

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Julia Lopes de Oliveira Freitas

**MODELAGEM DE PROCESSOS PARA A
GESTÃO INTELIGENTE DAS INFORMAÇÕES
NO CONTROLE CENTRALIZADO DO TRÁFEGO**

Porto Alegre

2014

Julia Lopes de Oliveira Freitas

**Modelagem de Processos para a Gestão Inteligente das Informações no
Controle Centralizado do Tráfego**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, na área de concentração em Qualidade.

Orientador: Professora Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.

Porto Alegre

2014

Julia Lopes de Oliveira Freitas

**Modelagem de Processos para a Gestão Inteligente das Informações no
Controle Centralizado do Tráfego**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Orientador Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.
Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. José Luis Duarte Ribeiro
Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Cláudio José Müller, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professora Helena Beatriz Bettella Cybis, *Ph.D.* (PPGEP/UFRGS)

Professor André Luiz Barbosa Nunes da Cunha, Dr. (EESC/USP)

Dedicatória

A Manoela e Enrico,
Por quem e para quem
faço o meu melhor.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa de estudos que viabilizou o início dos estudos de mestrado.

À Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC) por acreditar e apoiar o projeto, principalmente aos colegas que fizeram parte do Escritório de Processos: Marconi, Helen, Luciano, Eduardo, Aline, Elton, Luis Carlos, José Augusto, Marcelo e Gerth. Ao Daniel e Ramires pelo suporte e confiança. Aos meus colegas da Programação Semafórica pelo agradável convívio diário e pelas inúmeras conversas que sem dúvida foram muito importantes na construção desta proposta.

Aos representantes do CET-São Paulo, CTAFOR - Fortaleza, EMDEC - Campinas e EPTC - Porto Alegre, pela disposição em participar da pesquisa, contribuindo de forma valiosa ao responder os questionários.

À professora Márcia Echeveste, pela orientação, por acreditar no meu trabalho mesmo com tantas intercorrências, por compartilhar seu conhecimento e me guiar ao mundo científico.

À minha querida família, de sangue ou não, pelo apoio operacional com a Manu no momento mais crítico da pesquisa. Dinda Márcia, Tetê e toda a equipe Fisikids, Jô e Cadu, sem vocês não teria sido possível alcançar meu objetivo, muito obrigada.

Aos meus pais, por serem o exemplo de toda vida de nunca deixar de estudar e aprender. Espero poder ser esse exemplo também para os meus filhos, a quem também devo agradecer por compartilharem e entenderem, tanto fora quanto dentro da barriga, esse momento de dedicação maior à pesquisa.

Ao meu marido, companheiro incansável, que continua sendo tudo que eu duvidei. Sem amor nada seria possível.

RESUMO

O controle centralizado do tráfego tem como objetivo integrar e gerenciar informações, auxiliando na tomada de decisão em tempo real. Devido ao aumento da complexidade da malha viária, principalmente em grandes cidades, muitos estudos têm focado em sistemas de controle de tráfego, incluindo desenvolvimento de novas tecnologias e ferramentas. Para gerenciar essa complexidade, é necessário que as organizações públicas, onde estão inseridos os Centros de Controle de Tráfego (CCT), conheçam e melhorem seus processos, alinhando e integrando-os aos seus sistemas de informação, de maneira a possibilitar o atendimento das demandas de forma eficiente. Nesse sentido, esta pesquisa baseia-se nos conceitos e práticas do *Business Process Management* (BPM) com objetivo de propor um modelo de estruturação dos processos para a gestão inteligente das informações no controle centralizado do tráfego. O trabalho, portanto, se desenvolve ao longo das fases e etapas do ciclo do BPM, contemplando desde o planejamento até a modelagem de processos e apresentando como resultado final uma proposta para um plano de otimização de processos. Assim, para atender ao objetivo principal da pesquisa, o trabalho foi desmembrado em três artigos com níveis crescentes de generalidade: (i) Inicialmente foi apresentada, baseada em estudo de caso, uma aplicação abrangente da metodologia, percorrendo da primeira à terceira fase do ciclo de BPM em que a empresa está apta para executar os processos e seguir para a quarta fase, Controle e Análise de Dados. (ii) O segundo artigo apresenta o detalhamento da segunda fase do ciclo de BPM, que consiste na modelagem e otimização dos processos. Os processos *As Is* foram, então, modelados e analisados para que pudesse ser proposta a melhoria na forma de um macroprocesso *To Be*. (iii) Para embasar a proposição do macroprocesso *To Be*, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, na qual foram compiladas as melhores práticas no tema e verificadas para a realidade brasileira através de entrevista com especialistas. O resultado foi o Mapeamento de Melhores Práticas associado a um Modelo Referência para o Processo de Controle de Tráfego. Em complemento, foram determinadas diretrizes a serem seguidas para a gestão inteligente das informações no controle centralizado do tráfego. Esses resultados definem, portanto, um modelo de referência *To Be* dos processos de trabalho em CCTs. A principal contribuição teórica desta pesquisa é, então, a consolidação de melhores práticas associadas a um Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego, ajustado para a realidade dos CCTs brasileiros. Do ponto de vista prático, a metodologia e os resultados apresentados incentivam a implantação de BPM não só em CCTs, mas em qualquer setor de uma organização pública.

Palavras-Chave: modelagem de processos, *business process management* (BPM), gestão das informações, controle centralizado do tráfego.

ABSTRACT

The centralization of traffic control aims to integrate and manage information, aiding decision making in real time. Due to the increasing complexity of the road network, especially in large cities, many studies have focused on traffic control systems, including development of new technologies and tools. To manage this complexity, it is necessary that public organizations, where the Traffic Control Centers (TCC) are inserted, understand and improve their processes, aligning and integrating them into their information systems in order to enable the fulfillment of demands efficiently. In this sense, this research is based on the concepts and practices of Business Process Management (BPM) in order to propose a structuring model of processes for the intelligent management of information in centralized traffic control. The work, therefore, is developed through the phases and stages of the BPM cycle, covering from planning to process modeling and presenting as the final result a proposal for a process optimization plan. Thus, to meet the main goal of the research, the work was divided into three articles with increasing levels of detail: (i) initially it was presented, based on case study, a comprehensive application of the methodology, that cover from the first to the third phase of the BPM cycle in which the company is able to run the process and move on to the fourth phase, Control and Data Analysis. (ii) The second article presents the details of the application of second phase of the BPM cycle, which consists of modeling and optimization of processes. The processes "As Is" were modeled and analyzed in order to propose improvements through a Macro process "To Be". (iii) To support the proposition of macroprocess "To Be", a systematic review of the literature was applied in order to compile best practices on the subject that were checked for the Brazilian reality through interviews with experts. The result was a Map of Best Practices in association with a Reference Model for Traffic Control Process. In addition to the map, the paper presents guidelines to be followed for the intelligent management of information in centralized traffic control. These results define a reference model "To Be" of work processes in TCCs. From a practical standpoint, the methodology and results presented encourage the deployment of BPM not only in TCCs, but also in any department of a public organization.

Keywords: *process modeling, business process management (BPM), information management, centralized traffic control.*

LISTA DE FIGURAS

Introdução

Figura 1 - Evolução dos Sistemas de Controle de Tráfego.....	20
Figura 2 – Modelo de Maturidade com 5 estágios.....	23
Figura 3 - Ciclo de BPM.....	25
Figura 4 – Modelo de estrutura de utilização de dados de sistemas CTA.....	30
Figura 5 – Delineamento da Pesquisa.....	36
Figura 6 – Estrutura da Dissertação.....	38

Artigo 1

Figura 1 – Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego.....	59
Figura 2 – Modelo de Diagrama para Desenho do Processo <i>As Is</i>	60
Figura 3 – Mapa das Melhores Práticas no Processo de Controle do Tráfego.....	62
Figura 4 – Macroprocesso <i>To Be</i>	63

Artigo 2

Figura 1 - Ciclo de BPM.....	77
Figura 2 – Elementos do BPMN.....	81
Figura 3 – Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego.....	85
Figura 4 – Modelo de Diagrama para Desenho do Processo <i>As Is</i>	89
Figura 5 – Resumo das Atividades e Atores nos processo <i>As Is</i>	90
Figura 6 – Macroprocesso <i>To Be</i>	92

Artigo 3

Figura 1 – Subsistemas do CCT.....	104
------------------------------------	-----

Figura 2 – Resumo dos Resultados da Pesquisa.....	106
Figura 3 – Etapas da Revisão Sistemática.....	107
Figura 4 – Etapa 1 da Revisão Sistemática.....	108
Figura 5 – Ranking dos Termos: bibliometria nos resumos.....	109
Figura 6 – Ranking de Termos X Artigos (recorte do apêndice A)	110
Figura 7 – Estrutura Preliminar do Modelo de Referência.....	112
Figura 8 – Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego.....	123
Figura 9 – Mapa das Melhores Práticas no Processo de Controle do Tráfego.....	125

LISTA DE QUADROS

Introdução

Quadro 1 – Metodologia <i>Gressus</i> para implantação de BPM.....	33
--------------------------------------------------------------------	----

Artigo 1

Quadro 1 – Comparativo Gestão Funcional X Gestão por Processos.....	45
Quadro 2 – Metodologia <i>Gressus</i> para implantação de BPM.....	50
Quadro 3 – Planejamento do Escritório de Processos da CECOMM - EPTC.....	57
Quadro 4 – Plano de Ação CECOMM-EPTC.....	65

Artigo 2

Quadro 1 – Roteiro para Estudo de Caso.....	82
Quadro 2 – Planejamento do Escritório de Processos da CECOMM - EPTC.....	86
Quadro 3 – Processos Primários CECOMM.....	88
Quadro 4 – Fontes de Informação em CCTs.....	88

Artigo 3

Quadro 1 – Fontes e Tipo de Informações relacionadas gerenciadas pelos CCTs.....	121
Quadro 2 – Problemas e Soluções para os CCTs.....	122

LISTA DE TABELAS

Artigo 3

Tabela 1 – Classificação de Melhores Práticas segundo Índice de Repetibilidade.....	111
Tabela 2 – Distribuição dos Respondentes.....	115
Tabela 3 – Perfil dos Respondentes.....	116
Tabela 4 – Classificação de Melhores Práticas segundo Índice de Importância.....	118
Tabela 5 – Classificação Final das Melhores Práticas.....	119
Tabela 6 – Confirmação das Hipóteses.....	120

SUMÁRIO

Capítulo I	13
INTRODUÇÃO	13
1.1 Motivação	14
1.2 Contexto de Pesquisa	15
1.3 Problema de Pesquisa	27
1.3.1 Questões de Pesquisa	34
1.3.2 Objetivos de Pesquisa	34
1.4 Delineamento da Pesquisa e Estrutura da Dissertação	35
1.5 Delimitações da Pesquisa	39
Capítulo II	40
ARTIGO 1	40
Capítulo III	73
ARTIGO 2	73
Capítulo IV	100
ARTIGO 3	100
Capítulo V	134
COMENTÁRIOS FINAIS	134
5.1 Conclusões	135
5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros	137
REFERÊNCIAS	139
APÊNDICE	150

I

INTRODUÇÃO

O propósito deste capítulo é apresentar e justificar o tema do presente trabalho. Inicia-se com a exposição da **motivação do estudo**, seguida pela **contextualização** e **identificação dos problemas de pesquisa**. A partir desta última, foram desdobrados os **objetivos** e **questões de pesquisa** que fazem o delineamento da **estrutura de trabalho**, que é apresentada no item subsequente. Por fim, são expostas as **delimitações** desta dissertação.

1.1 Motivação

O interesse inicial para o desenvolvimento desta pesquisa deve-se à experiência profissional da autora em empresa pública de transporte e circulação, gestora da **mobilidade urbana**. Atuando na área de **controle do tráfego** foi possível estabelecer a premissa de que, nesse âmbito, as **informações** constituem um dos principais e mais importantes insumos de trabalho. Estas informações assumem diversas formas, advindas e demandadas de diversas fontes, que, por sua vez, as necessitam em diversos níveis de detalhamento.

Identifica-se, portanto, que essas informações devem ser gerenciadas de maneira inteligente para que o controle do tráfego atenda o seu propósito essencial: retornar ao sistema de circulação de veículos ações que resolvam as demandas tão dinâmicas que a cidade apresenta no dia a dia. Através dessas ações, deve ser possível gerenciar o fluxo de veículos nas vias, melhorando as condições de fluidez e segurança no que tange a mobilidade urbana.

Portanto, este trabalho de pesquisa foi inicialmente incentivado por uma investigação acadêmica acerca de meios que possam embasar uma **Gestão Inteligente das Informações** dentro da realidade do controle centralizado do tráfego. Assim, a partir da exploração inicial desse tema, constatou-se que as informações necessitam, em primeira instância, de filtragem, organização e classificação e, só depois disso, poderão ocorrer o controle e gerenciamento propriamente ditos. Para tanto, **o passo inicial deve ser entender os processos de trabalho que as geram e de que forma repassam essas informações.**

A partir dessa realidade, a **Gestão de Processos** encaixou-se no escopo do trabalho, através do estudo de uma abordagem administrativa, chamada de **Gestão por Processos de Negócios**, tradução do inglês **Business Process Management (BPM)**. O assim denominado **BPM** tem ampla aplicabilidade no setor privado, desde o início dos anos 90, porém, muitos estudos atuais (MARIANO, 2013; PINA & OLIVEIRA, 2013; BRANDI, 2013) têm contribuído para corroborar a adequabilidade desse tipo de gestão também em

instituições públicas no contexto brasileiro, mesmo que essa aplicação não seja comumente citada na literatura de referência.

Portanto, foi identificada a excelente oportunidade de aprofundar estudos na utilização do **BPM em organizações públicas** dentro realidade de uma empresa existente, trabalhando em paralelo duas áreas do conhecimento de interesse da autora: **Engenharia de Tráfego e Engenharia de Processos**. A utilização de conhecimentos tanto científicos como da prática profissional é construtiva e proveitosa nos dois sentidos. Esse intercâmbio é interessante e útil na medida em que possibilita a implantação de um processo de melhoria baseado em tendências atuais das organizações privadas em um ambiente público, geralmente menos aberto à inovação. Mesmo que a aplicação ocorra em apenas um setor da empresa, pode servir de referência tanto para ela mesma, quanto para outros âmbitos com configurações organizacionais similares.

1.2 Contexto de Pesquisa

Os problemas de mobilidade urbana apresentados pelas cidades têm origens e naturezas diversas. Entre as questões que mais afetam a qualidade de vida nos centros urbanos, certamente os aspectos relacionados à mobilidade têm impacto significativo, especialmente no que se refere ao aumento dos custos e tempos de viagem, poluição atmosférica, ruído, acidentes de trânsito, fragmentação do espaço urbano, entre outros. As preocupações relacionadas aos transportes e à mobilidade são, portanto, de especial interesse para o desenvolvimento urbano sustentável (COSTA, 2008).

O Governo Federal do Brasil, através do Ministério das Cidades, mais especificamente da SEMOB (Secretaria Nacional de Transporte e Meio Ambiente), está reunindo esforços em busca de um plano de gestão integrada da mobilidade urbana, dentro da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável (PNMUS). Essa política está fundamentada no princípio de articulação entre políticas públicas de transporte e trânsito, política nacional de mobilidade urbana sustentável e política de desenvolvimento urbano e meio ambiente (BRASIL, 2004).

