

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE INFRAESTRUTURA E ACIDENTALIDADE VIÁRIA EM CRUZAMENTOS CRÍTICOS

ANALYSIS OF THE INFRASTRUCTURE CHARACTERISTICS AND ROAD ACCIDENTALITY ON CRITICAL INTERSECTIONS

Paola Mundim de Souza¹, José Aparecido Sorratini²

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Câmpus Santa Mônica, Avenida João Naves de Ávila, 2121 Bairro Santa Mônica, Uberlândia, MG, Brasil

¹Mestre em Engenharia Civil, Transportes. E-mail: pmundim_souza@hotmail.com

²PhD em *Civil and Environmental Engineering*. E-mail: sorratini@ufu.br.

RESUMO

Diante do aumento do número de acidentes com vítimas fatais foi definida a década de 2011 a 2020 como a Década de Ação para a Segurança Viária, o que culminou na elaboração do Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária, que propõe ações que estão fundamentadas em cinco pilares, um deles a infraestrutura. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência que as características da infraestrutura exercem na segurança viária, com verificação das evoluções da incidência e severidade dos acidentes ao longo de alguns anos. Foram analisados dados de acidentes de trânsito em algumas vias da cidade de Uberlândia, MG, e as características de infraestrutura dessas vias, ou seja, qual a geometria atual e quais as mudanças implantadas nos últimos anos. Por meio do cálculo do coeficiente de *Pearson* foi verificada a correlação entre a variação no número de acidentes com a severidade, mudanças na infraestrutura da via e variação do volume veicular. De forma geral, as mudanças na infraestrutura das vias analisadas, como: aumento do número de faixas de tráfego, redução da velocidade máxima permitida, construção de viadutos e implantação de corredor estrutural fizeram com que o número de acidentes e a severidade diminuíssem.

Palavras-chave: segurança viária; acidentes de trânsito; infraestrutura viária.

ABSTRACT

Due to the increased number of fatal crashes, the decade from 2011 to 2020 was defined as the Decade of Road Safety, which ended in the drafting of the National Plan to Reduce Accidents and Road Safety, which proposes actions that are based on five issues, one of them the infrastructure. This thesis aimed in analyzing the influence that the infrastructure characteristics have on road safety and to check the evolution of the incidence and severity of accidents over the years. Traffic accident data were analyzed on some streets of Uberlândia, MG, and the infrastructure characteristics, that is, the current geometry and what changes were implemented in recent years. By calculating the Pearson's coefficient, it was verified if there were a correlation between variation in the number of accidents with severity, changes in the road infrastructure, and variation of vehicular flow. In general, changes in the infrastructure of the analyzed streets, such as increased the number of lanes of traffic, reduced speed limit, construction of overpasses, and structural bus corridor deployment caused a decreasing in the number of accidents and severity.

Keywords: road safety; traffic accidents; road infrastructure.

1 – INTRODUÇÃO

No ano de 2009, a Organização Mundial de Saúde (OMS) registrou 1,3 milhão de mortes por acidentes de trânsito em 178 países. Diante desta realidade a Organização das Nações Unidas (ONU), na Assembleia Geral, em março de 2010, estabeleceu a década de 2011 a 2020 como a Década de Ação para Segurança Viária, convocando todos os países signatários, e o Brasil foi um deles, para um esforço mundial (ONU, 2009).

Com isso, foi elaborado, no Brasil, o Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a Década de 2011 a 2020 e participaram técnicos de notório saber, representantes de diversos órgãos públicos e instituições da sociedade civil, a convite do Comitê Nacional de Mobilização pela Saúde, Segurança e Paz no Trânsito, composto por representantes de diversas instituições. O Plano constitui-se em um conjunto de medidas que visam contribuir para a redução das taxas de mortalidade e lesões

por acidentes de trânsito no país, por meio da implantação de ações que são fundamentadas em cinco pilares: fiscalização, educação, saúde, infraestrutura e segurança veicular; nos horizontes de curto, médio e longo prazos (BRASIL, 2010).

A segurança de todos os usuários da via tem-se tornado uma das premissas principais para o planejamento e gerenciamento dos sistemas de transporte e toda sua infraestrutura.

O objetivo principal desta pesquisa é analisar a relação entre a infraestrutura e a segurança viária em cruzamentos críticos na cidade de Uberlândia, MG, por meio de levantamento entre mudanças ocorridas no sistema viário e ocorrência e severidade de acidentes em um mesmo período de tempo. Por meio de uma análise estatística foi verificada a correlação entre a variação no número de acidentes com a severidade, com mudanças na infraestrutura das vias e com a variação do volume veicular.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção contém uma breve bibliografia consultada para a elaboração deste trabalho, com ênfase aos temas relacionados aos acidentes de trânsito, aos fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes de trânsito, à severidade de acidentes.

2.1 Acidentes de trânsito

Ferraz *et al.* (2012) definem acidente de trânsito como um evento que envolve um ou mais veículos, motorizados ou não, em movimento por uma via, que provoca ferimentos em pessoas e/ou danos em veículos e/ou em outros elementos (postes, edificações, sinais de trânsito etc.).

Na norma ABNT NBR 10697:1989 acidente de trânsito é definido como todo evento não esperado que cause danos ao veículo ou à sua carga e/ou causar lesões em pessoas ou animais. Os tipos de acidentes são classificados como, acidentes com pedestres, que podem ser *i)* atropelamento: neste caso o pedestre ou animal sofre impacto de um veículo, e *ii)* acidente pessoal de trânsito: o pedestre sofre lesões corporais ou danos materiais, não há participação de veículos ou ação criminosa; *iii)* capotamento: o veículo gira em torno de um dos seus eixos, e o teto toma contato com o chão; *iv)* choque: há impacto do veículo com qualquer objeto fixo ou móvel, mas que no momento não esteja em movimento.

É difícil atribuir uma única causa à ocorrência de um acidente viário. Os acidentes são decorrentes da combinação de diversos fatores causais. Nodari (2003) coloca que os fatores contribuintes podem ser agrupados em três grandes categorias chamadas de componentes dos acidentes, e são: componente humano, componente veicular e componente viário-ambiental.

Ferraz *et al.* (2012) apresentam a classificação dos acidentes quanto a gravidade, sendo que no Brasil a classificação para caracterizar os acidentes quanto à gravidade é a utilizada pela Polícia Militar na elaboração dos boletins de ocorrência e de estatísticas. São consideradas três categorias de acidentes: sem vítimas (apenas com danos materiais); com vítimas não fatais (feridos) e com vítimas fatais.

2.2 Unidade Padrão de Severidade

O Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN instituiu a Unidade Padrão de Severidade – UPS, cujo valor é resultante da soma dos produtos do número de ocorrências por severidade pelo peso atribuído à respectiva severidade. Em que: 1, 4, 6 e 13, respectivamente, são os pesos atribuídos aos acidentes somente com danos materiais, acidentes com ferido(s), acidentes com feridos envolvendo pedestres e acidentes com vítima(s) fatal(is).

