

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO & ORGANIZAÇÃO DO
COHECIMENTO

IZABELLA BAUER DE ASSIS CUNHA

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO PARA CIDADES INTELIGENTES:
APLICAÇÃO EM ACIDENTES DE TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE**

Belo Horizonte

2019

IZABELLA BAUER DE ASSIS CUNHA

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO PARA CIDADES INTELIGENTES:
APLICAÇÃO EM ACIDENTES DE TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do grau de Mestre em Gestão & Organização do Conhecimento.

Linha de Pesquisa: Gestão & Tecnologia
Orientadora: Profa. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho

Belo Horizonte

2019

C972m

Cunha, Izabella Bauer de Assis.

Modelagem da informação para cidades inteligentes [recurso eletrônico] : aplicação em acidentes de trânsito de Belo Horizonte / Izabella Bauer de Assis Cunha. . 2019.

1 recurso online (65 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Renata Maria Abrantes Baracho
Dissertação (mestrado) . Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

Referências: f. 59-65.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Ciência da informação . Teses. 2. Modelagem de informações . Teses. 3. Planejamento urbano . Teses. 4. Sistemas de recuperação da informação . Planejamento urbano . Teses. I. Título. II. Baracho, Renata Maria Abrantes. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

CDU: 659.2:711.4



FOLHA DE APROVAÇÃO

Modelagem da Informação para Cidades Inteligentes: aplicação em Acidentes de Trânsito de Belo Horizonte

IZABELLA BAUER DE ASSIS CUNHA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, área de concentração CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, linha de pesquisa Gestão e Tecnologia.

Aprovada em 22 de março de 2019, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Renata Maria Abrantes Baracho Porto (Orientadora)
EA/UFMG

Prof(a). Rodrigo Baroni de Carvalho
PUC/MG

Prof(a). Beatriz Valadares Cendón
Aposentada/UFMG

Prof(a). Max Cirino de Mattos
UNA

Belo Horizonte, 22 de março de 2019.



ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA IZABELLA BAUER DE ASSIS CUNHA

Realizou-se, no dia 22 de março de 2019, às 09:00 horas, Sala 1000 - ECI/UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *Modelagem da Informação para Cidades Inteligentes: aplicação em Acidentes de Trânsito de Belo Horizonte*, apresentada por IZABELLA BAUER DE ASSIS CUNHA, número de registro 2017659376, graduada no curso de GESTÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Renata Maria Abrantes Baracho Porto - EA/UFMG (Orientadora), Prof(a). Rodrigo Baroni de Carvalho - PUC/MG, Prof(a). Beatriz Valadares Cendón - Aposentada/UFMG, Prof(a). Max Cirino de Mattos - UNA.

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 22 de março de 2019.

Prof(a). Renata Maria Abrantes Baracho Porto

Prof(a). Rodrigo Baroni de Carvalho

Prof(a). Beatriz Valadares Cendón

Prof(a). Max Cirino de Mattos

Eu dedico este trabalho a minha avó Mary Dolores (in memoriam), e aos meus pais Adriano Raimundo Cunha e Rose Mary Bauer de Assis Cunha, pelo amor incondicional na sua missão familiar.

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço a todos aqueles que acreditaram em mim, desde a infância, quando eu dizia que iria fazer mestrado, para virar uma professora acadêmica, mesmo sem saber direito o real significado. Me ajudaram na realização de mais este sonho em minha vida.

Em especial agradeço ao incentivo contínuo e apoio dos meus pais Adriano Raimundo Cunha e Rose Mary Bauer de Assis Cunha, e a minha avó materna Mary Dolores Bauer de Assis (in memoriam), que sempre acreditou no meu sonho.

Agradeço ao meu avô materno Frederico Eduardo da Cunha Assis, pelas oportunidades que me proporcionou, e ao meu avô paterno Raimundo Adriano da Cunha (in memoriam) que sempre teve orgulho das minhas escolhas, e como um exímio professor, me incentivou a traçar este caminho.

Agradeço ao meu marido André Alexandre Perché, que com paciência e companheirismo, sempre me apoiou nas minhas decisões e acreditou nos meus sonhos.

Agradeço a minha ex-professora de graduação e atual amiga, Adriana Monteiro, que sempre me aconselhou e ajudou a trilhar meu caminho profissional e acadêmico, desde a época de faculdade. Aos colegas de trabalho da Prodemge e da CSU CardSystem, que me apoiaram em vários momentos, e me ajudaram diversas vezes na entrega de projetos e continuidade das atividades, enquanto eu estava tendo aulas ou orientações do mestrado.

Agradeço ao Prof. Dr. Jorge Tadeu, por ter me apresentado este Programa de Pós-Graduação, ao Prof. Dr. Maurício Almeida, que me acolheu e instruiu, ao Prof. Dr. Rodrigo Baroni por ter me incentivado a fazer mestrado, sempre com dedicação, e ao Prof. Frederico Mafra por me apoiar diversas vezes nas minhas decisões, a Profa. Dra. Cátia Rodrigues por ter acreditado no meu potencial. A minha orientadora Profa. Dra. Renata Baracho, pelas oportunidades que me proporcionou durante todo o mestrado e parceria. Todos eles acreditaram em mim e nos meus sonhos.

Agradeço as minhas queridas amigas, Jeanne Emygdio e Danielle Rioga, que sempre me apoiaram e ajudaram nesta caminhada, com experiência, dedicação e bons conselhos. Ao Ron DeSerranno, por ter me instruído no meu trabalho com muita paciência e dedicação.

“É muito melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a derrota, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória nem derrota.”

Theodore Roosevelt

RESUMO

A capacidade de monitorar e analisar informações em tempo real, geradas a todo o momento por pessoas ou dispositivos, é um diferencial para maximizar a eficácia e produtividade em variados campos. Pode-se trazer benefícios para a sociedade, por meio de aplicações nos setores de saúde, segurança, administração pública e mobilidade urbana. Com a crescente urbanização, os estudos relacionados às Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) buscam desenvolver soluções inovadoras para minimizar problemas urbanos, e consequentemente proporcionar melhor qualidade de vida para o cidadão e a sociedade. A mobilidade urbana é uma área temática da administração pública, que tem grande relevância para os estudos de Cidades Inteligentes, pois reúne diversas informações de gestão e acompanhamento de atividades e de ocorrências relacionadas a acidentes de trânsito. Esta pesquisa aplicada teve como objetivo propor um processo de Modelagem da Informação, necessário para subsidiar parâmetros indicativos para a concepção de cenários de Cidades Inteligentes. A fundamentação teórica baseou-se em Modelagem da Informação, Cidades Inteligentes e administração pública com foco em mobilidade urbana. A abordagem da pesquisa é de caráter misto, combinando métodos quantitativos e qualitativos. A estratégia de pesquisa utilizada foi estudo de caso e entrevista com um especialista em mobilidade urbana. O procedimento utilizado para coleta de dados foi a extração dos dados abertos em acidentes de trânsito, disponíveis no *site* da prefeitura de Belo Horizonte (PBH). O tratamento dos dados se deu através de uma ferramenta específica de extração, transformação e carga. A partir da análise descritiva dos dados, verificou-se que a maior ocorrência de acidentes de trânsito acontece durante a semana, de segunda à quarta-feira, período da tarde, na região central da cidade, onde possivelmente há um volume de tráfego maior. Foi construída uma visualização analítica dos dados, em painéis de suporte à tomada de decisão, com intuito de oferecer uma proposta para subsidiar a construção de cenários para Cidades Inteligentes. A pesquisa mostrou a relevância das informações extraídas, gerenciadas e analisadas para a sociedade, e como a Modelagem da Informação proposta pode ser utilizada como um instrumento de mudança, principalmente diante do crescimento populacional e da intensa urbanização, bem como as oportunidades para a contribuição das diferentes especialidades do campo da administração pública.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes. *Big Data*. Modelagem da Informação. Administração Pública. Dados Abertos.

ABSTRACT

The ability to monitor and analyze information in real time generated at any time by people or devices, is a plus to maximize effectiveness and productivity in various fields. It can bring benefits to society, through its use in the health system, safety, public administration and urban mobility sectors. Due the growth of urbanization, studies related to Smart Cities seek to develop innovative solutions to minimize urban problems, and consequently provide a better quality of life for citizens and society. Urban mobility is a thematic area of public administration, which has great relevance for the studies of Smart Cities, since it gathers several information of management and monitoring of activities and occurrences related to traffic accidents. This applied research had the objective of proposing an Information Modeling process, necessary to support indicative parameters for the design of Smart Cities scenarios. The theoretical foundation was based on Information Modeling, Smart Cities and public administration with the focus on urban mobility. The research approach is mixed in nature, combining quantitative and qualitative methods. The research strategy used was a case study and interview with an expert on urban mobility. The procedure used for data collection was the extraction of open data in traffic accidents, available on the website of the city of Belo Horizonte (PBH). The data was processed through a specific extraction, transformation and loading tool. From the descriptive analysis of the data, it was verified that the highest occurrence of traffic accidents occurs during the week, from Monday to Wednesday, afternoon, in the central area of the city, where there is possibly a greater volume of traffic. An analytical visualization of the data was made in panels to support decision making, with the purpose of offering a proposal to subsidize the construction of scenarios for Smart Cities. The research showed the relevance of information extracted, managed and analyzed for society, and how the proposed Information Modeling can be used as an instrument of change, mainly because of the population growth and intense urbanization, as well as opportunities for different specialties of the field of public administration.

Keywords: Smart Cities. Big Data. Information Modelling. Public Administration. Open Data.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Literatura	21
Figura 2 – Sistemas de Cidades e os Inter-Relacionamentos.....	25
Figura 3 – Relação Cidades Inteligentes E Big Data.....	28
Figura 4 – Projeto Explanatório Sequencial	41
Figura 5 – Diagrama do Método Proposto	42
Figura 6 – Modelagem da Informação.....	47
Figura 7 – Exemplo de Carga De Dados.....	48
Figura 8 – Painel de Dados: Acidentes de trânsito por regional.....	49
Figura 9 – Painel de Dados: Acidentes de trânsito por dia e localidade.....	50
Figura 10 – Painel de Dados: Acidentes de trânsito por perfil do envolvido.....	51
Figura 11 – Painel de Dados: acidentes de trânsito por veículo e severidade	52
Figura 12 – Painel de Dados: Acidentes De Trânsito Por Ano	53
Figura 13 – Painel de Dados: vias com maior número de acidentes fatais por categoria de veículo	54
Figura 14 – Painel de Dados: Perfil dos condutores e uso do cinto de segurança.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação dos logradouros dos locais de acidentes de trânsito com vítima.....	43
Tabela 2 – Relação de perfis dos envolvidos em acidentes de trânsito com vítima.....	43
Tabela 3 – Relação de ocorrências de acidentes de trânsito com vítima.....	43
Tabela 4 – Relação dos veículos envolvidos nos acidentes de trânsito com vítima.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições de Cidades Inteligentes	23
Quadro 2 – Definições de Big Data	26
Quadro 3 – Benefícios do Big Data para aplicações em Cidades Inteligentes.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

AND	ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DETRANS
CI	CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
COP-BH	CENTRO DE OPERAÇÕES
DGAEP	DIREÇÃO-GERAL DA ADMINISTRAÇÃO E DO EMPREGO PÚBLICO
GPS	SISTEMAS DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO
HSC	<i>HORIZON SCANNING CENTER</i>
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
LAI	LEI DE ACESSO À INFORMAÇÃO
MG	MINAS GERAIS
NEdNet	REDE NACIONAL DE EDUCAÇÃO
PBH	PREFEITURA DE BELO HORIZONTE
<i>PLEEC</i>	<i>PLANNING FOR ENERGY EFFICIENT CITIES</i>
PMMG	POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS
PRODABEL	EMPRESA DE INFORMÁTICA E INFORMAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE
POA	PORTO ALEGRE
SIE	SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO EDUCACIONAL
TIC	TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
W3C	<i>WORLD WIDE WEB CONSORTIUM</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 JUSTIFICATIVA	18
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 CIDADES INTELIGENTES.....	21
2.1.1 Big Data.....	26
2.1.2 Aplicações de <i>Big Data</i> para Cidades Inteligentes.....	28
2.2 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO	31
2.3 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	33
2.3.1 Dados Abertos.....	35
2.4 TRABALHOS CORRELATOS	37
3 METODOLOGIA	40
3.1 COLETA DE DADOS	43
3.2 ANÁLISES DESCRITIVAS POR ESPECIALISTA PMMG.....	44
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
5 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

A exploração das novas tecnologias da informação, a intensa concorrência do mercado, e as crises econômicas, proporcionam um desafio constante para a sobrevivência das organizações e cidades. Para auxiliar a tomada de decisões, principalmente em grandes centros urbanos, é eminente modelar, recuperar e gerenciar as informações. A necessidade de sobrevivência das empresas e crescimento das cidades demanda novos produtos e processos mais eficientes e inovadores.

Na busca de soluções inovadoras para enfrentar os desafios do aumento da disponibilização da informação e do crescimento das cidades, surge o conceito Cidades Inteligentes (*Smart Cities*). Refere-se a uma nova abordagem para minimizar problemas urbanos, desenvolvendo uma cidade mais sustentável e melhor para se viver, onde o conceito destaca-se como um ícone de qualidade de vida e sustentabilidade (ALAWADHI *et al.*, 2012; CHOURABI *et al.*, 2012).

No cenário da administração pública, estas soluções estão vinculadas à modernização por meio do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e proporcionam a melhoria da eficiência dos processos operacionais e administrativos, bem como dos serviços públicos oferecidos aos cidadãos (DINIZ, 2009). Entende-se a administração pública como um conjunto de conhecimentos e de estratégias em ação para prover os serviços públicos para o ser humano, como bem comum, onde considera uma sociedade multicêntrica articulada politicamente (SALM; MENEGASSO, 2009).

Para lidar com o crescimento de disponibilização de informações que estão sendo geradas pelos grandes centros urbanos, é necessária uma modelagem coerente das informações, relacionadas aos objetos (placas, semáforos), estruturas (ponto de ônibus, praças) e cidades abordadas. A Modelagem da Informação proporciona diversos benefícios, como: sistemas de informações bem estruturados e documentados, capazes de apresentar maior qualidade em seus resultados; conhecimento aprofundado em relação ao mercado e redução de custos, riscos e falhas em projetos, por auxiliar no gerenciamento da complexidade de crescimento (B-SCADA, 2017). Os modelos têm uma grande importância para a estruturação, progressão e compartilhamento do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento humano.

Dada a dificuldade em recuperar informação centrada na administração pública, foi desenvolvida a Modelagem da Informação permitindo a análise de um grande volume de dados, e o agrupamento dos temas pela proximidade conceitual. Zandbergen (2017) ressalta que o objetivo principal dos projetos de Cidade Inteligente é a maior eficiência da administração pública, da comunicação e da descentralização política.

Considerou-se como objeto de estudo uma das áreas temáticas da administração pública a mobilidade urbana. Esta área reúne diversas informações de gestão e acompanhamento de atividades e de ocorrências relacionadas ao transporte público, trânsito de veículos e de pedestres. Trata-se de informações relacionadas a acidentes de trânsito, que, com o crescimento populacional e avanços tecnológicos, vem gerando sinais de alerta e necessidade contínua de prevenção.

1.1 Problema

Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) é um tema atual, principalmente em âmbito nacional, e suas aplicações nos grandes centros urbanos podem ocorrer em diferentes campos e beneficiar a sociedade nos setores de saúde, segurança, administração pública, infraestrutura urbana, entre outras. As Cidades Inteligentes surgem na busca de soluções inovadoras para enfrentar os desafios do crescimento de disponibilização de informações e do crescimento das cidades, e consequentemente seus impactos.

Para lidar com este crescimento de disponibilização de informações que estão sendo geradas pelos grandes centros urbanos e minimizar os problemas, tem-se que compreender as necessidades e uso das cidades, como base para o monitoramento de informações que definem os padrões de comportamento da sociedade. Para desenvolver uma cidade mais sustentável, com infraestrutura adequada e melhor para se viver, são necessários o mapeamento e modelagem destas informações.

Em busca de teorias para melhor embasamento da pesquisa, foi realizado um estudo de trabalhos correlatos ao tema proposto pela autora, porém foi encontrada uma lacuna teórica, onde não discutem abertamente as aplicações de Cidades

Inteligentes, Big Data e Modelagem da Informação em Administração Pública, utilizando Dados Abertos.

