qual está presente atualmente uma parada de ônibus na calçada paralela à rotatória. Neste local há muitos condutores que ao adentrarem no campus, pegavam a primeira via à esquerda, atrapalhando a locomoção dos ônibus coletivos e de condutores que iam em direção à escolaridade ou ao RU. Agora, de acordo com o projeto elaborado, a conversão à esquerda supramencionada não é mais possível, de modo a tornar o trânsito mais seguro, já que os condutores terão os sentidos regulamentados, eliminando os conflitos de tráfego.

Figura 58 – Entrada do CAA (local onde fazem conversão à esquerda erroneamente)



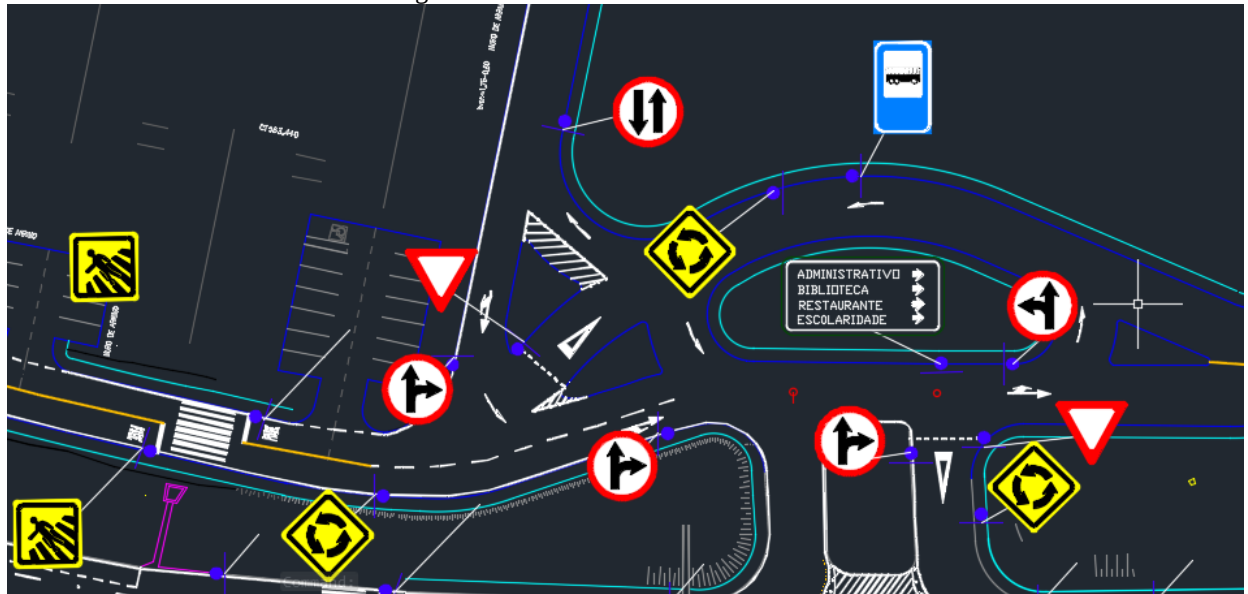
Figura 59 – Giratória na entrada do CAA



Solução para o problema 8:

Para solucionar esse problema, fez-se o uso de sinalizações regulamentares e de advertência para indicar os sentidos e direções. O uso da placa indicativa de parada de ônibus, automaticamente gera a proibição de estacionar naquele local.

Figura 60 – Giratória na entrada do CAA



4.3.9 Problema 9:

Um problema relevante que existe no campus é a falta de locais para travessia de pedestres. Não há faixa de pedestres nas vias internas do campus, o que dificulta a locomoção dos pedestres nesse centro de ensino. Locais estratégicos para a colocação da faixa de pedestre, como um trecho que é muito utilizado para travessia dos alunos em direção às barracas de lanches localizadas no canteiro da via de acesso do campus, são mostrados nas figuras a seguir.

Figura 61 – Falta de sinalização na passagem para biblioteca



Figura 62 – Falta de sinalização na passagem em direção às barracas de lanche



Figura 63 – Falta de sinalização da passagem do campus em direção às barracas de lanche



Solução para o problema 9:

Para solucionar esse problema, foram projetadas faixas de pedestres com suas devidas sinalizações horizontais e verticais para tornar possível a locomoção segura dos pedestres.