A realidade é que o rápido crescimento das cidades brasileiras e a falta de adequação do sistema viário às grandes modificações ocorridas no uso/ocupação do espaço urbano, juntamente com o aumento da frota de veículos particulares, tem gerado congestionamentos cada vez mais extensos, acarretando maiores tempos de viagens, consumo de combustível, emissão de poluentes, acidentes e demais impactos negativos do trânsito. A solução habitual para o problema dos congestionamentos é a expansão física das vias, que, apesar de produzir um efeito positivo e imediato sobre a capacidade da malha viária, não assegura por si só a melhoria da qualidade dos serviços. Além disso, a expansão de uma via acaba por utilizar espaços que poderiam ser ocupados por áreas verdes ou de lazer, degradando a qualidade de vida dos habitantes nos centros urbanos (PEREIRA, 2005).

Nesse contexto, medidas alternativas à ampliação das vias têm sido tomadas para melhor utilizar o sistema viário. Alguns exemplos são a priorização do transporte coletivo, desestímulo ao uso do automóvel, ampliações e melhorias nos transportes de massa, implantação de pedágios urbanos e melhor integração entre modos de transporte público. Além destas medidas, diversos países implantaram **Sistemas de Controle do Tráfego de Veículos**, buscando a otimização do uso da infraestrutura viária. Esses sistemas têm como principal objetivo gerenciar o fluxo de veículos na malha viária por meio de, dentre outros instrumentos, sincronismo e eficiência no controle de sinais de tráfego, minimizando o problema de congestionamento urbano e suas consequências. (MORAIS; GEYER, 2000)

Os sistemas de controle eletrônico do tráfego de veículos fazem parte dos **Sistemas Inteligentes de Transportes** (SIT ou ITS – de *Intelligent Transportation Systems*), que consistem em uma ampla gama de tecnologias de comunicação, de controle e de eletrônica que, integradas à infraestrutura do sistema de transportes aos veículos, têm a finalidade de melhorar as condições de fluidez e segurança para motoristas e pedestres (PEREIRA, 2005).

Nesse sentido, o Governo Federal, através das Diretrizes Estratégicas do Fundo Setorial de Desenvolvimento do Ministério da Ciência e Tecnologia, considera como prioritárias,

dentro do CT-Transportes, as ideias e propostas que contribuam para tópicos como (MCT, 2002):

- **Fluidez e segurança** de trânsito visando à redução de suas externalidades;
- Desenvolvimento e aplicação de **Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)**;
- Melhoria das infraestruturas existentes por meio de introdução de novas **tecnologias de controle e manutenção**;

A evolução tecnológica do controle de tráfego no mundo, segundo os principais autores desta matéria, foi certamente um passo importante para a sociedade organizada (TRINDADE FILHO, 2002). Já na época de seu surgimento, previa-se que os sistemas fossem **centralizados** e, além do controle dos semáforos, executassem o controle de mensagens, monitorassem estacionamentos de veículos, e proovessem a priorização para o transporte público e veículos de emergência como bombeiros, ambulância e polícia (CLOWES, 1986).

Atendendo à demanda de centralizar o gerenciamento da mobilidade urbana, começam a surgir os **Centros de Controle de Tráfego (CCT)**, sendo normalmente compostos de diversos subsistemas, dependendo da sua abrangência e complexidade. Os subsistemas mais comumente encontrados, expostos a seguir segundo Trindade Filho (2002), são a Central de Controle de Tráfego em Área (CTA), a Central de Rádio e Telefone, o Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e o Sistema de Painéis de Mensagens Variáveis (PMV).

Central de Controle de Tráfego por Área (CTA)

É um conjunto composto de softwares dedicados, microcomputador, impressora, nobreak, monitores. Este subsistema é responsável por realizar a **interface entre o operador e os equipamentos de controle semafórico**, como controladores de tráfego e detectores. Tem como funções principais manter informações de configurações e parâmetros dos equipamentos, manter e atualizar um banco de dados com informações operacionais e de falhas do sistema, manter e atualizar um banco de dados com planos pré-definidos e com informações coletadas de detectores, realizar a escolha de planos e/ou realizar cálculos dos tempos semafóricos quando em sistemas realimentados.

Essencialmente existem dois tipos básicos de semáforos para uso geral: tempo fixo (*fixedtime*) e atuado por veículos (*vehicle-actuated*).

Central de Rádio e Telefone

Composta de um sistema de **comunicação via rádio**, para estabelecer contato com os diversos agentes que interagem com o trânsito na cidade, por exemplo: fiscais de trânsito, técnicos da manutenção, engenheiros de planejamento, engenheiros de tráfego, operadores da central, etc. Através deste sistema é possível a troca de informações ágil e segura facilitando as operações no trânsito de forma mais eficiente, sejam sobre falhas nos semáforos, congestionamentos imprevisíveis, incidentes com veículos, acidentes, etc. Um **telefone** normalmente é colocado à disposição dos usuários da comunidade para que estes agentes sejam contatados pelos usuários de sistema, para solicitar informações, reclamações, como também informar sobre as possíveis ocorrências já citadas.

Circuito Fechado de Televisão (CFTV)

O CFTV permite verificar em **tempo real** como está a situação no trânsito naquele momento. As **imagens** obtidas podem ser gravadas para manter registros 24 horas do dia e normalmente são disponibilizadas para os usuários do sistema (motoristas, etc) através dos canais abertos de televisão, canais pagos, ou ainda através da internet em site da própria prefeitura ou órgão de controle de tráfego. Boletins informativos também podem ser transmitidos via rádio (AM/FM) a partir das informações recebidas por estas imagens, além de outros dados, relativos à melhoria viária.

Painéis de Mensagem Variável (PMV)

Os painéis de mensagens variáveis são dispositivos de controle de tráfego auxiliares que, instalados nas principais rotas ou vias de acesso a regiões de grande fluxo de trânsito, têm a função de **informar através de mensagens**, os motoristas sobre condições do tráfego, como ocorrência de acidentes, congestionamentos, rotas alternativas, trânsito interrompido, enchentes, entre outros. As mensagens utilizadas podem ser reprogramadas a partir do centro de controle que possui as informações atualizadas das condições do trânsito e as repassa aos motoristas. As mensagens devem conter informações relevantes sobre o trânsito, serem curtas e claras para estimular uma

tomada de decisão correta. A utilização de diferentes cores nas mensagens também pode influir nas decisões a alertar motoristas de perigos.

A evolução dos sistemas de controle centralizados no Brasil começou com a iniciativa da CET-SP (Companhia de Engenharia de Tráfego do Município de São Paulo) que na década de 80 iniciou a implantação do projeto SEMCO. Ainda nesta década, a cidade de Curitiba já contava com um sistema centralizado com características semelhantes. Já na década de 90, a cidade do Rio de Janeiro iniciou a implantação de seu CTA e criou para gerenciá-lo a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-Rio, 2001). Nos anos seguintes era então a vez de cidades como Porto Alegre, Belo Horizonte e Vitória. Em todos os casos, a iniciativa inicial foi a implantação do subsistema de controle de tráfego em área (CTA), geralmente voltado ao gerenciamento de rede de semáforos programados a tempos fixos.

Já no início da década passada, Trindade Filho (2002) observava que várias cidades do Brasil estavam investindo na implantação e incremento de Centros de Controle de Tráfego (CCT). Percebia-se à época que os investimentos, na sua grande maioria, estavam focados principalmente em sistemas de supervisão e operação e baseados em tecnologia nacional.

Com o passar do tempo, os CCTs vão adquirindo uma maior complexidade e outros dispositivos começam a ser agregados. Uma importante mudança foi a inserção do usuário, como receptor de informações e tomador de decisões. Consequentemente, o fluxo de dados e informações tornou-se mais complexo, conforme ilustrado na figura 1(c).

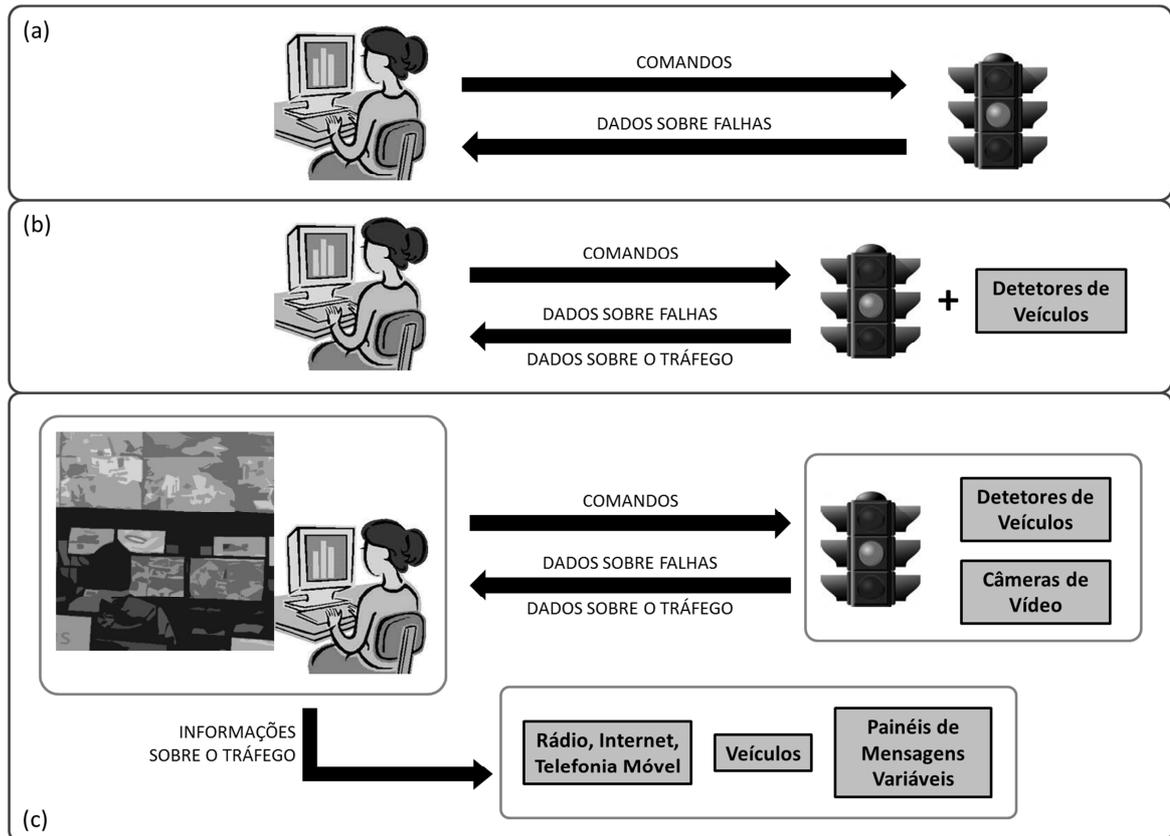


Figura 1 - Evolução dos Sistemas de Controle de Tráfego - Fonte: Pereira (2005)

Pereira (2005) ressalta que, tanto sistemas mais simples, como o ilustrado na figura 1(a), quanto sistemas mais sofisticados como os das figuras 1(b) e figura 1(c) têm sido empregados concomitantemente, pois cada um deles é adequado para diferentes situações. Portanto, observa-se que o fluxo de informações tem-se tornado cada vez mais complexo no âmbito do controle eletrônico do tráfego.

Os avanços tecnológicos e o desenvolvimento dos Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) nas últimas duas décadas fizeram com que houvesse um crescimento nos níveis de automação de processos de controle de tráfego e dentro desses processos está também a coleta de dados. Surgiu, então, a possibilidade da utilização de dados coletados de forma automatizada para fins tais como disseminação de informações em tempo real e para a formação de bases de dados sobre o tráfego (PEREIRA, 2005).

A **Engenharia de Transportes** é, então, a área do conhecimento que abrange planejamento e gestão dos sistemas inteligentes de transportes (ITS). O *Institute of Transportation Engineers* (ITE) define como uma aplicação de tecnologias e de princípios

científicos para o planejamento, o projeto funcional, a operação, e o gerenciamento da infraestrutura para qualquer modo de transporte para prover um movimento de pessoas e bens mais seguro, rápido, confortável, conveniente, econômico e ambientalmente compatível (ROESS *et al.*, 1998).

A **Engenharia de Tráfego** é definida pelo ITE como a parte da engenharia de transportes que trata do **planejamento, do projeto geométrico e das operações de tráfego em ruas, avenidas e rodovias, suas redes, terminais, suas áreas lindeiras e sua relação com os outros modos de transporte** (ROESS *et al.*, 1998). O objetivo principal é assegurar o movimento seguro, eficiente e conveniente de pessoas e bens. Diferentemente das outras áreas da Engenharia, deve considerar problemas e necessidades que não dependem apenas de fatores físicos, mas frequentemente incluem o comportamento humano do motorista e do pedestre e suas inter-relações com a complexidade do ambiente. Ainda, segundo relatos de profissionais do corpo técnico de diversas empresas gestoras do tráfego no Brasil, outra variável recorrentemente incluída na tomada de decisão por parte do engenheiro trata das pressões políticas, já que geralmente essas empresas estão ligadas a órgãos públicos.

Vistos os diversos fatores - incluindo fluxo de grande diversidade de informações e dados - que devem ser considerados no planejamento e controle do tráfego, infere-se ser altamente necessária uma estratégia de gestão que suporte e controle todas as nuances do complexo sistema. Estando a engenharia de tráfego no âmbito da **Administração Pública**, deve seguir a primeira finalidade das organizações desse tipo, que é a de prestar com qualidade, eficácia e democracia, os serviços e atender as demandas que lhe são legalmente requeridas pela sociedade, em benefício da cidadania e da dignidade da pessoa humana (BRAGA, 1998). Enquanto organizações privadas têm o lucro como objetivo principal, as organizações públicas devem ser guiadas pela gestão eficiente dos recursos tributários coletados de forma a atender com maior eficácia ao bem comum, gerando melhores resultados para a sociedade (PINTO *et al.*, 2008). Essa realidade gera uma crescente preocupação dos gestores públicos em dar uma melhor visão da aplicação de seus recursos, seja racionalizando os gastos ou agilizando a prestação dos serviços para a população (CATELLI; SANTOS, 2004).

Na década de 1990, a gestão pública no Brasil passou por grandes mudanças conceituais. Essas mudanças – reflexo de demandas da própria sociedade, que passou a reivindicar maior eficiência e eficácia na aplicação dos recursos públicos e mais transparência na aplicação das verbas - inevitavelmente levaram o Estado brasileiro a adotar novos mecanismos de gestão, voltados à implantação de processos de melhoria contínua, de planejamento, de avaliação e de prestação de contas das atividades desenvolvidas pelas unidades integrantes da Administração Pública, direta e indireta (BRANDI, 2013).

Segundo Pinto Filho (2012), os novos objetivos dos gestores públicos, bem como da sociedade, podem ser atingidos através da gestão eficiente dos processos de negócios da organização, utilizando-se de uma abordagem administrativa - surgida nos anos 90 - chamada de **Gestão por Processos de Negócios**, tradução do inglês **Business Process Management (BPM)**. Nesse sentido, **BPM** surge como alternativa para atender, também no âmbito público, a complexidade organizacional, a crescente exigência quanto à transparência nos negócios e aumento das transações através da Tecnologia da Informação. De acordo com Smith e Fingar (2007), essa abordagem veio para suprir as deficiências que os modelos de Gestão de Processos demonstram ao longo da história, desde o excesso de formalismo até a falta de linguagem padronizada para representar e mapear processos.

O *Software Engineering Institute* classifica a evolução da padronização e da melhoria das empresas através do “modelo de maturidade de processos”. Segundo o modelo desenvolvido, as empresas passam por diferentes graus, identificados em cinco níveis, até atingir a maturidade (CROW, 2001; PATTERSON, 1993). A figura 2 ilustra a comparação da baixa e da alta maturidade apresentada por Baldam *et al.* (2009), Jeston; Nelis (2008) e Brandi (2013).