2.3 Influência das características viárias na ocorrência de acidentes

Ferraz *et al.* (2012) colocam que as características das vias exercem uma grande influência na acidentalidade viária e

esta é a razão pela qual devem ser estabelecidos padrões apropriados para o projeto viário. Atenção especial deve ser dada às interseções, pois é nelas que ocorre uma grande parte dos acidentes.

Nodari (2003) comenta que as características das vias afetam suas condições de segurança de diversas formas e influencia: 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; o comportamento e a atenção dos motoristas.

Sampedro Tamayo (2010) cita que a combinação dos diferentes fatores da via deve proporcionar aos usuários do sistema de tráfego a interação e a utilização da infraestrutura de forma clara, simples e segura permitindo, ainda, a correção ou redução das consequências de eventuais erros cometidos pelos usuários.

A seguir é apresentada uma revisão das características físicas e operacionais da via que exercem influência sobre a segurança do tráfego.

2.3.1 Largura de faixa

Nas vias urbanas, o efeito da largura da faixa sobre a segurança parece estar mais relacionado com o volume de veículos devido aos quase sempre elevados volumes de tráfego e às baixas velocidades de circulação que geralmente são permitidas. Neste ambiente, o fator largura de faixa também pode influenciar na fluidez e na operação geral do trânsito (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

Ferraz *et al.* (2012) citam que o aumento da largura de faixas de tráfego estreitas em vias urbanas para padrões adequados pode fazer com que ocorra, em média, um aumento de 14% dos acidentes com vítimas. A explicação para isto é que a maior largura aumenta o tempo de travessia de pedestres e veículos nas interseções superando, assim, o benefício da redução do risco de colisão.

2.3.2 Canteiro central

O efeito positivo do canteiro central é considerável para a segurança dos pedestres, ao oferecer-lhes uma área de refúgio durante as travessias da via, e na redução do ofuscamento dos motoristas pelos faróis dos veículos que circulam em sentido oposto no período noturno. Os fatores relacionados ao canteiro central que maior influência exercem na segurança da circulação são a existência ou não dele, a sua largura e a presença de barreiras metálicas ou de concreto (GAO, 2003).

Em vias urbanas com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante linhas demarcadas no pavimento, a implantação de divisão central física (por exemplo, mureta resistente) é prevista conduzir a uma redução de, em média, 19% dos acidentes. Já a implantação de canteiro central mediante a colocação de guias, com largura acima de 1 m para servir como refúgio para os pedestres cruzarem a via em duas etapas é prevista uma redução estimada de 20% dos acidentes (FERRAZ *et al.*, 2012).

2.3.3 Pavimento

A segurança e conforto dos usuários são afetados, também, pelas condições estruturais e da superfície do pavimento. O pavimento deve manter condições técnicas adequadas durante todo o período de tempo para o qual foi projetado. O recapeamento é uma medida que recupera a estrutura do pavimento e melhora a qualidade da viagem, uma vez que reduz ou elimina defeitos, como ondulações e buracos. Para Ferraz *et al.* (2012) o conserto destes defeitos pode conduzir, em média, a um aumento de 10% dos acidentes com vítimas, pois com a melhoria da superfície de rolamento, os condutores passam a utilizar velocidades maiores e prestar menos atenção ao ato de dirigir.

2.3.4 Sinalização

Quando ocorre a falta de sinalização ou, ainda, a utilização inadequada dela, os usuários do sistema viário podem cometer erros ou manter comportamentos incompatíveis com o ambiente viário podendo ocasionar acidentes de grande severidade.

Ferraz *et al.* (2012) colocam que a correção da sinalização (horizontal e vertical) pode provocar uma redução de, em média, 15% dos acidentes com vítimas.

2.3.5 Iluminação

Quando a iluminação de uma via é deficiente, a melhoria da mesma poderá provocar uma redução de, em média, 13% dos acidentes com vítimas. Em túneis, a iluminação adequada pode conduzir a uma redução de, em média, 35% dos acidentes com vítimas (FERRAZ *et al.*, 2012).

Nos ambientes urbanos é mais notável o efeito da falta de iluminação, ou mesmo da iluminação insuficiente. Nos locais e nas vias carentes de luminárias se reduzem muito a visibilidade e a capacidade dos motoristas de enxergar e identificar com precisão os objetos. Nestas condições os pedestres são particularmente vulneráveis (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

2.3.6 Dispositivo de proteção para pedestres

Os pedestres são os usuários mais vulneráveis do sistema de tráfego e é a travessia da via o local mais crítico devido a que os pedestres interagem de forma mais direta com os veículos motorizados.

Ferraz *et al.* (2012) apontam que a implantação de faixa de travessia de pedestres em um local sem semáforo e sem sinal de parada obrigatória pode-se conduzir a um aumento de, em média, 44% dos acidentes que têm os pedestres como vítimas. Já a implantação de faixas elevadas para travessia de pedestres pode conduzir a uma redução de, em média, 65% dos acidentes com vítimas. O emprego da ilha no centro das vias de duplo sentido na faixa de travessia de pedestres é previsto conduzir a uma redução de, em média, 43% dos acidentes com pedestres como vítimas.

2.3.7 Semáforos

A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária que se compõe de indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema elétrico/eletrônico, cuja função é controlar os deslocamentos de pedestres e veículos (BRASIL, 1997).

A visibilidade dos semáforos, o tempo dos ciclos e a sincronização operacional, no caso de semáforos em série, constituem os fatores que maior influência exerce na segurança viária (GAO, 2003).

2.3.8 Estacionamento

Sampedro Tamayo (2006) aponta que o estacionamento em vias públicas afeta a segurança da circulação, principalmente sob três pontos de vista: nas manobras de entrada e saída dos veículos estacionados, na visibilidade e na circulação dos pedestres.

As manobras para entrar ou sair das áreas de estacionamento acrescentam constantemente riscos de colisões com os veículos que se movimentam pela via, o que se agrava nas vias com maiores volumes de tráfego. A redução da visibilidade é considerável nos casos em que os veículos estacionam nas proximidades das interseções, violando a distância livre requerida para assegurar, tanto a visibilidade, quanto as manobras de conversão dos veículos (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

2.3.9 Acessos

Pontos de acesso são os locais onde os veículos entram na via, como, por exemplo, as interseções com outras vias, as aberturas no canteiro central, as entradas e as saídas públicas e residenciais (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

Como colocado por NCHRP (2007), os elementos dos acessos que mais afetam a segurança viária são: o nível geral de controle de acesso, a densidade de acessos, sua proximidade das interseções e o volume de veículos que os utilizam.

2.3.10 Velocidade

A relação entre velocidade e segurança pode ser abordada por três aspectos. O primeiro aspecto considera a capacidade de percepção do motorista; o segundo aspecto considera que a probabilidade de um motorista se envolver em um acidente é função da diferença entre sua velocidade individual e a velocidade dos outros motoristas; e o terceiro aspecto trata da relação entre o risco real e o risco que é percebido pelo motorista (TRB, 1998).