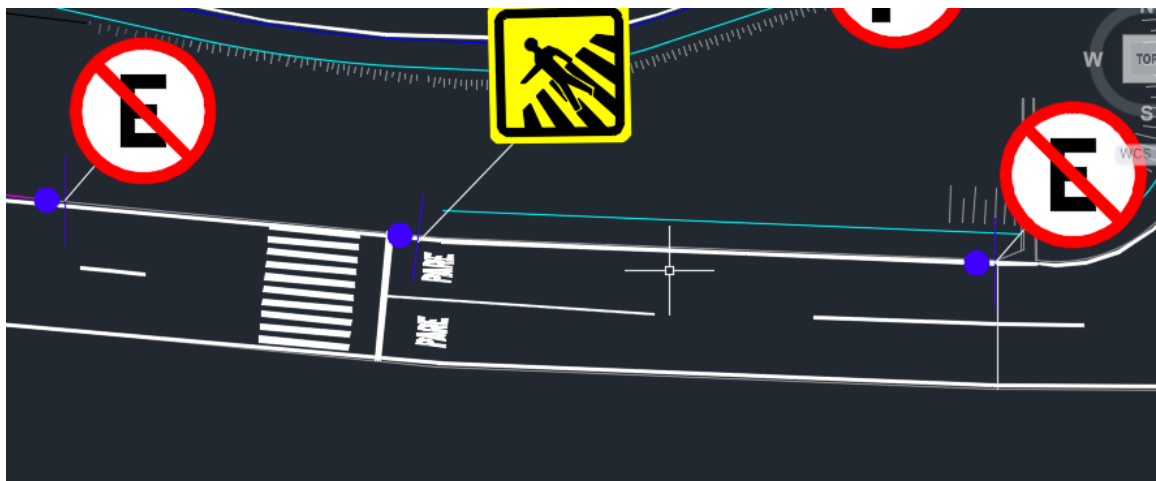
Figura 64 – Travessia para acesso à biblioteca



Figura 65 – Travessia no campus em direção às barracas de lanches



Figura 66 – Travessia na via de acesso



4.3.10 Problema 10:

Falta de sinalização de proibido estacionar e de dê a preferência no acesso ao campus.

Figura 67 – Placa de indicação na entrada do CAA e falta de placa de proibido estacionar



Figura 68 – Retorno e acesso ao CAA e falta de placa de dê a preferência

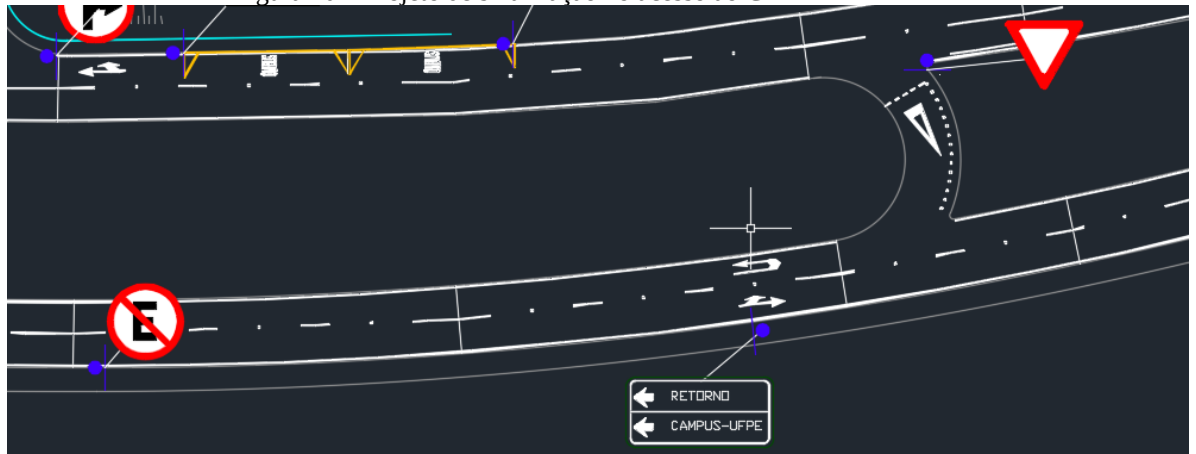


Figura 69 – Falta de placa de dê a preferência



Solução para o problema 10:

Figura 70 – Projeto de sinalização no acesso ao CAA



4.3.11 Problema 11:

O problema aqui foi a falta de sinalização indicando onde são os estacionamentos e dentro desses estacionamentos a falta de sinalização para as vagas reservadas a deficientes.