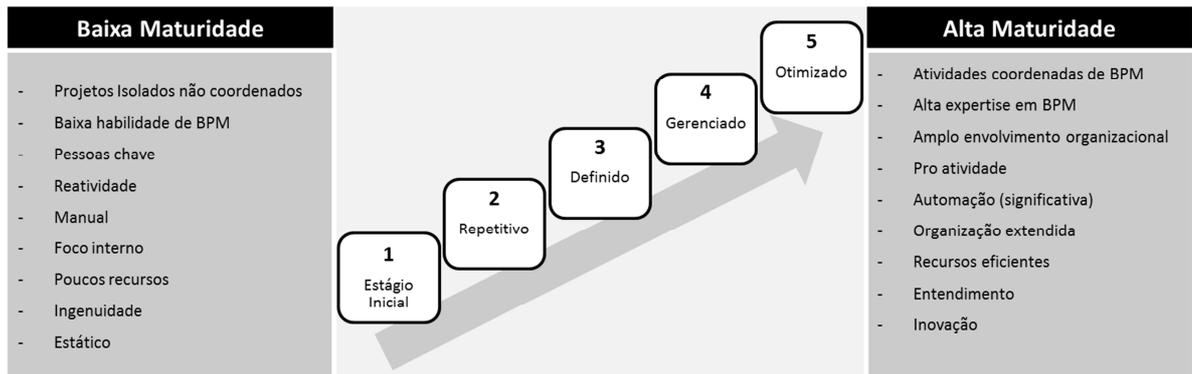


Figura 2 – Modelo de Maturidade com 5 estágios - Fonte: Brandi, 2013

Os graus de maturidade, resumidamente, representam: (1) estado inicial (imaturo), onde a organização convive com a instabilidade em seus processos de desenvolvimento das tarefas; (2) processo repetitivo (intuitivo), dependente dos indivíduos que trabalham por memória ou simplesmente repetem o padrão que vem sendo executado; (3) nível da definição do processo, onde documentos são organizados para auxiliarem e padronizar os processos; (4) nível do gerenciamento do processo, onde equipes utilizam medidas para monitorar o processo e corrigir desvios do alvo; aqui, variações do processo podem ser distinguidas das variações aleatórias, e (5) nível da otimização (maturidade), onde o processo passa por contínuas melhorias, as equipes medem os aspectos críticos do processo que apontam onde as melhorias podem ser realizadas e, após as ações serem tomadas, é avaliado se estas foram efetivas.

Cada empresa atualmente se encontra em algum desses estágios e pode decidir passar para outro estágio que seja mais adequado às suas operações e perspectivas. Algumas empresas realmente evoluem de um estágio para outro ao longo de um trajeto. Outras passam diretamente de uma posição pouco evoluída para outra bem mais avançada. Nessa ótica, é importante que se tenha um quadro de referência que auxilie na avaliação do estágio de evolução da empresa em direção à organização por processos. (BRANDI, 2013; GONÇALVES, 2000).

De acordo com o guia BPM CBOK (2009), principal referência sobre a metodologia BPM, a prática de gerenciamento por processos de negócio pode ser caracterizada como um ciclo de vida contínuo (processo) de atividades integradas: planejamento, análise, desenho e modelagem, implementação, monitoramento e refinamento. Brandi (2013) resume essas etapas como segue:

A fase **planejamento** estabelece a estratégia e o direcionamento da gestão por processos de negócios. Identifica papéis e responsabilidades organizacionais, patrocínio executivo, metas, expectativas de medições de desempenho e metodologias. Caso se espere que atividades transformadoras significativas possam ocorrer, são analisadas mudanças organizacionais em áreas estratégicas.

A fase **análise** de processos de negócio incorpora várias metodologias com a finalidade de entender os atuais processos organizacionais no contexto das metas e objetivos desejados.

A fase de **desenho e modelagem** de processo consiste na produção de descrições minuciosas para processos de negócio novos ou modificados referentes aos objetivos de negócio, objetivos de desempenho de processo, fluxo de trabalho, aplicações de negócio, plataformas tecnológicas, recursos de dados, controles financeiros e operacionais, e integração com outros processos internos e externos.

A etapa de **implementação** é a fase que tem por objetivo realizar o desenho aprovado do processo de negócio na forma de procedimentos e fluxos de trabalho documentados, testados e operacionais, prevendo também a elaboração e execução de políticas e procedimentos novos ou revisados.

A etapa de **monitoramento e controle** de processos de negócios fornece a informação necessária para que gestores de processo ajustem recursos a fim de atingir os objetivos dos processos. A análise de informações sobre o desempenho do processo pode resultar em atividades de melhoria, redesenho ou reengenharia.

A etapa de **refinamento** ou transformação é responsável pela transformação dos processos, implementando o resultado da análise de desempenho. Ela ainda trata de desafios associados à gestão de mudanças na organização, à melhoria contínua e à otimização de processos.

Existem muitas propostas de modelos de como aplicar a Gestão de Processos em uma organização, servindo para orientar a aplicação prática. O modelo clássico de Harrington (1997) divide a implantação da Gestão de Processos em cinco fases. Müller (2003),

baseando-se em Harrington e outros autores, construiu um modelo com sete fases. Dentre os modelos mais modernos está o de Smith e Fingar (2007), que propõem um ciclo de vida dividido em oito etapas.

Os modelos propostos anteriormente convergem em vários pontos desde conteúdo até a sequência da aplicação, o que varia entre eles é a ênfase dada a cada etapa. O modelo criado por Baldam *et al.* (2009) baseia-se nos modelos anteriores. Porém, ele reduz o número de etapas, englobando nessas as ferramentas necessárias de maneira adequada, simplificada para a implementação da metodologia BPM. O ciclo do BPM proposto por Baldam *et al.* (2009) está estruturado de acordo com a figura 3.

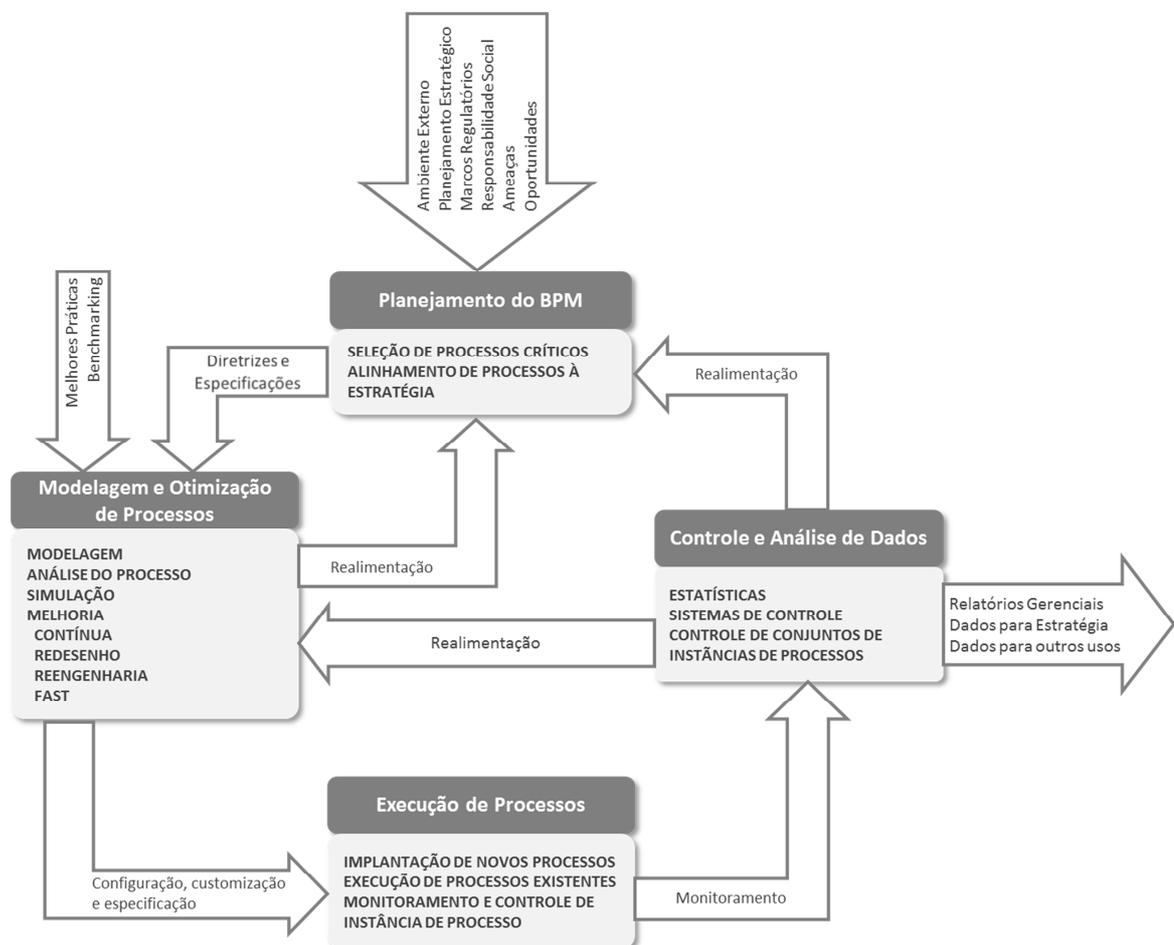


Figura 3 - Ciclo de BPM - Fonte: Baldam *et al.* (2009)

A metodologia BPM propõe, em resumo, conhecer, melhorar, automatizar e adequar os processos de negócio de forma a apoiar as atividades administrativas (ABPMP, 2009). Vários estudos vêm sendo conduzidos acerca da abordagem de gestão por processos de negócio no âmbito das organizações públicas (GONG E JANSSEN, BATISTA, KANUFRE;

REZENDE; VIEIRA, 2011; FIEL FILHO, 2010; GUERRINI, 2009; SOMMER; GULLEDGE, 2002), inclusive propondo e testando metodologias em estudos de caso (BRANDI, 2013; PINA & OLIVEIRA, 2013).

A busca da eficiência organizacional através da melhoria dos processos está sendo considerada como uma alternativa real pelo Governo Federal em iniciativas voltadas a este fim. Pode-se destacar o Projeto Esplanada Sustentável, que tem por objetivo principal incentivar órgãos e instituições públicas federais a adotarem modelo de gestão organizacional e de processos estruturado na implementação de ações voltadas ao uso racional de recursos naturais, promovendo a sustentabilidade ambiental e socioeconômica na Administração Pública Federal (Projeto Esplanada Sustentável, 2014). Além deste, a Carta de Serviços ao Cidadão que dispõe da simplificação do atendimento ao cidadão e o alinhamento da visão de processos à de dados, viabilizando a implementação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) mais racionais e integradas, foco do e-Gov - Governo Eletrônico (BRASIL, 2009).

Reforçando o papel do e-GOV e a mudança de paradigma em matéria de transparência pública recentemente entrou em vigor a Lei de Acesso a Informação (LAI) que obriga órgãos e instituições públicas a fornecerem informações sobre seus processos de modo a fortalecer a participação do cidadão, permitindo o acesso e conhecimento dos seus direitos essenciais (BRASIL, 2011). Portanto, é fato que o momento atual se caracteriza pela real demanda do Governo Federal visando à integração de seus órgãos e entidades, sejam na simplificação no trânsito e recuperação de documentos, atestados e certidões emitidas em âmbito federal; seja na premissa de reuso de dados e integração como forma de viabilizar e garantir integridade, atualidade e legalidade das informações necessárias a estes processos, que alicerça a desburocratização e que, a partir da Carta de Serviços ao Cidadão, estabelece o compromisso do Governo Federal com a qualidade dos serviços prestados pelos órgãos ou entidades (PINA; OLIVEIRA, 2013; GESPÚBLICA, 2011).

1.3 Problema de Pesquisa

O problema da mobilidade urbana na maioria das grandes cidades deve-se, principalmente, ao aumento progressivo da frota de veículos em circulação somado à impossibilidade de se implementar no mesmo ritmo a oferta de capacidade viária. Uma alternativa para controlar este desequilíbrio e reduzir os custos associados aos congestionamentos tem sido a adoção de sistemas centralizados para o controle eletrônico do tráfego (TRINDADE FILHO, 2001).

O controle eletrônico de tráfego surgiu com o aumento dos problemas de trânsito nas cidades, como os congestionamentos e os acidentes, que provocam uma série de consequências negativas para a sociedade. Conforme classificado por Pereira (2005), os dispositivos empregados nesse controle possuem diferentes funções: coleta de dados, armazenamento e processamento dos dados, informação aos usuários, além daqueles empregados para o controle propriamente dito, como os semáforos. Através destes, é possível gerenciar o fluxo de veículos nas vias, melhorando as condições de fluidez e segurança no tráfego urbano.

Diante dessa realidade, algumas capitais brasileiras, como São Paulo, Rio de Janeiro, Fortaleza e Porto Alegre têm implantado Centros de Controle do Tráfego Urbano (CCTs) para promover uma gestão mais eficiente e eficaz dos deslocamentos viários (LOUREIRO *et al.*, 2002). Meneses *et al.* (2003) definem que esses sistemas promovem o monitoramento e a otimização da circulação viária, viabilizando a mitigação do congestionamento urbano por meio de aumento de capacidade viária, podendo contribuir também para a redução da emissão de poluentes, do número de acidentes, do atraso e do tempo de viagem dos usuários da rede viária urbana.

A implantação dos Centros de Controle de Tráfego nas principais cidades brasileiras deu-se isoladamente em cada uma delas, sem uma padronização ou orientação em âmbito federal. Dessa forma, diferentes estratégias e softwares de controle são empregados e há casos como o da cidade de São Paulo, onde o controle de tráfego foi implantado em várias etapas, utilizando softwares de diferentes fabricantes e diferentes estratégias (TRINDADE FILHO, 2001).

Nesse sentido, Pereira (2005) corrobora que as aplicações de controle de tráfego no Brasil ainda são isoladas, não havendo uma padronização dos sistemas de controle adotados. Nos Estados Unidos e na Europa, ao contrário, os órgãos responsáveis por este controle têm tomado medidas para a padronização dos símbolos, equipamentos e softwares utilizados. Meneses *et al.* (2003) ressaltam que faz-se necessário avaliar a eficiência e a eficácia da operação destes sistemas, por meio de indicadores de desempenho capazes de medir as condições de congestionamento da malha viária urbana, bem como dos processos internos dos CCTs.

Além disso, a utilização relativamente pequena de detectores de veículos nos sistemas de controle de tráfego brasileiros, o emprego efetivo de softwares para controle do tráfego em poucas cidades e o pouco armazenamento dos dados coletados por detectores são fatos que mostram que há ainda muito a ser estudado e desenvolvido no Brasil em termos de controle de tráfego, segundo Pereira (2005).

De acordo com *INSTITUTION OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION* (IHT, 1987) e WOOD (1993), os sistemas CCT possibilitam incorporar outras aplicações potenciais para a gestão urbana, tais como:

- a) Rede de informação ao usuário, disseminando informações por meio de painéis de mensagens variadas;
- b) Monitoramento de congestionamento e incidentes do tráfego, por meio de sistemas de câmera de vídeo e de detecção automática de incidentes;
- c) Gestão de estacionamentos, minimizando a circulação de veículos em busca de vagas para estacionamento;
- d) Prioridade para o transporte coletivo e veículos de emergência, o que minimiza tempo de espera e aumenta a confiabilidade destes sistemas;
- e) Criação e manutenção de bases de dados do tráfego, as quais subsidiam atividades de planejamento de transportes.

