

AS CIDADES INTELIGENTES E A GESTÃO DO TRÂNSITO: PROPOSIÇÕES PARA A MITIGAÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

RESUMO

Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul vivencia experiências e desafios. Parte desses desafios estão relacionados ao aumento das populações urbanas, combinado com a elevação do número de veículos, que transitam nas cidades, o que tem resultado de forma direta no acréscimo dos acidentes automobilísticos, com vítimas, inclusive, fatais. Neste contexto, a literatura aponta as Cidades Inteligentes que, por meio dos aparatos tecnológicos e digitais das Tecnologias da Informação e Comunicação buscam minimizar os impactos negativos derivados da crescente mobilidade urbana. Dada a sua natureza, o tema Cidades Inteligentes direciona propostas motivadoras para as discussões sobre as abordagens conceituais e para a abrangência prática do conceito, ao longo das tomadas de decisões pelos responsáveis das políticas públicas municipais. Assim, este Artigo objetiva propor ferramentas tecnológicas inerentes às Cidades Inteligentes, doravante implementadas com auxílio de uma boa gestão pública municipal, com vistas à redução dos acidentes de trânsito. Trata-se de um estudo qualitativo e quantitativo, com enfoque exploratório e descritivo, caracterizando dessa maneira uma pesquisa aplicada. Campo Grande (MS) será o *locus* investigativo, cujos dados coletados empreendem o período de 2010-2019. Os resultados apontaram que a dinâmica do trânsito da cidade de Campo Grande (MS) apresentou como necessidade emergente a ampliação e formatação dos sistemas de sinalização, por conta da alta taxa de acidentes. Assim, ficou evidenciada a necessidade de rever outras estratégias, utilizando-se das ferramentas das Tecnologias de Informação e Comunicação, por parte dos gestores públicos responsáveis, com o intuito de mitigar tais impactos, o que poderá elevar a Campo Grande (MS) na condição de uma Cidade Inteligente.

Palavras-chave: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; Planejamento Urbano; Políticas Públicas; Gestão Pública Municipal; Tecnologias da Informação e Comunicação.

1 INTRODUÇÃO

Com o intenso movimento do processo de urbanização, doravante delineado pelos parâmetros da globalização, se emerge, com veemência, o debate acerca da complexidade dos conglomerados humanos, haja vista que, desde 2007, aproximadamente metade da população vivia em perímetro urbano (FGV, 2016). Estudos mais recentes estimam que, ao contínuo rápido crescimento populacional, somado à expansão do ambiente urbano, até 2030, cerca de 60% da população mundial residirão nas cidades e nas aglomerações urbanas (ONU, 2015). Diante disso, a urbanidade, movimento este que é caracterizado pela manutenção do conceito de urbanização, traz consigo os processos socioeconômicos e sociodemográficos, que impactam de forma positiva ou mesmo negativa diretamente na qualidade de vida das pessoas, que residem em centros urbanos (ENGEL, 2017).

Nesse sentido Leite (2012) alerta para as tomadas de decisão, em âmbito local, voltadas às problemáticas de cunho social, e com impacto direto na vida da população. Tendo em vista o crescimento dos perímetros urbanos, Deakin; Reid (2018) explicam que o debate englobando as Cidades Inteligentes discute o futuro das zonas de conglomerações, em conjunto com a implantação da *internet*, como base de integração entre os sistemas de infraestruturas digitais, sistemas de gestão de dados renováveis, energias e computação em nuvem de uma inovação regional na *Internet* das Coisas e das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Nesse sentido, para a Comissão Europeia (CE, 2019), uma Cidade Inteligente é aquela que utiliza serviços em redes para aprimorar sua gestão.

Para Vasconcellos, Carvalho e Pereira (2011), com o advento da urbanidade, os sistemas de dinamismo e mobilidade urbana passam a operar com baixa qualidade e altos custos. Diante

disso, surge o conceito de Cidades Inteligentes, com o objetivo de lidar e mitigar as situações-problemas geradas por essa rápida urbanização e crescimento populacional, como fornecimento de energia, gestão de resíduos e transporte (mobilidade), através da maior eficiência na utilização de recursos (CALVILLO; SANCHEZ-MIRALLES; VILLAR, 2016). Para tanto, Carvalho (2015) aponta que a falta de dados estatísticos, em quantidade e qualidade, referentes aos acidentes de trânsito, nos espaços urbanos delimita e dificulta a tomada de decisão dos gestores municipais responsáveis. Tendo isso em vista, Tischer (2019) evidenciou em seu estudo a importância de estudos e pesquisas aplicadas ao melhor desenvolvimento da mobilidade urbana.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) calculou que, em 2018, Campo Grande (MS) contava com 381.096 mil veículos de transporte individual - sendo automóvel, caminhonete, camioneta e motocicleta - para uma população de 885.711 mil habitantes. Assim sendo, a proporção era de um carro para cada dois habitantes. Tendo em vista a emergência de tal debate, é possível averiguar um esforço em âmbito global, que com a publicação da Agenda 2030, tem-se a criação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, 2015), delineados pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), no qual procura-se reproduzir, em um cenário regional e local, um conjunto de objetivos de amparo para enfrentar os desafios políticos, ambientais e econômicos, que a comunidade mundial enfrenta.

Entre tais paradigmas, é importante apontar o debate nas interfaces dos desafios intrínsecos à mobilidade urbana, empregado no Objetivo 9. Nele, há a construção de uma agenda, com metas, nas quais busca-se promover o crescimento da indústria e infraestrutura, com amparo dos pilares de sustentabilidade, inovação e inclusão (ONU, 2015). Nesse sentido, este objetivo alinha-se e complementa-se com o Objetivo 11, em que está pontuado no desafio em tornar as cidades e os assentamentos humanos seguros, inclusivos, sustentáveis e resilientes (ONU, 2015). Diante desse quadro, emerge uma questão importante para os aglomerados urbanos: Como tornar o controle do trânsito das cidades mais inteligentes, incorporando inovações para aumentar a sustentabilidade, segurança e gerando informações para apoio à tomada de decisão do poder público municipal?

É dentro deste contexto que se declara o objetivo geral deste Artigo, que é propor ferramentas tecnológicas inerentes às Cidades Inteligentes, doravante implementadas com auxílio de uma boa gestão pública municipal, com vistas à redução dos acidentes de trânsito. As motivações para a realização deste estudo direcionam-se para que os resultados a serem alcançados, ao longo deste artigo, possam, sob a ótica da academia, fazer parte do acervo de mais publicações sobre o funcionamento e gestão mais eficiente do tráfego de automóveis, à luz dos fundamentos das Cidades Inteligentes.