Figura 71 – Estacionamentos sem sinalização



Figura 72 – Estacionamentos sem sinalização



Figura 73 – Estacionamento sem sinalização



Figura 74 – Estacionamento sem sinalização



Figura 75 – Estacionamentos sem sinalização



Solução para o problema 10:

Foi elaborado um projeto de sinalização para os estacionamentos do CAA.

Figura 76 – Projeto de sinalização dos estacionamentos

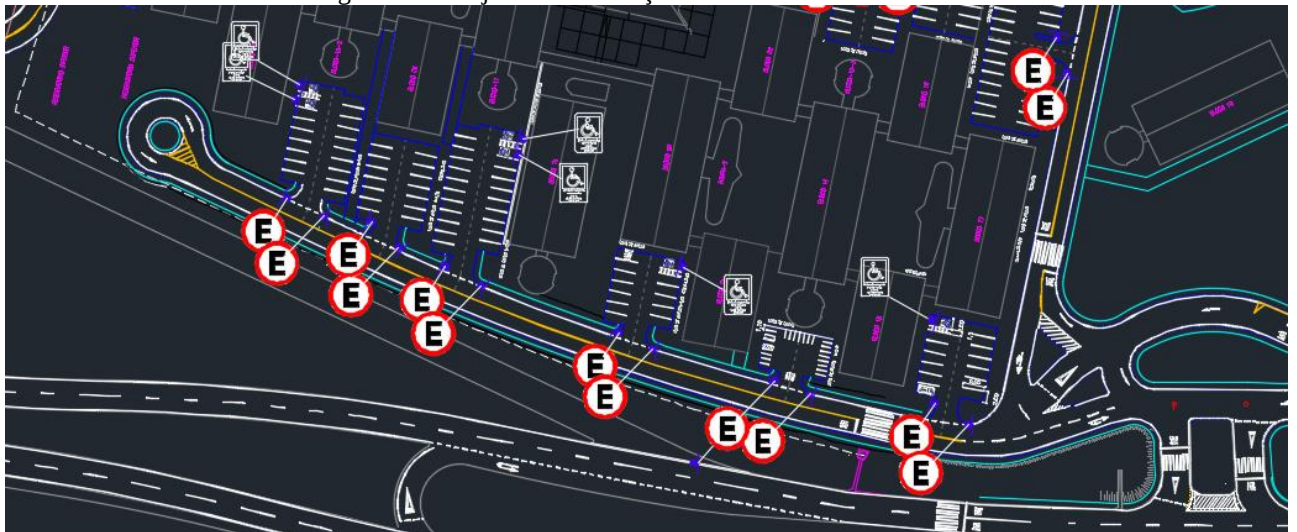


Figura 77 – Projeto de sinalização dos estacionamentos

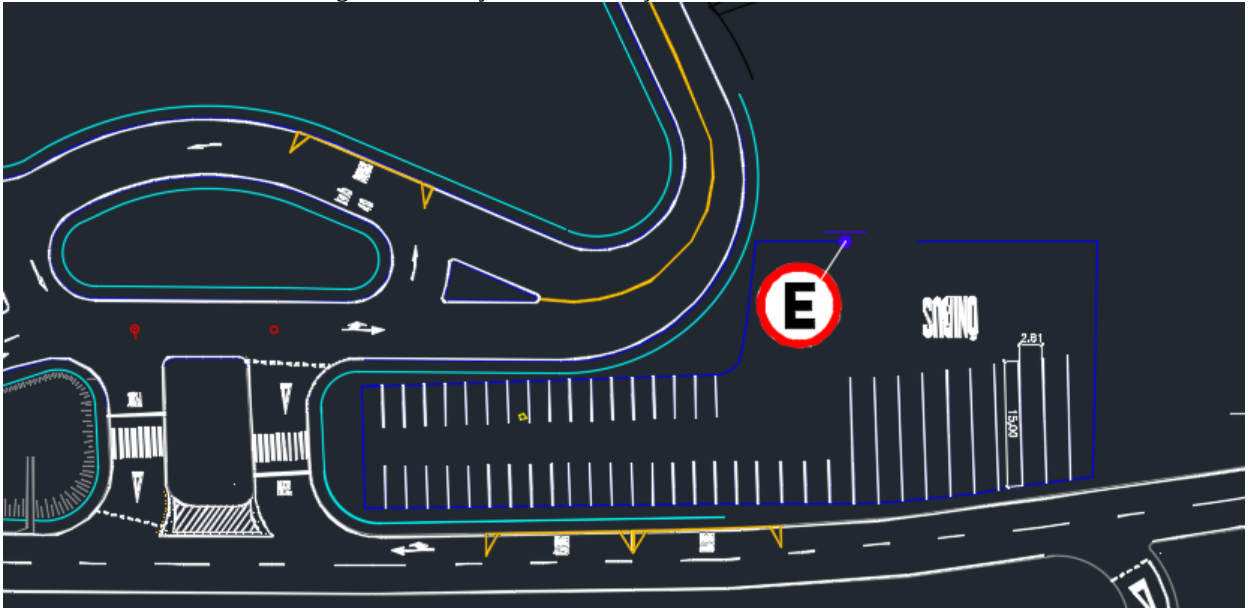


Figura 78 – Projeto de sinalização dos estacionamentos

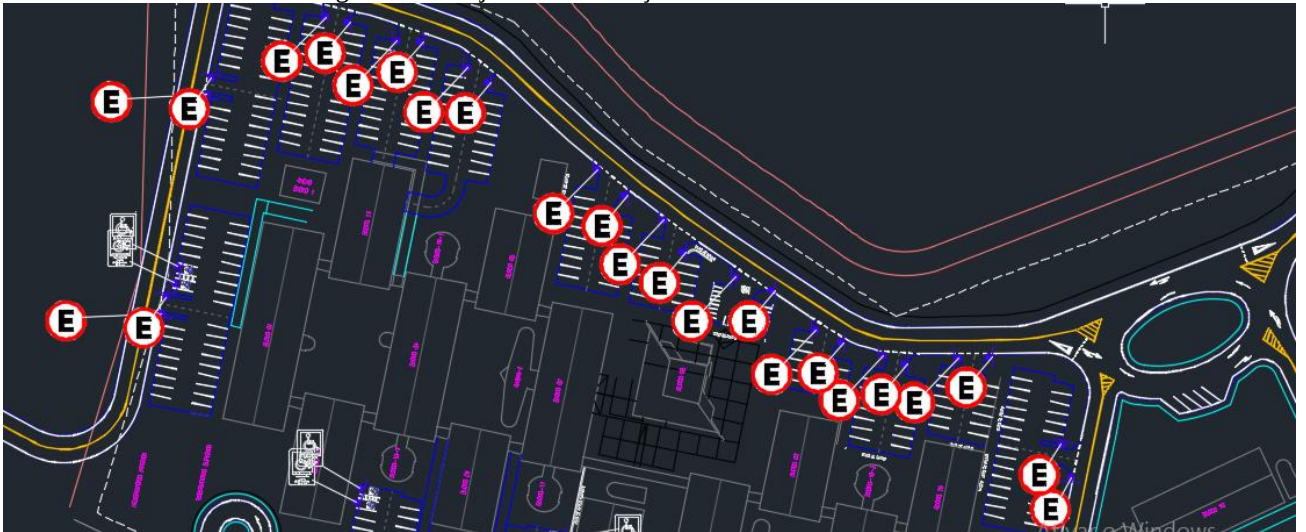
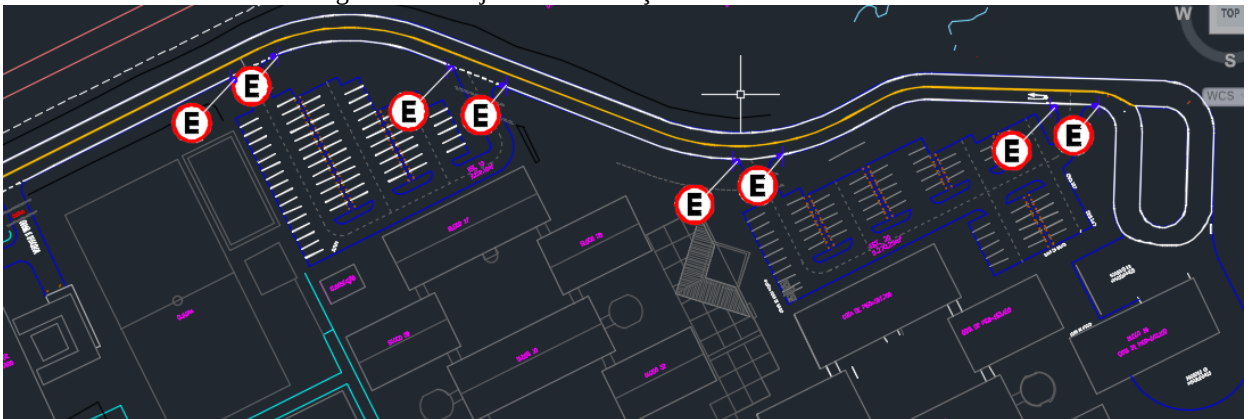