O aumento da velocidade de circulação implica em um aumento na severidade dos acidentes. A magnitude do impacto está diretamente relacionada com a energia cinética liberada pelo veículo, que por sua vez depende da velocidade à qual vinha trafegando (NCHRP, 2007).

3 – METODOLOGIA

A metodologia adotada para a elaboração deste trabalho foi desenvolvida em conformidade com o objetivo da pesquisa, ou seja, analisar uma possível correlação entre a ocorrência de acidentes de trânsito e às características de infraestrutura viária, tendo como objeto de estudo a cidade de Uberlândia, MG.

Primeiramente, foram definidas quais as interseções seriam estudadas. Foram escolhidas aquelas que tinham como via principal as avenidas Rondon Pacheco e João Naves de Ávila, pois, nos últimos anos, essas avenidas sofreram mudanças significativas na infraestrutura. Posteriormente, obteve-se informações sobre acidentes de trânsito para esses cruzamentos: número de ocorrências (sem distinção de causa; tipo e natureza) e severidade. E por fim, dados da geometria e sinalização viária dos cruzamentos, e as mudanças ocorridas na infraestrutura viária.

O período de análise compreende os anos de 2004 a 2013, pois há dados disponíveis para esse período e será possível a análise do cenário anterior e posterior às mudanças na infraestrutura.

Para atingir o objetivo geral foi utilizada uma ferramenta estatística e verificada a correlação entre a variação no número de acidentes com a severidade, com mudanças na infraestrutura das vias e com a variação do volume veicular.

Para análise estatística foi utilizado o Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson*, conhecido como “*r* de *Pearson*”, que permite medir a intensidade da relação linear entre os valores quantitativos emparelhados, variáveis *x* e *y*, em uma amostra (TRIOLA, 2008). O coeficiente pode variar entre - 1,00 a + 1,00, indicando que os valores e pontos estão próximos da reta ou sobre a mesma e que a correlação é muito forte entre as variáveis (CABRAL, 2009).

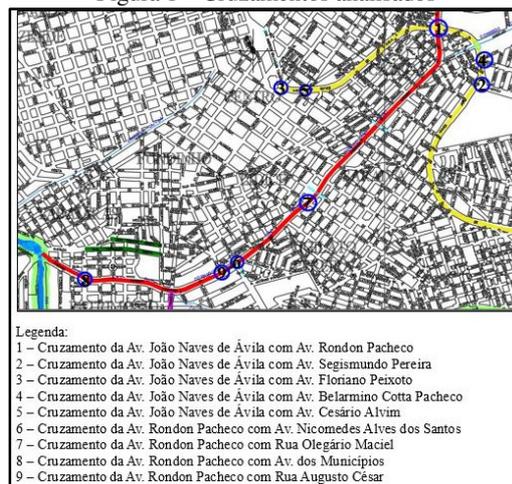
4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Uberlândia encontra-se localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, estado de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil, a 18°55'23" de latitude sul e 48°17'19" de longitude oeste. O município possui área de 4.115 km², sendo a área urbana de 219 km². No ano de 2015 apresentava taxa de motorização de 0,64 veículo/habitante e uma taxa de ocupação de 1,56 habitante/veículo.

Obteve-se, junto à Secretaria de Trânsito e Transportes de Uberlândia – SETTRAN (2015a), uma relação, entre os anos de 2004 a 2013, dos trinta cruzamentos principais da cidade, que apresentaram o maior número de acidentes, com o número de UPS.

Foram feitas análises dos dados de acidentes de trânsito associados à severidade, mudanças na infraestrutura e volume veicular, nos cruzamentos com as Avenidas Rondon Pacheco e Avenida João Naves de Ávila, que estão indicados na Figura 1.

Figura 1 – Cruzamentos analisados



Fonte: Os Autores.

5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os cruzamentos analisados estão relacionados nas subseções a seguir.

5.1 Avenida João Naves de Ávila

A Avenida João Naves de Ávila, uma das vias principais onde estão localizadas as interseções estudadas, definida pela Lei Complementar Municipal n.º 374, de 2004, como via estrutural, pois é a que dá suporte ao transporte coletivo urbano ao longo do eixo estrutural, sendo uma das principais do sistema viário.

Essa Avenida passou por mudanças significativas em sua infraestrutura no ano de 2006, quando foi implantado e começou a operar o Corredor Estrutural Sudeste do Sistema Integrado de Transportes (SIT). O corredor é composto por 13 Estações que interligam o Terminal Central ao Terminal Santa Luzia e o trajeto é de, aproximadamente, 7,5 km.

Com as estações houve uma melhoria significativa no trânsito, pois algumas medidas importantes foram tomadas, tais como a semaforização e sinalização dos principais cruzamentos e a preferência nesses cruzamentos aos veículos que trafegam pela Avenida João Naves de Ávila. No ano de 2005 foi verificado um pico no número de acidentes, ano de obras na Avenida, para a implantação do Corredor Estrutural Sudeste. Portanto, a circulação e o trânsito ficaram comprometidos. Nesse ano também houve um aumento significativo na severidade dos acidentes.

No ano de 2006, ano em que começou a operar o Corredor Estrutural Sudeste, houve uma redução significativa do número de acidentes, de 76% comparado ao ano de 2004, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas.

Nos anos posteriores, 2007 e 2008, o número de ocorrências continuou a diminuir; seguido de um aumento significativo nos anos de 2009 e 2010, neste último, ano de início da construção do viaduto no cruzamento da Avenida com a Av. Rondon Pacheco comprometendo, assim, o fluxo do trânsito na Avenida João Naves de Ávila.

5.2 Avenida Rondon Pacheco

A Avenida Rondon Pacheco, outra via principal onde estão localizadas as interseções em estudo, é definida pela Lei Complementar Municipal n.º. 374, de 2004, como via rápida, por ser uma via de elevada capacidade de tráfego e fluidez, interligando as regiões Leste/Oeste da cidade e permitindo acesso às regiões Norte/Sul. Ao decorrer dos anos teve alterações significativas na sua infraestrutura.

No início do ano de 2010 teve início a construção do viaduto no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida João Naves de Ávila, que foi concluída no ano de 2012. No ano de 2011 iniciaram as obras de galeria pluvial e alargamento da avenida, finalizadas, também, em 2012. No final deste ano foi entregue o viaduto no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com Avenida Nicomedes Alves dos Santos.

Antes das obras de eliminação das vias marginais, a Av. Rondon Pacheco tinha a configuração com canteiro central e duas faixas de tráfego para cada sentido, e com canteiros laterais e faixas de tráfego marginais com faixa de estacionamento. A velocidade máxima permitida era de 70 km/h.

No que diz respeito à geometria, a Avenida passou a ter a seguinte configuração após às obras: quatro faixas de tráfego para cada sentido, as duas centrais para ultrapassagens, e as laterais para velocidades menores e acessos e egressos; uma faixa de estacionamento para cada sentido; substituição de conversões à esquerda por alças de conversão à direita; e, velocidade máxima reduzida para 60 km/h.