Pela natureza, o controle e planejamento do tráfego estão intimamente relacionados e dependentes de dados intrinsecamente dinâmicos. As atividades humanas envolvem entidades que alteram sua localização no espaço e duração no tempo (ICHIKAWA *et al.*, 2002). A população, as atividades econômicas e as facilidades de transportes mudam seu estado, configurações e valores de atributo ao longo do tempo. Isto caracteriza o aspecto dinâmico das condições do tráfego urbano, nas dimensões espacial e temporal (PARET *et al.*, 1999). O comportamento do trânsito de veículos nas vias não é regular nem totalmente previsível, apesar de ser possível descrever e prever determinados padrões de comportamento de acordo com o horário do dia ou época do ano, por exemplo.

O controle de uma rede complexa de vias depende de informações não só dinâmicas, mas demandadas e oriundas das mais diversas fontes, sob diferentes formas. Para ocorrer de forma eficiente, percebe-se latente a necessidade de uma estratégia que auxilie na gestão dessas informações. Conforme corroborado por Pereira (2005), essas informações têm potencial para constituir um rico e diversificado banco de dados, que poderia ser traduzido em, por exemplo, registro, histórico e diretrizes, úteis tanto para operações em tempo real quanto para ações futuras de planejamento. Porém, necessitam de filtragem, organização, classificação e gerenciamento. Sem isso, perdem sua função e, mais do que isso, complicam o processo de trabalho e a influência é direta na fluidez viária da cidade como um todo.

A figura 4 mostra a estrutura de uso de dados de subsistemas controle de tráfego em área (CTA), apresentada por Shladover (2002) apud Meneses (2003). Este modelo abrange tanto o controle do tráfego, como serviços de informação ao usuário e a gestores públicos.

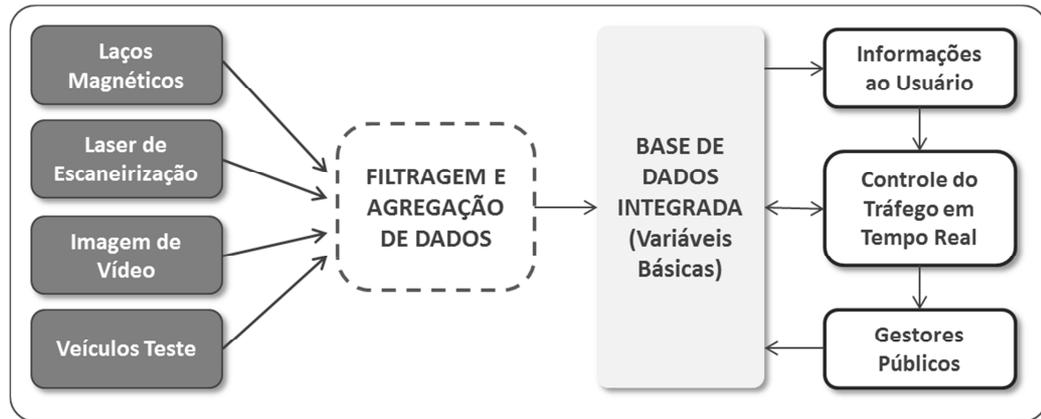


Figura 4 – Modelo de estrutura de utilização de dados de sistemas CTA – Shladover (2002)

Conforme a figura 4, os dados coletados por diferentes sensores necessitam ser filtrados e agregados. A filtragem elimina discrepâncias e melhora a confiabilidade dos dados, sendo fundamental para o sucesso de futuras aplicações (COIFMAN, 1998). Já a agregação integra dados em diferentes escopos e níveis de agregação espacial e temporal, bem como distintos graus de precisão e disponibilidade, segundo as necessidades dos usuários (DAHLGREN *et al.*, 2002).

Pereira (2005) pontua que a estrutura proposta acima integra diferentes agentes de um sistema de transporte, que atuam na disseminação e uso de informações sobre o tráfego urbano. Esta disponibilidade cruzada de informações favorece o uso eficiente da rede viária pelos usuários, a gestão eficaz do tráfego urbano pelos técnicos, assim como a alocação eficiente de investimentos no sistema viário por parte dos gestores públicos.

Por estar o controle de tráfego de uma cidade usualmente inserido no âmbito de uma organização pública, geralmente municipal, deve-se considerar ainda que o sistema de gestão apresenta peculiaridades e deficiências específicas que o diferencia das organizações privadas. Porém, percebe-se que a gestão pública atualmente enfrenta desafios semelhantes aos das organizações privadas. Há a necessidade de estruturar e aumentar a transparência nos seus processos ao mesmo tempo em que encontram barreiras e problemas, tais como: não utilização ou utilização de muitos métodos de maneira desordenada, falta de padronização, falta de alinhamento da iniciativa com a estratégia, resistência à mudança, falta de comprometimento, ferramentas inadequadas e baixa integração (ROSEMANN, 2005).

A atual sociedade assiste a um processo de reorganização da sua forma de desenvolvimento dominante, que passa do modelo industrial para o modelo baseado em informações, formando uma nova arquitetura tecnológica, econômica, política, organizacional e de gestão coletiva (BRANDI, 2013). Segundo Antunes e Mourão (2011), a melhoria de processos é uma necessidade intrínseca para que as organizações respondam às mudanças que ocorrem constantemente em seu ambiente de atuação, bem como mantenham o nível competitivo de seus serviços. Nesse contexto, os processos possuem papel central nas organizações, forçando que essas alinhem suas estratégias e se organizem gradualmente de forma orientada para processos.

Seguindo essa linha de pensamento, pode-se entender porque, atualmente, uma das preocupações das empresas é formalizar e padronizar seus procedimentos e, na mesma ordem, acompanhar, através de indicadores, este processo (ECHEVESTE, 2003). Assim como concluiu Deming (1990), a medição dos processos deve ser subsequente à sua padronização. A realidade é que muitas empresas querem organizar-se por processos, mas não têm uma noção clara dos passos a seguir e das providências que devem ser tomadas para tanto. Outras não estão certas da decisão a tomar a respeito de sua estruturação por processos, e podem beneficiar-se de um raciocínio que as ajude a decidir (GONÇALVES, 2000).

Fiel Filho (2010, p.133) relata que: “As organizações se estruturam de acordo com o funcionamento das sociedades organizadas, isto é, através de hierarquia. É muito comum nas organizações a existência de organogramas que determinam a linha de comando vertical, dividida em departamentos e setores. Essa forma de estruturação, denominada funcional, tem sobrevivido por séculos, mesmo apresentando sérios problemas.” Esse tipo de estrutura ainda pode ser observado na maioria das organizações públicas brasileiras atualmente. Nesse sentido, Brandi (2013) complementa que a gestão pública apresenta visão fragmentada entre as divisões hierárquicas, relacionamento pouco direcionado para o ambiente externo, avaliação de desempenho fortemente centrada no desenvolvimento individual e utilização de tecnologia suportada por sistemas de informação com foco em áreas funcionais.

Brandi (2013) pontua que a abordagem por processos de negócios no setor público ainda é tratada de forma muito incipiente em relação ao setor privado. O setor privado é abastecido de diversas pesquisas, artigos e estudos de caso sobre *Business Process Management* (BPM). A gestão por processos tem sido citada em inúmeras obras acadêmicas focadas principalmente em organizações privadas. A compreensão de que um dos maiores desafios do setor público brasileiro é de natureza gerencial faz com que se busque uma proposta de estrutura baseada em processos de negócios focada em resultados e orientada para o cidadão.

Em estudo de caso, Brandi (2013) faz contribuição significativa à proposta de gestão por processos de negócios (BPM) para administração pública municipal na medida em que identificou que as prefeituras estudadas percebem que a gestão por processos contribui com os princípios da eficiência, da transparência e da impessoalidade ditadas pelo artigo 37 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), a qual rege as atividades administrativas em qualquer dos poderes públicos. A possível adoção da proposta conduz a gestão pública municipal rumo à inovação e à competitividade.

Pina e Oliveira (2013) pontuam que, para uma organização pública, é difícil implantar a metodologia BPM e alinhar aos sistemas de informação, seja pela estrutura funcional instalada por força de lei, seja pelos sistemas em funcionamento ainda possuírem uma estrutura baseada em funções ou ainda pelo desconhecimento de uma estratégia para a implantação da gestão por processos. Percebe-se que as condições de contorno para viabilização de uma proposta de gestão por processos no âmbito público são a falta de capacitação, a falta de vontade política, a pouca utilização das tecnologias da informação e comunicação. Essas barreiras podem ser vencidas com a disseminação da cultura da gestão por processos de negócios, através do incentivo à capacitação, do envolvimento de todos os integrantes que desenvolvem as atividades, do foco no relacionamento com o ambiente externo e da utilização das ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação (BRANDI, 2013).

Seguindo essa linha de pensamento, Pina e Oliveira (2013) propõem a Metodologia *Gressus* para a implantação de BPM em organizações públicas, estabelecendo etapas e respectivas atividades conforme quadro 1.

Quadro 1 – Metodologia Gressus para implantação de BPM (Pina; Oliveira, 2013)

FASES	ETAPAS	ATIVIDADES
Fase Inicial	Sensibilizar sobre BPM	Efetuar Apresentações
	Estruturar Escritório de Processos	Definir Posicionamento do Escritório de Processos
		Definir Funções do Escritório de Processos
		Definir Recursos Humanos do Escritório de Processos
		Definir Recursos Tecnológicos e Ferramentas para o Escritório de Processos
		Elaborar Planejamento para o Escritório de Processos
Fase Projeto	Planejar Projeto de Processos	Selecionar Processos
		Iniciar Projeto de Processos
		Avaliar Cultura em BPM
	Capacitar em Processos	Preparar Envolvidos no Processo
	Modelar Processos	Levantar Processos
	Melhorar Processos	Analisar Processos
		Verificar Padrões
		Definir Indicadores
	Implantar Processos	Planejar Mudanças
		Programar Execução dos Processos
		Finalizar Projeto de Processos
	Fase Contínua	Gerir Processos

As autoras afirmam que a metodologia *Gressus* pode ser empregada na implantação da BPM em organizações públicas, orientando todo o percurso de implantação, sendo uma alternativa principalmente àquelas organizações que ainda não fazem o uso da gestão por processos. Essa proposta contribui ao proporcionar um caminho claro e objetivo a ser seguido para institucionalizar a BPM. Como a metodologia foi testada em apenas um caso, identificou-se a oportunidade de aplica-la em outra organização, podendo contribuir para a melhoria da *Gressus* e refinamento dos resultados. No mesmo sentido, Santos *et al.* (2011) afirmam que o campo de estudos em orientação e gestão por

processos ainda está em construção, o que evidencia lacunas que possibilitam a elaboração de novos estudos, em especial as pesquisas com estudo de caso.

Portanto, para atenderem novas demandas, as organizações públicas devem buscar padrões otimizados de desempenho, ética, transparência e responsabilidade na gestão. Entretanto, a realidade é que barreiras organizacionais como resistência à mudança, normas obsoletas, barreiras técnicas e aplicações não integradas, dificultam a implantação desses novos padrões. Isto demonstra uma urgência em conhecer e melhorar os processos organizacionais, alinhando e integrando-os aos seus sistemas de informação, de maneira a possibilitar a transposição dessas barreiras, sendo necessária a construção de novas aplicações dentro de uma visão de processos. (PINA & OLIVEIRA, 2013; PINTO *et al.*, 2008; FUGINI *et al.*, 2005).

1.3.1 Questões de Pesquisa

- **Como gerenciar, de maneira inteligente e eficiente, as informações envolvidas no controle centralizado do tráfego?**

Esse questionamento foi, então, desdobrado em questões secundárias de pesquisa:

- Quais são as melhores práticas no tema em países desenvolvidos?
- Como são gerenciadas as informações nos Centros de Controle de Tráfego (CCTs) brasileiros? Quais são suas dificuldades e expectativas?
- O *Business Process Management* (BPM) pode contribuir para estruturar os processos envolvidos no controle centralizado do tráfego e torná-los mais eficientes?

1.3.2 Objetivos de Pesquisa

Como consequência da questão principal de pesquisa, foi definido o objetivo geral deste trabalho:

- **Validar um modelo de estruturação dos processos para a gestão inteligente das informações no controle centralizado do tráfego.**

A partir do delineamento do objetivo geral do trabalho, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- (a) Apresentar uma aplicação abrangente do ciclo de BPM visando à implementação de melhoria da gestão das informações de um Centro de Controle de Tráfego (CCT).
- (b) Detalhar a aplicação da fase modelagem e otimização de processos, apresentada de maneira abrangente no objetivo (a), para a melhoria dos processos em um Centro de Controle de Tráfego (CCT).
- (c) Demonstrar como foram compiladas na literatura as melhores práticas na gestão das informações no processo de controle do tráfego e ajustadas para a realidade dos Centros de Controle de Tráfego (CCTs) brasileiros para que compusessem o *Benchmarking* que foi o insumo para o desenvolvimento do objetivo (b).

1.4 Delineamento da Pesquisa e Estrutura da Dissertação

O conteúdo desta dissertação está organizado no formato de artigos científicos, totalizando três trabalhos a serem submetidos a periódicos nacionais ou internacionais. O capítulo 1 é uma introdução ao tema de pesquisa, seguido, nos capítulos 2, 3 e 4, pelos artigos 1, 2 e 3, respectivamente. Cada artigo tem como objetivo geral um dos objetivos específicos da pesquisa, estruturados através do **Ciclo de BPM proposto por Baldam et al. (2009)**, conforme mostra a figura 5.

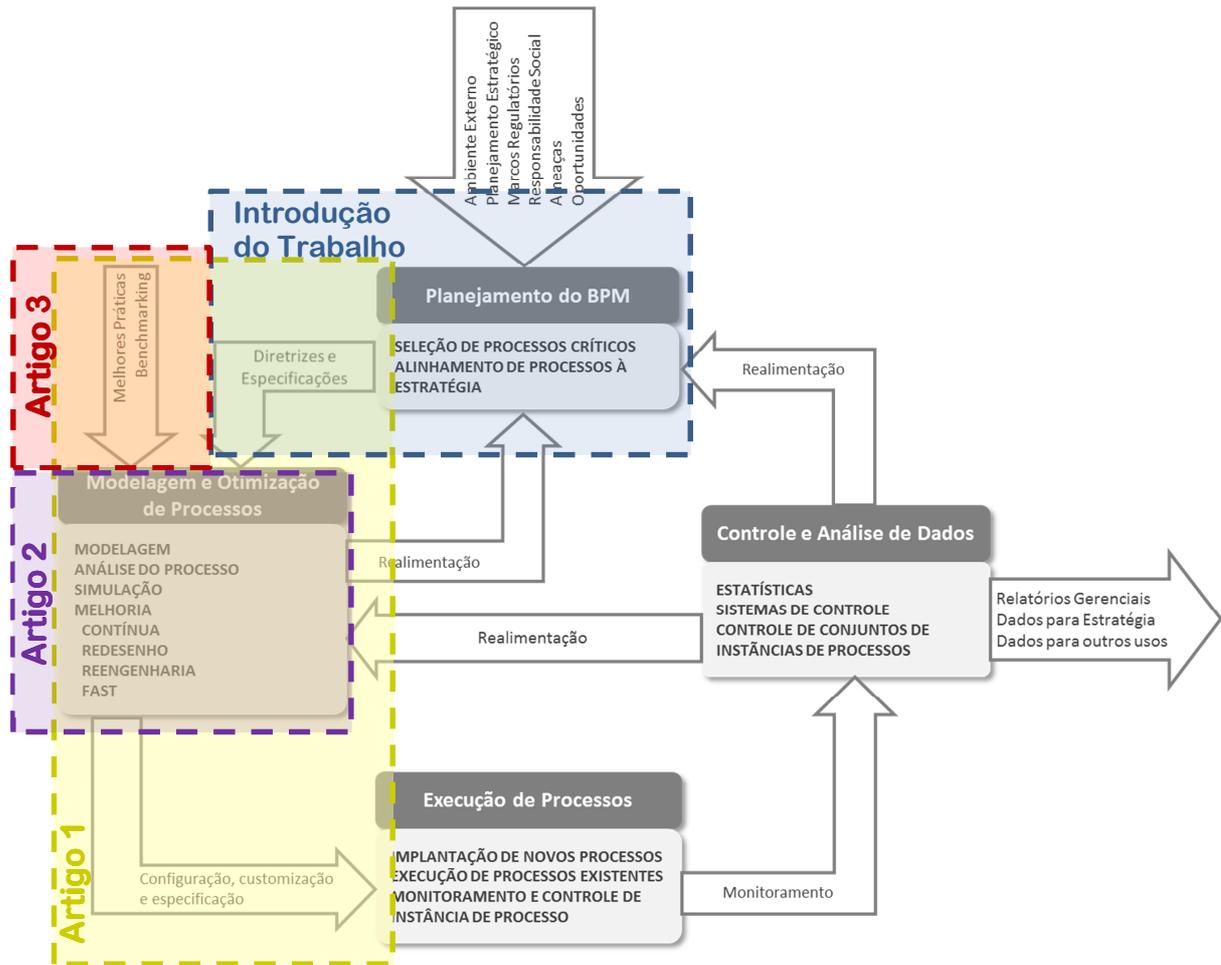


Figura 5 – Delineamento da Pesquisa baseado no Ciclo de Baldam *et al.* (2009)

Assim, a pesquisa vai sendo apresentada ao longo da evolução da produção dos artigos, sendo que cada um destes traz visões com nível de detalhamento gradativamente menos granularizadas acerca da aplicação de BPM.