Existem na literatura trabalhos voltados de forma isolada para os diferentes pilares que compõem o tema Modelagem da Informação para Cidades Inteligentes, como o artigo encontrado do Weiss, Bernardes e Consoni (2015). Eles abordam o tema de Cidades Inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre (POA). Os autores acreditam que POA se projeta no cenário nacional como potencial fonte de conhecimento e uma prática viabilizadora do desenvolvimento sustentável, sobre esse tipo de iniciativa em Cidades Inteligentes. Sugerem como estudos futuros um comparativo entre cidades brasileiras e a viabilidade para a criação de regiões inteligentes.

Para fomentar o desenvolvimento de soluções em *Smart Cities* em outras cidades brasileiras, realizou-se um estudo de viabilidade para a execução da pesquisa na cidade de Belo Horizonte, MG, com o objetivo de melhorar a gestão pública e a qualidade de vida do cidadão. Detectou-se que existe um projeto estratégico dos vários órgãos da PBH (Prefeitura de Belo Horizonte) coordenado pela Prodabel (Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte). Atualmente a Prodabel é responsável por manter a base de dados de mais de 350 sistemas da prefeitura, área de georreferenciamento própria e dedicada, mais de 1.500 câmeras de vídeo monitoramento, 771 km de fibra óptica própria, BRT-MOVE com ônibus equipados com GPS, Centro de Operações (COP-BH) com infraestrutura tecnológica, entre outros. A Prodabel possui um enorme conjunto de dados, que não são utilizados em todo o seu potencial, podendo melhorar a integração sistêmica e inteligência para tomada de decisões, segundo relato de um gerente do projeto que foi grande colaborador para o desenvolvimento dessa pesquisa (2018)¹.

Para estimular o desenvolvimento de estudos e pesquisas voltadas ao gerenciamento estratégico das informações públicas do município de Belo Horizonte, a PBH disponibilizou em seu *site* institucional 72 conjuntos de dados abertos, das grandes áreas temáticas, como Desenvolvimento Humano, Educação, Estruturante,

¹ O relato se deu a partir de uma comunicação direta e informal com a gerência de projetos da Prodabel.

Mobilidade Urbana (acidentes de trânsito), Meio Ambiente, Limpeza Urbana, Saúde, Regulação Urbana, Políticas Sociais e Tecnologia e Informação.

Esta base de dados tem informações publicadas de forma simples e organizada, para que seja facilmente utilizada pela sociedade, com o intuito de promover a interlocução com o governo, para construção de uma cidade melhor para se viver, trabalhar e visitar.

Outra motivação da pesquisa é a experiência da autora em órgãos públicos, no estado de Minas Gerais, trabalhando com informações estratégicas para subsidiar Secretarias, na busca por recursos para implantar e/ou alavancar a automação dos processos diversos e prevenção de acidentes de trânsito.

De acordo com o contexto apresentado, esta pesquisa espera responder a seguinte questão: Como a modelagem e a recuperação das informações relacionadas a administração pública contribuem para concepção e otimização de cenários de Cidades Inteligentes?

1.2 Objetivos

Este estudo propõe atender ao objetivo geral e aos objetivos específicos a seguir.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é propor um processo de Modelagem da Informação, necessário para subsidiar parâmetros indicativos para concepção de cenários de Cidades Inteligentes, na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais.

1.2.2 Objetivos específicos

- Compreender como se dá a estruturação de informações públicas para tomada de decisão, no departamento de acidentes de trânsito;
- Identificar e analisar os dados abertos de acidentes de trânsito, disponíveis no *site* da PBH;
- Propor a Modelagem da Informação de acidentes de trânsito;

- Viabilizar o uso dos dados abertos aplicado a PBH;
- Propor uma visualização de dados de acidentes de trânsito, para dar visibilidade aos cidadãos e aos órgãos públicos, através de painéis analíticos.

1.3 Justificativa

Com o aumento da população e a complexidade da infraestrutura urbana, as cidades buscam maneiras de lidar com problemas de urbanização em larga escala. As aplicações em Cidades Inteligentes desempenham um papel vital na coleta de dados do ambiente da cidade. Para reagir de forma mais inteligente e estratégica contra as situações emergentes do cotidiano, são utilizados painéis de dados analíticos em tempo real e sistemas inteligentes de monitoramento. Através da Modelagem da Informação dos cenários para Cidades Inteligentes, permite-se que a maioria dos dispositivos se conectem, tornando-os observáveis e, conseqüentemente, mais fáceis de monitorar e gerenciar (MAHDAVINEJAD *et al.*, 2017).

Estes dispositivos, por sua vez, são sensores tecnológicos, que se conectam através da Internet, e estão se proliferando de forma exponencial a cada ano. A previsão é uma maior conexão entre *smartphones*, *tablets*, computadores, alarmes de incêndio, portas de garagem, semáforos, sinais de trânsito, veículos e entre outros (ROCHA, 2015). Estima-se que em 2020 haverá mais de 40 bilhões de dispositivos conectados (ABI Research, 2013), o que monta um cenário para o crescimento do conceito e disseminação de suas aplicações.

Estão sendo implantadas infraestruturas de rede de alta capacidade, associada à miniaturização e popularização dos mais variados tipos de sensores e ao avanço das tecnologias das redes de comunicação sem fio a um nível de quase ubiquidade. A ideia é tornar a cidade um território de desenvolvimento inovativo, e para Strapazzon (2011) as Cidades Inteligentes são a etapa mais avançada do relacionamento entre convergência tecnológica, gestão de cidades, qualidade de vida e competitividade econômica.

Em virtude da grande quantidade de dados que são gerados pelos diferentes eventos das Cidades Inteligentes, justifica-se a necessidade da modelagem, recuperação desses dados e conversão em informações para geração do conhecimento, que são utilizados em benefício da população. Um dos papéis da

Ciência da Informação (CI) é investigar e converter este grande volume de dados operacionais, disponíveis em tempo real, em informações úteis às pessoas envolvidas no cenário da administração pública, permitindo a tomada de decisões mais assertivas e agregando valor às atividades diárias e de negócios da cidade (ROZSA *et al.*, 2017).

Desta forma, a Modelagem da Informação para Cidades Inteligentes na administração pública é um assunto de grande relevância, por se entender que várias cidades do mundo, em maior ou menor escala, estão aderindo a este movimento.

1.4 Estrutura da dissertação

De forma a responder à questão de pesquisa e alcançar os objetivos propostos, o trabalho está estruturado em capítulos. O primeiro trata da introdução, contendo a problematização e a questão de pesquisa, explicitação dos objetivos geral e específicos e a justificativa do tema.

O referencial teórico utilizado é apresentado no capítulo dois, que aborda os conceitos de Cidades Inteligentes; Modelagem da Informação; aplicação da pesquisa no cenário da administração pública, e trabalhos correlatos.

O capítulo três aborda os procedimentos metodológicos sobre como a pesquisa foi realizada, a caracterização do instrumento utilizado neste estudo.

O capítulo quatro expõe os resultados e análises obtidos dos Dados Abertos em acidentes de trânsito e da entrevista realizada com o especialista em mobilidade urbana.

As considerações finais e recomendações de novos estudos são apresentadas no capítulo cinco. Por fim, são apresentadas as referências utilizadas na pesquisa.

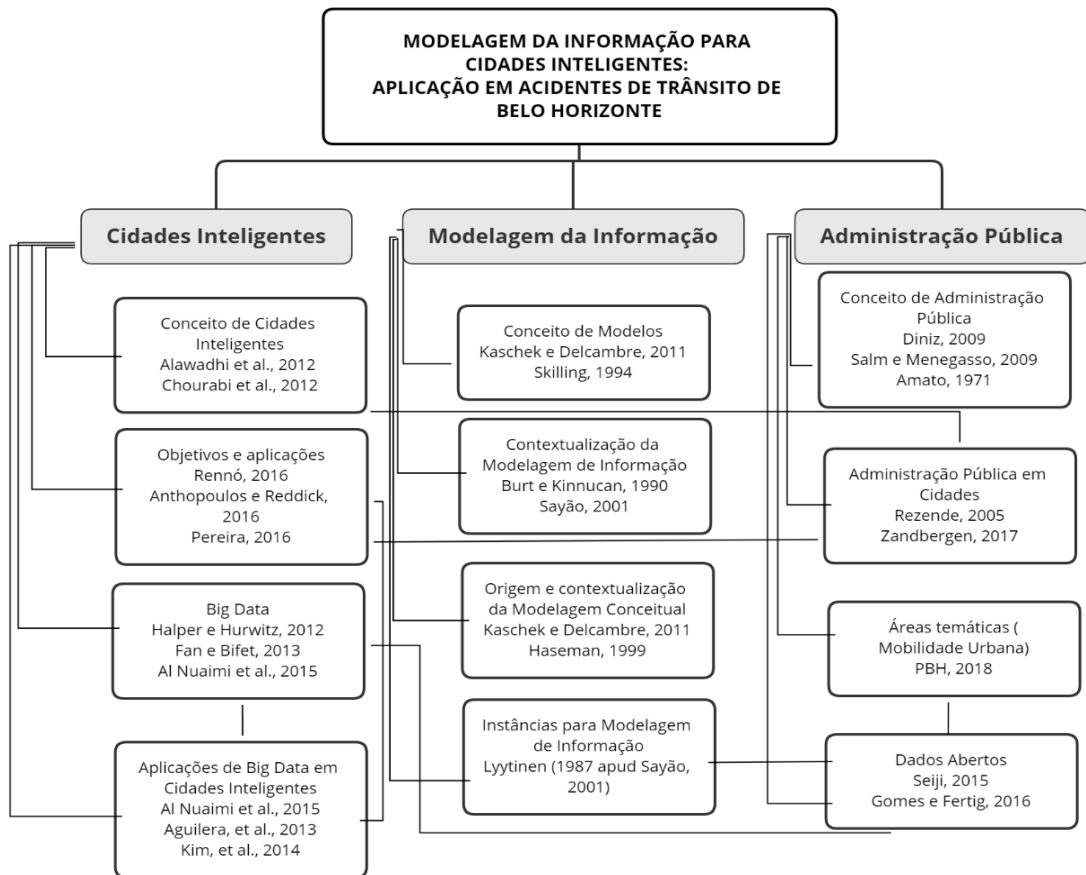
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante todo o processo da pesquisa, para elaboração do referencial teórico, buscas relacionadas ao tema foram feitas nas principais bases de dados da área da Ciência da Informação, em bases multidisciplinares e em bases especializadas, como de universidades corporativas, de grandes empresas mundiais da área da tecnologia. Foram visitados também anais de congressos acadêmicos e revistas internacionais, por ser um tema novo e com poucas referências brasileiras. Todas estas buscas contribuíram para a contextualização, entendimento dos conceitos e de aplicações reais. Foram catalogados mais de oitenta artigos, com o objetivo de separar aqueles que iriam contribuir para o entendimento e escrita do trabalho. Após definição do tema principal, foram elaborados os pilares da pesquisa (Cidades Inteligentes, Modelagem da Informação e administração pública), e separados os artigos relacionados a cada tópico.

Creswell (2010) sugere a construção do mapa de literatura para organizar, em uma figura, a revisão de literatura, para compreender como o estudo proposto está acrescentando, ampliando ou reproduzindo as pesquisas já realizadas. A Figura 1 apresenta esta visão geral da literatura principal pesquisada, com agrupamentos que ilustram como o estudo contribuiu e foi posicionado no corpo da pesquisa.

O tema principal da pesquisa aparece como destaque no topo da estrutura hierárquica, e em seguida os três pilares são listados, com cada subtópico contendo a natureza dos estudos e as referências principais que ilustram cada conteúdo. Devido à quantidade de literatura disponível de cada tema, algumas seções estão mais desenvolvidas do que outras. Foram realizadas interligações entre os subtópicos, com o objetivo de demonstrar como os diversos conteúdos se relacionam na pesquisa e contribuem com o todo.

Figura 1 – Mapa de Literatura



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

2.1 Cidades Inteligentes

A urbanização é um processo, segundo Tucci (2010, p. 114), “de desenvolvimento econômico e social resultado da transformação de uma economia rural para uma economia de serviços concentrada em áreas urbanas”. A população mundial apresentou uma intensificação no crescimento populacional urbano nos últimos tempos, principalmente em países em desenvolvimento, como na América Latina (LOPES; MENDONÇA, 2010). Com base no último Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o processo de urbanização tornou-se bastante concentrado e expressivo, apontando 84,35% da população brasileira residindo em área urbana (IBGE, 2010).

Fruto do desenvolvimento tecnológico que caracteriza o progresso econômico, a cidade se transformou nos últimos anos, de industrial para uma cidade da informação e do conhecimento. A economia globalizou-se em uma sociedade digital e o conceito de espaço alterou-se. Os centros de decisão deixaram de ser fixos, tornando-se flexíveis para acompanhar os fluxos de desenvolvimento e deslocamento do sistema global. A sociedade deixou de viver num ambiente determinado pelo espaço dos lugares, para viver em um ambiente ampliado pelos fluxos de informação (AMOËDA, 2003).

Na busca de soluções inovadoras para enfrentar os desafios do crescimento das cidades e o aumento da disponibilização da informação, surge o conceito Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) no ano de 2002, cunhado pelo professor Nicos Komninos, da Universidade Aristóteles de Salonica, Grécia. Conforme Komninos (2002), as Cidades Inteligentes têm algumas definições gerais:

- Combinam o ambiente digital e comunidades reais
- Possuem elevado nível de conhecimento
- Pertencem a uma área geográfica que partilha o conhecimento
- Dependem de uma infraestrutura baseada em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)
- Otimizam a gestão do conhecimento

Refere-se a uma nova abordagem para minimizar problemas urbanos, desenvolvendo uma cidade mais sustentável e melhor para se viver, onde o conceito destaca-se como um ícone de qualidade de vida e sustentabilidade (ALAWADHI *et al.*, 2012; CHOURABI *et al.*, 2012).

Um dos principais desafios das Cidades Inteligentes é conectar propostas macro, com visões generalistas, em um contexto urbano local específico. Para o urbanista Goodspeed (2014), uma Cidade Inteligente:

busca serviços e sistemas de cidade eficientes por meio do monitoramento e controle em tempo real. A cidade se transforma em um sistema para ser otimizado. Para se chegar a este objetivo, a cidade é instrumentalizada por meio do uso de sensores para a coleta de dados e equipamentos de controle que podem incluir o próprio morador da cidade (GOODSPEED, 2014, p. 5).

Na busca por outras definições e visões de Cidades Inteligentes, a Quadro 1 lista citações de alguns autores e empresas do ramo de tecnologia:

Quadro 1 - Definições de Cidades Inteligentes

Autor	Conceito	Área de Foco
Schaffers, Ratti e Komninos (2012)	Uma cidade pode ser chamada de "inteligente" quando os investimentos em capital humano e social, infraestrutura tradicional e TIC modernas alimentam um crescimento econômico sustentável e uma alta qualidade de vida com uma gestão sábia dos recursos naturais através do governo participativo.	Vê a Cidade Inteligente como um conjunto específico e estreito de recursos / serviços trabalhando juntos para alcançar uma vida melhor.
Lövehagen e Bondesson (2013)	A Cidade Inteligente é enquadrada por três dimensões: tecnologia, pessoas e comunidade. Em Cidade Inteligente refere-se a uma cidade que possui uma infraestrutura de tecnologia da informação. Antes que uma cidade possa ser desenvolvida em uma Cidade Inteligente com um número indefinido de serviços de TIC em uso, é necessário ter a infraestrutura básica de TIC e o conhecimento do uso de TIC.	Concentra-se na integração de infraestrutura e sistemas que monitoram e controlam os recursos para alcançar a sustentabilidade como o aspecto principal de uma Cidade Inteligente.
Neirotti et al. (2014)	O conceito de Cidade Inteligente (SC) como meio de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos vem ganhando cada vez mais importância nas agendas dos formuladores de políticas. No entanto, uma definição compartilhada de SC não está disponível e é difícil identificar tendências globais comuns.	Os decisores políticos são um aspecto adicional da definição de Cidade Inteligente. Atende na falta de uma definição compartilhada de Cidades Inteligentes.
SEBRAE (2017)	Uma Cidade Inteligente é uma cidade que enfrenta seus desafios através da aplicação estratégica de bens, rede e serviços de TIC para fornecer serviços aos cidadãos ou para gerenciar sua infraestrutura.	Vê uma Cidade Inteligente como um modelo futurista de componentes colaborativos.
Chede (2011)	Cidades Inteligentes, como definição do ponto de vista dos dados, fazem uso otimizado de informações interconectadas para entender e melhor controlar operações e recursos. Aplicação da tecnologia de informação de última geração em todas as esferas, incorporando sensores e equipamentos a hospitais, redes elétricas, ferrovias, pontes, túneis, estradas, prédios, sistemas de água, represas, oleodutos e gasodutos.	Abordar o aspecto tecnológico das Cidades Inteligentes e focar em como a tecnologia de informação da próxima geração é a chave.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A Cidade Inteligente baseada na eficiência é oferecida como uma cidade dos fluxos, da rapidez, da geração de dados vinte quatro horas por dia. Essa quantidade de dados de diversas fontes e formatos, só tem validade e importância se é recuperada de forma rápida, eficaz e estruturada. Para Van Den Berg e Braun (1999, tradução nossa), o conceito de inteligência quando aplicado a sistemas,

organizações ou regiões está diretamente interligado com as competências associadas à modelagem e análise da informação.