Assim como na Av. João Naves de Ávila, na Av. Rondon Pacheco, no ano de 2005 foi verificado um pico no número de acidentes, ano de obras na Av. João Naves de Ávila, para a implantação do Corredor Estrutural Sudeste. Portanto, a circulação e o trânsito ficaram comprometidos. Nesse ano também houve um aumento significativo na severidade dos acidentes.

Nos anos de 2009 e 2010, anos anteriores às obras de mudança na infraestrutura da Avenida, verificou-se um aumento no número de ocorrência de acidentes, quando comparado aos anos anteriores.

No ano de 2011 houve uma redução no número de acidentes de, aproximadamente, 20% em relação ao ano de 2010; e no ano de 2012 houve um aumento de 135% comparado ao ano de 2011. Foram nos anos de 2011 e 2012 que ocorreram as obras para modificações na via, o que fez com que o trânsito da mesma sofresse interferências. Naquele momento foram feitos desvios, para que os veículos que trafegassem na via passassem a utilizar vias adjacentes.

No ano de 2013, ano em que as obras de modificação na avenida foram entregues, foi verificada uma redução de 27% no número de acidentes, quando comparado ao ano de 2010, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas. O coeficiente de correlação de *Pearson* entre número de ocorrência de acidentes e severidade foi: $r = + 0,97$. Ou seja, a relação entre as variáveis é muito forte, a severidade aumenta com o aumento do número de acidentes.

Ao analisar a interferência das mudanças na avenida com o número e severidade de acidentes obteve-se o coeficiente de correlação $r = - 1,0$ para a análise do aumento de número de faixas, o que significa uma correlação negativa perfeita, ou seja, o aumento do número de faixas foi acompanhado da diminuição do número de acidentes.

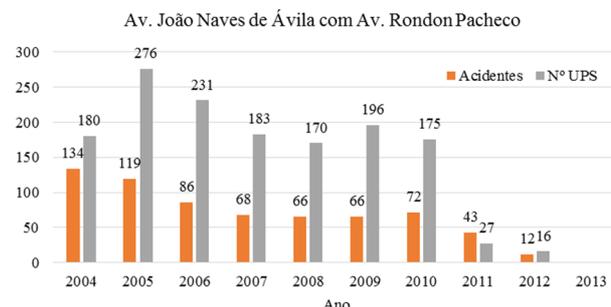
Obteve-se $r = + 1,0$ para a análise da redução da velocidade máxima permitida (de 70 km/h para 60 km/h), o que significa uma correlação positiva perfeita, em que a diminuição do limite de velocidade permitida foi acompanhada da redução na ocorrência de acidentes.

Portanto, verifica-se que a mudança nessas duas características da via em questão contribuíram, não somente para a redução do número de acidentes, como, também, para a redução da severidade.

5.3 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com Avenida Rondon Pacheco

A Av. Rondon Pacheco possui 4 faixas de rolamento com 2,90 m de largura e 1 faixa de estacionamento. O cruzamento com a Av. João Naves de Ávila é feito em desnível, com um viaduto inaugurado no ano de 2012. Na Figura 2 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e severidade entre os anos de 2004 a 2013 no cruzamento.

Figura 2 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco



Fonte: SETTRAN (2015a).

Na Figura 2 verifica-se que no ano de 2006, em que foi entregue o Corredor Estrutural Sudeste na Av. João Naves de Ávila, ocorreu, no cruzamento, uma redução de 36% no número de acidentes, quando comparado ao ano de 2004, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas.

Em 2010, ano anterior às obras na Av. Rondon Pacheco, houve um aumento de, aproximadamente, 10%, no número de acidentes comparado aos anos de 2008 e 2009. No ano de 2011 houve uma redução de 40% quando comparado ao ano de 2010, com a observação de que foi nesse ano que tiveram início as obras e, portanto, foram feitos desvios como opções de trajeto para quem trafegava pela avenida comprometendo, assim, o tráfego.

No ano de 2012 o número de acidentes foi bem menor quando comparado aos anos anteriores, redução de 90% comparado ao ano de 2010, com o destaque de que foi no final do ano de 2012 que começaram a serem concluídas as obras de alteração na Av. Rondon Pacheco e, também, concluída a construção do viaduto no cruzamento da

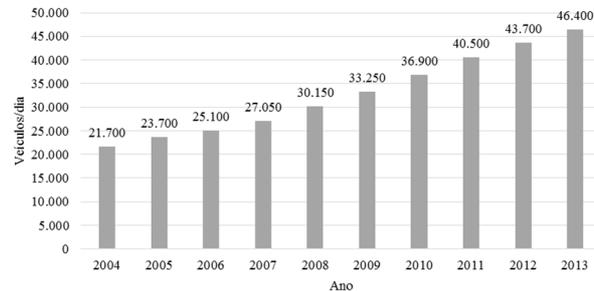
Avenida Rondon Pacheco com a Avenida João Naves de Ávila.

Ao comparar o número de ocorrências do ano de 2012 com o ano de 2009, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas, ocorreu uma redução de 82% no número de acidentes, juntamente com a redução da severidade.

No ano de 2013, o cruzamento não estava na lista elaborada pela SETTRAN dos 30 cruzamentos críticos da cidade em termos de acidentes.

O coeficiente de correlação entre número de acidentes e número de UPS resultou, $r = + 0,78$. Logo, apresentam correlação forte, ou seja, o aumento no número de ocorrências é acompanhado de aumento da severidade dos acidentes. Na Figura 3 é mostrada a variação do volume veicular entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 3 – Volume veicular no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco



Fonte: SETTRAN (2015a).

Verificou-se, entre os anos de 2004 a 2013, um aumento de 114% do volume veicular. A análise da relação entre a variação do volume veicular e o número de acidentes resulta em um coeficiente de correlação $r = - 0,90$, ou seja, uma correlação negativa muito forte entre as variáveis, o que indica que o aumento do volume veicular foi acompanhado da diminuição do número de ocorrências de acidentes

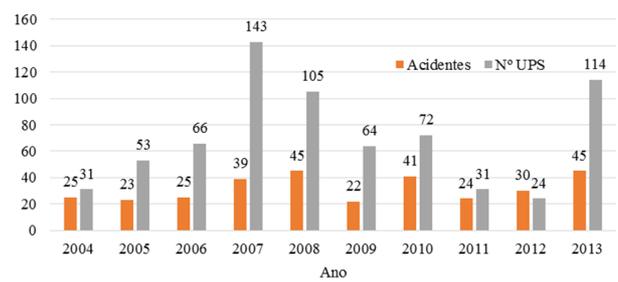
5.4 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Segismundo Pereira

A Avenida Segismundo Pereira é uma via arterial importante utilizada como via de acesso, devido às ligações com as rodovias; também utilizada por mais de 20.000 passageiros do transporte coletivo por dia útil (SETTRAN, 2010).

A conversão à esquerda da Av. João Naves na Av. Segismundo Pereira é controlada por semáforo, implantado no ano de 2000 (SETTRAN, 2015b); enquanto que a conversão à direita da Av. Segismundo Pereira na Av. João Naves de Ávila é controlada por sinalização tipo “Pare”.