Dessa forma, a presente introdução representa a preparação para a primeira fase do Ciclo de BPM, **Planejamento do BPM**, no qual o **ambiente da aplicação e sua justificativa são apresentados através de revisão bibliográfica**.

O artigo 1 demonstra, de maneira **abrangente**, a aplicação da **primeira à terceira fase do Ciclo de BPM** em que a empresa está apta para executar os processos e seguir para a quarta fase, Controle e Análise de Dados.

O artigo 2 foca-se, então, na segunda fase do Ciclo de BPM, **Modelagem e Otimização**, através de **estudo de caso** na Central de Controle e Monitoramento da Mobilidade da Empresa Pública de Transporte e Circulação de Porto Alegre (CECOMM – EPTC).

Já o artigo 3 detalha uma das atividades da etapa descrita no artigo 2. A atividade Verificar Padrões consiste em **Benchmarking e Revisão Sistemática**, através das quais foram agrupadas as **melhores práticas** no âmbito da Gestão dos Processos em Centros de Controle de Tráfego.

A figura 6 apresenta a estrutura desta dissertação, organizada a partir das quatro fases propostas no Ciclo de BPM de Baldam *et al.* (2009), descrevendo etapas, atividades e subatividades baseadas na “Metodologia Gressus” (PINA & OLIVEIRA, 2013).

1. Planejamento	
ETAPAS, ATIVIDADES e SUBATIVIDADES	ARTIGO
1.1 Sensibilizar sobre BPM	
1.1.1 alinhar conhecimento	1
1.1.2 preparar apresentação	1
1.1.3 efetuar apresentação	1
1.2 Estruturar Escritório de Processos	
1.2.1 definir posicionamento	1
1.2.2 definir funções	1
1.2.3 definir recursos humanos	1
1.2.4 definir recursos tecnológicos e ferramentas	1
1.2.5 elaborar planejamento	1
1.3 Planejar Projeto de Processos	
1.3.1 selecionar procesos	1
1.3.2 iniciar projeto de processos	1
1.3.3 avaliar cultura em BPM	1
1.4 Capacitar em Processos	
2. Modelagem e Otimização	
ETAPAS, ATIVIDADES e SUBATIVIDADES	ARTIGO
2.1 Modelar Processos	
2.1.1 levantar processos	2
2.2 Melhorar Processos	
2.2.1 analisar processos	2
2.2.2 verificar padrões	3
2.2.3 definir indicadores	2
3. Execução	
ETAPAS, ATIVIDADES e SUBATIVIDADES	ARTIGO
3.1 Implantar Processos	
3.1.1 planejar mudanças	1
3.1.2 programar execução dos processos	1
3.1.3 finalizar projeto de processos	1
4. Controle e Análise	
4.1 Gerir Processos	
4.1.1 acompanhar execução dos processos	trabalhos futuros
4.1.2 gerar relatórios	futuros

Figura 6 – Estrutura da Dissertação

1.5 Delimitações da Pesquisa

Quanto às limitações deste trabalho, pode-se destacar, no que diz respeito ao escopo, o fato de que o controle centralizado do tráfego é apenas um dos instrumentos de gestão da mobilidade urbana. Propostas de melhoria nesse tema devem abranger uma rede complexa, com variáveis interdependentes que atuam diretamente umas sobre as outras. Dessa forma, este trabalho pretende aprofundar-se em um dos temas que fazem parte de um sistema maior, com o qual busca contribuir. Portanto, o objetivo direto do trabalho não é melhorar a mobilidade urbana de uma cidade e sim atuar na otimização dos processos que visam tal objetivo dentro do contexto do controle centralizado do tráfego.

Para verificar e ajustar a pesquisa à realidade brasileira, foram contatados os principais Centros de Controle de Tráfego (CCT) no Brasil. Porém, dos sete selecionados e contatados, quatro efetivamente colaboraram com a pesquisa. Dessa forma, é pertinente esclarecer que não foi possível realizar a verificação de maneira completa, considerando-se nos resultados, portanto, somente a realidade dos CCTs que se dispuseram a participar do estudo.

Apesar das limitações, a metodologia apresentada se propõe a ser aplicável a qualquer setor de uma organização pública, principalmente aquelas gestoras da mobilidade urbana. Assim, vislumbra-se que o aprendizado na Central de Controle e Monitoramento da Mobilidade da Empresa Pública de Transporte e Circulação de Porto Alegre (CECOMM – EPTC) possa ser útil tanto para outros setores dessa empresa, quanto para outras organizações atuantes na mesma área. Embasada no ciclo de BPM, a metodologia é estruturada através da melhoria contínua, tanto dos processos da organização, quanto da metodologia em si, na medida em que esta pode ser continuamente aplicada e aprimorada.

II

ARTIGO 1

Melhoria de Processos no Controle Centralizado do Tráfego através da metodologia BPM

Julia Lopes de Oliveira Freitas

Mestranda PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, Brasil
e-mail: jfreitas@eptc.prefpoa.com.br

Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.

Professora PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, Brasil
e-mail: echeveste@producao.ufrgs.br

Resumo: As organizações públicas têm sofrido crescente pressão por organização em seus processos para gerar eficiência e avaliar os resultados. Ainda que de forma lenta, seus processos de negócio evoluem, ao longo dos anos, se ajustando às inovações e tecnologias disponíveis. Nesse sentido, a busca da eficiência organizacional através da melhoria dos processos está sendo considerada como uma alternativa real pelo Governo Federal em iniciativas voltadas a este fim. O *Business Process Management* (BPM) é uma alternativa para conhecer, melhorar, automatizar e adequar os processos de negócio de forma a apoiar as atividades administrativas provendo maior controle e qualidade às iniciativas desempenhadas. A implantação do BPM em processos de gestão pública pressupõe o alinhamento com os sistemas de informação dos processos e conhecimento de uma estratégia para a transição da gestão por funções para a gestão por processos. Este artigo demonstra aplicação da metodologia BPM, através de estudo de caso, visando à implementação de melhoria da gestão das informações de um Centro de Controle de Tráfego (CCT) inicialmente estruturado através da organização funcional. Os resultados corroboram a aplicabilidade do BPM em organizações públicas como um eficiente mecanismo de alcance a novos patamares de maturidade na estruturação dos processos. Por ser um processo cíclico, a melhoria pode ser atingida de forma gradual respeitando o nível de maturidade de cada organização.

Palavras Chave: Gerenciamento de Processos, Melhoria de Processos, *Business Process Management*, BPM, Organização Pública, Controle Centralizado do Tráfego.

2.1 Introdução

Inseridas em contextos cada vez mais complexos, as organizações em geral têm sofrido crescente pressão por eficiência e resultados. Para que sobrevivam com sustentabilidade, as tentam adaptar seus sistemas e processos, obtendo assim vantagem competitiva nos negócios. As organizações públicas, ainda que de forma mais lenta, também evoluem e, ao longo dos anos, seus processos de negócio também mudaram e se ajustaram às inovações e tecnologias disponíveis. Porém, usualmente dentro do paradigma das estruturas organizacionais tradicionais verticalizadas baseadas em departamentos estanques e isolados, revela-se uma falta de agilidade para atingir aquela desejada sustentabilidade (PINA; OLIVEIRA, 2013; BRODBECK *et al.*, 2013).

Nesse sentido, a busca da eficiência organizacional através da melhoria dos processos está sendo considerada como uma alternativa real pelo Governo Federal em iniciativas voltadas a este fim. Pode-se destacar o Projeto Esplanada Sustentável, que tem por objetivo principal incentivar órgãos e instituições públicas federais a adotarem modelo de gestão organizacional e de processos estruturado na implementação de ações voltadas ao uso racional de recursos naturais, promovendo a sustentabilidade ambiental e socioeconômica na Administração Pública Federal (Projeto Esplanada Sustentável, 2014). Além deste, a Carta de Serviços ao Cidadão que dispõe da simplificação do atendimento ao cidadão e o alinhamento da visão de processos à de dados, viabilizando a implementação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) mais racionais e integradas, foco do e-Gov - Governo Eletrônico (BRASIL, 2009).

Reforçando o papel do e-GOV e a mudança de paradigma em matéria de transparência pública recentemente entrou em vigor a Lei de Acesso a Informação (LAI) que obriga órgãos e instituições públicas a fornecerem informações sobre seus processos de modo a fortalecer a participação do cidadão, permitindo o acesso e conhecimento dos seus direitos essenciais (BRASIL, 2011). Portanto, é fato que o momento atual se caracteriza pela real demanda do Governo Federal visando à integração de seus órgãos e entidades, sejam na simplificação no trânsito e recuperação de documentos, atestados e certidões emitidas em âmbito federal; seja na premissa de reuso de dados e integração como forma de viabilizar e garantir integridade, atualidade e legalidade das informações

necessárias a estes processos, que alicerça a desburocratização e que, a partir da Carta de Serviços ao Cidadão, estabelece o compromisso do Governo Federal com a qualidade dos serviços prestados pelos órgãos ou entidades (PINA; OLIVEIRA, 2013; GESPÚBLICA, 2011).

Para atenderem as novas demandas, as organizações públicas devem buscar padrões otimizados de desempenho, ética, transparência e responsabilidade na gestão. Entretanto, a realidade é que barreiras organizacionais como resistência à mudança, normas obsoletas, barreiras técnicas e aplicações não integradas, dificultam a implantação do e-GOV, por exemplo. Isto demonstra uma urgência em conhecer e melhorar os processos organizacionais, alinhando e integrando-os aos seus sistemas de informação, de maneira a possibilitar a transposição dessas barreiras, sendo necessária a construção de novas aplicações dentro de uma visão de processos (PINA; OLIVEIRA, 2013; PINTO FILHO *et al.*, 2008; FUGINI *et al.*, 2005).

O gerenciamento de processos de negócio, através da metodologia BPM (*Business Process Management*), é um dos principais alavancadores de organizações que devem se adaptar às frequentes mudanças impostas por leis, legislações, etc. como as organizações governamentais, uma vez que um dos principais objetivos desta metodologia é aumentar a agilidade. A redução de custos e aumento de produtividade são habilidades importantes da metodologia BPM, mas a agilidade está se mostrando o mais estratégico dos seus benefícios. BPM é, portanto, uma abordagem disciplinada para identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorar, controlar e melhorar processos de negócio automatizados ou não, permitindo que uma organização alinhe seus processos de negócio à sua estratégia organizacional, conduzindo a um desempenho eficiente em toda a organização através de melhorias das atividades (BRODBECK *et al.*, 2013; DIXON, 2012; BPM CBOK, 2009).

Nesse contexto, Pina e Oliveira (2013) apresentam a metodologia *Gressus* para implantação da gestão de processos em organizações públicas que ainda não façam uso de BPM, com vistas a proporcionar a agilidade necessária para construir sistemas aderentes aos processos da organização. Esta proposta contribui ao proporcionar um caminho claro e objetivo a ser seguido para institucionalizar a BPM em um modelo de

três fases: inicial, projeto e contínua. Como a metodologia foi testada em apenas um caso, identificou-se a oportunidade de aplicá-la em outra organização, podendo contribuir também para a melhoria da *Gressus* e refinamento dos resultados.

O presente trabalho, portanto, tem por objetivo aplicar a fase inicial e a fase projeto da metodologia *Gressus*, apresentando como resultado o plano de otimização de processos que prepara a empresa para a fase contínua. O estudo de caso foi conduzido em um Centro de Controle de Tráfego (CCT), vinculado a uma empresa pública de transporte e circulação, cujo contexto atual é de gestão por funções (tradicional e verticalizada) e que deseja se reestruturar para uma gestão por processos.

2.2 Gestão Funcional e Gestão por Processos

Herança da Revolução Industrial inglesa, a estrutura das organizações manteve-se basicamente a mesma durante várias décadas ao longo do século XX, assentando-se sobre vários pressupostos que estão superados. Uma vez agrupados por funções, os funcionários nesse tipo de estrutura executam apenas as operações previamente estabelecidas para sua função, não existindo, dessa forma, a visão global do objetivo a ser atingido pela organização. O resultado são empresas voltadas para dentro, para suas próprias atividades, com estruturas hierárquicas pesadas e rígidas (BRANDI; PINA, 2013).

A gestão funcional apresenta, portanto, uma estrutura vertical na qual é notável a quebra das vias de comunicação entre os departamentos, com a criação de barreiras funcionais que isolam áreas multidisciplinares que atuam nos mesmos processos. Até os anos 1970, a separação funcional das tarefas era apropriada para as condições de mercado então existentes. Porém, essa visão tradicional hierárquica das organizações já não mais comporta as necessidades atuais de resposta às mudanças, que estão inseridas em um cenário de constantes e rápidas transformações do mundo externo. Por esta razão, os processos de negócios se tornaram um ponto focal da pesquisa organizacional (PINA, 2013; DE SORDI, 2008).

A organização por processos, por sua vez, adota a visão horizontal em que os processos sistêmicos complementam a dimensão vertical de uma organização, incluindo o estabelecimento de um quadro geral do negócio da organização onde são evidenciados produtos, clientes e fluxo de trabalho. Dessa forma, o trabalho é visualizado através da dimensão horizontal dos processos que cortam as fronteiras funcionais, enfatizando relacionamentos entre cliente-fornecedor, por meio dos quais são gerados produtos. (BRANDI, 2013; TACHIZAWA; SCAICO, 2006). Baseadas nisso, as empresas passaram a rever suas estruturas organizacionais, passando a arquitetá-las não mais a partir de agrupamentos de atividades a serem executadas, mas sob o ponto de vista do cliente. Para ilustrar essa mudança, De Sordi (2008) apresenta em um quadro comparativo (quadro 1) as principais diferenças entre a gestão funcional e a gestão por processos, sob o ponto de vista de importantes características de uma abordagem administrativa.