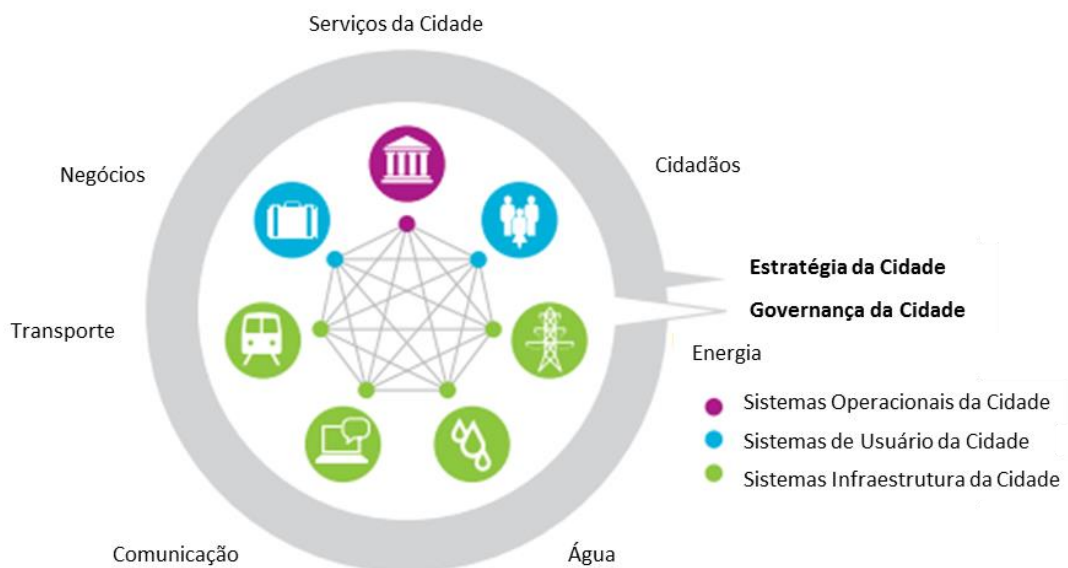
O objetivo de uma Cidade Inteligente é melhorar a qualidade de vida utilizando a tecnologia para maior eficiência dos serviços e atender às necessidades da população. Os setores mais importantes a implementar esta inteligência incluem transporte, segurança e gestão de energia, com o foco no meio ambiente, promovendo leis que reduzam a emissão de carbono, e trazem economia em tempo e recursos. O governo deve interagir diretamente com a comunidade e a infraestrutura da cidade, monitorando o que ocorre no dia a dia, analisando como a cidade evolui e proporcionando melhores padrões de vida, por meio do uso de sensores integrados com sistemas de monitoramento em tempo real. Os dados são coletados de cidadãos e equipamentos, e posteriormente processados, analisados e disponibilizados. A informação e o conhecimento levantados são a chave para eliminar a ineficiência nos espaços urbanos e a desigualdade (RENNÓ, 2016).

Como referência de aplicações de Cidades Inteligentes, a Centre of Regional Science desenvolveu um projeto chamado *European Smart City Model*, que tem como objetivo entender como as cidades de médio porte da Europa enfrentam o desafio de combinar simultaneamente competitividade e desenvolvimento urbano sustentável. Em 2014 elaborou um ranking onde aponta 77 cidades europeias de médio porte que atendem a requisitos indicados em seu modelo de Cidade Inteligente, sendo que Luxemburgo teve a maior pontuação. Os critérios para seleção foram as cidades com uma quantidade de habitantes entre 100.000 e 500.000, possuem banco de dados acessíveis e relevantes, uma universidade no mínimo, e serem parceiros do projeto *Planning for Energy Efficient Cities* (PLEEC). Este modelo se divide em seis características compostas por conjuntos de fatores que detalham a capacidade de competitividade, os aspectos sociais, a participação da população na tomada de decisões, qualidade de vida, transporte e recursos humanos (CENTRE OF REGIONAL SCIENCE, 2014).

Iniciativas comerciais lideradas pela IBM (DIRKS; KEELING, 2009, tradução nossa) apostam no desenvolvimento de soluções que se baseiam em Infraestrutura, Operações e Pessoas. Para definir a estratégia de implementação e utilização de Cidades inteligentes, as cidades são baseadas em seis sistemas principais, compostos por diferentes redes, infraestruturas e ambientes relacionados às suas principais funções: pessoas, negócios, transporte, comunicação, água e energia.

O sistema de pessoas de uma cidade inclui segurança pública, saúde e educação e é fundamental para oferecer uma boa qualidade de vida aos seus cidadãos. O sistema de negócios de uma cidade se refere ao ambiente que as empresas enfrentam em termos de política e regulamentação. As cidades oferecem às pessoas e empresas a capacidade de movimentar as coisas através de seus sistemas de transporte e compartilhar ideias e informações através de seus sistemas de comunicação. As cidades também oferecem dois utilitários essenciais para todas as atividades econômicas e sociais - água e energia. Os sistemas de cidades e suas inter-relações dentro da estrutura maior da estratégia e governança da cidade estão representados na Figura 2:

Figura 2 - Sistemas de Cidades e os Inter-relacionamentos



Fonte: Dirks e Keeling (2009, tradução nossa).

Em adição, as cidades devem adotar um mapeamento que contemple: uma estratégia de longo prazo, mas com objetivos e ações concretas de curto prazo; priorizar os investimentos que produzam maior impacto na própria sociedade; integrar os diversos sistemas que compõem a complexa rede de conexões da infraestrutura da cidade e otimizar os seus serviços e operações (CHEDE, 2011, tradução nossa).

Anthopoulos e Reddick (2016) acreditam que as iniciativas de Cidades Inteligentes são uma forma para os governos mudarem os espaços urbanos, aumentando a prestação de serviços públicos e a democracia. Com isto,

as cidades inteligentes caracterizam-se por uma nova forma de governar com o uso das tecnologias e consequente aumento da capacidade da administração pública com foco na melhoria da qualidade de vida do cidadão (PEREIRA, 2016, p. 44).

2.1.1 Big Data

A grande quantidade de dados que são gerados pelos diferentes eventos das Cidades Inteligentes caracteriza o conceito de *Big Data*. Destaca-se que estes dados são gerados a partir de várias fontes, como discussões na *Web*, publicações em *sites* de mídia social, soluções digitais, registros de transações comerciais, sensores ambientais, câmeras e sinais de GPS - Sistemas de Posicionamento Geográfico (HALPER; HURWITZ, 2012).

Existem várias definições de *Big Data*, que estão descritas no Quadro 2. Cada uma oferece uma visão diferente do conceito, porém complementar.

Quadro 2 - Definições de Big Data

Michalik, Štofa e Zolotová (2014)	Visão empresa SAS: <i>Big Data</i> é um termo popular usado para descrever o crescimento exponencial, a disponibilidade e o uso de informações, tanto estruturadas quanto não-estruturadas.
Michalik, Štofa e Zolotová (2014)	Visão empresa IBM: Dados vindos de todos os lugares; sensores usados para coletar informações sobre o clima, publicações em <i>sites</i> de mídia social, fotos e vídeos digitais, registro de transações de compra e sinal GPS de celular.
Khan, Uddin e Gupta (2014)	<i>Big Data</i> é definido como um grande conjunto de dados que é muito desestruturado e desorganizado.
Khan, Uddin e Gupta (2014)	<i>Big Data</i> é uma forma de dados que excede as capacidades de processamento da infraestrutura de banco de dados tradicional.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

O conhecimento e a inovação são determinados pelo investimento em gestão de pesquisa de dados, educação, desenvolvimento, criatividade, transmissão e tecnologia. O gerenciamento eficiente de *Big Data* é uma solução para inovação, concorrência e produtividade. O *Big Data* proporciona o auxílio a uma decisão baseada em conhecimento, soluções úteis e produção de novos conhecimentos e

inovações, através de análise de dados, inteligência e mineração de dados (BĂTĂGAN, 2008).

Isso se encaixa muito bem com os requisitos das aplicações de Cidade Inteligentes e pode ajudar a resolver alguns dos seus desafios. Por meio desses usos tecnológicos, as Cidades Inteligentes têm maiores possibilidades de serem mais inteligentes e atingir suas metas de maneira mais eficaz e eficiente.

Para o gerenciamento de *Big Data*, existem algumas características e recursos que são chamados de 5 Vs. De acordo com Fan e Bifet (2012), estes incluem os três principais Vs (1, 2 e 3) e dois Vs adicionais (4 e 5):

1. Volume: refere-se ao tamanho dos dados que foram criados a partir de todas as fontes.
2. Velocidade: refere-se à velocidade na qual os dados são gerados, armazenados, analisados e processados. A ênfase está sendo colocada recentemente no apoio à análise de *Big Data* em tempo real.
3. Variedade: refere-se aos diferentes tipos de dados sendo gerados. Agora é comum dados que são desestruturados e não podem ser facilmente categorizados ou tabulados.
4. Variabilidade: refere-se como a estrutura e significado dos dados muda constantemente, especialmente quando lida com dados gerados a partir da linguagem natural.
5. Valor: refere-se à possível vantagem que o *Big Data* pode oferecer a um negócio baseado em boa coleta de grandes dados, gestão e análise.

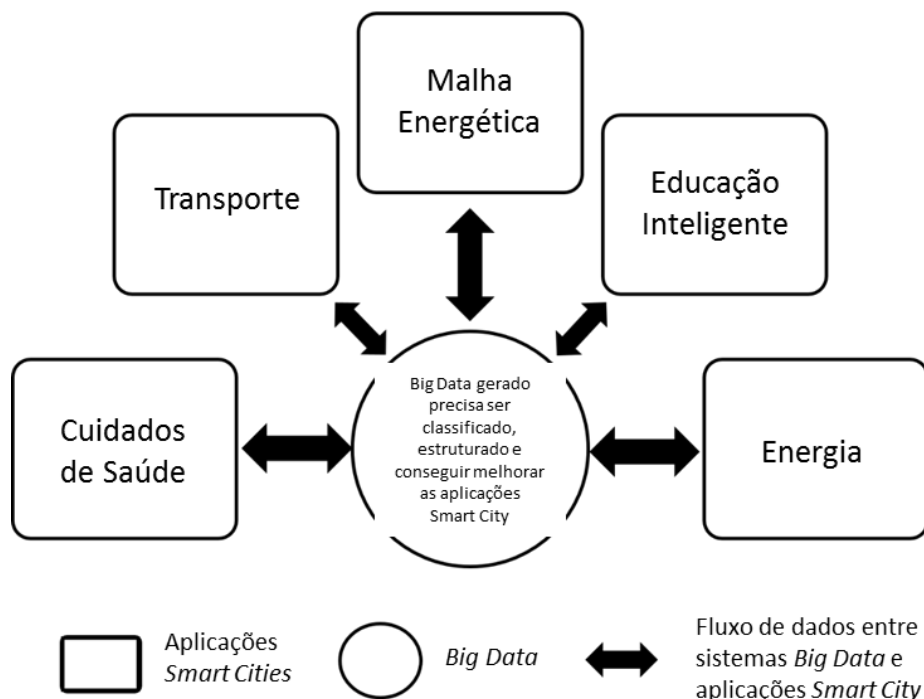
Outros autores também mencionam mais alguns Vs de *Big Data* que cobrem mais alguns aspectos. Por exemplo, a Volatilidade, que se refere à política de retenção dos dados estruturados implementados a partir de diferentes fontes. Também há Validade que se refere à exatidão, precisão e validação dos dados. Além disso, há Veracidade, que se refere à precisão e veracidade dos dados capturados e à significância dos resultados gerados para determinados problemas. As várias características do *Big Data* demonstram o enorme potencial de ganhos e avanços. Para que o *Big Data* atinja suas metas e avance em serviços em Cidades

Inteligentes, ele precisa das ferramentas e dos métodos corretos para serem analisados e classificados de forma eficaz e eficiente (AL NUAIMI *et al.*, 2015).

2.1.2 Aplicações de *Big Data* para Cidades Inteligentes

Os grandes sistemas de dados armazenam, processam e extraem informações de aplicativos de Cidades Inteligentes, de maneira eficiente, para produzir informações para aprimorar diferentes serviços das cidades. Com isto, o *Big Data* auxilia a administração pública e tomadores de decisão a planejar qualquer expansão em serviços, recursos ou áreas da Cidade Inteligente. A Figura 3 demonstra o emprego de aplicativos de *Big Data* em Cidades Inteligentes.

Figura 3 - Relação Cidades Inteligentes e Big Data



Fonte: Al Nuaimi, *et al.* (2015, tradução nossa).

Como exemplos de projetos de *Big Data* nas diversas aplicações em Cidades Inteligentes, pode-se destacar em Cuidados de Saúde, o projeto sul coreano, Rede de Gestão Integrada da Assistência Social, iniciado para analisar 385 tipos diferentes de dados públicos de 35 agências e gerenciar de forma abrangente os benefícios e serviços sociais fornecidos pelo governo central, bem como pelos

governos locais, para os beneficiários. No cenário do Transporte o projeto de simulação de tempo acelerado para o fluxo de tráfego, baseado no uso de semáforos inteligentes, sinais, mapa das cidades, carros e sensores de rede. No cenário da Educação Inteligente, o projeto Rede Nacional de Educação (NEdNet), criado na Tailândia, é um sistema integrado que inclui serviços de infraestrutura de rede, Serviços de Informação Educacional (SIE) e serviços de aprendizado, que facilitam habilidades de raciocínio de alto nível, apoiando aprendizado auto direcionado e adaptado. E no cenário da Malha Energética e Energia, o governo do Reino Unido estabeleceu o *Horizon Scanning Center* (HSC), projeto para melhorar a capacidade do governo de lidar com desafios interdepartamentais e multidisciplinares. O HSC abordou as mudanças climáticas e seus efeitos sobre a disponibilidade de alimentos e água; tensões regionais; estabilidade internacional e segurança, realizando uma análise profunda em múltiplos canais de dados (GALÁN, *et al.*, 2013; KIM; TRIMI; CHUNG, 2014; TANTATSANAWONG; KAWTRAKUL; LERTWIPATRAKUL, 2011).

Os benefícios que o *Big Data* proporciona para aplicações em Cidades Inteligentes são diversos, conforme explicitados no Quadro 3:

Quadro 3 - Benefícios do Big Data para aplicações em Cidades Inteligentes

<p>Smart Healthcare</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir que profissionais de saúde e médicos coletem, analisem e utilizem informações de pacientes, que também podem ser usados por companhias de seguros e algumas agências governamentais. • Suportar o processamento de ocorrências complexas para monitorar, analisar e sinalizar possíveis problemas de saúde, diariamente ou com base em demanda. • Aumentar a quantidade e a natureza em tempo real dos dados coletados para as questões de saúde de certos pacientes por meio de dispositivos inteligentes conectados à casa ou hospital, para monitorar atributos como pressão arterial, níveis de açúcar no sangue e padrões de sono para respostas precisas e oportunas a problemas de saúde, e para um histórico abrangente de pacientes.
<p>Smart Transportation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer os padrões de tráfego investigando dados em tempo real. • Reduzir o congestionamento das principais estradas da cidade, prevendo as condições de trânsito e ajustando os controles de tráfego. • Reduzir o tráfego e os acidentes, abrindo novas estradas,

	<p>melhorando a infraestrutura com base em dados de congestionamento e coletando informações sobre estacionamento e estradas alternativas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o desperdício da cadeia de suprimentos, associando as entregas e otimizando os movimentos de expedição. • Permitir que o fluxo de dados processe e comunique informações de tráfego coletadas por meio de sensores, luzes de tráfego inteligentes e dispositivos no veículo para os condutores por meio de smartphones ou outros dispositivos de comunicação.
Smart Education	<ul style="list-style-type: none"> • Otimizar a pesquisa acadêmica; por exemplo, o astrônomo pode agora analisar um enorme conjunto de dados astronômicos usando computadores poderosos em vez de análises manuais. Ao analisar e explorar imagens digitais de alta qualidade tiradas do espaço, novas descobertas podem acontecer nos campos. Isso é aplicável a muitos campos científicos e de pesquisa, como experimentos médicos, operações de manufatura, estudos ambientais e análises econômicas e financeiras. • Comportamento e <i>matchmaking</i> levarão a novos conhecimentos. Da avaliação dos graduados às atitudes online, cada aluno gera uma trilha de dados única. Ao analisar esses dados, os institutos de educação podem perceber se estão usando seus recursos nos lugares certos e produzindo os resultados certos.
Smart Energy	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar a tomada de decisões relacionadas aos níveis de fornecimento de eletricidade, de acordo com a demanda real dos cidadãos e sobre todas as condições afetadas. • Permitir a previsão em tempo quase real, através da análise eficiente do <i>Big Data</i> coletado. • Alinhar com os objetivos estratégicos (otimização de recursos) por meio de planos de preços específicos, consistentes com os modelos de suprimentos, demanda e produção.