A Av. Segismundo Pereira possui 3 faixas em cada sentido: 2 faixas de rolamento e 1 faixa para estacionamento. Os sentidos de movimento são separados por canteiro central. Na Figura 4 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e severidade, para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 4 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira



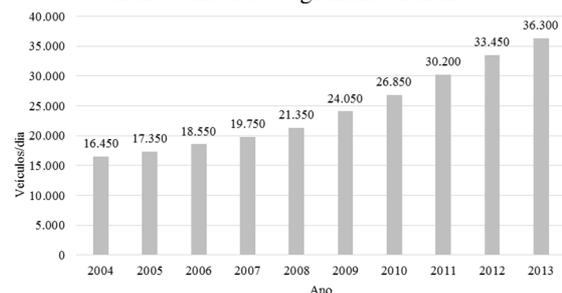
Fonte: SETTRAN (2015a).

Analisando os dados da Figura 4 verificou-se que as mudanças de infraestrutura na Av. João Naves de Ávila, entregues no ano de 2006, foram seguidas de um aumento da severidade até o ano de 2010, quando comparado ao ano de 2004, ano em que as obras não tinham sido iniciadas.

Nos anos de 2007 e 2008 foram verificados aumentos, tanto no número de ocorrências quanto na severidade dos acidentes, se comparado ao ano de 2006. No ano de 2016 a Avenida Segismundo Pereira começou a passar por mudanças na infraestrutura com implantação do Corredor Estrutural Leste, com mudanças na geometria e na sinalização da via, que poderão influenciar no número de ocorrência e na severidade dos acidentes.

A correlação entre número de acidentes e número de UPS entre os anos de 2004 a 2013, verifica-se que o aumento no número de acidentes é acompanhado do aumento da severidade, pois o coeficiente de *Pearson* “ r ” resultou igual a $+ 0,73$, o que indica uma correlação forte. Na Figura 5 é mostrado o volume veicular no cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 5 – Volume veicular no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira



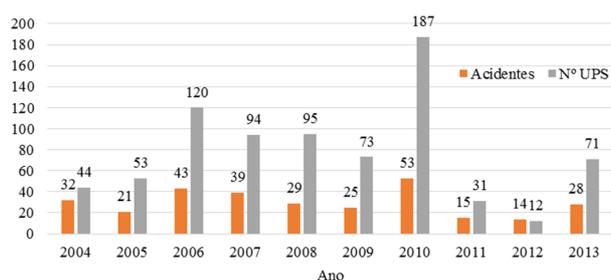
Fonte: SETTRAN (2015a).

Entre os anos de 2004 a 2013 verificou-se um aumento de 120,7% no volume veicular nesse cruzamento. Para analisar a correlação entre a variação do volume veicular e a variação na ocorrência de acidentes foi calculado o coeficiente de correlação de *Pearson*, cujo valor resultou em $r = + 0,34$, o que indica uma correlação fraca entre as variáveis.

5.5 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Floriano Peixoto

A Av. Floriano Peixoto possui 2 faixas de rolamento de 2,80 m de largura e duas faixas laterais para estacionamento de 1,70 m de largura. O cruzamento com a Av. João Naves de Ávila é controlado por semáforos, que foram implantados no ano de 2000 (SETTRAN, 2015b). Na Figura 6 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e severidade para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 6 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto

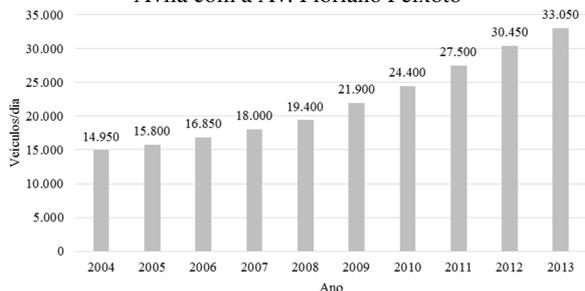


Fonte: SETTRAN (2015a).

Ao analisar a Figura 6 verificou-se que, em 2006, ano em que foi entregue a obra na Av. João Naves de Ávila, ocorreu um aumento de 34% no número de acidentes comparado ao ano de 2004, ano em que as obras não tinham sido iniciadas. Ainda no ano de 2007 verificou-se um aumento de 22% no número de ocorrências, e nos dois anos seguintes, 2008 e 2009, verificou-se uma redução de 9% e 22%, respectivamente, quando comparado ao ano de 2004.

O coeficiente de correlação “*r*” entre número de acidentes e número de UPS para esse cruzamento foi de + 0,92, o que indica uma correlação muito forte entre as variáveis. Na Figura 7 é mostrado o volume veicular entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 7 – Volume veicular no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto



Fonte: SETTRAN (2015a).

Verificou-se um aumento de 121% do volume veicular nesse cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

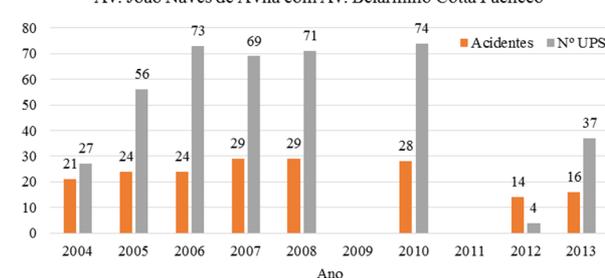
O coeficiente de correlação linear entre a variação do volume veicular e a variação na ocorrência do número de acidentes para o mesmo período de tempo resultou em $r = -0,34$, o que representa uma correlação negativa fraca entre as variáveis. Ou seja, não há uma linearidade entre a

variação do número de acidentes e o aumento do volume veicular.

5.6 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Belarmino Cotta Pacheco

A Av. Belarmino Cotta Pacheco possui 2 faixas de rolamento para cada sentido de tráfego, e 2 faixas de estacionamento, uma para cada sentido de tráfego. O cruzamento com a Av. João Naves de Ávila é controlado por semáforos. Na Figura 8 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e severidade para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 8 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco



Fonte: SETTRAN (2015a).

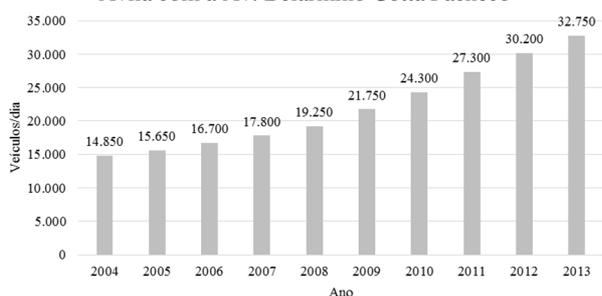
Ao analisar a Figura 8 verificou-se que no ano de 2006, ano de início da operação do Corredor Estrutural Sudeste, implantado na Av. João Naves de Ávila, ocorreu um aumento no número de acidentes de 14% em relação ao ano de 2004, ano em que a Av. João Naves de Ávila ainda não estava em obras.