Quadro 1 – Comparativo Gestão Funcional x Gestão por Processos (DE SORDI, 2008)

CARACTERÍSTICA ANALISADA	GESTÃO FUNCIONAL	GESTÃO por PROCESSOS
Alocação de Pessoas	Agrupados junto aos seus pares em áreas funcionais	Equipes de processo envolvendo diferentes perfis e habilidades
Autonomia Funcional	Tarefas executadas sob rígida supervisão hierárquica	Fortalece a individualidade, dando autoridade para tomada de decisão
Avaliação de Desempenho	Centrada no desempenho funcional do indivíduo	Centrada em resultados do processo de negócio
Cadeia de Comando	Forte supervisão de níveis hierárquicos superpostos	Fundamentadas na negociação e colaboração
Capacitação dos Indivíduos	Voltada ao ajuste da função que desempenham/especialização	Dirigida às múltiplas competências da multifuncionalidade requerida
Escala de Valores da Organização	Metas exclusivas de áreas, que geram desconfiança e competição entre as áreas	Comunicação e transparência no trabalho, gerando clima de colaboração mútua
Estrutura Organizacional	Estrutura hierárquica, departamentalização/vertical	Fundamentada em equipes de processo/horizontal
Medidas de Desempenho	Foco no desempenho de trabalhos fragmentados das áreas funcionais	Visão integrada do processo de forma a manter uma linha de agregação constante de valor
Natureza do Trabalho	Repetitivo e com escopo bastante restrito	Visão integrada do processo de forma a manter uma linha de agregação constante de valor
Organização de Trabalho	Em procedimentos das áreas funcionais/ mais linear	Por meio de processos multifuncionais/ mais sistêmico
Relacionamento Externo	Pouco direcionado, maior concentração no âmbito interno	Forte incentivo por meio de processos colaborativos de parcerias
Utilização de Tecnologia	Sistemas de informação com foco em áreas funcionais	Integração e orquestração dos sistemas de informação

Assim, ocorreu a alteração do foco administrativo, do fluxo do trabalho de áreas funcionais para processos de negócios da organização, que podem ser classificados em três tipos: primários, suporte e gerenciamento. Os processos primários, ou essenciais, caracterizam a essência do funcionamento da instituição, resultando no produto ou serviço que é recebido pelos clientes. Já os processos de suporte são os que viabilizam o funcionamento de vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos essenciais. Por fim, os processos de gerenciamento são focalizados nos gerentes e nas atividades que eles devem realizar,

incluindo ações de medição e ajuste do desempenho de qualquer organização (LIMA, 2006).

A gestão por processos está, enfim, relacionada a um conjunto de características da operação dos negócios e apresenta poder para agregação de valor e promoção do negócio, mas apresenta algumas exigências, conforme relacionado por Zairi (1997):

- Exigir que as atividades principais sejam mapeadas e documentadas.
- Instituir foco nos clientes por intermédio de conexões horizontais entre as atividades-chave.
- Fazer uso de sistemas de informação e documentar procedimentos para assegurar disciplina, consistência e continuidade de resultados de qualidade.
- Servir-se da mensuração de atividades para avaliar desempenho de cada processo individualmente, estabelecendo objetivos e níveis de entrega que podem incorporar objetivos corporativos.
- Aplicar o método de melhoria contínua para resolução de problemas e para geração de benefícios adicionais.
- Utilizar melhores práticas para assegurar o alcance dos altos níveis de competitividade.

Para atender essas exigências, as organizações precisam entender seus processos e aperfeiçoá-los continuamente. Para tanto, metodologias específicas como a BPM (*Business Process Management*) integram um conjunto de tecnologias de informação e comunicação (*Workflow*, Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED), *WebServices*) que relacionam as pessoas e os sistemas dentro das organizações, permitindo integração e compartilhamento de dados, regras, informações e um direcionamento estratégico único, além do monitoramento e controle dos processos (BRODBECK *et al.*, 2013).

O *Business Process Management* (BPM) é, portanto, uma abordagem estruturada na visão por processos, focando na análise e melhoria contínua dos elementos de processo de uma organização. É uma metodologia que visa proporcionar um melhor controle organizacional através de técnicas e ferramentas para suporte ao planejamento, implantação, gerenciamento e análise (BALDAM *et al.*, 2009).

O termo BPM tem sido utilizado no mais variado contexto, desde o tecnológico até a perspectiva do gerenciamento de mudanças. Introduce o conceito de “processamento de processos” e ressalta, por outro lado, que não é um conceito limitado à automação de modelos digitalizados. O método BPM abrange não só a descoberta, desenho e implantação dos processos de negócio, mas também o controle executivo, administrativo e de supervisão sobre eles, garantindo que eles permaneçam em conformidade com os objetivos de negócios para assegurar a satisfação dos clientes. Os processos de negócios recebem suporte através da utilização de métodos, técnicas e *softwares* para desenhar, executar, controlar e analisar processos operacionais, envolvendo humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação. (SMITH; FINGAR, 2007; ENOKI, 2006; AALST *et al.*, 2000)

2.3 BPM em Organizações Públicas

O amadurecimento da sociedade democrática obriga a gestão pública a ter uma postura diferente em suas ações desempenhadas, gerando a necessidade de buscar padrões otimizados de desempenho, ética, transparência e responsabilidade na gestão dos recursos públicos. Conhecendo seus processos os órgãos públicos adquirem maior agilidade para atender as demandas dos clientes/cidadãos, melhorando o valor final que seu serviço ou obra representa para estes (BRANDI; PINA, 2013).

Nesse sentido, alguns estudos (BRANDI; BRODBECK *et al.*, PINA; OLIVEIRA, 2013; BATISTA; GONG; JANSSEN; KANUFRE; REZENDE, 2012; VIEIRA, 2011; FIEL FILHO, 2010; GUERRINI, 2009), vêm sendo conduzidos acerca da implementação de gestão de processos de negócios no setor público por apresentarem peculiaridades que as diferem de organizações privadas. Mesmo que a abordagem por processos de negócios no setor público ainda seja tratada de forma muito incipiente em relação ao setor privado, a compreensão de que um dos maiores desafios do primeiro é de natureza gerencial faz com que cada vez mais se busque uma proposta de estrutura baseada em processos de negócios focada em resultados e orientada para o cidadão (BRANDI, 2013)

Entretanto, verifica-se que, para uma organização pública implantar a metodologia BPM e alinhar aos sistemas de informação, algumas dificuldades se apresentam, seja em virtude da estrutura funcional instalada por força de lei, seja pelos sistemas em funcionamento ainda possuírem uma estrutura baseada em funções ou ainda pelo desconhecimento de uma estratégia para a implantação da gestão por processos. Percebe-se que as condições de contorno para viabilização de uma proposta de gestão por processos no âmbito público são a falta de capacitação, a falta de vontade política, a pouca utilização das tecnologias da informação e comunicação (PINA; OLIVEIRA, 2013).

2.4 Níveis de Maturidade

Uma característica peculiar de organizações públicas é estarem inevitavelmente interconectadas em um ecossistema de governo. Esta conexão se dá através de cadeias de processos inter-organizacionais, que necessitam de coordenação e equilíbrio entre autonomia e transparência entre as partes. Porém, ao se depararem com essa grande estrutura organizada por funções, as organizações acabam descobrindo que é impossível sobrepor um processo integrado a uma organização fragmentada por aquele desenho tradicional. A realidade é que existem vários estágios na evolução de uma empresa em direção à organização por processos. Para que se organizem assim, as empresas e seus setores devem primeiramente identificar em que estágio de maturidade encontram-se (PEREIRA, 2005; GONÇALVES, 2000; HAMMER; STANTON, 1999).

Segundo o *Software Engineering Institute*, as empresas passam por diferentes graus, identificados em cinco níveis, até atingir a maturidade (CROW, 2001; PATTERSON, 1993). Os graus de maturidade, resumidamente, representam: (1) estado inicial (imaturo); (2) processo repetitivo (intuitivo); (3) nível da definição do processo; (4) nível do gerenciamento do processo e (5) nível da otimização (maturidade). Cada empresa se encontra em algum desses estágios e pode passar para outro estágio que seja mais adequado às suas operações e perspectivas. Quanto mais inicial o estágio atual de maturidade, menor é o conhecimento da empresa sobre seus processos e provavelmente maior será a dificuldade em implantar uma gestão horizontal. Algumas

empresas realmente evoluem de um estágio para outro ao longo de um trajeto. Outras passam diretamente de uma posição pouco evoluída para outra bem mais avançada (GONÇALVES, 2000).

No contexto relatado, as organizações públicas, em sua maioria, tem dificuldade de iniciar em BPM, entre outras razões por desconhecerem a forma de introduzir essa metodologia em seu ambiente funcional, encontrando-se em um nível de maturidade muito inicial. Desta forma, necessitam de um caminho simples que as conduzam a uma implantação gradual que inclua também um processo de autoconhecimento organizacional. A Metodologia *Gressus* é uma alternativa potencial na busca por esse caminho e será utilizada como referência na condução do estudo de caso que trata a presente pesquisa.

2.5 Metodologia *Gressus*

A Metodologia *Gressus* pode ser empregada na implantação da BPM em organizações públicas orientando todo o percurso de implantação, sendo uma alternativa principalmente àquelas organizações que ainda não fazem o uso da gestão por processos. A proposta de Pina e Oliveira (2013) contribui, portanto, ao proporcionar um caminho claro e objetivo a ser seguido para institucionalizar o BPM.

As autoras definem, então, através da *Gressus*, uma sequência de passos que deverão ser executados com o objetivo de se implantar a gestão por processos de negócio (BPM) na organização e está estruturada em três fases: inicial, projeto e contínua. As fases representam o ciclo de vida da metodologia e suas etapas e atividades estão demonstradas no quadro 2.

Quadro 2 – Metodologia Gressus para implantação de BPM (PINA; OLIVEIRA, 2013)

FASES	ETAPAS	ATIVIDADES
Fase Inicial	Sensibilizar sobre BPM	Efetuar Apresentações
	Estruturar Escritório de Processos	Definir Posicionamento do Escritório de Processos
		Definir Funções do Escritório de Processos
		Definir Recursos Humanos do Escritório de Processos
		Definir Recursos Tecnológicos e Ferramentas para o Escritório de Processos
		Elaborar Planejamento para o Escritório de Processos
Fase Projeto	Planejar Projeto de Processos	Selecionar Processos
		Iniciar Projeto de Processos
		Avaliar Cultura em BPM
	Capacitar em Processos	Preparar Envolvidos no Processo
	Modelar Processos	Levantar Processos
	Melhorar Processos	Analisar Processos
		Verificar Padrões
		Definir Indicadores
	Implantar Processos	Planejar Mudanças
		Programar Execução dos Processos
		Finalizar Projeto de Processos
	Fase Contínua	Gerir Processos

Conforme descrição das próprias autoras, as etapas que compõem a estrutura da Metodologia *Gressus* são apresentadas a seguir.

2.5.1 SENSIBILIZAR SOBRE BPM

Consiste em disseminar o conceito BPM entre os colaboradores da organização e convencer o alto escalão a investir nesta mudança organizacional, inclusive na criação de um escritório de processos. A Metodologia *Gressus* sugere que os colaboradores de todas as unidades sejam sensibilizados em relação aos conceitos e vantagens da BPM, a partir de reuniões setoriais com a presença dos colaboradores de cada área onde devem

acontecer apresentações focando no objetivo e vantagens da modelagem dos processos como uma das principais atividades da BPM. Desta forma o objetivo é adquirir parceiros que colaborem com o projeto de processos em suas respectivas funções.

2.5.2 ESTRUTURAR O ESCRITÓRIO DE PROCESSOS

Consiste em formalizar o escritório de processos para direcionar a implantação de BPM na organização e executar os projetos de processos. Para institucionalizar a gestão dos processos tornando-a efetiva na cultura da organização é preciso criar uma unidade que se responsabilize por inserir e gerir a prática de gestão de processos. Para estruturar o escritório de processos e torna-lo capaz de conduzir projetos de processos é preciso executar as seguintes atividades: definir o posicionamento do escritório na organização; definir as funções do escritório de processos; definir os recursos humanos estabelecendo os perfis e competências necessárias; definir os recursos tecnológicos e ferramentas; elaborar o planejamento estratégico definindo principalmente a missão e os objetivos estratégicos de curto, médio e longo prazo a serem alcançados pelo escritório.

2.5.3 PLANEJAR O PROJETO DE PROCESSOS

Consiste em selecionar os processos prioritários e na formalização do início do projeto. Considerando que o escritório de processos está estruturado, então os projetos podem ser iniciados pelo órgão executor de projetos de processos. A primeira atividade da equipe é planejar o projeto, definindo os processos prioritários e formalizando o início do projeto.

Na atividade Selecionar Processos, a Metodologia *Gressus* sugere que seja utilizada a ferramenta matriz de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) adaptada, adicionando mais três critérios: beneficiados, alinhamento estratégico e base jurídica. Após apuração do resultado da priorização de processos é executada a atividade Iniciar Projeto de Processos, onde os profissionais envolvidos com o processo selecionado precisam ser identificados e convidados para participar de uma reunião que dará subsídios para construção do termo de abertura do projeto e cronograma do projeto. De posse destas informações pode-se definir o cronograma das atividades.

2.5.4 CAPACITAR EM PROCESSOS

Consiste em preparar a equipe de processos nas competências necessárias. Ao iniciar um projeto de processos é necessário considerar que os envolvidos no processo selecionado são profissionais com competências específicas para desempenhar as suas funções e possivelmente não conheçam os conceitos de BPM e não estejam capacitados para modelar processos. Desta forma, é preciso que adquiram conhecimento sobre BPM. Portanto, é preciso introduzir os fundamentos de BPM e de modelagem de processos para que os especialistas e donos do processo possam contribuir na execução do projeto. O objetivo é atingir um nível de participação em que os donos de processos possam opinar na modelagem dos processos que atuam e se possível se responsabilizar por esta atividade.

2.5.5 MODELAR PROCESSOS

Consiste em levantar como o processo está hoje. A modelagem de processos visa entender a topologia dos processos de negócio representá-los em diagramas para facilitar o seu entendimento. A atividade Levantamento de Processos tem o objetivo de captar como o processo ocorre de ponta a ponta e torná-lo explícito, visto que muitas vezes às organizações não tem o conhecimento sobre os mesmos. É preciso identificar as atividades contidas no processo e seus atributos. De posse dessas informações é possível iniciar a modelagem do *Business Process Diagram (BPD) As Is* para representar o processo em nível de negócio, isto é, com baixa granularidade e sem representar as exceções. Entretanto, caso já exista um entendimento mais profundo sobre o processo, deve-se modelar com alta granularidade e representando as exceções.

2.5.6 MELHORAR PROCESSOS

Consiste em propor melhorias e adequações necessárias ao processo futuro. Ao final do levantamento do processo tem-se como produto o *BPD To Be* que permite a visão ponta a ponta do processo, explicitando o seu fluxo de atividades, informações e recursos. Entretanto, as organizações precisam inovar seus processos para se adaptarem aos novos cenários, atendendo as demandas dos seus clientes e prestando melhores serviços a sociedade. Para propor a melhoria do processo, as atividades analisar processo, verificar padrões e definir indicadores, devem ser executadas.

Na atividade Analisar Processo, os participantes do projeto devem analisar as fraquezas existentes no processo a partir da visualização do BPD modelo *As Is*. Após obter as informações necessárias através de questionamentos sobre as tarefas, fluxos e atores do processo, é possível construir o BPD modelo *To Be*, onde as melhorias serão apresentadas.