Fonte: Al Nuaimi, *et al.* (2015).

Por outro lado, existem muitos desafios a serem enfrentados no mapeamento, desenvolvimento e implantação de aplicativos de *Big Data* para Cidades Inteligentes, por serem consideradas ambientes muito dinâmicos e em evolução. Estes desafios estão relacionados a ferramentas de *Big Data* disponíveis, análises em tempo real, transferência, precisão, representação, custo e acessibilidade. Cada aplicativo tem efeitos e implicações variados, por exemplo, o controle de tráfego requer respostas imediatas do aplicativo para controle em tempo real; enquanto as aplicações de sustentabilidade ambiental podem ser capazes de lidar com respostas mais

demoradas, uma vez que as decisões geralmente são tomadas em períodos mais longos. Esses problemas podem afetar o desempenho de aplicativos e serviços de Cidades Inteligentes, com base em *Big Data*, pelos diversos níveis de dificuldade e complexidade (FAN; BIFET, 2012; MOHAMED; AL-JAROODI, 2014).

Com isto, destaca-se a importância do *Big Data* no suporte a aplicativos e serviços de Cidades Inteligentes, compreendendo as capacidades e limitações disponíveis das tecnologias e da capacidade analítica confiável, rápida e sustentável sobre a massa de dados. Para isto é necessário um nível de Modelagem da Informação, com um padrão de dado que garanta a evolução imediata para uma situação de manejo, curadoria e gerenciamento da informação, proporcionando *insights* para a estratégia e a operação das Cidades Inteligentes.

Com todos os fatores de sucesso implementados e melhor compreensão dos conceitos, tornar uma Cidade Inteligente possível e aprimorá-la para modelos e serviços mais inteligentes é uma meta alcançável e sustentável.

2.2 Modelagem da Informação

Os modelos têm uma grande importância para a estruturação e progressão do conhecimento e são importantes ferramentas para Sistemas de Organização do conhecimento e, conseqüentemente para o desenvolvimento humano. Os seres humanos compartilham conhecimento ao desenvolver uma cultura, um sistema de comportamentos codificados. O conhecimento pode então ser estruturado em um micro nível de acordo com esquemas lógicos. Já em um alto nível, o ser humano estrutura o conhecimento em modelos e teorias de certa forma básicas e confirmadas. O conhecimento estrutural simplifica o processo de aquisição e compartilhamento de conhecimento, por ser dividido em peças pequenas e gerenciáveis. Há outros tipos de conhecimento, que podem ser alcançados pela intuição ou revelação, que possuem outros tipos de compartilhamento, distintos daqueles mecanismos propostos na modelagem (KASCHEK; DELCAMBRE, 2011).

Para Skilling (1964), os modelos podem ser hipóteses, não testadas ou insuficientemente testadas, teorias, sínteses de dados, funções, relações ou equações. Podem ser também ideias estruturadas, conectando argumentos que apresentam algum poder explanatório. São estruturações que representam uma realidade, apresentando supostas características ou relações de forma generalizada.

A área de modelos e modelagem de informação não possui fronteiras definidas de forma clara em relação aos seus domínios internos e externos. A sua importância se dá pela crescente exigência das pessoas e organizações em relação aos sistemas de informação. A proposta de Burt e Kinnucan (1990) sobre o modelo de informação é que o domínio de possibilidades tem uma configuração contínua, ou seja, em um dos extremos está o ser humano, com sua realidade pessoal e o seu conhecimento, e no outro extremo, está o sistema de informação com a sua realidade limitada. Entre esses dois extremos, está localizado o campo de representações, que experimenta criar pontes entre recursos físicos e sistemas de gerenciamento de informações com os usuários finais, capacitando oportunidades de análises e entendimentos.

Os modelos que interpretam os usuários, o sistema e a interação entre eles são denominados também de modelos conceituais, porém, não é possível estabelecer limites claros entre alguns desses modelos (SAYÃO, 2001). Burt e Kinnucan (1990) enfatizam que a única definição que deve ficar clara é "a distinção que se faz entre a visão individual da realidade – isto é, modelo cognitivo – e a visão que alguma outra pessoa tem de como um grupo de indivíduos devem estar vendo alguns aspectos de um sistema de Informação – isto é, modelo conceitual".

Kaschek e Delcambre (2011) apontam que o modelo conceitual surgiu em resposta à revolução da informática, que se iniciou em meados do século XX. É uma abordagem bastante recente para gerar conhecimento, embora os computadores tenham se tornado uma importante mídia do conhecimento. A modelagem conceitual é uma resposta às dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento de sistemas informatizados e tem como objetivo criar conhecimento eficaz, com custo baixo e compartilhável sobre o uso de computadores nos negócios. Verifica-se que a modelagem conceitual tem capacidade de ultrapassar os limites do uso comercial e dos computadores.

Os modelos conceituais são amplamente aceitos como um pré-requisito para planejar e projetar com sucesso sistemas complexos, por serem um meio para promover a comunicação com potenciais usuários e fornece uma base sólida para implementação dos sistemas (HASEMAN; NAZARETH; GOODHUE, 1999).

O nível conceitual foca na abrangência do significado da informação. A tarefa de desenvolver "um esquema conceitual é chamado de modelagem de informação. Seu objetivo primordial é desenvolver uma descrição estável e coerente do

significado dos dados, ou seja, um esquema conceitual (...)” (LYYTINEN, 1987 apud SAYÃO, 2001, p. 88).

Lyytinen (1987 apud SAYÃO, 2001), ainda propõe duas instâncias para modelagem de informação. A primeira chamada de "mapeamento da realidade" (*reality mapping*), que é essencialmente uma técnica descritiva para representar algo compreendido e que apresenta um comportamento sem ambiguidade. Propõem um processo de mapeamento do “mundo real” em esquemas conceituais. De acordo com esta visão, "um sistema de informação é um sistema formal completamente previsível que espelha o comportamento determinístico de um universo do discurso". Há uma limitação à sua aplicabilidade, pela necessidade de certeza em todos os níveis nesta instância. Já o segundo paradigma, é chamado de “desenvolvimento de linguagem formal” (*formal language development*), cujo enfoque está sobre a representação, estrutura conteúdo e uso da mensagem linguística, uma vez que ela pode lidar com maior precisão com a natureza essencialmente ambígua da maioria das configurações da realidade.

2.3 Administração Pública

Com a rápida evolução da tecnologia e o crescimento populacional, as empresas públicas esforçam-se em apresentar soluções eficientes para os grandes centros urbanos, através da disponibilização de informações gerenciais e estratégicas adequadas, em tempo hábil. Estas soluções estão vinculadas à modernização da administração pública por meio do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e proporcionam a melhoria da eficiência dos processos operacionais e administrativos, bem como dos serviços públicos oferecidos aos cidadãos (DINIZ, 2009).

As TIC são um conjunto de recursos tecnológicos que podem ser utilizadas em diversos contextos, como nas cidades (automação e gestão). A utilização de TIC se potencializou através da popularização da Internet, que proporciona a operacionalização da comunicação e dos processos decorrentes em meios virtuais (PEREIRA, 2016).

A administração pública pode ser conceituada como um conjunto de conhecimentos e de estratégias em ação para prover os serviços públicos para o ser humano, como bem comum, onde considera uma sociedade multicêntrica articulada

politicamente (SALM; MENEGASSO, 2009). Para Amato (1971), a administração pública é a parte manifesta de um governo e representa tanto suas relações com os órgãos legislativo e judiciário quanto o conjunto das atividades envolvidas na definição e implementação de políticas públicas.

De acordo com a Direção-Geral da Administração e do Emprego Público (DGAEP, 2018), a administração pública apresenta dois sentidos:

orgânico e material. No sentido orgânico, a administração pública é o sistema de órgãos, serviços e agentes do Estado e de outras entidades públicas que visam a satisfação regular e contínua das necessidades coletivas; no sentido material, a administração pública é a própria atividade desenvolvida por aqueles órgãos, serviços e agentes (DGAEP, 2018, *online*).

Devido a uma realidade vasta e complexa, a administração pública apresenta alguns grandes desafios, como: a gestão de sua estrutura, a busca pelas melhores informações em tempo hábil e a utilização dessas informações para a concepção da estratégia do gestor público, alinhando-as, por fim, aos anseios dos cidadãos e a processos controlados e efetivos (REZENDE, 2005).

Com o intuito de como os governos vão lidar com os desafios das Cidades Inteligentes, surgiu o termo governo eletrônico (*e-government*), definido como uma complexa rede incluindo variáveis tecnológicas, entidades governamentais e trocas entre as partes interessadas. O conceito *e-government* é uma combinação de um conjunto de processos de negócios e recursos de tecnologia, que permite o avanço na melhoria da entrega de informações pelo governo e prestação de serviços públicos para a sociedade (PEREIRA, 2016).

Dada a dificuldade em recuperar informação centrada na administração pública, a modelagem da informação permite a análise de um grande volume de dados, e a centralização dos temas públicos são feitos pela proximidade conceitual. Zandbergen (2017) ressalta que o objetivo principal dos projetos de Cidade Inteligente é a maior eficiência da administração pública, da comunicação e da descentralização política. Desta forma, abordar a Modelagem da Informação para Cidades Inteligentes na administração pública é um assunto de grande relevância, por se entender que várias cidades do mundo, em maior ou menor escala, estão aderindo a este movimento.

Esta centralização dos temas públicos pode ser chamada de área temática. De acordo com a PBH (2018), “uma área temática de dados é uma forma de

organizar as bases de dados que compõem o conjunto de informação de acordo com um critério que permita estruturar uma hierarquia de governança”. Este critério dá visibilidade a um conjunto de dados que compõe uma informação e seu responsável, e pode ser baseado em funções da administração municipal, informações tratadas nestas funções e correlações entre os temas.

Considerando a administração pública, a mobilidade urbana é uma área temática, que tem grande relevância para os estudos de Cidades Inteligentes. Reúne diversas informações de gestão e acompanhamento de atividades e de ocorrências que incluem aquelas relacionadas ao transporte público, trânsito de veículos e de pedestres. Trata de informações relacionadas a Acidentes de trânsito, que com o crescimento populacional e avanços tecnológicos, vem gerando sinais de alerta e necessidade contínua de prevenção. A administração destes dados é regida por diversos órgãos públicos, como a Polícia Militar, Polícia Civil, Polícia Rodoviária, Corpo de Bombeiro e Detran (PBH, 2018).

Como a administração pública influencia diretamente a vida das pessoas, é imprescindível que seja flexível e se adapte à evolução das necessidades das próprias sociedades e economias em que opera. Portanto, as medidas de modernização administrativa contribuem com a melhoria do desempenho dos organismos da administração pública (imparcialidade, transparência, flexibilidade, produtividade, qualidade, inovação, competitividade), e com a facilitação e melhoria da vida para os cidadãos.

Com o objetivo de contribuir com as soluções de melhoria e o desenvolvimento de aplicações que tenham impacto na vida das pessoas, em 2017 a PBH disponibilizou os dados oficiais da cidade de Belo Horizonte em seu *site* institucional. Os Dados Abertos visam garantir e facilitar aos cidadãos, à sociedade e às esferas públicas da federação, o acesso aos dados e informações produzidas ou custodiadas pelos órgãos, sobre o dia a dia da cidade.

2.3.1 Dados Abertos

O conceito de Dados Abertos é um conjunto de boas práticas para a publicação e conexão dos dados estruturados na *Web*, usando padrões internacionais recomendados pelo *W3C (World Wide Web Consortium)*. O intuito é criar uma “*Web de Dados*”, com o objetivo de permitir a leitura dos dados

conectados, por agentes de software, de uma forma automática, sem a intervenção dos olhos humanos (SEIJI; BITTENCOURT, 2015).

Os Dados Abertos permitem que qualquer pessoa publique dados de uma maneira que máquinas e pessoas possam processar e ler. Esta conexão de dados proporciona um trabalho em conjunto (homens e máquinas) e de forma colaborativa e mais eficiente. Estes dados podem se integrar com outros dados, gerando novos conhecimentos.

Um exemplo que Seiji e Bittencourt (2015) citam para ilustrar a utilização dos Dados Abertos é: uma das maiores empresas de comércio eletrônico, a *Best Buy*, conseguiu melhorar entre 15% e 30% o número de clicks via buscador *Google* para o seu *site* por meio da utilização do formato de serialização de Dados Conectados, RDFa.

Para o setor público, existe um movimento mundial para publicação de dados governamentais abertos. O início ocorreu em 2007, com o lançamento de oito princípios, entre eles a disponibilização dos dados em sua totalidade e na sua forma original. O objetivo é a livre utilização dos dados de setores públicos para qualquer propósito, trazendo diversas melhorias para a cidade e sociedade, promovendo avanços na economia e tornando os cidadãos mais conscientes e seguros, pois estes conhecem e possuem a informação disponível (GOMES; FERTIG, 2016).

No governo brasileiro, em 2012, entrou em vigor a Lei nº 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação (LAI), que “regulamenta o direito, previsto na Constituição, de qualquer pessoa solicitar e receber dos órgãos e entidades públicos, de todos os entes e Poderes, informações públicas por eles produzidas ou custodiadas” (BRASIL, 2011). Com a Lei de Acesso, a sociedade pode ter acesso a qualquer informação pública produzida ou custodiada pelos órgãos e entidades da administração pública, onde sua divulgação indiscriminada não traga riscos à sociedade ou ao Estado.

Isto destaca o uso de Dados Abertos em todos os setores de uma cidade. Segundo Bătăgan (2012), os Dados Abertos para o setor público enfocam as áreas de transparência e prestação de contas; participação nas decisões; decisões; comunicação com empresários e cidadãos; participação e engajamento dos cidadãos; colaboração interna e externa; inovação. O processamento inteligente de dados é essencial para os desafios da sociedade, e podem ser utilizados para melhorar a sustentabilidade dos sistemas nacionais com foco nestas áreas.

2.4 Trabalhos Correlatos

Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados *Web of Science*, *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), *Library and Information Science Abstracts* (LISA), *Academic OneFile*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *ACM Digital Library* sobre o tema, em busca de trabalhos correlatos, publicados entre os anos 2013 a 2018. Existem na literatura trabalhos voltados de forma isolada para os diferentes pilares que compõem o tema Modelagem da Informação para Cidades Inteligentes, porém não foram identificados trabalhos direcionados à combinação de todos eles, como proposto pela autora. As expressões procuradas foram: Cidades Inteligentes, *Smart Cities*, *Big Data*, Modelagem da Informação, *Information Modeling*, Administração Pública, Dados Abertos e *Open Data*.

A maioria dos trabalhos encontrados, abordam a origem e conceituação do tema de Cidade Inteligente, mais focado na teoria, do que na sua aplicação. Porém, o artigo encontrado de Weiss, Bernardes e Consoni (2015), foi o que mais identificou com a proposta da autora da pesquisa, por abordar Cidades Inteligentes com foco na gestão pública, e pelo estudo de caso ser aplicado. Eles abordam o tema de Cidades Inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos: a experiência da cidade de Porto Alegre. É um artigo que visa discutir a materialização do conceito de Cidade Inteligente na experiência da cidade de Porto Alegre (POA). Foi realizado um estudo de caso, com coleta de dados em fontes primárias e secundárias. As fontes primárias consistiram em entrevistas presenciais com representantes do poder público. Como fontes secundárias, foram utilizados documentos disponibilizados no portal da Internet da prefeitura de POA, incluindo planos de governo, planos estratégicos, anuários estatísticos e relatórios de prestação de contas, além de notas jornalísticas.

Como resultados, os autores demonstraram que a implementação de inovações em TICs na prestação dos serviços públicos proporcionou maior eficiência nas atividades que envolvem a gestão da cidade. Os autores acreditam que POA se projeta no cenário nacional como potencial fonte de conhecimento e uma prática viabilizadora do desenvolvimento sustentável, sobre esse tipo de iniciativa em Cidades Inteligentes. Sugerem como estudos futuros um comparativo entre cidades brasileiras e a viabilidade para a criação de regiões inteligentes.