Espera-se que as discussões possam impactar positivamente na criação de oportunidade nos desenhos de novas gestões públicas municipais, voltadas ao desenvolvimento do planejamento urbano inteligente, ao direito de se viver na cidade, num ambiente urbano saudável, com vistas aos códigos da urbanidade. Para que o objetivo aqui proposto possa ser alcançado, esta pesquisa está estruturada em seis seções. Esta primeira introduz a contextualização da problemática, a declaração do objetivo geral desta pesquisa e os resultados esperados, seguidas dos fundamentos teóricos. Logo após, as explicações sobre os procedimentos metodológicos são descritas. Por fim, os resultados e análises e as considerações são apresentadas, além das Referências, que permitirão o fiel alcance do objetivo declarado.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 – O processo de evolução dos ambientes urbanos e os problemas advindos da urbanização.

O mundo está cada dia mais urbano. Esta situação imprime uma série de desafios aos gestores públicos regionais e municipais, bem como às populações residentes nas cidades, com

vistas ao seu desenvolvimento e ao direito de se viver numa cidade (LEFEBVRE, 2010). No entendimento de Weiss (2016), para fazer frente a esses desafios, muitas cidades, ao redor do globo, têm buscando habilitar-se com novas capacidades tecnológicas, de forma a implementar melhores níveis de inteligência, na gestão da coisa pública e na oferta de serviços aos cidadãos e organizações que nelas atuam. De acordo com Lopes (1998), a discussão sobre planejamento urbano ganhou espaço, em meados da década de 1980, quando o processo de globalização intensificou os desafios sociais e estruturais. Para, Engel e Almeida (2017), os processos socioeconômicos e sociodemográficos impactaram diretamente na qualidade de vida das pessoas, que residem em centros urbanos e na necessidade, por parte dos gestores públicos locais, a rever novos conceitos sobre o desenho dos planejamentos urbanos.

Nesse sentido, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2014, p. 2), há um século, havia menos de vinte cidades, ao redor do mundo, com população acima de 1 milhão de habitantes. Em 2010, esse número avançou para 436 e as projeções já indicavam mais de 500 cidades, com população acima de 1 milhão de habitantes, até o final de 2015. O mesmo estudo mostra que a população global, projetada para 2050, deverá saltar dos 7,3 para aproximadamente 9,5 bilhões de pessoas, sendo que a população urbana terá saltado de 3,9 para algo perto de 6,3 bilhões de pessoas. Isso significa que, enquanto a população mundial terá crescido, de 2015 até 2050, à ordem 30,4%, a população urbana, no mesmo período, terá crescido na ordem de 60,2%.

Sobre esta dimensão, o Estado de Mato Grosso do Sul (MS), de acordo com o IBGE (2020), a população estimada aponta para cerca de 2.809.394 habitantes, gerando dessa forma um aumento populacional de 360,300 habitantes, quando comparado ao censo de 2010, em que a densidade demográfica calculada era de 6,82 habitantes/km². Já ao se comparar o crescimento demográfico, desde o início do século, observa-se que esse crescimento para MS era cerca de 734.517 mil habitantes. Ainda de acordo com o mesmo Instituto, o contingente populacional, para 2020, em Campo Grande (MS), está estimada em 906.092 mil habitantes. Em relação ao censo demográfico de 2010, cerca de 98% dos moradores já residiam em áreas urbanas, o que significava um aumento de 119.295 mil pessoas. Importante ressaltar que, em 2010, a densidade demográfica da cidade já era a maior do Estado, apresentando cerca de 97,22 hab/km², em uma extensão territorial de 8093,0 km², e tal número passou a ser cerca de 111, 95 hab/km².

Diante destes paradigmas da urbanidade (AGUIAR, 2012; FORTUNA, 2009; NETTO 2010), vem se delineando, por si só, uma maior pressão sobre os gestores públicos municipais a identificarem novas problemáticas que atendam as demandas sociais, cada vez mais complexas, a exemplo de novas abordagens conceituais, que poderão tipificar os ambientes urbanos, a exemplo das concepções conceituais das Cidades Inteligentes. Interessante, a seguir, discutir brevemente, o processo de urbanização, tendo como foco o tráfego de veículos em Campo Grande (MS).

2.2 O processo de urbanização e o tráfego de veículos em Campo Grande (MS).

São expressivas as situações-problemas diretamente ligadas à mobilidade urbana, provenientes do rápido processo de urbanização e urbanidade ocorrido, no Brasil (UN-HABITAT, 2013). Com relação aos desafios concernentes aos sistemas de transportes nos centros urbanos, Kane e Whitehead (2017, p.177) destacam que:

As perturbações no transporte urbano apresentam um desafio e uma oportunidade únicos para planejadores e formuladores de políticas influenciarem os resultados para a sociedade. O papel dos planejadores urbanos e formuladores de políticas nos sistemas de transporte futuros se tornará cada vez mais importante à medida que as interrupções na mobilidade começarem a transformar radicalmente os sistemas de transporte. Sem uma política pública sensata e informada, as futuras perturbações da mobilidade urbana têm o potencial de levar a uma série de resultados não ótimos, dos quais alguns podem resultar em sistemas de transporte funcionando pior do que atualmente.

ONU-HABITAT (2015) coloca que a acessibilidade e a mobilidade sustentável têm, sobretudo, relação com a busca contínua da qualidade e da eficiência de chegar em destinos, cujas distâncias possam se tornar reduzidas, através de equipamentos e infraestruturas de transporte seguros e eficientes, reduzindo assim os riscos dos acidentes de trânsito. De acordo com o Departamento Estadual de Trânsito de Mato Grosso do Sul (DETRAN-MS, 2020), em 2020, Mato Grosso do Sul (MS) apresenta uma frota de veículos emplacados de, aproximadamente, 1.680.760 milhões, enquanto no município de Campo Grande, apresenta cerca de 621.773. Nesse sentido, a implantação de um sistema inteligente em uma cidade, busca vincular diretamente a infraestrutura da gestão com os sistemas, na qual viabiliza a resolução de problemáticas emergentes, e além disso, “direciona fluxos de trabalho humano com foco na eficiência dos serviços públicos e controla remotamente dispositivos e equipamentos das mais variáveis interfaces” (NALINI; LEVY, 2017, p. 193).