O objetivo da atividade Verificar Padrões é fazer uma comparação (*benchmarking*) entre os processos da organização e os contidos em bibliotecas de padrões de processo. Desta forma será possível verificar se o processo está sendo adaptado com as melhores práticas ou não.

Na atividade Definir Indicadores é preciso estabelecer os possíveis indicadores de desempenho do processo, estabelecendo um mecanismo efetivo que possibilite o acompanhamento da execução do processo.

2.5.7 IMPLANTAR PROCESSOS

Consiste em substituir o processo melhorado pelo processo atual e colocá-lo em produção. Após obter o BPD modelo *To Be*, é preciso definir um Plano de Ação para a sua implantação, contendo as tarefas necessárias para colocar o processo melhorado em produção. Também é preciso finalizar o projeto formalizando a entrega do desenho do processo melhorado. Desta forma, na atividade Implantar Mudanças, as ações que foram identificadas na atividade de Melhoria do Processo serão planejadas.

A Metodologia *Gressus* define para o planejamento das mudanças que seja utilizada a ferramenta *5W2H* que se refere às perguntas:

- Quem? (*who*) – nome do executor da tarefa (pode ser uma unidade administrativa);
- O quê? (*what*) – ação geral a ser realizada;
- Quando? (*when*) – datas inicial e final;
- Onde? (*where*) – local de implementação;
- Por quê? (*why*) – motivo da implementação;

- Quanto? (*how much*) – custo da implementação das atividades; e
- Como? (*how*) – etapas para execução.

O planejamento das mudanças deverá ser registrado no Plano de Ação. A atividade Finalizar Projeto de Processos tem como objetivo formalizar o final do projeto, para tanto, a metodologia *Gressus* prevê uma reunião de retrospectiva para discutir as experiências adquiridas, as possíveis pendências e a homologação do projeto.

2.5.8 GERIR PROCESSOS

Consiste em fazer o acompanhamento da execução dos processos a partir de seus indicadores. A etapa de modelar processos agrega valor para a organização à medida que faz a descoberta de como os processos acontecem e, após melhorá-los, a organização passa a ter uma postura proativa em relação às mudanças de negócio. Entretanto, é preciso acompanhar continuamente a execução do processo para que os ganhos esperados com sua melhoria sejam de fato atingidos e caso haja alguma distorção seja possível tomar as devidas atitudes. O processo implantado precisa ser gerido, para isso é necessário estabelecer o plano de acompanhamento do processo, contendo a periodicidade que os indicadores serão medidos para a análise de desempenho do processo.

A atividade Acompanhar a Execução dos Processos pode ser feita de forma manual, o que significa que é possível gerir processos sem tecnologia. Entretanto, a adoção de ferramenta específica possibilita um acompanhamento rigoroso e de forma automatizada.

A próxima seção relata a execução das etapas 2.5.1 a 2.5.7, cujo resultado principal é o plano de ação denominado Plano de Otimização de Processos que prepara, enfim, para a etapa 2.5.8 que deverá ser relatada em estudo futuro.

2.5 Estudo de Caso

O estudo foi desenvolvido no Centro de Controle e Monitoramento da Mobilidade (CECOMM) da Empresa Pública de Transporte e Circulação de Porto Alegre (EPTC). O CECOMM tem como objetivo dar suporte às equipes de fiscalização em suas atividades rotineiras, visando agilizar o atendimento de ocorrências de trânsito, antecipar-se às situações de conflitos de circulação e ter uma melhor visualização dos principais pontos da cidade para um melhor planejamento operacional e semaforístico. Sua infraestrutura conta com central semaforística (CTC – Controle de Tráfego Centralizado, EMR – Equipe de Monitoramento de Redes, EPOS – Equipe de Planejamento da Operação Semaforística e EPS – Equipe de Planejamento Semaforístico), circuito fechado de televisão (Equipe de Monitoramento de Câmeras), central de rádio (Equipe da Central de Rádio), central de telefone (Equipe 118) e central de cadastro de infrações (Equipe de Cadastro de Infrações).

A gestão das atividades da CECOMM é atualmente feita através de Coordenações e Equipes funcionais subdivididas de acordo com o organograma hierárquico da EPTC, conformando aquela estrutura vertical, baseada em organograma típica gestão funcional.

Através da aplicação da Metodologia *Gressus*, pretende-se oferecer à CECOMM a introdução na gestão por processos, possibilitando uma visão de como o trabalho pode ser operacionalizado na dimensão horizontal desses processos, cortando suas fronteiras funcionais, evidenciando produtos, clientes e fluxo de trabalho.

2.5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO

Os Centros de Controle de Tráfego (CCTs) têm como principal função monitorar e gerenciar as condições de tráfego e incidentes. Para atingir essas metas, devem se basear em muitas fontes de informação de tráfego para verificar indicadores de desempenho do sistema de circulação. Essas fontes são, basicamente, semáforos e equipamentos, imagens de câmeras e usuários, tanto internos quanto externos. Uma vez que um problema ou incidente seja identificado nas vias, os operadores dos CCTs devem contar com bancos de dados em tempo real confiáveis para ajudar a gerir a resposta o mais rápido possível. Esses bancos de dados podem incluir o local de um incidente, o

número e tipo de veículos envolvidos, os tipos de órgãos que respondem ao incidente, e assim por diante (ETEMADNIA *et al.*, 2011; PACK *et al.*, 2005).

Portanto, é visível que as funções de um CCT devem estar estruturadas em um processo organizado, baseado em bancos de dados confiáveis, para, dessa forma, tornar suas ações eficientes.

2.5.2 FASE INICIAL DA METODOLOGIA *GRESSUS*

Para contemplar a etapa Sensibilizar sobre BPM, no intuito de disseminar a metodologia no ambiente da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), foram realizadas apresentações a pessoas estratégicas na organização. Primeiramente os conceitos e vantagens da BPM foram apresentados detalhadamente aos gestores administrativos da CECOMM, na proposta de este ser o setor para o estudo piloto de implantação da gestão de processos na empresa como um todo. Por ser um setor de grande notabilidade interna e externa, a proposta foi também bem aceita pelo alto escalão da EPTC, consolidando o termo de compromisso entre pesquisadores e empresa. Após este aceite, em uma reunião de chefias de equipe da CECOMM, foi realizada a abertura oficial do projeto de implantação de BPM, com explanação aos colaboradores sobre os objetivos principalmente da modelagem dos processos e da importância de suas participações nas atividades da BPM. Desta forma o objetivo da etapa foi atingido, uma vez que os colaboradores receberam a proposta de maneira positiva, concordando com a necessidade das melhorias vislumbradas e tornando-se parceiros do projeto de processos em suas respectivas funções.

A próxima etapa foi a de Estruturar o Escritório de Processos para direcionar a implantação de BPM na organização e executar os projetos de processos. A necessidade de definição de posicionamento e esclarecimento de funções do escritório foi apresentada aos gestores para que compreendessem a importância dessa estrutura na institucionalização da gestão por processos, tornando-a efetiva na cultura da organização. As funções principais do escritório são, portanto, estabelecer padrões, métodos e ferramentas e promover treinamento, governança e integração dos processos. As atribuições gerais são: coordenar a implantação da cultura de processos,

promover a melhoria contínua dos processos e normatizar os esforços de melhoria de processos.

Os gestores administrativos, então, indicaram pessoas para consolidar um Gestor do Escritório de Processos e os Gestores dos Processos nomeados de acordo com a sua participação estratégica nas cinco áreas funcionais da CECOMM. O Gestor do Escritório de Processos é o elo entre os Gestores dos Processos e gestores administrativos. Deve conhecer e disseminar o macroprocesso, bem como os objetivos do negócio, para visualização e entendimento do todo. Os Gestores dos Processos fazem a ligação entre a sua equipe e o Escritório de Processos. Devem ter conhecimento específico sobre o processo gerido, além de boa comunicação com a equipe que o executa. Devido a restrições de recursos humanos perante todas as atribuições da empresa, ficou acordado que o escritório não manteria estrutura física e nem de pessoal exclusiva. Os colaboradores continuariam realizando suas atividades normais, absorvendo nestas também a atribuição de Gestor do Processo. Apenas o Gestor do Escritório de Processos teve as suas atividades realocadas a fim de possibilitar a dedicação necessária às suas atividades relacionadas à implantação de BPM.

As funções e atribuições do escritório foram então apresentadas à equipe como parte do planejamento estratégico do projeto de processos. Os objetivos de curto prazo diziam respeito principalmente ao planejamento das atividades necessárias à etapa Modelar Processos. Assim, os dados foram coletados seguindo tarefas definidas pelo gestor, demonstrada no Quadro 3.

Quadro 3 – Planejamento do Escritório de Processos da CECOMM - EPTC

Tarefa 1	Gestor do Processo lista clientes e produtos
Tarefa 2	Gestor do Processo lista as atividades
Tarefa 3	Gestor do Processo conduz detalhamento das atividades junto à sua equipe
Tarefa 4	Gestor do Processo traduz informações do detalhamento para Gestor do Escritório
Tarefa 5	Gestor do Escritório compila atividades e identifica processos, relacionando-os
Tarefa 6	Gestor do Escritório define processos a serem modelados

As tarefas com a equipe foram conduzidas através de questionários estruturados para a coleta de dados (apêndice C). Os Centros de Controle de Tráfego gerenciam essencialmente informações e, por esse motivo, todos os questionários e mapeamentos

foram desenvolvidos com foco no fluxo de informações. A comunicação entre o Gestor do Escritório e os Gestores dos Processos deu-se através de reuniões em grupo ou individuais e troca de *e-mails* para solução de dúvidas pontuais e envio de formulários de pesquisa.

2.5.2 FASE PROJETO DA METODOLOGIA *GRESSUS*

A estruturação do escritório de processos é o marco de passagem da Fase Inicial para a Fase Projeto da Metodologia *Gressus*. Ao serem executadas as tarefas do Planejamento do Escritório de Processos da CECOMM (quadro 3), iniciou-se a etapa Planejar Projeto de Processos. Através dos resultados extraídos dos dados coletados por cada Gestor de Processo junto a sua equipe de trabalho (tarefas 1 a 4 do quadro 3), o Gestor do Escritório conduziu a análise para definição de critérios para a seleção dos processos prioritários a serem modelados (tarefas 5 e 6 do quadro 3).

Nessa análise, foi obtido o diagnóstico inicial dos processos da CECOMM, identificando o produto final que é a Fluidez. O cliente, por sua vez é Cidadão que, através da fluidez, consegue se locomover de um ponto a outro da cidade com segurança e mobilidade. As atividades listadas por cada gestor foram, então, alinhadas na forma de processos lineares, já com foco no produto final e cliente. Para que esse alinhamento fosse possível, foi necessário realizar, neste momento, a atividade Verificar Padrão, originalmente alocada na etapa Melhorar Processos, que estava em posição posterior na Metodologia *Gressus*. Percebeu-se, portanto, a necessidade de um modelo de referência padrão já na etapa de Selecionar Processos, para que fosse possível entender com mais clareza a importância de cada processo dentro de um processo macro, demonstrado na figura 1.

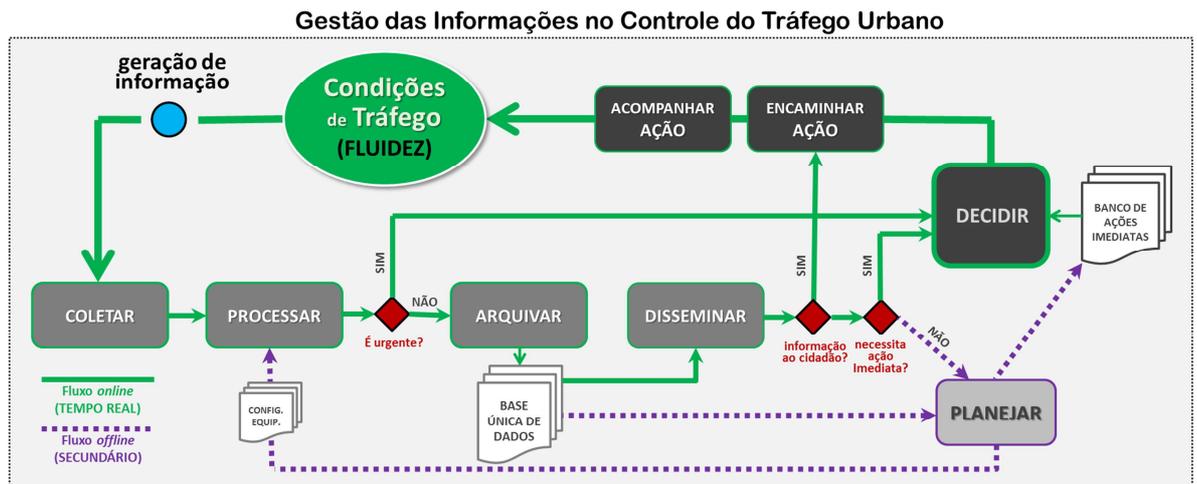


Figura 1 – Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego

O Modelo de Referência do processo de Controle de Tráfego foi desenvolvido através da revisão sistemática de literatura, em uma compilação das melhores práticas no tema, validadas através de entrevista com especialistas. Ele demonstra como o fluxo de informação de tráfego, que é o elemento central desse modelo, deve ser gerenciado ao longo de um macroprocesso.

Assim, cada atividade descrita pelos setores foi estudada e alocada em uma ou mais atividades do macroprocesso, identificando, dessa forma, se era parte de processos primários, de suporte ou gerenciamento. Por fim, as atividades identificadas como parte de processos primários, compuseram aqueles processos que foram os selecionados para serem modelados.

Apesar de a Metodologia *Gressus* sugerir que seja utilizada como ferramenta uma matriz GUT adaptada para a priorização dos processos a serem modelados, no presente estudo não foi considerada adequada. Todos os processos identificados como primários possuíam a mesma importância na construção do produto final sendo, dessa forma indissociáveis e, portanto, deveriam ser modelados em conjunto.

Após a definição dos processos prioritários, foi executada a atividade Iniciar Projeto de Processos, em que os gestores dos processos foram informados dos resultados e convidados a participar da etapa Modelar Processos. A Metodologia *Gressus* propõe, neste ponto, realizar a atividade Avaliar Cultura em BPM, para avaliar a maturidade da organização e dos envolvidos no processo em questão, contribuindo para definir se a

etapa Capacitar em Processos será recomendada para o projeto. Porém, mesmo que identificada como recomendada para o presente estudo, as próprias autoras da *Gressus* corroboram que essa etapa é difícil de ser executada, visto que os envolvidos no processo não tem disponibilidade de tempo para receber esse treinamento e a possibilidade de absorverem novas responsabilidades é interpretada de forma negativa. Dessa forma, no desenvolvimento do presente estudo, somente o gestor do escritório de processos aprofundou seus conhecimentos em BPM, ficando de único responsável pela modelagem propriamente dita, embasado em consultas específicas de cada processo aos gestores que não realizaram esse aprofundamento.

Cada um dos sete processos selecionados foi, portanto, desenhado individualmente pelo gestor do escritório através da ferramenta computacional *Bizagi Process Modeler*[®]. Foi identificada uma falta de procedimento claro em muitos fluxos, o que dificultou o processo de consolidação dos modelos. Alguns fluxos, ainda, cruzavam fronteiras entre processos diferentes, o que levou à necessidade de um desenho de todos os processos alinhados em um mesmo diagrama (apêndice D) de forma que fosse possível compreender como e por que se relacionavam, visualizando também a participação dos atores em cada processo e no todo.