O artigo de Klein, Luciano, Macadar (2015) aborda o tema de dados abertos focado para ambientes governamentais, relacionando com os pilares da pesquisa de administração pública e Dados Abertos. O foco são aplicações no Portal de Dados do governo do Rio Grande do Sul, com o objetivo de classificar o nível de transparência dos dados, através de um modelo de mensuração já existente na Bulgária. Os resultados são voltados para a promoção de desenvolvimento de estratégias, para um governo mais aberto. O Grau de transparência do Portal dados.rs.gov.br obteve um bom índice, 56,8%, que é considerado uma transparência moderada. Os autores chegam à conclusão que os resultados da análise podem ser considerados bons para o momento, porém indicam aspectos que podem ser aprimorados pelos gestores públicos, e propiciam um comparativo entre um contexto regional brasileiro e o americano, suscitando a evolução de novos modelos de mensuração que melhor se adequem as necessidades de cada contexto, por intermédio de novas pesquisas.

Bătăgan (2012), autora do artigo intitulado: *Open data for smart cities*, visa analisar a solução de dados abertos e o impacto disso para o desenvolvimento local, correlacionando com *Big Data* e Cidades Inteligentes. Apresentou informações sobre as maiores e mais complexas coleções de dados e o impacto delas para a sociedade. Foi realizada uma análise da solução de dados abertos e a necessidade de uso na sociedade, para destacar a implicação de como isso pode ajudar no desenvolvimento de cidades de sustentabilidade. Com os resultados, conclui que todos os dispositivos digitais conectados pela Internet estão produzindo uma grande quantidade de dados, e que tudo isso se transformou em conhecimento usando o poder computacional. Com esse conhecimento, pode-se melhorar a eficiência, a produtividade e a qualidade e, por outro lado, pode-se reduzir custos e reduzir o desperdício.

Neste artigo sobre *Public open sensor data: revolutionizing smart cities*, Domingo *et al.* (2013) ampliam o conceito de Dados Abertos, para inclusão de informações de redes de sensores em plataformas em Dados Abertos, com o intuito de incentivar práticas de inovação aberta no setor público. A maneira de catalisar essa inovação é lançando informações em portais de Dados Abertos, baseados em plataformas Web, para facilitar o acesso de todos a dados públicos, para que possam usá-los para melhorar os serviços existentes ou desenvolver novos aplicativos para o governo. Uma característica social importante do *Open Sensor*

Data, apontada no artigo, é que ele criará serviços que podem ser compartilhados entre cidades e regiões, aumentando assim o uso e o valor de oferecer dados de maneira aberta. Os autores citam exemplos em negócios, transporte e serviços para pessoas com deficiência, e que representam necessidades que a sociedade ajudará a desenvolver por meio do *crowdsourcing*, convergindo com os objetivos da disponibilização dos Dados Abertos pela Prefeitura de Belo Horizonte.

As pesquisas encontradas estão próximo ao tema proposto, cada uma na sua perspectiva, mas todas convergindo em inovação, com temas relevantes para a mudança das cidades e o modo de viver na sociedade e no mundo.

3 METODOLOGIA

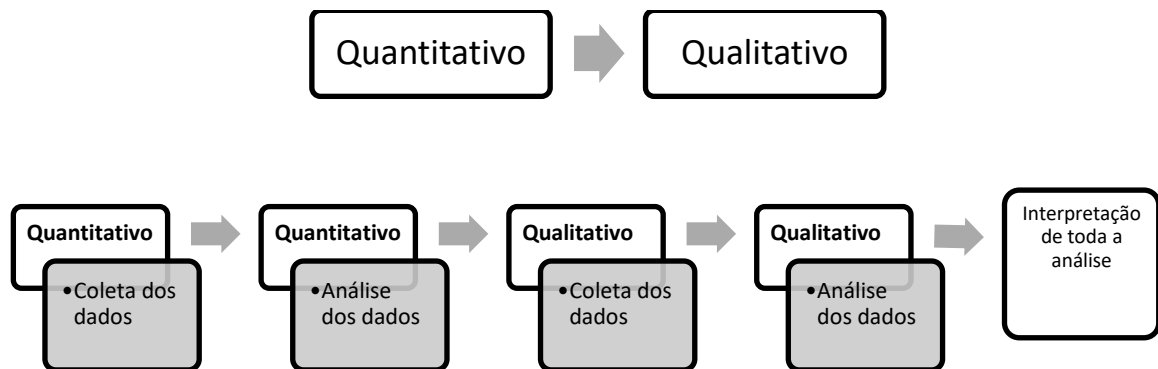
Na busca de analisar os dados abertos da cidade de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, foram identificados quais são os pontos principais a serem utilizados em uma Cidade Inteligente, na área temática de mobilidade urbana. Com o objetivo de propor uma modelagem de informações em acidentes de trânsito e criar soluções para a cidade, optou-se por uma pesquisa aplicada, que gera conhecimento para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos (GIL, 1994).

A abordagem da pesquisa utilizada é de caráter misto, empregando a combinação de métodos quantitativos e qualitativos para realizar seu processo investigativo. Creswell (2010) aborda esta abordagem como continuidade e evolução da metodologia de pesquisa, utilizando os pontos fortes dos dois métodos. A natureza interdisciplinar da pesquisa contribui para estas abordagens metodológicas diferentes. O uso combinado destes métodos proporciona mais *insights* e uma maior compreensão dos problemas de pesquisa.

A pesquisa foi realizada em fases sequenciais, com concepção pragmática. Para a extração e tratamento dos dados abertos sobre acidentes de trânsito da cidade de Belo Horizonte, optou-se por utilizar o método quantitativo, que considera que tudo é quantificável, o que significa traduzir opiniões e números em informações as quais serão classificadas e analisadas (GIL, 1994). Para propor a Modelagem da Informação e analisar os dados levantados, optou-se pelo método qualitativo, que é mais indicado para investigações críticas e interpretativas, e se preocupa com a compreensão aprofundada de um grupo social ou de uma organização.

Desta forma entende-se que o projeto utilizou a estratégia explanatória sequencial de pesquisa, que tem como primeira fase a coleta e análise de dados quantitativos, e a segunda fase, coleta e análise de dados qualitativos. As duas formas de coleta de dados estão separadas, porém conectadas em uma combinação dos resultados. Para Creswell (2010, p. 248), “um projeto explanatório sequencial é tipicamente utilizado para explicar e interpretar resultados quantitativos por meio de coleta e análise de acompanhamento dos dados qualitativos”.

Figura 4 - Projeto Explanatório Sequencial



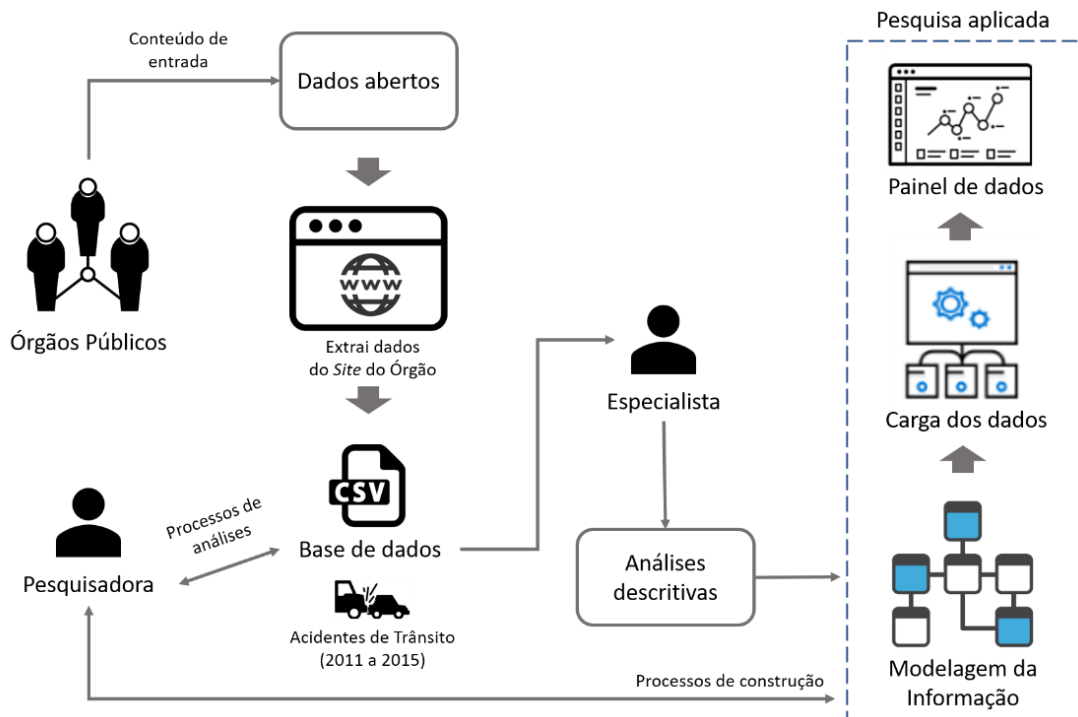
Fonte: Creswell (2010, p. 246).

A estratégia utilizada para responder ao problema de pesquisa deste trabalho foi o estudo de caso, o qual, segundo Jung (2004, p. 158), “é um procedimento de pesquisa que investiga um fenômeno dentro do contexto local, real e especialmente quando os limites entre fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Na concepção de Gil (1996), o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. O procedimento para a realização de um estudo de caso contempla os seguintes passos: definir as principais questões envolvidas no projeto de estudo; elaborar uma estrutura para coletar dados; definir o ambiente a ser estudado; levantar as atividades que serão realizadas e os procedimentos para a coleta de dados; analisar os dados coletados e; concluir o trabalho, obtendo-se descobertas (JUNG, 2004).

O procedimento de coleta de dados foi por meio da extração dos dados abertos disponíveis no *site* da prefeitura de Belo Horizonte, relacionados ao tema de acidentes de trânsito, e a entrevista com especialista em mobilidade urbana, através de meio eletrônico. A entrevista qualitativa utilizada nesta pesquisa envolve poucas questões não estruturadas e em geral abertas, com objetivo de levantar concepções e opiniões do participante (CRESWELL, 2010).

Foram analisados os dados necessários para a modelagem de informações para Cidades Inteligentes, e os dados não relevantes foram descartados. O resumo do método proposto é mostrado na Figura 5:

Figura 5 - Diagrama do método proposto



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Os órgãos públicos do município possuem diversos sistemas e informações descentralizadas, acerca de suas diferentes áreas de competência. Estes órgãos disponibilizam informações de acordo com a Lei de Acesso à Informação, para a Prodabel, que processa os dados e publicam no *site* de dados abertos da PBH. A pesquisadora extraiu os dados relacionados a área temática de mobilidade urbana com foco em acidentes de trânsito, referentes aos anos que estavam disponíveis no *site* (2011 a 2015). Através das informações extraídas, desenvolveu um processo de análise, onde segmentou e correlacionou os dados. O especialista de mobilidade urbana da PMMG teve acesso a estas informações da base, a partir da entrevista realizada pela pesquisadora, e propôs análises descritivas para os dados de acidentes de trânsito. Em sequência, a pesquisadora gerou processos de construção da pesquisa aplicada, propondo uma Modelagem da Informação para estruturação de uma visão consolidada dos dados, para futuras análises estratégicas. Em seguida, utilizou-se uma ferramenta de extração, transformação e carga, chamada *SQL Server Integration Services v2016*, para fazer a carga dos dados em uma base estruturada. Por fim, utilizou a ferramenta *Power BI v2.65* da *Microsoft*, para propor painéis de visualização de dados analíticos das informações de acidentes de trânsito.

3.1 Coleta de Dados

Após o planejamento e criação do método proposto para a pesquisa, a coleta de dados de cada subtema foi iniciada. A extração dos dados foi feita em maio de 2018, a partir de *download* dos arquivos em formato CSV, no *site* institucional da PBH². Os conjuntos de dados extraídos foram sobre o tema acidentes de trânsito com vítima ocorridos nas vias municipais ou nas vias de Belo Horizonte. A base completa contém dados dos anos de 2011 até 2015, totalizando 467.365 registros, com os subtemas sobre locais do acidente, perfil do envolvido, boletim de ocorrências cadastrados e veículos envolvidos. As tabelas 1 a 4 descrevem o nome de cada arquivo extraído e a quantidade de registros relacionados.

Tabela 1 - Relação dos logradouros dos locais de acidentes de trânsito com vítima

Nome do arquivo	Quantidade de registros
<u>si-log-2011</u>	20.540
<u>si-log-2012</u>	19.909
<u>si-log-2013</u>	19.446
<u>si-log-2014</u>	20.600
<u>si-log-2015</u>	17.644

Fonte: PBH (2018).

Tabela 2 - Relação de perfis dos envolvidos em acidentes de trânsito com vítima

Nome do arquivo	Quantidade de registros
<u>si-env-2011</u>	36.084
<u>si-env-2012</u>	33.745
<u>si-env-2013</u>	32.152
<u>si-env-2014</u>	33.588
<u>si-env-2015</u>	29.131

Fonte: PBH (2018).

Tabela 3 - Relação de ocorrências de acidentes de trânsito com vítima

Nome do arquivo	Quantidade de registros
<u>si-bol-2011</u>	16.294
<u>si-bol-2012</u>	15.261
<u>si-bol-2013</u>	14.145
<u>si-bol-2014</u>	14.961

² Acesso em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/dados/dados-abertos>.

<u>si-bol-2015</u>	13.299
--------------------	--------

Fonte: PBH (2018).

Tabela 4 - Relação dos veículos envolvidos nos acidentes de trânsito com vítima

Nome do arquivo	Quantidade de registros
<u>si-veic-2011</u>	28.301
<u>si-veic-2012</u>	26.660
<u>si-veic-2013</u>	25.367
<u>si-veic-2014</u>	26.840
<u>si-veic-2015</u>	23.398

Fonte: PBH (2018).

3.2 Análises descritivas por Especialista PMMG

Para contribuir com a Modelagem da Informação e proposta de análises descritivas sobre o tema de acidentes de trânsito, foi realizada uma entrevista por meio eletrônico, com o especialista em mobilidade urbana, Capitão da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG). A escolha do entrevistado foi em função da sua expertise no assunto e experiência na administração pública do governo de Minas Gerais. Foi questionado quais os fatores relacionados a acidentes de trânsito mais relevantes a serem analisados, para sua prevenção e elaboração de políticas públicas. Os fatores apontados pelo especialista são:

1. Quais os locais de maior probabilidade de ocorrência de acidentes de trânsito com vítima em determinados dias/horários?
2. Existe relação entre o volume médio de tráfego e o número de acidentes?
3. Quais as características dos locais de acidentes? (pavimentação, traçado, limites de velocidade, existência de fiscalização eletrônica de velocidade, dispositivos de detecção de avanço)
4. Quais os tipos de acidentes mais comuns? Qual a relação entre os tipos de acidentes e resultados respectivos (lesão, morte, danos)? Há um padrão entre os tipos de acidentes e os horários?
5. Quais as causas de acidentes de trânsito com vítima por tipo de veículo?

6. Qual o perfil do condutor? Qual idade? Quanto tempo de habilitação para dirigir? Estava embriagado ou sob efeito de algum entorpecente no momento do acidente?