2.3 As abordagens conceituais de Cidades Inteligentes

As abordagens conceituais sobre o termo Cidades Inteligentes emergem, com veemência, em meados de 1980, quando o fluxo de publicação anunciando a possibilidade de novas conceituações, buscavam relacionar “o uso de tecnologia com o desenvolvimento de cidades em rede” (ANGELIDOU, 2015, p. 98). Nesse sentido, Bouskela; *et al.* (2016, p.16) definem que:

Uma Cidade Inteligente é aquela que coloca as pessoas no centro do desenvolvimento, incorpora tecnologias da informação e comunicação na gestão urbana e utiliza esses elementos como ferramentas que estimulam a formação de um governo eficiente, que engloba o planejamento colaborativo e a participação cidadã. *Smart Cities* favorecem o desenvolvimento integrado e sustentável tornando-se mais inovadoras, competitivas, atrativas e resilientes, melhorando vidas.

Diante do prisma multissetorial que envolve a construção de Cidades Inteligentes, Berthon, Massat e Collinson (2011) destacam que o debate tecnológico infraestrutura implantado nas bases das cidades envolve, desde uma ótica voltada ao implemento de estruturas físicas, tais quais estradas, edifícios, ferrovias e serviços públicos, até a implementação das estruturas das TIC, como bases de acompanhamento dos processos e fluxos realizados. Tendo em vista tais abordagens, Kourtit (2017) ensina que, recursos cognitivos, tais como *hardware, software, orgware, ecoware, know-how*, contribuem para que haja desdobramentos inteligentes, partindo do uso digital, para sanar problemáticas complexas e emergentes relativas aos complexos desafios, que envolvem o processo de urbanização e de urbanidade. Nesse sentido, a revisão sistemática, desenvolvida por Vida e Jesus-Lopes (2018), apontou autores, como Paroutis, Bennett e Heracleous (2014), que buscaram verificar como o uso das TIC poderiam apresentar bons resultados econômicos às empresas responsáveis pela construção do espaço urbano, posteriores aos desenhos técnicos feitos por especialistas da área da construção civil e de arquitetura e urbanismo.

Harrison (2010, p. 2) comenta que, a partir da implementação da TIC, é possível desenvolver uma cidade instrumentada, interconectada e inteligente, face à possibilidade de integrar um conjunto de dados amplamente diversificados sobre pessoas, sistemas, organizações, fluxos informáticos (*big data*). Isto posto, os estudos de Lazzaretti; *et al.* (2019) apontam que há um predomínio conceitual nas áreas de pesquisas brasileiras, sobre as interfaces das Cidades Inteligentes, em que as TIC são correlacionadas com a qualidade de vida da população, pois as ferramentas tecnológicas ligadas à promoção das Cidades Inteligentes promovem um constante auxílio entre os fluxos de dados, utilizados estrategicamente para uma integração mais racional das necessidades da cidade e a governança pública. Ademais, Caragliu; *et al.* (2009) destacam que com o crescimento urbano, este campo de pesquisa também vem

sendo atrelado ao papel do capital humano, educação, capital social e relacional e interesse ambiental.

2.4 As ferramentas tecnológicas das Cidades Inteligentes para a redução dos acidentes de trânsito.

Por força dos avanços tecnológicos e com o advento dos dispositivos inteligentes, as cidades do futuro, propiciam ao serviço público, através do emprego das TIC, uma aproximação para com a sociedade (MEIER; ULFERTS; WOWARD, 2011). Khan, Silva e Han (2016) postulam que este cenário pode contribuir, significativamente, com a forma que as Cidades Inteligentes poderão ter seus ecossistemas gerenciados, como sistemas de transporte, educação, saúde, bibliotecas, água e gás abastecimento. Para Tischer (2017), as políticas e investimentos do setor público fomentam uma maior quantidade de veículos próprios, circulando em meio aos conglomerados urbanos, delineando dessa forma, o que Biffe; *et al.* (2017) destacaram como um dos fatores promotores dos acidentes de trânsito. Diante disso, Gohar (2018) ensina que, o objetivo das Cidades Inteligentes é, integrar e utilizar de forma eficiente as ferramentas de apoio a gestão, como as TIC, a fim de viabilizar um melhor gerenciamento de seus recursos e, além disso, prover apoio para o enfrentamento dos complexos desafios urbanos.

Para Bardal e Jørgense (2017), o monitoramento dos sistemas de mobilidade urbana, tais quais a quantificação dos acidentes de trânsito, impõe-se como uma importante técnica para mensuração das necessidades averiguadas no sistema de mobilidade urbana, assim como para prover alternativas de gestão governamental. Nesse sentido, a construção ou mesmo elevação das atuais cidades à condição de Cidades Inteligentes, é uma tentativa de transformá-las e planejá-las de uma maneira outra, que desta vez, maximize o uso de tecnologias do futuro; ou seja, que tornem intrínsecas as relações entre infraestruturas tradicionais, que incorporam de maneira coordenadas e integradas, as novas tecnologias (BATTY, 2012).

Lyons (2018, p. 7) evidencia que com a expansão do desenvolvimento de base tecnológica em sistemas de transporte, serviços e sua utilização, a mobilidade urbana inteligente pode ser resumida da seguinte forma: “usar tecnologia para gerar e compartilhar dados, informações e conhecimentos que influenciam as decisões; usando tecnologia para aprimorar veículos, infraestrutura e serviços; e derivando melhorias para operadores e usuários do sistema de transporte”. Sendo assim, alcançar os verdadeiros benefícios do uso das TIC requer muitos esforços e a resolução de desafios críticos, como questões relacionadas à confiabilidade e comunicação, em tempo real, entre os usuários e os gestores públicos, que lidam com a gestão da infraestrutura (BOUK; AHMED; KIM; SONG, 2017).

Schlingensiepen (2015) observa uma pré-condição para um sistema de transporte inteligente é a adoção de um sistema de decisão automatizado, ajustado para controlar estes elementos de influência. O principal problema ao implementar este tipo de sistema é o constante fornecimento de uma boa base de decisão para os mecanismos. A melhor base para decisões é saber o estado atual do sistema geral. Tendo isso em vista, o estudo realizado por Kostakos (2013), as Cidades Inteligentes detêm grande potencial tecnológico para prover uma boa gestão pública municipal dos fluxos de trânsito urbano. Nesse sentido, Berthon, Massat e Collinson (2011, p.14) destacam que:

Intelligence also needs to be embedded into the management and governance of cities. Intelligent cities manage the disparate elements of city government and services more effectively—in a more integrated fashion, overcoming the lack of communication that often interfere with the value delivered by city services.