Nos anos de 2007 e 2008 o número de ocorrências também aumentou em comparação com o ano de 2004. Nos anos de 2009 e 2011 o cruzamento não estava na lista dos 30 cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia.

O coeficiente de correlação “*r*” entre número de acidentes e número de UPS para esse cruzamento foi de + 0,89, o que indica uma correlação forte entre as variáveis. Conforme SETTRAN (2015b), os semáforos foram implantados nesse cruzamento no ano de 2006. Ao analisar o número de ocorrência de acidentes verifica-se que nos anos posteriores à implantação (2007 e 2008) o número de acidentes aumentou em 20% em relação ao ano de 2006, mas a severidade diminuiu. Na Figura 9 é mostrada a variação do volume veicular entre os anos de 2004 a 2013.

Entre os anos de 2004 a 2013 houve um aumento de, aproximadamente, 120% do volume veicular nesse cruzamento. A relação entre essa variação e a variação do número de ocorrências de acidentes resultou em $r = -0,64$, o que indica uma correlação negativa moderada, ou seja, o aumento do volume veicular é acompanhado em alguns anos da redução do número de ocorrências.

Figura 9 – Volume veicular no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco

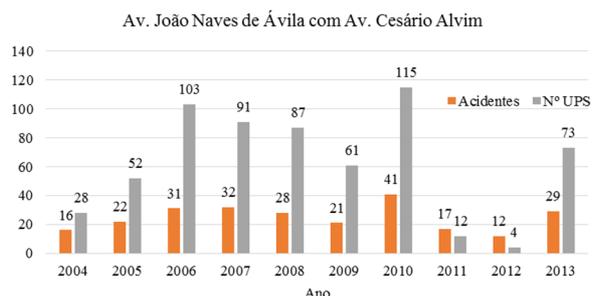


Fonte: SETTRAN (2015a).

5.7 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim

A Av. Cesário Alvim possui sentido único de tráfego com duas faixas de rolamento e duas faixas laterais para estacionamento. No cruzamento com a Av. João Naves de Ávila o controle é feito por semáforo. Na Figura 10 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e severidade para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

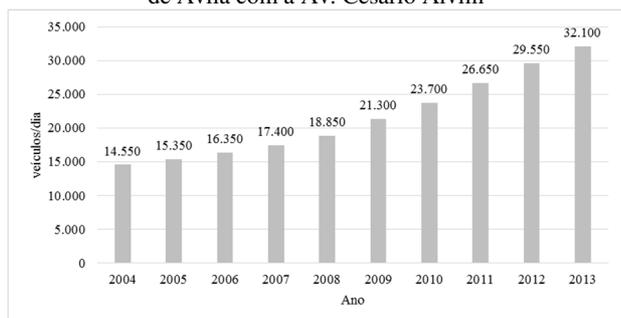
Figura 10 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim



Fonte: SETTRAN (2015a).

Analisando os dados de acidentes e severidade na Figura 11, o coeficiente de correlação “*r*” entre número de acidentes e número de UPS foi igual a + 0,95; o que indica uma correlação muito forte. O aumento no número de acidentes é acompanhado de aumento da severidade, assim como diminuição no número de acidentes é acompanhado de diminuição da severidade. Na Figura 11 é mostrado o volume veicular para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 11 – Volume veicular no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim



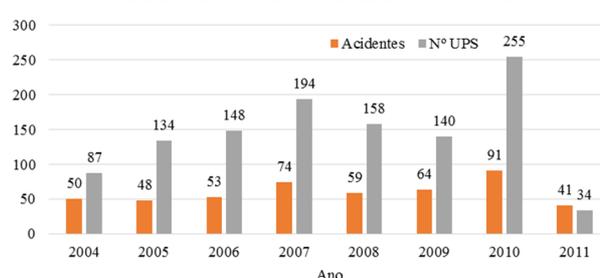
Fonte: SETTRAN (2015a).

Entre os anos de 2004 a 2013 houve um aumento de 121% no volume veicular no cruzamento. Dá análise desse aumento com a variação de ocorrência de acidentes para o mesmo período de tempo resulta em $r = -0,11$, o que indica uma correlação negativa bem fraca, ou seja, o aumento do volume veicular no decorrer dos anos é acompanhado da diminuição no número de acidentes, mas essa diminuição não é linear.

5.8 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida Nicomedes Alves dos Santos

O cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos é em desnível, com um viaduto inaugurado no final do ano de 2012. Na Figura 12 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e severidade para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 12 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos

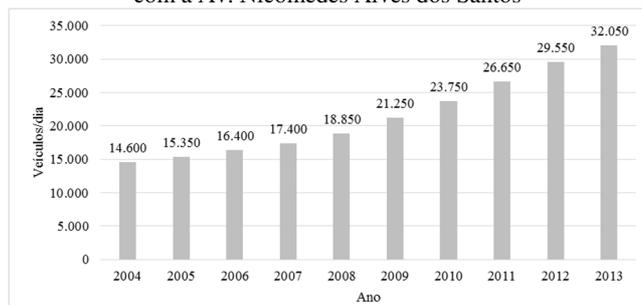


Fonte: SETTRAN (2015a).

Analisando os dados da Figura 12 verificou-se que no ano de 2010 o número de acidentes foi o maior quando comparado aos outros anos do período estudado, esse ano foi o que se deu início às obras de readequação da Av. Rondon Pacheco. Nos anos de 2012 e 2013, o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos não estava na lista dos trinta cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia. Foi no ano de 2012 a entrega da obra do viaduto no cruzamento e das obras na Av. Rondon Pacheco e, atualmente, os locais de conflito se resumem a alças de acesso e egresso das vias.

O coeficiente de correlação “*r*” entre número de acidentes e número de UPS resultou igual a + 0,92; o que indica uma correlação muito forte. Na Figura 13 é mostrado o volume veicular entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 13 – Volume veicular no cruzamento da Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos



Fonte: SETTRAN (2015a).

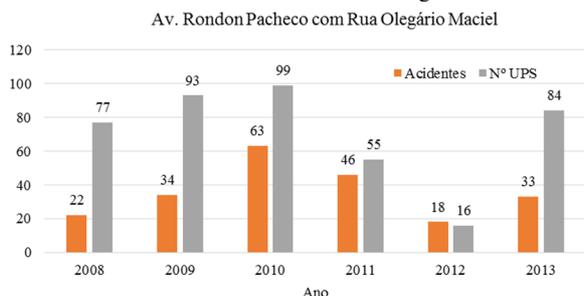
Entre os anos de 2004 a 2013 houve um aumento de, aproximadamente, 120% no volume veicular nesse cruzamento. O coeficiente de correlação entre essa variação e o número de ocorrência de acidentes resultou em $r = +0,19$, o que indica uma correlação bem fraca entre as variáveis.

5.9 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel

A Rua Olegário Maciel possui duas faixas de tráfego com sentido único e uma faixa na lateral direita do sentido de tráfego para estacionamento. No cruzamento com a Av. Rondon Pacheco o controle é feito por semáforos, pois o volume veicular no cruzamento é alto devido à presença de dois polos geradores de tráfego: uma universidade e uma centro comercial.