Figura 79 – Projeto de sinalização dos estacionamentos



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar o sistema viário existente no CAA, identificar suas deficiências e propor um projeto de sistema viário mais eficiente e adequado para as vias do campus.

Ao longo dos resultados apresentados neste estudo, viu-se que mesmo após 13 anos de existência do CAA, sua sinalização viária permanece quase como inexistente, possuindo apenas duas placas indicativas, as quais, como o nome já diz, têm única e exclusivamente a função de indicar a direção dos destinos. Não existem placas de regulamentação no campus, tornando quase que impossível que haja uma fiscalização de trânsito e consequente punição dos infratores, já que o CTB prevê, em seu Art. 90, que não serão aplicadas as sanções previstas neste Código por inobservância à sinalização quando esta for insuficiente ou incorreta.

A conclusão deste estudo foi de que existe a necessidade da implementação de uma sinalização viária vertical e horizontal que torne o trânsito no interior do CAA mais seguro e eficiente, já que é um local de grande movimentação de automóveis e pedestres, considerado um Polo Gerador de Viagens (PGV). Por esse motivo, foi apresentado como resultado do trabalho um projeto de sinalização viária vertical, que em conjunto com o trabalho do aluno Anailson César, o qual elaborou o projeto de sinalização viária horizontal do campus, pode tornar o trânsito do CAA adequado para a sua realidade de PGV.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode ser feito um estudo com objetivo de elaborar o projeto de sinalização viária horizontal e vertical das áreas do CAA que não foram contempladas nesse trabalho pelo motivo de estarem em construção ou expansão e a elaboração do orçamento para a implementação do projeto viário produzido nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

- AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials (1997) **Highway safety design and operations guide**. Washington D.C., EUA.
- ALMEIDA, L. L. (2011) **Manual de perícias em acidentes de trânsito**. Millennium Editora, Campinas.
- ALVES, A. V. P.; SORRATINI, J. A.; BARBOSA, R. C. (2011) **Polos Geradores de Viagem: metodologia para avaliação de impactos no tráfego devido a estabelecimentos de ensino de nível superior**.
- ANTP; Conselho Estadual para Diminuição de Acidentes de Trânsito e Transportes. (2011) **Proposta do Brasil para redução de acidentes e segurança viária - Década de Ação pela Segurança no Trânsito - 2011-2020** (Resolução ONU nº 2, de 2009). Revista dos Transportes Públicos - ANTP, 33(2º Quadrimestre), p. 85–118.
- CARNEIRO, F. M.. **Análise de planos de mobilidade urbana sob a ótica da segurança no trânsito**. 2018.
- CARTAXO, S. *et al.* **A relação entre a sinalização viária e os acidentes de trânsito em um trecho da**. 2015.
- CET (1983) **Polos Geradores de Tráfego**. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. Boletim Técnico nº 32. Prefeitura de São Paulo.
- CONTRAN (2007a) **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I**. Brasília, DF, Brasil.
- CONTRAN (2007b) **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II**. Brasília, DF, Brasil.
- CONTRAN (2007c) **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV**. Brasília, DF, Brasil.
- CONTRAN (2014) **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume III**. Brasília, DF, Brasil.
- DENATRAN (2001) **Manual de procedimentos para o tratamento de Polos Geradores de Tráfego**. Departamento Nacional de Trânsito. Brasília: DENATRAN/FGV.
- DIESEL, L. E. (2013) **Ações preventivas de acidentes de trânsito**. (3º Ed.). UniSul Virtual, Palhoça.
- FERRAZ, A. C. P.; RAIA JR., A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; SILVA, K. C. R. (2012) **Segurança viária**. Suprema Gráfica e Editora, São Carlos.