Dentre os problemas decorrentes dos atuais padrões de mobilidade nas cidades, podem-se citar os longos percursos casa-trabalho a serem percorridos, os congestionamentos, os

acidentes de trânsito, a poluição sonora e do ar, os problemas de saúde relacionados, às alterações climáticas e, conseqüentemente, a queda na qualidade de vida da população (UN-HABITAT, 2013). Nesse sentido, Schlingensiepen (2015) aponta que todos os aspectos técnicos descritos para as Cidades Inteligentes, em relação aos sistemas de transporte inteligentes, requerem uma boa compreensão dos mecanismos, por parte dos técnicos responsáveis pelo gerenciamento do tráfego, nos centros urbanos. O tráfego de independentes e veículos controlados podem ser, eficazmente, organizados e podem ser influenciados pela infraestrutura gerenciada e elementos de serviço como semáforos, trens especiais.

Dessa forma, Bouskela; *et al.* (2016, p. 43) descrevem que integrando uma boa gestão e com suporte tecnológico como modelagem de dados, informações geográficas, simulação de dados e ferramentas de *analytics*, é possível reduzir o número de acidentes, engarrafamentos e promover benefícios, tanto governamentais, quanto para a população de diversas classes sociais. Nesse sentido, os autores ainda destacam que “a gestão pública precisa, antes de tudo, gerir a si mesma para que, ao iniciar seu projeto de transformação, possa integrar os novos dados e o conhecimento adquirido às suas informações e derivar daí um novo planejamento urbano integrado”.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho integra ao Projeto de Pesquisa Oficina de Políticas Públicas para o delineamento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. O corpo textual e as citações descritas respeitaram as normas da ABNT (2018). O delineamento da pesquisa segue os procedimentos metodológicos ensinados por Creswell (2007), Gil (2017) e Marconi & Lakatos (2013; 2018). Para tanto, o desenvolvimento e delineamento deste Ensaio Teórico, foi disciplinado pelo Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors (COPE, 2011). Igualmente, acatou as instruções descritas ao longo do Manual Boas Práticas da Publicação Científica, sugeridas pela ANPAD (2018). Esta pesquisa está vinculada ao Grupo de Pesquisa Dinâmica Evolutiva das Organizações Humanas, registrado no Diretório de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), um órgão oficial integrante do Ministério da Educação (MEC).

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica aplicada (MARCONI; LAKATOS, 2018) ao mundo real dos órgãos públicos responsáveis pela gestão do trânsito, em escalas nacional, regional e local. Foram coletados dados secundários, por meio de solicitação formal ao Detran-MS. Neles incluem a quantidade de acidentes de 2010 a 2019, com a descrição da natureza do acidente (colisão, atropelamento, engavetamento), sua tipologia (com ou sem vítimas, fatais ou não). Estatísticas descritivas (GIL, 2017) destes dados são apresentadas para dar uma noção da evolução e relevância dos acidentes. A análise de componentes principais (ACP) é um tipo de análise multivariada, que foi realizada usando como variáveis a natureza e tipologia dos acidentes e baseada na matriz de correlação das variáveis, com o uso do *software* PAST (HAMMER; *et al.*, 2001), que é uma ferramenta computacional gratuita aplicada à estatística. Para cada ACP, usou-se como unidade de análise o ano de ocorrência do acidente, para os dois primeiros componentes, como forma de ter elementos para a comparação dos acidentes ao longo dos anos.

Tabela 1 - Variáveis utilizadas na análise de componentes principais

Variável	Tipo de acidente	Com vítimas fatais (COMFAT)	Com vítimas feridas (COMFER)	Sem vítimas feridas (SEMFER)	Frequência
AC01	Atropelamento de animal doméstico	14	503	308	825
AC02	Atropelamento de animal silvestre	2	99	262	363
AC03	Atropelamento de cavaleiro	0	4	5	9
AC04	Atropelamento de pedestre	157	3721	14	3892
AC05	Capotamento	194	1099	626	1919

AC06	Choque	215	5356	8083	13654
AC07	Colisão frontal	279	8062	9600	17941
AC08	Colisão lateral	126	9360	15675	25161
AC09	Colisão transversal	193	29410	14008	43611
AC10	Colisão traseira	97	4268	13682	18047
AC11	Derramamento de carga	0	2	120	122
AC12	Engavetamento	0	358	1986	2344
AC13	Incêndio	0	3	67	70
AC14	Outra	19	421	814	1254
AC15	Queda de bicicleta	6	99	42	147
AC16	Queda de motocicleta	81	8291	247	8619
AC17	Queda de pessoas	3	262	6	271
AC18	Saída de pista	27	214	426	667
AC19	Tombamento	12	291	981	1284
Total		1.425	71.823	66.952	140.200

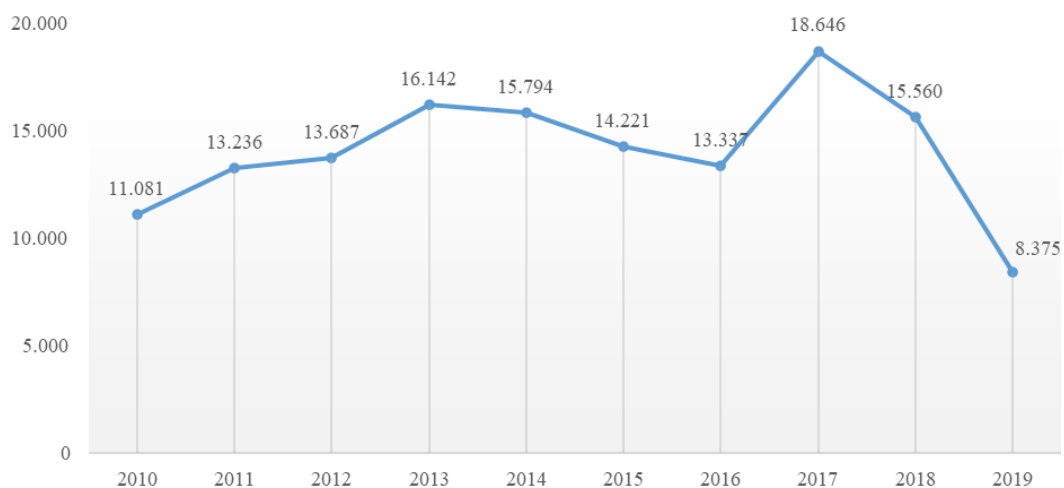
Fonte: autores, com base em dados do Detran-MS (2020).