Para este cruzamento a análise foi entre os anos de 2008 a 2013, como pode ser visto na Figura 14, pois nos anos anteriores o cruzamento não estava na lista de cruzamentos críticos da cidade em relação a acidentes.

Figura 14 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel



Fonte: SETTRAN (2015a).

No ano de 2010, anterior ao início das obras na Av. Rondon Pacheco, ocorreu o maior número de acidentes do período analisado. No ano de 2011, ano em que as obras tiveram início, verificou-se uma redução no número de acidentes de 45%. No ano de 2012, em que as obras começaram a serem entregues, as ocorrências de acidentes continuaram a diminuir, uma redução de 71% em relação ao ano de 2010.

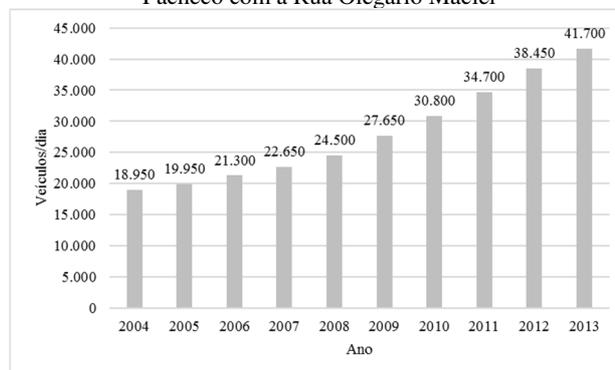
No cruzamento da Rua Olegário Maciel com a Av. Rondon Pacheco tem-se o problema de elevados volumes de tráfego, por exemplo, a Rua Olegário Maciel com 30.000 veículos/dia e faixas de tráfego de largura reduzida, entre 2,65 e 2,80 m, com isso, os problemas de fluidez e acidentes são constantes. No início do mês de maio de 2016 tiveram início as obras de construção do viaduto da Rua Olegário Maciel sobre a Avenida Rondon Pacheco.

O coeficiente de correlação “ r ” entre número de acidentes e severidade para o cruzamento resultou em 0,56, o que indica uma correlação moderada.

Os semáforos para controle do tráfego nesse cruzamento foram implantados no ano de 2008 (SETTRAN, 2015b) e, foi justamente nesse ano que o cruzamento começou a fazer parte da lista elaborada pela SETTRAN dos trinta cruzamentos críticos da cidade. Mas, ao analisar o

número de ocorrências de acidentes, verifica-se que, apesar do aumento do número de ocorrências, a severidade diminuiu. Na Figura 15 é mostrado o volume veicular para os anos de 2004 a 2013.

Figura 15 – Volume veicular no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel



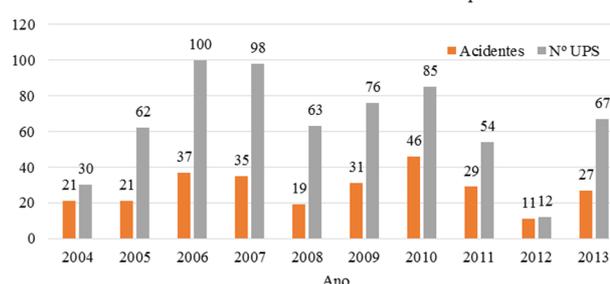
Fonte: SETTRAN (2015a).

A variação do volume veicular, entre os anos de 2004 a 2013, foi de, aproximadamente, 120%. Ao analisar essa variação com a variação da ocorrência de acidentes obteve-se $r = -0,06$, o que indica uma correlação muito fraca entre as variáveis.

5.10 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida dos Municípios

A Av. dos Municípios possui canteiro central de 3,90 m de largura para separação dos volumes de tráfego opostos. Para cada sentido são 2 faixas de rolamento e 1 faixa lateral de estacionamento e, no cruzamento com a Av. Rondon Pacheco, o controle é feito por semáforos. Na Figura 16 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e a severidade para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 16 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios

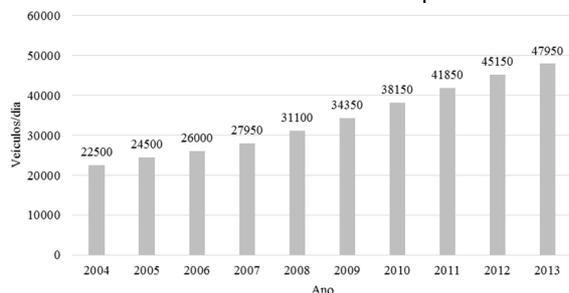


Fonte: SETTRAN (2015a).

Ao analisar a Figura 16 verificou-se que, no ano de 2013, ano em que as obras na Av. Rondon Pacheco foram entregues verificou-se uma redução de 41% no número de ocorrências de acidentes, quando comparado ao ano de 2010, ano em que a avenida ainda não tinha passado por interferências na infraestrutura. Assim como o número de ocorrências, a severidade dos acidentes também diminuiu naquele ano.

O coeficiente de correlação “ r ” entre número de acidentes e severidade para este cruzamento resultou igual a + 0,83; o que indica uma correlação forte. Na Figura 17 é mostrado o volume veicular para o cruzamento.

Figura 17 – Volume veicular no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios



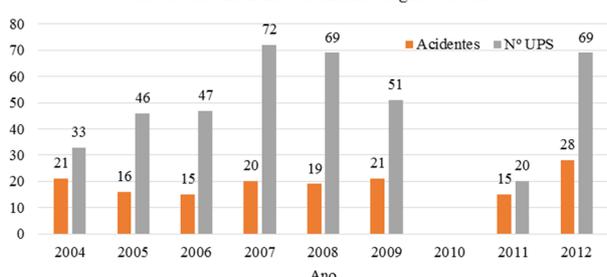
Fonte: SETTRAN (2015a).

A variação do volume veicular, entre os anos de 2004 a 2013, foi de 113%. Ao analisar essa variação com a variação da ocorrência de acidentes foi obtido $r = - 0,07$, o que indica uma correlação muito fraca entre as variáveis.

5.11 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Augusto César

A Rua Augusto César possui 2 faixas de rolamento, uma para cada sentido de tráfego, e duas faixas laterais para estacionamento. No cruzamento com a Av. Rondon Pacheco o acesso é feito com o sinal do tipo “PARE”. Na Figura 18 são mostrados o número de ocorrência de acidentes e severidade para o cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

Figura 18 – Número de acidentes e severidade no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César



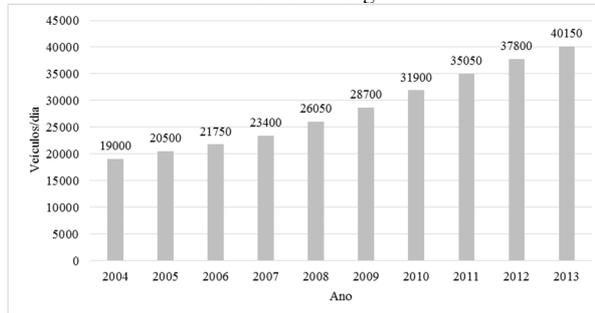
Fonte: SETTRAN (2015a).