FHWA – Federal Highway Administration (1992) **Safety effectiveness of highway design features – volume III: Cross sections**. In: Publication No. FH WA-RD-91-046.

GAO – General Accounting Office (2003). **Research Continues on the Variety of Factors That Contribute to Motor Vehicle Crashes**. Em: Report to Congressional Requesters. Disponível em: <<http://www.gao.gov/new.items/d03436.pdf>>. Acesso em: Maio de 2019.

GOLD, P. A. (1995) **Segurança viária**. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina. Londrina, PR, Brasil.

GOLD, P. A. (1998) **Aplicações de engenharia para reduzir acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.br/professor_cucci/Seguranca2.pdf>. Acesso em: ??

HADDON JR., W. (1999) **The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based**. Injury Prevention, p. 231–236.

HAUER, E. (1990) **The engineering of safety and the safety of engineering**. J. P. Rothe (Ed), Challenging the old order: towards new directions in traffic safety theory (p. 39–71). Transaction Publishers, New Jersey, EUA.

HONORATO, C. M.. **Trânsito Seguro: Direito Fundamental de Segunda Dimensão**. *Revista dos Tribunais*, v. 911, n. 1926, p. 107–169, 2011.

IMT – Instituto Mexicano del Transporte (2002) **Algunas consideraciones de seguridad para el proyecto geométrico de carreteras**. In: Publicación Técnica No. 217, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Sanfandila, México, 2002. Disponível em: <<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt217.pdf>>. Acesso em: Maio de 2019.

KNEIB, E. C.; TACO, P. W. G.; SILVA, P. C. M. (2006) **Identificação e avaliação de impactos na mobilidade: análise aplicada a Polos Geradores de Viagens**. Pluris 2006.

LEAL, B. A. B. (2017) **Análise da influência e características das vias no número e na severidade dos acidentes: estudo de caso na autoestrada Grajaú-Jacarepaguá**.

NHCRP (2007) **Methodology to predict the safety performance of urban and suburban arterials**. Transportation Research Board of the National Academies.

NODARI, C. (2003) **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. Tese (Doutorado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

OGDEN, K. W. (1996) **Safer roads: a guide to road safety engineering**. Ashgate Publishing limited, Cambridge: University Press, Cambridge.

OLIVEIRA, A. M. F. (2016) **ONU – Década de Ações para a Segurança no Trânsito 2011-2020**. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2016-500_onu-decada-de-acoes-para-a-seguranca-no-transito-2011-2010-antonia-maria-de-fatima-oliveira>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

PINTO, A. B.; DIÓGENES, M. C.; LINDAU, L. A. (1999) **Quantificação dos impactos de Polos Geradores de Tráfego**.

RIGER, C. A. (2017) **A educação na década de ação pela segurança no trânsito**. Gestão de Trânsito-Unisul Virtual.

ROSA, T. D. (2017) **Avaliação da Efetividade da Sinalização Viária e Dispositivos de Segurança na Redução dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais no Estado do Espírito Santo**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFSC. Brasília, DF, Brasil.

ROZESTRATEN, R. J. A. (1988) **Psicologia do trânsito: conceitos e processos básicos**. São Paulo: EPU.

SIMÕES, F. A. (2001) **Sistema de gestão da segurança no trânsito urbano**. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-09052016-112557/pt-br.php>>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

SINAY, M. C. F.; TAMAYO, A. S. (2005) **Segurança Viária: Uma Visão Sistêmica**. Rio de Transportes III, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

TRB – Transportation Research Board of the National Academies. (1987) **Designing safes roads: practices for resurfacing, restoration and rehabilitation**. In: Special Report. n. 214.

VIAS SEGURAS (2013) **Dez anos para reduzir pela metade o número de vítimas**. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/layout/set/print/os_acidentes/acidentes_com_motos/os_acidentes_de_motos_causas_e_remedios/dez_anos_para_reduzir_pela_metade_o_numero_de_vitimas>. Acesso em: 18 de maio de 2019.