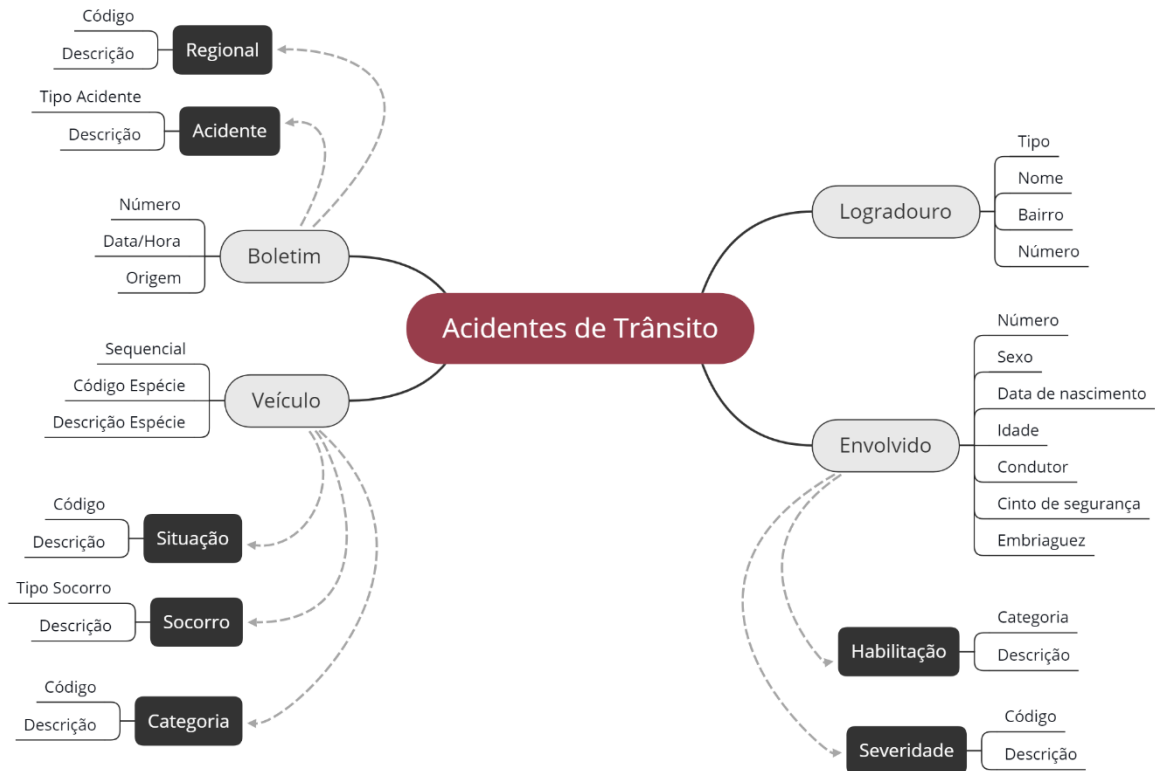
7. Qual o perfil das vítimas do acidente? Idade? Dificuldade de locomoção? Deficiência?

Estes questionamentos foram a base para o experimento realizado nos dados abertos referentes a acidentes de trânsito. Proporcionaram levantar respostas mais assertivas, com um olhar mais analítico, de como são os comportamentos principais dos acidentes de trânsito em BH e alguns de seus possíveis motivos, com o objetivo de prevenção pelas entidades públicas.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os métodos apresentados anteriormente na Figura 5 contribuíram para o resultado do processo de Modelagem da Informação dos dados de acidentes de trânsito. Foram analisadas em profundidade os quatro arquivos coletados (Tabela 1 a 4), com o intuito de relacionar os campos em comum, identificar possíveis dimensões por proximidade de temas e selecionar quais dados seriam relevantes para a pesquisa. Com isto várias informações redundantes entre os arquivos ou que não apresentavam dados, como “Não Informados” ou zerados, foram desconsiderados. Foram demonstrados em uma visão macro os subtemas de acidentes de trânsito como Boletim, Veículo, Logradouro e Envolvidos. No subtema Boletim, foram encontrados campos em comum (número, data e hora e origem) em todos os arquivos, para ligação destes dados. As dimensões agrupadas foram Acidente e Regional, que contém dados sobre o tipo de acidente e em qual regional municipal ocorreu. No subtema Veículo foram demonstrados os campos da espécie do veículo (ex: automóvel, motocicleta) e as dimensões agrupadas foram Situação, Socorro e Categoria, que contém os dados se o veículo estava em movimento ou parado, qual foi o tipo de socorro e se a categoria do veículo era particular ou alugado. No subtema Logradouro não existem dimensões vinculadas, apenas os campos descritivos relacionados ao endereço do acidente. E por fim, no subtema Envolvido foram demonstrados os campos relacionados ao perfil do condutor ou vítima, se estava com cinto de segurança e apresentava sinais de embriaguez. As dimensões agrupadas foram Habilitação do envolvido e Severidade do acidente, conforme representado na Figura 6.

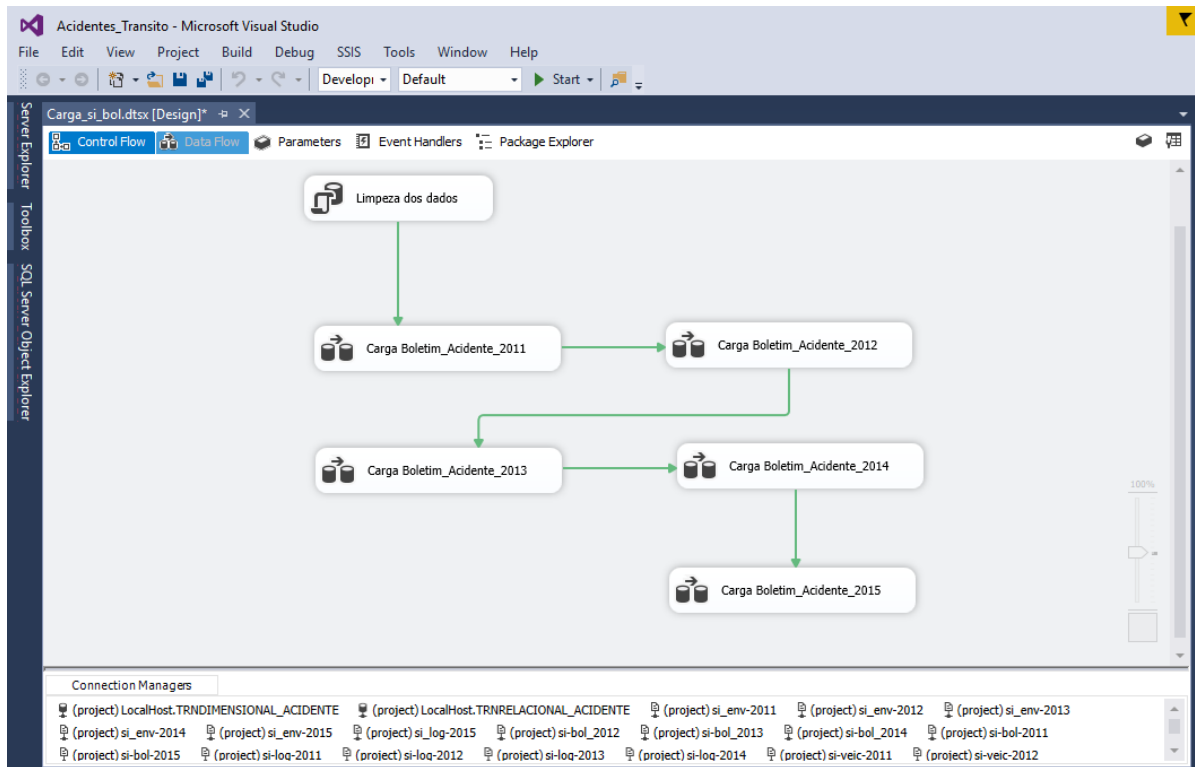
Figura 6 - Modelagem da Informação



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Após a proposta da Modelagem da Informação, os dados extraídos em arquivos CSV foram carregados em tabelas de bancos de dados estruturados, por subtemas e tópicos, utilizando ferramenta *SQL Server Integration Services v2016* para extração, transformação e carga de dados, para facilitar o manuseio na construção das análises, realizadas através dos painéis de visualização de dados. A Figura 7 exemplifica um processo de carga desenvolvido para o subtema Boletim. A primeira tarefa inicia com uma limpeza da tabela do banco de dados, para evitar duplicidade de informações. Após são criadas tarefas que realizam a carga dos dados ano a ano, no banco de dados.

Figura 7 - Exemplo de Carga de Dados

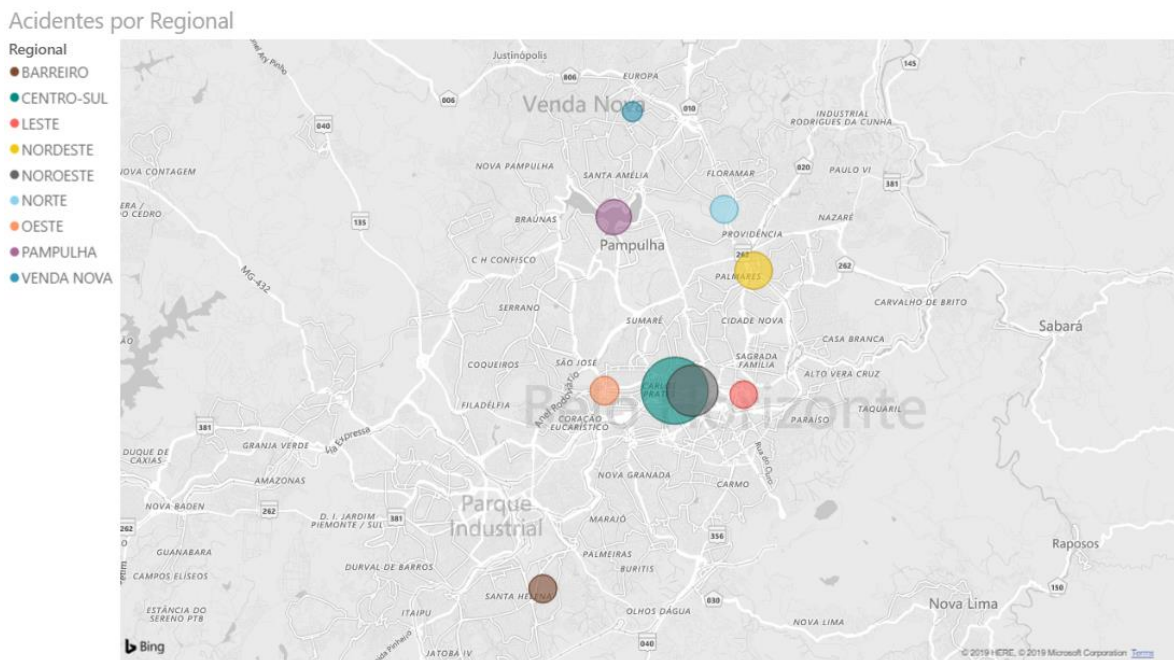


Fonte: Elaborado pela autora (2018).

O conhecimento do especialista da PMMG foi utilizado para definir análises descritivas que seriam propostas nos painéis de visualização de dados. Os questionamentos realizados permitiram que a pesquisadora analisasse o cenário em diversas perspectivas, em busca de respostas assertivas, para evolução das cidades e prevenção de acidentes. As figuras a seguir representam os painéis de visualização construídos com as correlações dos dados extraídos de acidentes de trânsito.

Na Figura 8, para construção do painel, foram utilizadas como fonte de origem o subtema Boletim e a dimensão Regional. A quantidade de Acidentes de Trânsito por Regional mostra que o índice maior de ocorrências se concentra na região do Centro-Sul, com 20,4% de casos, e a segunda região é Noroeste, com 16%. A região com menor índice é Venda Nova, com 6,4% de acidentes, seguido da região do Barreiro com 8,1%.

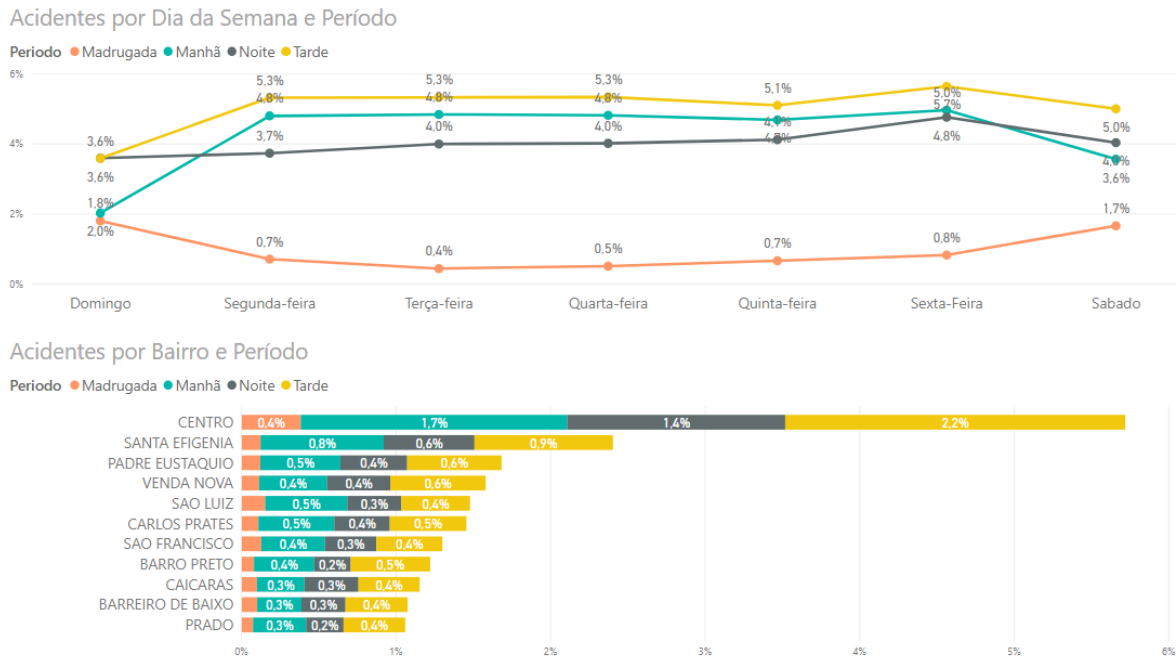
Figura 8 - Painel de dados: Acidentes de Trânsito por Regional



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

O gráfico da Figura 9 comprova a concentração de acidentes no Centro de Belo Horizonte (5,7%), onde se tem um alto volume de veículos trafegando, e em segundo local, o bairro Santa Efigênia (2,4%). O período com mais ocorrências é na parte da tarde, de segunda a quarta-feira (5,3%). A fonte de origem do painel foram os subtemas Boletim e Logradouro. Estas análises respondem os dois primeiros questionamentos do especialista da PMMG, e demonstra que os acidentes podem ter relação com volume de tráfego, pela maior ocorrência ser durante a semana, e na parte da tarde, onde várias pessoas estão transitando, principalmente na região central da cidade.

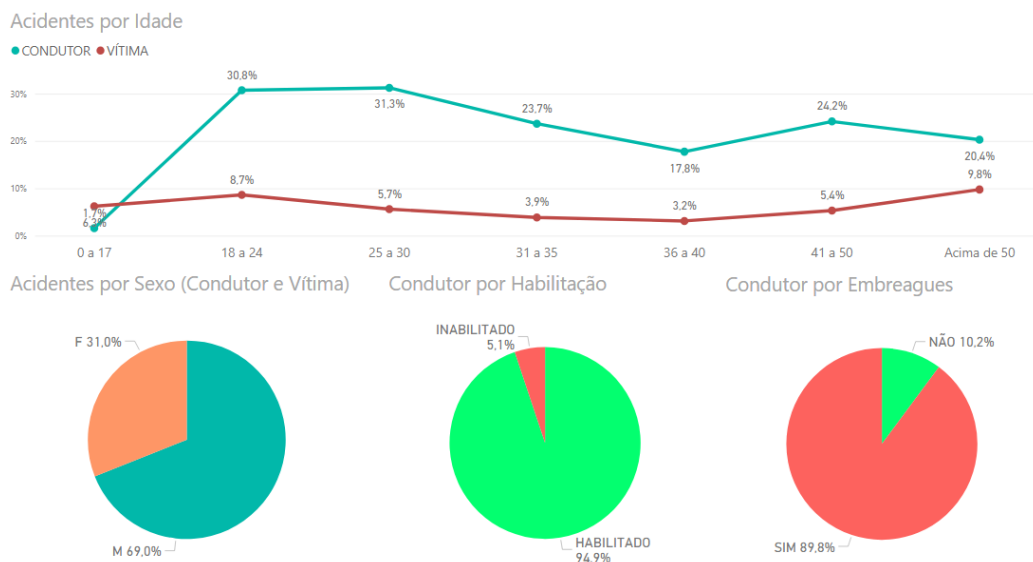
Figura 9 - Painel de dados: Acidentes de Trânsito por Dia e Localidade



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Na perspectiva do subtema Envolvido (vítima ou condutor), representado na Figura 10, o perfil se concentra nas faixas de idade entre 18 a 24 anos e 25 a 30, que juntas somam 62% dos acidentes registrados, predominantemente o sexo masculino, representando 69%, comparado a 31% do sexo feminino. Este resultado é proporcional à quantidade de homens habilitados, que representa aproximadamente 70% dos condutores, segundo a Associação Nacional dos Detrans (AND). Sobre a visão do condutor do veículo, a maioria é habilitado (94,9%), com sinais de embriaguez (89,8%), o que demonstra que álcool/drogas não combinam com direção. Existe ainda uma parcela de condutores sem habilitação (5,1%) que se envolvem em acidentes. Com relação aos questionamentos do especialista sobre tempo de habilitação do condutor e se a vítima tem dificuldade de locomoção/deficiência, seria possível responder caso houvesse mais informações nos dados abertos sobre o perfil dos envolvidos no acidente.