Ao analisar a Figura 18 verificou-se que no ano de 2010, ano anterior ao início das obras de modificação da infraestrutura da Av. Rondon Pacheco, o cruzamento não estava na lista dos críticos da cidade em relação a acidentes de trânsito. No ano de 2011, período de obras na Av. Rondon Pacheco, o cruzamento voltou à lista crítica, mas com uma redução de 28% em relação ao ano de 2009. O ano de 2012 foi o de maior número de ocorrências do período analisado, e no ano de 2013, ano em que as obras já haviam sido entregues, o cruzamento não estava mais na lista dos cruzamentos críticos.

O coeficiente de correlação “ r ” entre número de acidentes e severidade para este cruzamento resultou igual a

+ 0,54, o que indica uma correlação moderada. Portanto, não há proporcionalidade entre aumento/diminuição de acidentes e severidade dos mesmos. Na Figura 19 é mostrado o volume veicular para o cruzamento.

Figura 19 – Volume veicular no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César



Fonte: SETTRAN (2015a).

A variação do volume veicular, entre os anos de 2004 a 2013, foi de 111%. Ao analisar essa variação com a variação da ocorrência de acidentes obteve-se $r = + 0,44$, o que indica uma correlação positiva moderada entre as variáveis.

CONCLUSÕES

A análise de correlação entre variáveis foi feita por meio do cálculo do coeficiente de correlação de *Pearson*, que permitiu identificar a intensidade entre a relação número de acidentes e severidade e se há linearidade entre a variação da infraestrutura em relação ao número de acidentes.

Ao analisar a ocorrência de acidentes nos cruzamentos, primeiramente verificou-se a relação entre a variação no número de ocorrência de acidentes em relação aos períodos anterior e posterior em que as vias principais, Avenida João Naves de Ávila, em 2006, e Avenida Rondon Pacheco, em 2011 e 2012, passaram por modificações significativas em sua infraestrutura.

Tanto para a Avenida João Naves de Ávila, quanto para a Avenida Rondon Pacheco, a relação entre o número de acidentes e severidade, indicadas pelo coeficiente de *Pearson*, resultou muito forte, ou seja, o aumento/diminuição de ocorrências acompanhou o aumento/diminuição da severidade em período anterior às modificações na infraestrutura.

No caso da Avenida João Naves de Ávila, o número de acidentes reduziu em 98% no ano de 2006 se comparado ao ano anterior. O número de ocorrência dos acidentes aumentou no ano de 2007, mas a severidade dos mesmos diminuiu. Já no ano de 2008, tanto a ocorrência quanto a severidade dos acidentes diminuíram. A exceção ocorreu para os cruzamentos da Av. João Naves Ávila com a Av. Rondon Pacheco e com a Av. Floriano Peixoto, em que no ano de 2007 foram verificadas diminuições, tanto do número de acidentes como da severidade.

No caso da Avenida Rondon Pacheco, a mudança na infraestrutura, com o aumento do número de faixas de tráfego, e na operação, com a diminuição da velocidade permitida, contribuíram para a diminuição no número de

ocorrência de acidentes a partir de 2013. Porém, não se pode concluir que somente essas mudanças contribuíram para a diminuição nos acidentes, pois há outros fatores que podem influenciar, além dos fatores físicos.

A partir da análise da correlação entre a variação do volume veicular e a ocorrência e severidade dos acidentes nos cruzamentos verificou-se que, na maioria deles, essas variáveis possuem correlação fraca ou muito fraca, ou seja, não há linearidade na variação. A exceção ocorreu para o cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco, que apresentou uma relação linear negativa muito forte, ou seja, no decorrer dos anos analisados o aumento do volume veicular foi acompanhado da diminuição do número e severidade dos acidentes.

Portanto, de forma geral, as mudanças na infraestrutura da via, no caso na Av. Rondon Pacheco, o aumento do número de faixas de tráfego e a redução da velocidade máxima permitida contribuíram para a redução do número de ocorrências de acidentes e da severidade. Na Av. João Naves de Ávila a implantação do Corredor Estrutural Sudeste também contribuiu para a redução do número de acidentes.

Ao analisar de maneira pontual cada cruzamento, devido ao fato de que cada um apresenta particularidades como: sinalização, geometria e volume veicular, as interferências na via principal nem sempre contribuíram para minimização do número de acidentes e severidade. Em alguns casos, houve um aumento no número de acidentes, mas a severidade diminuiu.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10697:1989**. Pesquisa de Acidentes de Trânsito: Terminologia, Rio de Janeiro, 10 p. BRASIL. **Lei n. 9.503**, de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, 1997, Brasil. Disponível: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm>. Acesso em: 08 set. 2015.

BRASIL. **Ministério das Cidades**, Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a década 2011 – 2020. Brasília, DF, 2010.

CABRAL, C. F. **Análise de correlação entre acidentes de trânsito, de trajeto e variáveis socioeconômicas no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.bdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_usca/arquivo.php?codArquivo=4284>. Acesso em: 25 abr. 2016.

DENATRAN – **Departamento Nacional de Trânsito**. Frota por município e tipo de veículo. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota2015.htm>>. Acesso em: 03 dez. 2015.

FERRAZ, A. C. P.; JUNIOR, A. A. R.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; SILVA, K. C. R. **Segurança Viária**. São Carlos, SP, Suprema Gráfica e Editora, 2012.

GAO – **General Accounting Office**, Research Continues on the Variety of Factors That Contribute to Motor Vehicle Crashes. Report to Congressional Requesters n. GAO-03-436, EUA, 2003. Disponível em: <<http://www.gao.gov/new.items/d03436.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2015.

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

ONU, **Resolução ONU n.º 2**, de 2009, Proposta para o Brasil para redução de acidentes e segurança viária, 2009.

SAMPEDRO TAMAYO, A. **Procedimento para avaliação e análise da segurança de tráfego em vias expressas urbanas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010.

SAMPEDRO TAMAYO, A. **Procedimento para avaliação da segurança de tráfego em vias urbanas**. Dissertação (Mestrado), Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

SETTRAN – **Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes**. Estatísticas de Acidentes – Dados técnicos do CTA Estatísticas, 2015a. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivo/s/12475.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015.

SETTRAN – **Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes**. Cruzamentos Semaforizados – Dados técnicos CTA Estatísticas, 2015b. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivo/s/12454.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2016.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 682 p. PMCID:PMC2517918.

UBERLÂNDIA. **Lei Complementar n.º 374**, de 27 de agosto de 2004. Estabelece o sistema viário básico da cidade de Uberlândia, revoga as Leis n.º. 4.868, de 22 de dezembro de 1988, e 6.439, de 28 de novembro de 1995, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.uberlandia.mg.gov.br/?pagina=Conteudo&id=14>>. Acesso em: 09 set. 2015