Ao todo, 20 variáveis foram usadas e a função da ACP (Tabela 1) foi reduzir a dimensionalidade para duas variáveis, que são os resultados da combinação da correlação entre as variáveis e são gerados autovalores que são apresentados, em ordem decrescente, da sua contribuição para a variação total dos dados. Um peso (autovetor) é gerado para representar o quanto cada variável pertence ao eixo das abscissas ou das ordenadas e variam no intervalo de -1 a +1. Na maioria das pesquisas com ACP, é comum restringir-se aos dois primeiros eixos, considerados suficientes para explicar os dados e pela dificuldade de interpretação de um gráfico com mais de duas dimensões. As estatísticas iniciais têm a função de apresentar a magnitude do problema dos acidentes e a ACP para comparar a ocorrência ao longo dos anos. Ao longo da apresentação dos números, discute-se o possível impacto do tratamento do trânsito de Campo Grande sob a ótica do conceito de cidade inteligente.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

A Cidade de Campo Grande localiza-se na região central do estado do Mato Grosso do Sul (MS), sendo essa cruzada por importantes vias rodoviárias federais de integração nacional, ligando o norte ao sul, por exemplo a BR-163, BR-262, BR-060. A partir dos dados do Detran-MS (2020), verificou-se que o número de acidentes está com tendência decrescente nos últimos três anos, porém ainda com números elevados (Ver Figura 1). Nos últimos 10 anos houve cerca de 140 mil acidentes, sendo 1.425 com vítimas fatais e 71.823 com pessoas feridas. O tipo mais comum de acidentes é a colisão com 84,6% das ocorrências, o que sugere haver problemas na sinalização em vias com cruzamento, possíveis necessidades de semáforos, indicação de que a presença do agente de trânsito e/ou de fiscalização fosse necessária. De acordo com o levantamento de dados (DIOGRANDE, 2015, p.75), Campo Grande (MS) apresentou uma tecnologia aplicada ao setor de trânsito desgastada pela ação do tempo, como por exemplo, os semáforos. Tal cenário já evidenciava uma situação problema que corroborava com o aumento dos números de acidentes de trânsito.

Figura 1 - Evolução dos acidentes de trânsito no MS de 2010 a 2019

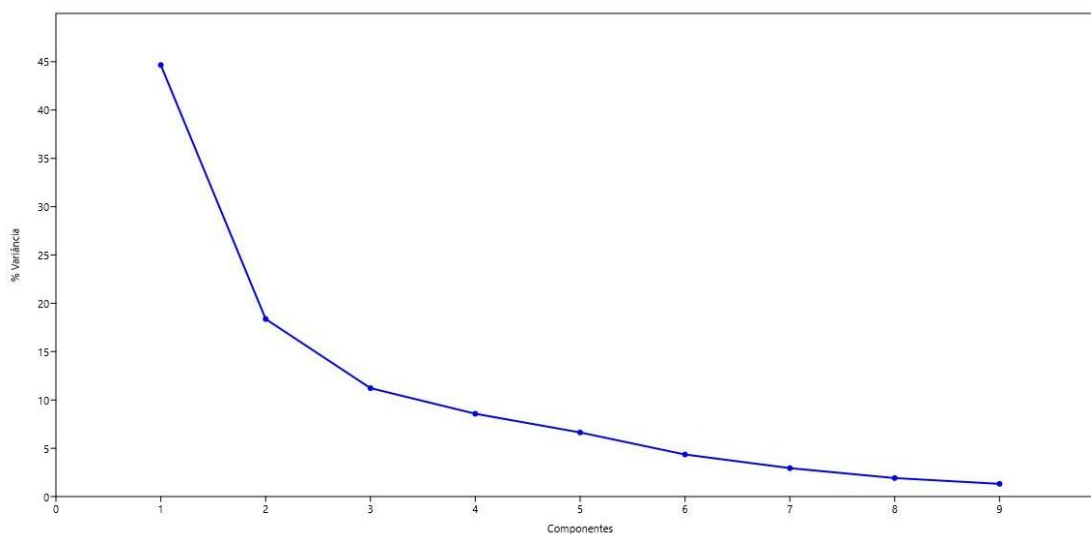


Fonte: Autores, com base em dados do Detran-MS (2020).

Para a sociedade em geral, as estatísticas evidenciam inúmeras perdas. A mais importante é a perda da vida humana, em vários casos de pessoas jovens, que gera forte impacto social no âmbito familiar e da comunidade. Outrossim, os acidentes mobilizam inúmeros agentes públicos (polícia de trânsito, corpo de bombeiros, hospitais, poder judiciário, previdência social, entre outros) e privados (companhias de seguro, planos de saúde, por exemplo), que geram perda de vidas e danos materiais aos envolvidos diretamente no acidente e perdas para a sociedade como um todo. Estas demandas de recursos materiais e humanos custam caro ao poder público municipal, pois implica em deslocamentos ao local de viaturas e contingente humano durante os turnos dos profissionais e em locais específicos, o que não garante o controle em tempo real.

Tais restrições poderiam ser dirimidas com um estudo de viabilidade da implantação de um sistema inteligente de controle de tráfego, nas regiões onde há maior número de acidentes, interligado com as centrais de controle de tráfego, ao sistema de saúde, seguros, entre outros atores sociais envolvidos, assim como o desenvolvimento de um plano que viabilize a modernização de tais aparatos. A ACP indicou que as duas primeiras componentes (eixos x e y) explicam 63,03% da variação dos dados (Figura 2) e evidencia, de forma gráfica, o quanto cada eixo influencia o resultado. Neste caso, o primeiro eixo foi responsável por 44,66% da variância total e o segundo eixo por 18,37%. Confirma-se que os dois eixos são suficientes para comparação entre os anos de 2010 a 2019, uma vez que se busca explicações que correspondam a mais de 50% nas duas primeiras componentes.