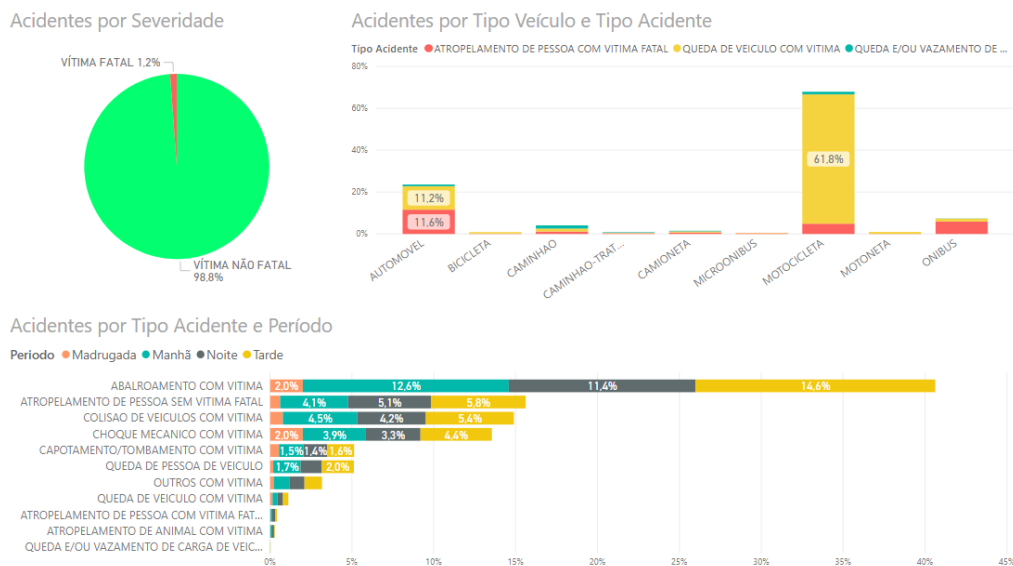
Figura 10 - Painel de dados: Acidentes de Trânsito por Perfil do Envolvido



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A Figura 11 representa os acidentes de trânsito correlacionados com o tipo do veículo, tipo de acidente e a severidade, sendo o painel provenientes dos subtemas Boletim e Veículo. Na amostra utilizada, pode-se analisar que 98,8% dos acidentes são com “vítimas não fatais”, e os tipos de acidente mais comum são abalroamento e colisão de veículos com vítima, representando 40,6%. Como analisado anteriormente, os índices de acidentes predominam no período da tarde, para qualquer tipo de acidente. Em relação às causas de acidentes por tipo de veículo, motocicleta predomina com 67,7% com o tipo de acidente “queda de veículo com vítima”, e em segundo lugar, veículo do tipo automóvel (23,6%). Atropelamento de pessoa com vítima fatal envolve mais automóveis (11,6%) e ônibus (5,9%), o que leva a concluir pela amostra utilizada, que são necessárias mais campanhas educativas, para prevenir estes tipos de acidente.

Figura 11 - Painel de dados: Acidentes de Trânsito por Veículo e Severidade

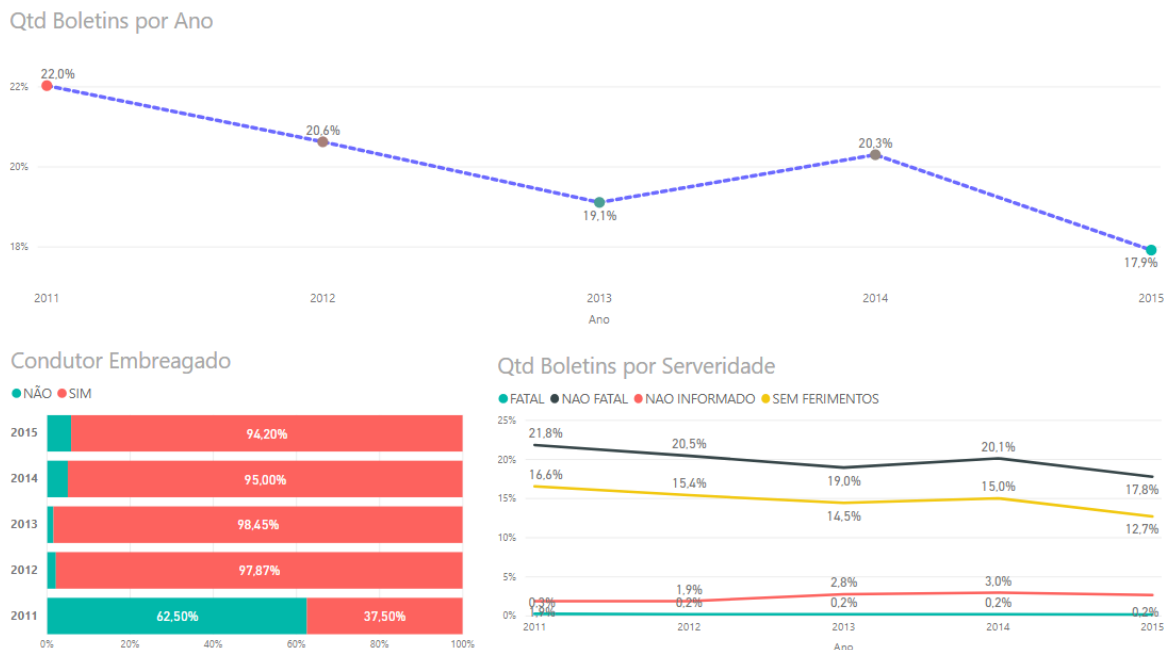


Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Observando de um ponto de vista histórico, referente aos subtemas Boletim e Envolvidos, conforme demonstrado na Figura 12, o volume total de registros de acidentes de trânsito apresentou uma redução de 18,6% do volume total em 2015 se comparado ao ano de 2011. Observando a distribuição dos acidentes em relação ao período analisado, nota-se que sua incidência foi decaindo de forma proporcional acompanhando a queda do total geral, sugerindo que o número de fatalidades, decresce de forma proporcional ao número de acidentes não fatais e sem ferimentos.

A respeito do volume de acidentes provocados por motoristas embriagados, é percebido uma brusca redução no registro de ocorrências associadas, que em 2011 representavam 62,5% do total de acidentes, e nos anos seguintes caíram para uma média de 3,6%. Esta redução a partir do ano de 2011, pode ser tomada como evidência da efetividade de mudanças nas políticas públicas, a partir da aprovação do Projeto nº 48, de 2011 (Lei Seca) em Novembro do mesmo ano que criminaliza a condução de veículo automotor sob a influência de álcool ou drogas.

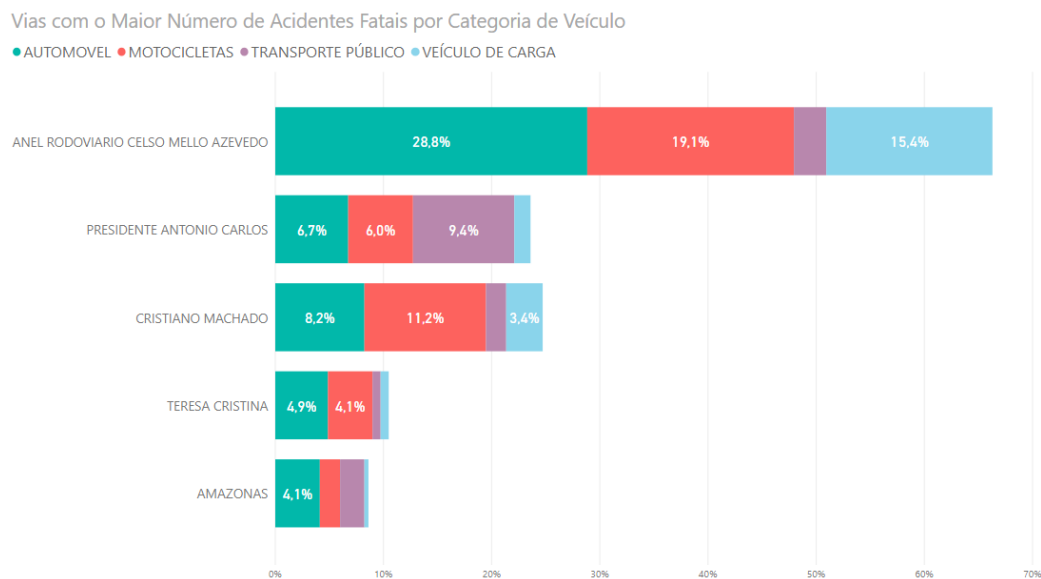
Figura 12 - Painel de dados: Acidentes de Trânsito por Ano



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Conforme apresentado na Figura 13, os subtemas utilizados como fonte de origem para o painel foram Boletim, Logradouro e Veículo. Em análise, a via que concentra o maior número de acidentes fatais na cidade de Belo Horizonte é o Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, apresentando 38,4% de todos os acidentes fatais entre as vias com o maior número de registros, seguido pelas Avenidas Presidente Antônio Carlos (14,5%) e Avenida Cristiano Machado (12,8%), sendo todas elas vias arteriais, com grande fluxo de veículos com velocidade máxima permitida entre 60 e 70km/h. No caso do Anel Rodoviário, há nele um grande tráfego diário de veículos, sobretudo veículos pesados de carga que representam 15,4% dos acidentes. Outro ponto comum entre as vias com maior número de acidentes fatais é o fato de serem vias de acesso a regiões de grande densidade populacional, rodovias estaduais e federais e a municípios da região metropolitana.

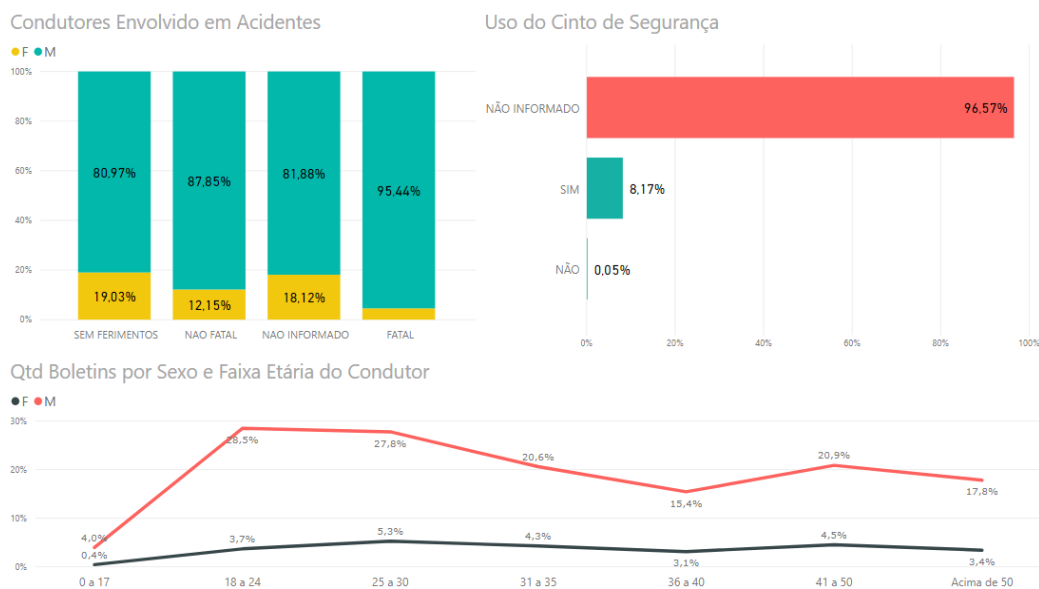
Figura 13 - Painel de dados: Vias com maior número de acidentes fatais por categoria de veículo



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Conforme demonstrado na Figura 14, um número muito superior de condutores do sexo masculino (80,9%) envolvidos em acidente, sobretudo nos acidentes com vítimas fatais onde 95,4% dos condutores identificados são homens. Assim como os envolvidos, os condutores apresentam um pico nas faixas etárias de 18 a 24 (28,5%) e 25 a 30 anos (27,5%) para condutores do sexo masculino. Porém é possível observar que em relação às condutoras do sexo feminino, não existem grandes oscilações entre as faixas etárias. As fontes de origem do painel foram os subtemas Boletim e Envolvidos.

Figura 14 - Painel de dados: Perfil dos Condutores e Uso do Cinto de Segurança



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

No que diz respeito ao uso de cinto de segurança, foi constatado que esta informação na maioria dos casos (96,6%) não é preenchida no boletim de ocorrência, o que inviabiliza sua análise e conseqüentemente prejudica o planejamento de campanhas de conscientização pelo uso deste item de segurança.

5 CONCLUSÕES

Diante da amostra dos dados abertos de acidentes de trânsito de Belo Horizonte, foi possível comparar os resultados apresentados com as perguntas do especialista em mobilidade urbana. Em relação aos locais com alto índice de acidentes de trânsito, a regional municipal Centro-Sul (20,4%) e o bairro Centro (5,7%) apresentaram a maior ocorrência, de segunda a quarta-feira (5,3%), no período da tarde, constatando que há uma possível relação entre o volume médio de tráfego e o número de acidentes. As características dos locais de acidentes de trânsito são normalmente vias pavimentadas, com limite de velocidade entre 40 a 60km/h, com fiscalização eletrônica em alguns pontos de velocidade e detecção de avanço de sinais.

Em resposta ao questionamento do especialista, o tipo de acidente mais comum é abalroamento com vítima (40,6%), na sua maioria não fatal (98,8%), no período da tarde (14,6%), com o tipo de veículo automóvel (67,7%). Em análise ao perfil do condutor envolvido no acidente de trânsito, predomina o sexo masculino (69%), com a faixa etária entre 18 a 24 anos (29,6%), embriagado em sua maior parte (81,9%). Já para o perfil da vítima, predomina o sexo feminino (16,9%), com idade acima de 50 anos (9,8%).

Outros resultados importantes, encontrados com base na amostra foram que acidentes com vítimas fatais predomina o sexo masculino (95,4%), na via arterial Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo (38,4%), com tipo de veículo automóvel (28,8%) e que na sua maioria eram condutores habilitados (94,4%).

De acordo com a questão de pesquisa e os objetivos apresentados, a pesquisadora conseguiu propor um processo de Modelagem da Informação, com os passos bem definidos e com a possibilidade de replicação de todo método proposto, desde a extração dos dados abertos de um órgão público, até a construção dos painéis de visualização dos dados, para subsidiar parâmetros indicativos para concepção de cenários de Cidades Inteligentes.

As informações coletadas e as análises realizadas trouxeram uma perspectiva e conhecimento sobre o que acontece na cidade, quais são as regiões, dias e horários que tem o maior índice de acidentes, tipo de veículos e severidade, entre outros. A prefeitura de Belo Horizonte pode utilizar este método para criar suas

próprias soluções de monitoramento e prevenção de Acidentes de Trânsito e expandir estas análises para outras áreas temáticas da administração pública.

De forma abrangente, esta pesquisa contribuiu para o entendimento de como começar a abordar o assunto Cidades Inteligentes e sua implantação. Baseado nos trabalhos correlatos pesquisados, constatou-se que o estado da arte no tema Cidades Inteligentes deve-se iniciar no conceito de dados, através da modelagem da informação e da análise dos dados, e não na sua aplicação. O aprendizado proporcionado pela pesquisa foi da construção de um recurso metodológico, caracterizado por um modelo conceitual que permitisse a consolidação de fontes de origem distintas, para simplificar o entendimento pelos usuários finais (gestores públicos), permitindo a visualização das possíveis aplicações em Cidades Inteligentes.

Como contribuição teórica social, as questões levantadas na pesquisa abordam temas relevantes e ainda em expansão no Brasil, especialmente Cidades Inteligentes, no campo da Ciência da Informação. A correlação entre as necessidades dos processos de Modelagem da Informação para Cidades Inteligentes na esfera da administração pública ainda é pouco explorada no ambiente acadêmico e público. Com isto, este trabalho buscou se concentrar no conceito dos principais temas da pesquisa e suas aplicações, para uma maior compreensão e aprimoramento. A expansão da implementação de Cidades Inteligentes deve ser bem estruturada e modelada para que seja possível a administração pública, no geral, trabalhar de forma preventiva e evolutiva.

Como contribuição prática, a pesquisa demonstrou a viabilidade de ter acesso aos dados estratégicos de uma cidade, através da disponibilidade dos Dados Abertos, por áreas temáticas da administração pública. Além da modelagem destas informações, para facilitar a visão geral do tema de acidentes de trânsito, a visualização dos dados e análises, foi criado um banco de dados estruturado, com tabelas segmentadas por subtemas e dimensões.