Figura 2 - Análise de Componentes Principais (Scree Plot)



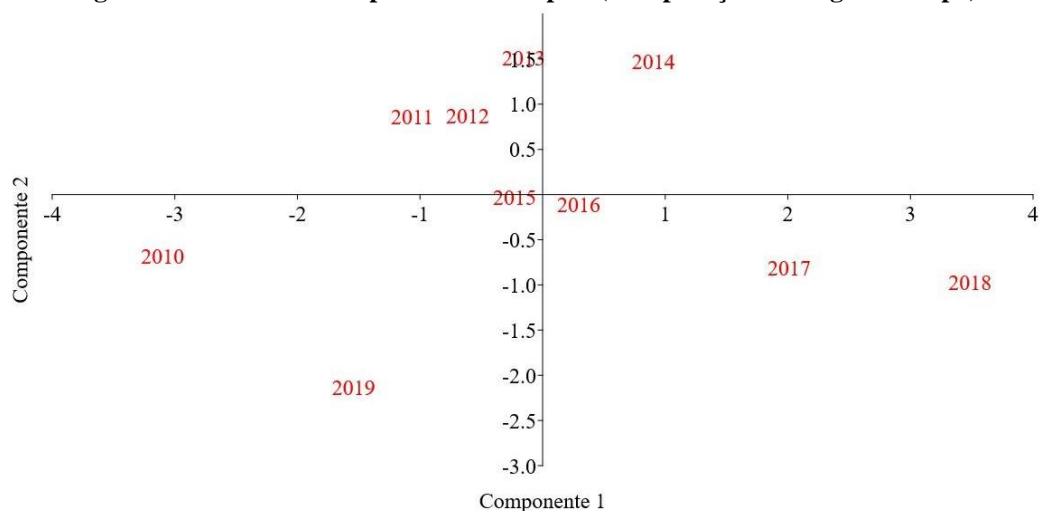
Fonte: Autores (2020)

Após definir os eixos principais que mais afetam a variação dos resultados, é possível fazer uma análise das unidades de avaliação (anos) a fim de comparação. Na ACP, cada unidade recebe um valor correspondente no componente 1 e no componente 2, e a avaliação deve ser feita de maneira inversa; ou seja, quanto maior o valor, maior é o número de acidentes e pior é o resultado no ano. O posicionamento dos anos na Figura 2 indica que os anos de 2017 e 2018 foram piores em relação à componente 1, que envolve atropelamentos de animais e pedestres, colisões traseiras e transversais e tombamentos. De 2011 a 2015 foram os piores para o trânsito na capital de MS, de acordo com a componente 2, com colisões frontais e capotamentos, principalmente. Observa-se, que a situação em 2019, melhorou nas duas componentes e, graficamente, melhor que em 2010. Infere-se, que houve alterações na gestão do trânsito, a partir de 2015, após constatação dos gestores públicos municipais da situação àquela época e que são destacadas a seguir.

Registrou-se no Diário Oficial da cidade de Campo Grande (DIOGRANDE, 2015, p.74) que havia vias destinadas aos veículos motorizados, que apresentavam lotação de aproximadamente 90% de sua potencialidade, o que evidenciava a falta de mobilidade e dinamismo, o que fez aumentar os índices de acidentes de trânsito. Evidenciou-se, igualmente, a precariedade do sistema de integração entre trânsito e transporte, o que dificultava o planejamento urbano. Nesse sentido, observou-se a notória emergência em desenvolver planos para a malha urbana à luz do desenvolvimento urbano sustentável, para prover a maior mobilidade aos meios de locomoção, concomitante ao conforto, segurança e expansão urbana eficiente e planejada.

Dentre as ameaças apresentadas ao trânsito de Campo Grande (MS), teve-se a “falta de técnicos de nível superior nos quadros de carreira da AGETTRAN (MS), prejudicando a continuidade dos projetos relacionados ao trânsito e ao transporte” (DIOGRANDE, 2015, p.75), assim como também é evidenciado “Deficiência de equipamentos - veículos, computadores, softwares - para a realização das atividades-fim da AGETTRAN” (DIOGRANDE, 2015, p.75), fatores estes que dificultaram o processo de atendimento e a fluidez do tráfego locomotivo eficiente nas vias em estudo.

Figura 3 - Análise de Componentes Principais (Comparação ao longo do tempo)



Fonte: Autores (2020).

Estes são resultados de uma pesquisa “*ex post facto*”; ou seja, investigou-se possíveis relações entre os dados sobre acidentes ocorridos, ao longo de 10 anos, depois de um tempo excessivo após sua ocorrência. Do ponto de vista das Cidades Inteligentes, esse resultado ajuda a compreender o fenômeno. Porém, a gestão pública municipal responsável pela gestão do trânsito em Campo Grande (MS) não está apoiada no uso de dados integrados, amparados pelas ferramentas tecnológicas das TIC, que podem organizar e sistematizar os dados para as devidas medições e monitoramentos do trânsito, em tempo real. Tais instrumentos poderiam ser de apoio ao poder público para as tomadas de decisões mais rápidas, interconectadas e efetivas. Tendo em vista os expostos supracitados, pode-se considerar que a criação ou o desenvolvimento das Cidades Inteligentes deve ser, necessariamente, iniciado no planejamento urbano desenhado pela gestão pública municipal, frente aos recursos regionais e municipais disponíveis, com suporte à implementação das ferramentas das TIC.

Trata-se, assim, de um modelo de governança urbana, para sanar as necessidades e promover melhor qualidade de vida da população atual, sem comprometer as gerações futuras, através da adequação da mobilidade urbana e minimizar as questões relativas ao complexo urbano, a exemplo dos acidentes de trânsitos. Assim, é possível considerar que, por conta dos aparatos tecnológicos ligados às TIC permitem a gestão pública municipal, em tempo real, gerenciar, de forma mais segura e eficaz, o fluxo de automóveis, nas vias de tráfego, possibilitando assim, uma melhor gestão desse setor para com a redução dos acidentes de trânsitos, na capital de MS.

É dentro deste contexto de busca por soluções, que emerge o enfoque das Cidades Sustentáveis e Inteligentes para a mitigação ou mesmo redução dos acidentes de trânsito nas principais avenidas da cidade de Campo Grande (MS). Por meio deste estudo, foi possível entender a eminente necessidade da formatação dos arranjos das tecnologias aplicadas a este setor, tal como descreve UN-Habitat (2009) perante a expansão sustentável da malha urbana, e Calvillo, Sánchez-Miralles e Villar (2016) acerca do desenvolvimento urbano inteligente e rápido, em prol ao acesso universal ao transporte seguro, limpo e a preços acessíveis para todos, que possa assim providenciar acesso a oportunidades, serviços, bens e equipamentos (ONU-HABITAT,2015). As Cidades Inteligentes deverão ser capazes de incorporar este tipo de veículo, porém demandará alterações significativas na legislação vigente e inclusão das TIC, no cotidiano da cidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Artigo teve como objetivo geral propor ferramentas tecnológicas inerentes às

Cidades Inteligentes, doravante implementadas com auxílio de uma boa gestão pública municipal, com vistas à redução dos acidentes de trânsito. Teve como *locus* de investigação o município de Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul. Por conta dos procedimentos metodológicos adotados e partindo de um levantamento de dados quantitativos, se desenvolveu análises quantitativas, complementadas por análises qualitativas, empregando como base teórica concepções relativas a Cidades Inteligentes.

Com base das análises feitas sobre as obras citadas, ao longo deste corpo textual, é possível considerar, mesmo que de forma sucinta, que as abordagens conceituais que envolvem o termo Cidades Inteligentes relacionam-se com a implantação das TIC, como ferramentas para o desenvolvimento urbano, bem como para mitigar os impactos negativos decorrentes do processo urbano, ajudando, desta maneira a superar os desafios apontados pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Verificou-se que tais tecnologias digitais integradas ao modelo de gestão pública municipal inteligente visam construir uma pauta tecnológica sistemática e em formato de rede. Sendo assim, viabiliza-se uma integração entre os setores urbanos, atores, órgãos públicos, partes interessadas e pessoas, atendendo a interesses, sejam eles públicos, privados, sociais, a fomentar uma melhoria na qualidade de vida, no espaço urbano, integrado aos paradigmas econômicos, sociais e ambientais, bem como deseja a Organização das Nações Unidas.

Ao longo da pesquisa, pôde-se considerar que a dinâmica do trânsito da cidade de Campo Grande (MS) apresentou como necessidade emergente a ampliação e formatação dos sistemas de sinalização, por conta da alta taxa de acidentes. Como tal problemática abre espaço para busca de novos meios de solução e/ou melhora nas condições e funcionalidades dos espaços de infraestruturas urbanas. A solvência de tais problemas apoiando-se nas TIC dentro das premissas das Cidades Sustentáveis e Inteligentes, ganham ênfase. Principalmente, para centros urbanos em elevada expansão, carentes de um desenvolvimento mais planejado e sustentável.

Ademais, nota-se, com caráter de urgência, a necessidade de atualização e disponibilização de dados relativos ao trânsito da capital do Mato Grosso do Sul, a fim promover uma base de dados completa e atualizada, com o intuito de desenvolver pesquisas aplicadas voltadas para áreas de desenvolvimento urbano, aos aportes dos princípios das Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Com base nos estudos das publicações, descritas ao longo do corpo textual, compreende-se que a problemática emergente, no setor de trânsito e suas respectivas dimensões, podem ser tratadas à luz das premissas tecnológicas das Cidades Inteligentes.

Essas premissas tecnológicas digitais abrem espaços para busca de novos meios de solução e/ou melhora nas condições e funcionalidades dos espaços de infraestruturas urbanas. Diante as discussões discorridas, é possível observar que os debates acerca das Cidades Inteligentes englobam um paradigma inter e multidisciplinar, pois se demanda estudos que vão desde Ciências da Natureza, passando, pelas Ciências Sociais Aplicadas. Nesse sentido, estudar fenômenos complexos, tais quais o processo de urbanização e seus agravantes, exige novas racionalidades nas quais possibilitam um olhar multidisciplinar das partes interessadas.

Como visto, estas partes interessadas envolvem os profissionais ligados ao planejamento urbano, contudo, a partir dos gestores públicos, especialmente, os municipais, que possam tomar decisões mais seguras, quanto à elevação das cidades à condição de Cidades Inteligentes. Para tanto, sugere a prática de busca de soluções, por conta da abordagem epistemológica interdisciplinar que, obrigatoriamente, valoriza os diversos saberes que poderão contribuir para, se não para a eliminação total dos acidentes de tráfegos, pelo menos para a redução de níveis aceitáveis.

Dentre os desafios enfrentados, ao longo da pesquisa, há de se apontar que os debates acadêmicos, à luz das Cidades Inteligentes, proporcionam áreas de discussões pouco desenvolvidas, tornando-se assim, um tópico com certo grau de dificuldade. Porém, é exatamente por conta desse detalhe que se torna emergente a elaboração de novos estudos.

Diante do exposto, para os próximos estudos são sugeridas atenções relativas às ampliações da margem de estudo, bem como verificar publicação em outras bases de dados, o que possibilitará uma visão mais abrangente sobre a problemática analisada, dentro do escopo do delineamento deste trabalho, e, sendo assim, a promoção de possíveis soluções para esta problemática tão complexa. Por fim, verificou-se que se trata de uma temática relativamente recente, no campo de desenvolvimento urbano, que necessita de uma ampla discussão no meio acadêmico.

AGRADECIMENTOS

O alcance dos objetivos declarados nesta pesquisa foi possível graças ao apoio estrutural e científico da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Douglas. Urbanidade e qualidade da cidade. *In*: AGUIAR, Douglas; NETTO, Vinicius M. (orgs). **Urbanidades**. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e Imagem, 2012.
- ANGELIDOU, Margarita. Smart cities: A conjuncture of four forces. **Cities**, [s.l.], v. 47, p.95-106, set. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 6023** – Informação e documentação – Referências – Elaboração. 2. ed. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO (ANPAD). **Boas Práticas da Publicação Científica**: um manual para autores, revisores, editores e integrantes de Corpos Editoriais. Disponível em: https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/top/midias_noticias/editora/old/Editora/Revista_Administracao/Boas_Praticas.pdf. Acesso em: jun. 2018.
- BARDAL, K. G.; Jørgensen, F. Valuing the risk and social costs of road traffic accidents – seasonal variation and the significance of delay costs. **Transport Policy**, 57, 10-19. 2017
- BERTHON, P. B; MASSAT; S. COLLINSON; *et al.* Building and Managing an Intelligent City, **Accenture**, p. 44. 2011.
- BIFFE, C. R. F.; *et al.* Perfil epidemiológico dos acidentes de trânsito em Marília, São Paulo, 2012. **Epidemiol. Serv. Saúde** v. 26, n. 2. Brasília abr./jun. 2017.
- BOUK S. H; AHMED, S. H.; KIM, D.; SONG, H. "Named-data-networking-based ITS for smart cities", **IEEE Commun. Mag.**, vol. 55, no. 1, pp. 105-111. 2017.
- BOUSKELA, M; *et al.* **Caminho para as Smart Cities**: da gestão tradicional para a cidade inteligente. BID, 2016.
- CALVILLO, C. F.; SÁNCHEZ-MIRALLES, A.; VILLAR, J. Energy management and planning in smart cities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 273-287, 2016.
- CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart Cities in Europe. **Journal of Urban Technology**, 18(2), 65-82. 2009.
- CARVALHO, L. J. **Metodologia para quantificação da perda do produto com os acidentes de trânsito e evidências preliminares**. Rio de Janeiro: Funenseg, 2015.
- CODE OF CONDUCT AND BEST PRACTICE GUIDELINES FOR JOURNAL EDITORS (COPE). **Code of Conduct**, (2011). Disponível em: <https://publicationethics.org/files/u7141/1999pdf13.pdf>. Acesso em: mar. 2018.
- COMISSÃO EUROPEIA (CE). **What is Smart City**. 2019. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban->