Para subsidiar parâmetros de uma Cidade Inteligente, é necessário evoluir a pesquisa, em relação ao acesso aos dados atualizados de acidentes de trânsito de Belo Horizonte (2016 a 2018), que atualmente não se encontram disponíveis no *site* dos Dados Abertos da PBH. A limitação presente nesta pesquisa foi a análise dos resultados estar atrelada aos dados históricos de 2011 a 2015, podendo não retratar a realidade atual dos acidentes de trânsito em Belo Horizonte. Destacou-se que as

análises podem ser ampliadas, caso se tenha acesso às informações como a categoria da vítima, pedestre ou passageira, utilização de capacete, relacionados acidentes de motocicleta, característica da pavimentação, sinalização e velocidade permitida na via, dispositivos de detecção de avanço, data de emissão da 1ª habilitação do condutor, condições climáticas, existência de dificuldade de locomoção da vítima, entre outros dados.

Como proposta de trabalhos futuros, sugere-se cruzar informações externas complementares, para ter como benefício uma análise completa, através do mapeamento dos hospitais e pontos de saúde mais próximos na região, rotas exclusivas para veículos de emergência, delegacias e corpo de bombeiro, helipontos, subsidiando a implantação de Cidades Inteligentes. Outra sugestão é a continuidade da parceria da Prodabel com a Prefeitura de Belo Horizonte, que poderão auxiliar na melhoria da disponibilização dos dados abertos nas diversas áreas temáticas, e replicação por outras cidades e órgãos do processo da Modelagem da Informação, proposto nesta pesquisa.

Outro trabalho indicado é o processamento e análise inteligente do volume de dados não estruturados (*Big Data*), gerados pelos sensores e dispositivos nas Cidades Inteligentes, através do desenvolvimento de aplicativos de Machine Learning, com o uso da Inteligência Artificial, possibilitando ações preventivas relacionadas à segurança, maior eficiência na tomada de decisões e perspectivas nunca antes exploradas.

REFERÊNCIAS

- ABI Research. **Big Data and Analytics in M2M Services**. 2013. Related. M2M, IoT & IoE. Disponível em: <https://www.abiresearch.com/research/product/1016958-big-data-and-analytics-in-m2m-services/>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- GALÁN José Luis; AGUILERA Gabriel; CAMPOS, José Carlos; RODRÍGUEZ Pedro. An Accelerated-Time Simulation for Traffic Flow in a Smart City. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS ON COMPUTATIONAL ENGINEERING AND SCIENCES, 4., 2013. **Apresentation [...]**. Las Vegas: FEMTEC, 2013. Disponível em: <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/5730/SMART.pdf?sequence=2>. Acesso em: 26 jun. 2019.
- AL NUAIMI, Eiman; AL NEYADI, Hind; MOHAMED, Nader; AL-JAROODI, Jameela. Applications of big data to smart cities. **Journal of Internet Services and Applications**, v. 6, n. 1, dec. p.1-15, 2015. Disponível em: <https://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13174-015-0041-5>. Acesso em: 26 jun. 2017.
- ALAWADHI, S. *et al.* Building Understanding of Smart City Initiatives. *In*: SCHOLL, H. J., *et al.* (Eds.). **Electronic Government: EGOV 2012**. Lecture Notes in Computer Science. Berlin: Heidelberg, 2012. v. 7443. p. 40-53.
- AMATO, P. M. **Introdução à economia geral da administração pública**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1971.
- AMOÊDA, R. Cidades Digitais: novas modos de habitar? *In*: WORKSHOP CIDADES E REGIÕES DIGITAIS: Impacto na Cidade e nas Pessoas, 2003, Porto. **Anais [...]**. Porto: Universidade Fernando Pessoa, 2003.
- ANTHOPOULOS, Leonidas G.; REDDICK, Christopher G. Understanding electronic government research and smart city: A framework and empirical evidence. **Information Polity**, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 99-117, 2016. Disponível em: <https://content.iospress.com/articles/information-polity/ip371>. Acesso em: 5 jun. 2017.
- BĂȚĂGAN, Lorena. Knowledge Dynamics and Economy Growth, **Informatic Economy**, [S.l.], v. 27-30, n. 4-48, 2008 p. 27-30. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6612754.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2017.
- BĂȚĂGAN, Lorena. Open data for smart cities, **Economy Informatic Journal**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 136-142, 2012. Disponível em: <http://www.economyinformatics.ase.ro/content/EN12/13%20-%20Batagan.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2017.
- B-SCADA. **CitiWork Sensing Platform Brochure**. 2017. Disponível em: <http://scada.com/software/citiworx/>. Acesso em 5 jun. 2017.

BURT, Patricia; KINNUCAN, Mark. Information models and modelling techniques for information systems. **Annual Review of Information Science and Technology**, p.175-208, 1990.

CENTRE OF REGIONAL SCIENCE. **Smart cities – Ranking of European medium-sized cities**. Vienna, 2014. Disponível em: <http://www.smart-cities.eu/>. Acesso em: 27 jan 2018.

CHEDE, Cezar. Infraestrutura para as cidades inteligentes. **IBM Community**. USA, jan. 2011. Software, Open Source, SOA, Innovation, Open Standards, Trends. Disponível em: https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/ctaurion/entry/infraestrutura_para_as_cidades_inteligentes?lang=en. Acesso em: 28 jan. 2018.

CHOURABI, H. *et al.* Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. *In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES*. 45., 2012, **Proceedings** [...]. Washington: IEEE Computer Society, 2012. Jan. p. 2289-2297. Disponível em: http://observgo.quebec.ca/observgo/fichiers/78979_B.pdf. Acesso em: 20 jun. 2018.

CRESWELL, Jonh. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DIREÇÃO-GERAL DA ADMINISTRAÇÃO E DO EMPREGO PÚBLICO (DGAEP). **Organização da administração do estado**. fev. 2018. Disponível em: <http://www.dgaep.gov.pt/index.cfm?OBJID=a5de6f93-bfb3-4bfc-87a2-4a7292719839>. Acesso em: 14 jan. 2019.

DINIZ. O governo eletrônico no Brasil: perspectiva histórica a partir de um modelo estruturado de análise. **Revista de Administração Pública-RAP**, Rio de Janeiro, n. 43, v. 1, p. 23-48, jan./fev. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122009000100003&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 12 jun. 2018.

DIRKS, Susanne; KEELING, Mary. **A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustainable future**. New York: IBM Corporation, jun. p. 1-16, 2009. IBM Global Business Services. Disponível em: https://www-03.ibm.com/press/attachments/IBV_Smarter_Cities_-_Final.pdf. Acesso em: 12 jun. 2017.

DOMINGO, Albert. *et al.* Public Open Sensor Data: Revolutionizing Smart Cities. **IEEE Technology And Society Magazine**, [S.l.], p. 50-56, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Albert_Domingo/publication/260711855_Public_Open_Sensor_Data_Revolutionizing_Smart_Cities/links/5788c2eb08ae69b9986e64c2/Public-Open-Sensor-Data-Revolutionizing-Smart-Cities.pdf. Acesso em: 26 jun. 2017.

FAN, Wei; BIFET, Albert. Mining big data: current status, and forecast to the future. **SIGKDD Explorations Newsletter**, New York, v. 14, n. 2, dez. p. 1-5, 2012.

Disponível em: https://www.kdd.org/exploration_files/V14-02-01-Fan.pdf. Acesso em: 26 jun. 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996. p. 159.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. p. 207.

GOMES; Gabriela Tavares; FERTIG, Max Romoaldo. **Construção de uma base de conhecimento de dados governamentais abertos baseada em ontologia utilizando dados conectados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação), Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

GOODSPEED, Robert. Smart cities: Moving beyond urban cybernetics to tackle wicked problems. **Journal of Regions Economy and Society**, Cambridge, v. 8, n. 1, fev. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269815390_Smart_cities_Moving_beyond_urban_cybernetics_to_tackle_wicked_problems. Acesso em 31 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.527, de 18 de dezembro de 2011**. Aspectos Gerais da Lei. Brasília, DF: Governo Federal, 2011. Disponível em: <http://www.acessoainformacao.gov.br/perguntas-frequentes/aspectos-gerais-da-lei#1>. Acesso em: 12 jun. 2018.

HALPER, Fern; HURWITZ, A. what is big data? **IBM Strategy**, [S.l.], 2012. Disponível em: <http://www01.ibm.com/software/data/bigdata/>. Acesso em: 28 jun. 2018.

HASEMAN, D. W.; NAZARETH, D.; GOODHUE, D. (Hg.). **Conceptual Modelling as the Core of the Information Systems Discipline – Perspectives and Epistemological Challenges**. *In*: AMERICA'S CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (AMCIS 99), 5., 1999. **Proceedings [...]**. AIS: Milwaukee, 1999, p. 695-697.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 03 mar 2018.

JUNG, Carlos Fernando. **Metodologia para Pesquisa e Desenvolvimento**. 3. ed. Porto Alegre: Axcel Books, 2004. p. 158.

KASCHEK, Roland; DELCAMBRE, Lois. (Eds.). **The Evolution of Conceptual Modeling: From a Historical Perspective towards the Future of Conceptual Modeling**. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. 42p.

KHAN, M. Ali-ud-din; UDDIN, Muhammad Fahim; GUPTA, Navarun. Seven V's of Big Data understanding Big Data to extract value. *In*: CONFERENCE OF THE AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION (ASEE Zone 1) 1., 2014. **Proceedings [...]**. Niagara Falls: IEEE, 2014. p. 1-5. Disponível em:

<http://www.asee.org/documents/zones/zone1/2014/Professional/PDFs/113.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2017.

KIM, Gang-Hoon; TRIMI, Silvana; CHUNG, Ji-Hyong. Big-data applications in the government sector. **Communications of the ACM**. v. 57, n. 3, mar. p. 78-85. 2014. Disponível em: <https://linkedkey.com/wp-content/uploads/2016/05/Big-Data-Applications-in-the-Government-Sector.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2017.

KLEIN, Rodrigo Hickmann; LUCIANO, Edimara Mezzomo; MACADAR, Marie Anne. Grau de transparência de dados abertos governamentais do site dados.rs.gov.br. **Economia & Gestão**, Belo Horizonte, v. 15, n. 41, Out./Dez. 2015. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/view/9965>. Acesso em: 26 jun. 2017.

KOMNINOS, N. **Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces**. London: Routledge, 2002.

LOPES, Edmilson A.; MENDONÇA, Francisco. Urbanização e recursos hídricos: conflitos socioambientais e desafios à gestão urbana na franja leste da região metropolitana de Curitiba (RMC) - Brasil. *In*: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., 2010, Coimbra. **Anais [...]**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. p. 1-14. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/edmilson>. Acesso em: 12 jun. 2018.

LÖVEHAGEN, Nina; BONDESSON, Anna. Evaluating sustainability of using ICT solutions in smart cities. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABILITY, 1., 2013, Zürich. **Proceedings [...]**. Zürich: ETH Zurich, 2013. p. 14-16.

MAHDAVINEJAD, Saeid Mohammad. *et al.* Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey, **Journal of Digital Communications and Networks**, n. 9, oct. 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1802.06305>. Acesso em: 12 jan. 2018.

MICHALIK, Peter; ŠTOFA, Ján; ZOLOTOVÁ, Iveta. Concept definition for Big Data architecture in the education system. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON APPLIED MACHINE INTELLIGENCE AND INFORMATICS (SAMI), 12., 2014. **Proceedings [...]**. Herl'any: IEEE, 2014. p. 331-334. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6822433>. Acesso em: jun. 2017.

MOHAMED, N.; AL-JAROODI, J. Real-time big data analytics: applications and challenges, *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH PERFORMANCE COMPUTING & SIMULATION (HPCS), 2014. **Proceedings [...]**. Bologna: HPCS, p. 305-310, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283212652_Real-Time_Big_Data_Analytics_Applications_and_Challenges. Acesso em: 25 jun. 2017.

NEIROTTI, Paulo. *et al.* Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts. **Cities**, v. 38, jun. 2014, p. 25-36. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275113001935>. Acesso em: 23 jun. 2017.

PEREIRA, Gabriela Viale. **Contribuição de iniciativas de cidades inteligentes no desenvolvimento humano**: uma análise da percepção de agentes de centros de operações municipais no Brasil. 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/8307/1/000478655-Texto%2bCompleto-0.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2017.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (PBH). **Dados Abertos**. Políticas de Dados Abertos. jun. 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhtrans/informacoes/dados/dados-abertos>. Acesso em: 23 mar. 2018.

RENNÓ, Raquel. Smart cities e big data: o cidadão produtor de dados. **URBS - Revista de Estudos Urbanos y Ciencias Sociales**, Bahia, v. 6, n. 2, p.13-24, nov. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309652563_Smart_cities_e_big_data_o_cidadao_produto_r_de_dados_Smart_cities_and_big_data_the_citizen_as_data-maker. Acesso em: 31 jul. 2017.

REZENDE, D. A. **Planejamento de informações públicas municipais**: guia para planejar sistemas de informação, informática e governo eletrônico nas prefeituras e cidades. São Paulo: Atlas, 2005.

ROCHA, Camilo. CES 2015: o que é a internet das coisas e como ela entrará na sua vida. **Estadão**, São Paulo, jan. 2015. Link. Homem Objeto: máquinas e aparelhos. Disponível em: <http://blogs.estadao.com.br/homem-objeto/o-que-e-a-internet-das-coisas/>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ROZSA, Vitor. *et al.* O paradigma tecnológico da internet das coisas e sua relação com a Ciência da Informação. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 27, n. 3, p. 255-266, set./dez. 2017. Disponível em: www.periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/36975. Acesso em: 13 jun. 2017.

SALM, José Francisco; MENEGASSO, Maria Ester. Os modelos de administração pública como estratégias complementares para a coprodução do bem público. **Revista de Ciências da Administração**, Florianópolis, p. 83-104, set. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2009v11n25p83>. Acesso em: 25 jun. 2018.

SAYÃO, Luís Fernando. Modelos teóricos em ciência da informação: abstração e método científico. **Ciência da Informação**, Brasília, v.30, n.1, jan./abr. p. 82-91, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v30n1/a10v30n1.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2017.

SCHAFFERS, Hans; RATTI, Carlo; KOMNINOS, Nicos. Special Issue on Smart Applications for Smart Cities - New Approaches to Innovation: Guest Editors' Introduction, **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research**, Talca, v. 7, n. 3, dez. 2012. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-18762012000300005. Acesso em: 12 jun. 2017.

SEBRAE. **Você sabe o que é uma Cidade Inteligente?** São Paulo, ago. 2017. Disponível em: <http://inovacaosebraeminas.com.br/cidades-inteligentes-o-que-sao/>. Acesso em: 04 ago. 2017.

SEIJI, Isotani; BITTENCOURT, Ig Ibert. **Dados abertos conectados**. São Paulo: Novatec Editora, 2015.

SKILLING, Hugh. An operational view. **American Scientist**. [S.l.], v. 52, p. 388-396, 1964. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/27839151>. Acesso em: 26 jun. 2017.

STRAPAZZON, Carlos Luiz. Convergência tecnológica nas políticas urbanas: pequenas e médias "cidades inteligentes". **Revista Jurídica**, v. 22, n. 6, p. 89-108, 2011. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/104>. Acesso em: 11 jun. 2017.

TANTATSANAWONG, Panjai; KAWTRAKUL, Asanee; LERTWIPATRAKUL, Wichan. **Enabling future education with smart services**. In: SRII GLOBAL CONFERENCE (SRII), 9., 2011, p. 550-556. **Proceedings [...]**. San Jose: IEEE 2011. Annual IEEE. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5958132>. Acesso em: 21 jun. 2017.

TUCCI, Carlos E. M. Urbanização e recursos hídricos. In: BICUDO, Carlos. E. de M.; TUNDISI, José Galizia.; SCHEUENSTUHL, Marcos C. Barnsley. (Orgs.). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. cap. 7, p. 113-128. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-6820.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2017.

VAN DEN BERG, Leo; BRAUN, Erik. Urban Competitiveness, Marketing and The Need for Organising Capacity. **Urban Studies Journal Limited**, v. 36, n. 5-6, may. p. 987-999, 1999. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/sae/urbstu/v36y1999i5-6p987-999.html>. Acesso em: 12 jun. 2017.

WEISS, Marcos. Cesar; BERNARDES, Roberto. Carlos; CONSONI, Flavia. Luciene. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 310-324, set./dez. 2015. Disponível: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-33692015000300310&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 12 jun. 2018.

ZANDBERGEN, Dorien. "We Are Sensemakers": The (Anti-)politics of Smart City Cocreation. **Public Culture**, Durham, v. 29, n. 3, set. p. 539-562, set. 2017.

Disponível em: <https://doi-org.ez27.periodicos.capes.gov.br/10.1215/08992363-3869596>. Acesso em: 3 out. 2017.