[development/city-initiatives/smart-citiesen](#). Acesso em: set. 2020.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DEAKIN, Mark; REID, Alasdair. Smart cities: Under-gridding the sustainability of city-districts as energy efficient-low carbon zones. **Journal of Cleaner Production**, v. 173, p. 39-48. 2018.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO/ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL (DETRAN-MS). **Frota de Veículos 2020**. Disponível em: <http://www.paineis.detran.ms.gov.br/veiculos.html>. Acesso em: set. 2020.

DIOGRANDE - PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE OU MATO GROSSO DO SUL. **Lei Complementar nº Lei 12.681**, de 9 de julho de 2015. Institui o Decreto Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana do Município de Campo Grande (MS). Campo Grande (MS), 2015.

ENGEL, V.; ALMEIDA, G. G. J. O papel do capital humano e da inovação tecnológica na perspectiva das cidades sustentáveis. **Revista Científica Digital - Comunicação e Turismo**, v.3, n.2. 2017.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Smart Cities: Transformação Digital de Cidades – Programa Gestão Pública e Cidadania (PGPC)**. São Paulo: FGV, 2016.

FORTUNA, Carlos. Cidade e urbanidade. *In*: FORTUNA, C.; LEITE, Rogério Proença. (orgs). **Plural de cidade: léxicos e culturas urbanas**. Coimbra: CES/Edições Almedina, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas. 2017.

GOHAR, M.; MUZAMMAL, M.; UR RAHMAN, A.; SMART, T. S. S: Defining transportation system behavior using big data analytics in smart cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 41, p. 114-119. 2018.

HAMMER, Øyvind; *et al.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9. 2001.

HARRISON, C.; *et al.* Foundations for Smarter Cities. **IBM Journal of Research and Development**, 54(4). 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em: set. 2020.

_____. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/campo-grande/pesquisa/22/28120>. Acesso em: set. 2020.

KANE, M.; WHITEHEAD, J. How to ride transport disruption - A Sustainable framework for future mobilidade urbana. **Aust. Plano**, n. 54, p. 177-185. 2017.

KHAN, M.; N. B. SILVA, B; KIJUN, H. Internet of Things based energy aware smart home control system", **IEEE Access**, vol. 4, p. 7556-7566. 2016.

KOSTAKOS, V.; OJALA, T.; JUNTUNEN, T. Traffic in the smart city: Exploring city-wide sensing for traffic control center augmentation. **IEEE Internet Computing**, v. 17, n. 6, p. 22-29. 2013.

KOURTIT, Karima. Towards a Sustainable i-City: Intelligent Transition Management of Digital Places. **Quality Innovation Prosperity**, [s.l.], v. 21, n. 1, p.151-164, abr. 2017.

LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S.; BENCKE, F. F.; MACHADO, H. P. V. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão**

Urbana, v. 11. 2019.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. 5. ed. São Paulo: Centauro, 2010.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes**: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LYONS, G. Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 115, p. 4-14. 2018.

LOPES, R. **A cidade intencional**: o planejamento estratégico de cidades. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

MARCONI, Marina de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. Procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicação e trabalhos científicos. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

_____. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

MEIER, W. J.; ULFERTS, G. W.; HOWARD, T. L. Transforming city governments through IT. *The Review of Business Information Systems*, **Fourth Quarter**, v. 15, n. 4. 2011.

NALINI, J. R.; LEVY, W. Cidades inteligentes e sustentáveis: desafios conceituais e regulatórios. **Revista de Direito da Administração Pública**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 189-207. 2017.

NETTO, V. M. A urbanidade como devir do urbano. *In*: Seminário Temático Urbanidade(s). **Anais...** Rio de Janeiro, I ENANPARQ, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **World Urbanization Prospects: Revision 2014 Highlights**. Disponível em: <http://goo.gl/ZaXUnE>. Acesso em: set. 2020.

_____. **17 Objetivos para Transformar o Nosso Mundo (ODS)**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: set. 2020.

_____. **Documentos Temáticos da Habitat III: 19 - Transporte e Mobilidade**, 2015. Disponível em: http://habitat3.org/wp-content/uploads/19-Transporte-e-Mobilidade_final.pdf. Acesso em: set. 2020.

SCHLINGENSIEPEN, J.; MEHMOOD, R. NEMTANU, F. C. Framework for an autonomic transport system in smart cities. **Cybernetics and Information Technologies**, v. 15, n. 5, p. 50-62. 2015.

TISCHER, V. Validação de sistema de parâmetros técnicos de mobilidade urbana aplicados para sistema cicloviário. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 9(3), 587-604. 2017.

_____. O custo social e econômico dos acidentes de trânsito com pedestres e ciclistas: estudo de caso do estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11. 2019.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **Planning Sustainable Cities**: global report on human settlements. Disponível em: <https://unhabitat.org/books/global-report-on-human-settlements-2009-planning-sustainable-cities/#>. Acesso em: set. 2020.

_____. **Planning and Design for Sustainable Urban Mobility**: Global Report on Human Settlements, 2013. Disponível em: <http://unhabitat.org/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013/>. Acesso em: set. 2020.

VASCONCELLOS, E. A.; CARVALHO, C. H. R. de; PEREIRA, R. H. M. **Transporte e mobilidade urbana**. Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 34. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil, 2011.

VIDA, Emanuelle; JESUS-LOPES, José Carlos de. Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Uma análise sistemática da produção científica recente. **Anais... XX ENGEMA**. Universidade de São Paulo (USP/SP). São Paulo, 2018.

WEISS, Marcos Cesar. **Cidades Inteligentes**: proposição de um modelo avaliativo de prontidão das tecnologias da informação e comunicação aplicáveis à gestão das cidades. 2016. Tese (Doutorado) - Curso de Administração de Empresas, Centro Universitário FEI, São Paulo, 2016.