Para que fosse possível tal alinhamento, foi inicialmente definido um modelo de diagrama, baseado no Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego (figura 1), em que as atividades dos processos modelados deveriam corresponder obrigatoriamente às atividades do modelo de referência, identificando assim a sua sequência e existência em cada fluxo. O modelo utilizado está exposto na figura 2.

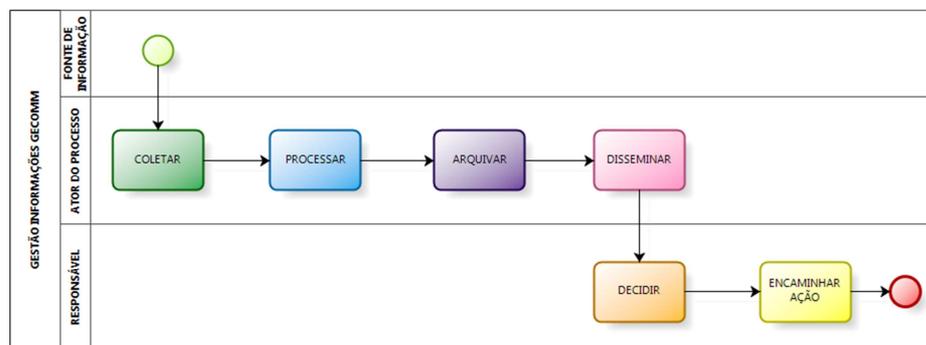


Figura 2 – Modelo de Diagrama para Desenho do Processo As Is

A criação do modelo de diagrama viabilizou, portanto, a organização das atividades de cada setor em sete diagramas *Business Process Diagram* (BPD) *As Is* (apêndice D), representando os processos em nível de negócio. Isto é, com baixa granularidade e sem representar as exceções, já que não exista pelos envolvidos um entendimento mais profundo sobre o macroprocesso de ponta a ponta. Em posse desses diagramas, o estudo foi conduzido para a etapa Melhorar Processos da *Metodologia Gressus*.

Essa etapa começa pela atividade Analisar Processo que, no presente estudo, já havia sido iniciada na etapa Modelar Processos, já que foi baseada na estrutura do modelo de referência da atividade Verificar Padrões e, sendo assim, a análise crítica dos diagramas já pôde ser feita na medida em que os desenhos foram desenvolvidos. O mapeamento do processo evidenciou uma indesejável dispersão dos fluxos, devido à falta de compreensão do macroprocesso, aliada à inexistência de procedimentos estruturados com definição clara de responsabilidades. A conclusão foi que os processos são frágeis, não sendo possível verificar se seu objetivo principal foi atingido, numa falta de visão ponta a ponta. No modelo *as is* foram criados *gateways* com indicação de um asterisco vermelho, como pode ser verificado no apêndice D. Através deles foi possível visualizar com clareza os pontos mais críticos processo que deveriam ser ajustados no modelo *to be*.

A atividade Verificar Padrões foi então retomada a fim de alinhar definitivamente o BPD *to be* às melhores práticas no assunto. No mesmo estudo em que foi gerado o Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego (figura 1), as melhores práticas foram listadas numa associação a esse modelo, evidenciando a importância dessas práticas ao longo de uma ou mais atividades do processo. O chamado Mapeamento das Melhores Práticas no Processo de Controle do Tráfego está apresentado na figura 3.

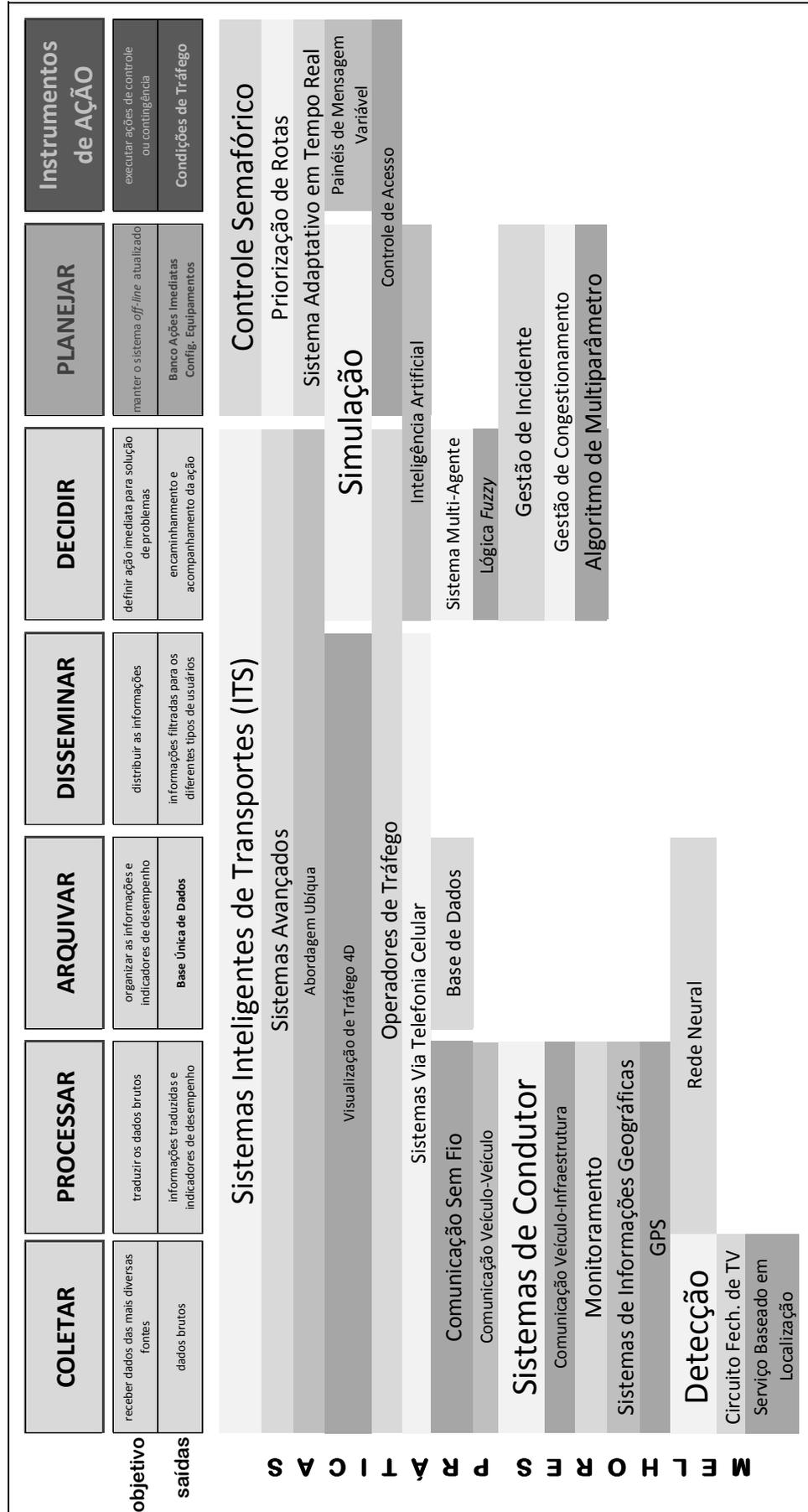


Figura 3 – Mapa das Melhores Práticas no Processo de Controle do Tráfego

Além do Mapa das Melhores Práticas, o estudo da atividade Verificar Padrões apresentou uma lista de diretrizes a serem seguidas no planejamento e controle centralizado do tráfego, que estão apresentadas a seguir.

Diretriz 1: A informação de tráfego, advinda das mais diversas fontes, é o elemento principal a ser gerenciado nos Centros de Controle de Tráfego (CCTs). A gestão dessas informações deve ocorrer de maneira inteligente e em tempo real para que a tomada de decisão possa ser guiada de forma clara e coerente. Para que ocorra dessa forma, o modelo genérico do processo de controle do tráfego é muito importante, no sentido que facilita a visualização e entendimento de como as informações de tráfego devem fluir ao longo deste processo.

Diretriz 2: A confiabilidade da detecção nas ruas, bem como em sistemas de condutor são essenciais para a utilização de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Da mesma forma, a priorização de rotas de é um eficaz instrumento de ação desde que haja boa comunicação entre o centro de controle e o condutor.

Diretriz 3: A sinalização semafórica, um dos dispositivos mais importantes no controle do tráfego, aliada à simulação, são essenciais ao planejamento e ao apoio à tomada de decisões.

Assim, a análise dos diagramas *as is*, aliada ao Mapa das Melhores Práticas e às Evidências apresentadas, embasaram o desenvolvimento do macroprocesso *to be*, apresentado na figura 4. Os processos mapeados foram classificados em dois tipos: monitoramento da informação e gestão da ação, totalizando cinco processos do primeiro tipo e um processo do segundo.

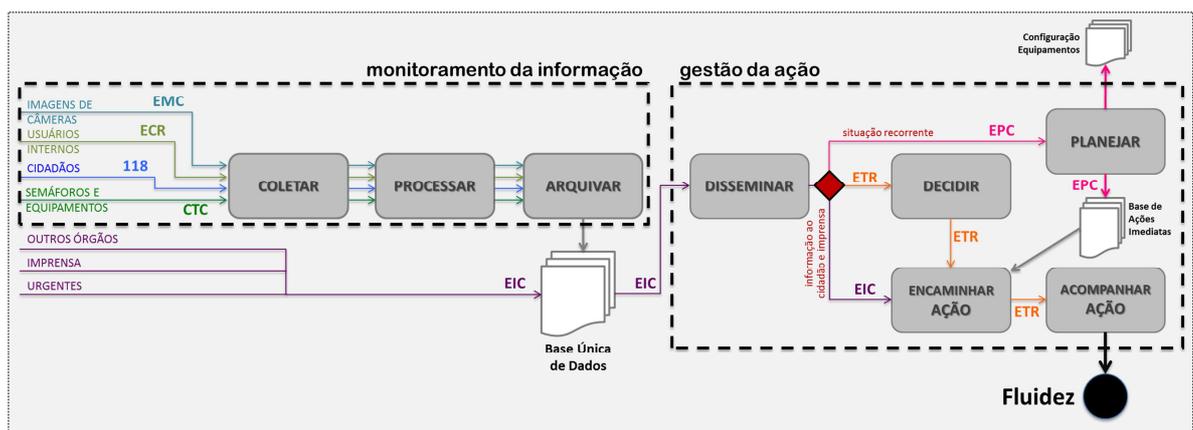


Figura 4 – Macroprocesso To Be

O conjunto de atividades visa, portanto, atingir o produto final desejado, que é a fluidez do sistema viário, através da organização dos fluxos do processo em um caminho claro, com responsabilidades atribuídas, para que o monitoramento das informações de tráfego seja eficiente no suporte à gestão das ações a serem tomadas. O indicador de

desempenho definido para acompanhar a execução do processo foi o seu próprio cumprimento de ponta a ponta. Por estar a CECOMM iniciando na gestão por processos, com maturidade identificada no nível repetitivo, a criação de muitos indicadores foi vista como entrave na execução inicial destes processos. Ao longo da evolução do nível de maturidade da empresa, pretende-se criar novos indicadores para refinar, portanto, o controle do seu desempenho. Dessa forma, contemplou-se a atividade proposta pela Metodologia *Gressus* para finalizar a etapa Melhorar Processos, encaminhando para a etapa final da Fase Projeto que é Implantar Processos.

Para substituir o processo atual pelo processo melhorado e coloca-lo em produção, foi definido um Plano de Ação contendo as tarefas necessárias para colocar o processo melhorado em produção, contemplando a atividade Planejar Mudanças da etapa Implantar Processos. O planejamento das mudanças foi realizado utilizando a ferramenta 5W2H, conforme orientado na Metodologia *Gressus* e está demonstrado no quadro 4.

A construção do Plano de Ação foi iniciada em reunião com os gestores administrativos da CECOMM. Nessa reunião foram apresentadas as principais constatações da etapa Melhorar Processos e discutida a viabilidade da proposta de melhoria segundo a visão administrativa e política. Após alinhamento das melhorias propostas e possíveis, foi convocada uma reunião com toda a equipe do escritório de processos para que tomasse conhecimento da versão final do macroprocesso *to be* e se discutisse, em conjunto com os gestores administrativos, efetivamente as ações necessárias para que os novos processos entrassem em funcionamento.

Quadro 4 – Plano de Ação CECOMM-EPTC

QUEM	O QUE	QUANDO	QUANTO	POR QUÊ	COMO
Gestor Escritório	Relacionar necessidades de Pessoal e Física para estruturação das novas equipes	Nov 2014	4h de trabalho normal	Proporcionar embasamento para verificar viabilidade administrativa	Relatório
Gestor Administrativo	Verificar viabilidade administrativa da nova proposta	Nov 2014	-	Aprovar implantação da nova proposta junto à diretoria	Reunião para apresentação de relatórios
Gestor Escritório e Gestor Administrativo	Apresentar macrop processo <i>to be</i> e nova estrutura de trabalho à equipe	Dez 2014	4h de trabalho normal	Alinhar definições e objetivos	Reunião para apresentação da proposta
EMC e Gestor Escritório	Mapear Processo <i>To Be</i>	Dez 2014	20h de trabalho normal	Detalhar o Macroprocesso	Desenho manual com posterior utilização do <i>software Bizagi</i>
ECR e Gestor Escritório	Mapear Processo <i>To Be</i>	Dez 2014	20h de trabalho normal	Detalhar o Macroprocesso	Desenho manual com posterior utilização do <i>software Bizagi</i>
118 e Gestor Escritório	Mapear Processo <i>To Be</i>	Dez 2014	20h de trabalho normal	Detalhar o Macroprocesso	Desenho manual com posterior utilização do <i>software Bizagi</i>
CTC e Gestor Escritório	Mapear Processo <i>To Be</i>	Dez 2014	20h de trabalho normal	Detalhar o Macroprocesso	Desenho manual com posterior utilização do <i>software Bizagi</i>
EIC e Gestor Escritório	Mapear Processo <i>To Be</i>	Dez 2014	20h de trabalho normal	Detalhar o Macroprocesso	Desenho manual com posterior utilização do <i>software Bizagi</i>
ETR e Gestor Escritório	Mapear Processo <i>To Be</i>	Dez 2014	20h de trabalho normal	Detalhar o Macroprocesso	Desenho manual com posterior utilização do <i>software Bizagi</i>
EPC e Gestor Escritório	Mapear Processo <i>To Be</i>	Dez 2014	20h de trabalho normal	Detalhar o Macroprocesso	Desenho manual com posterior utilização do <i>software Bizagi</i>
Gestores dos Processos, Gestor do Escritório e Gestor Administrativo	Estabelecer método de arquivamento em base única no período em que o sistema (<i>software</i>) estiver sendo desenvolvido	Dez 2014	20h de trabalho normal	Viabilizar a execução dos processos melhorados enquanto o sistema (<i>software</i>) estiver sendo desenvolvido	Definir técnicas manuais mais eficientes e compartilhadas do que as atuais
Todos	Iniciar execução dos processos <i>To Be</i> desenhados	Jan 2015	-	Testar os novos processos e propor melhorias	Realizando as atividades conforme definidas no modelo <i>To Be</i>
Gestor do Escritório	Acompanhar execução de os processos <i>To Be</i>	Ago 2015	-	Proporcionar melhoria contínua	Verificar execução ponta a ponta, identificar gargalos e proposição de melhorias

Dentre as ações definidas no Plano de Ação, está o desenho dos diagramas *to be*, com menor granularidade, por cada gestor de processo, renomeados de acordo com sua nova

posição e responsabilidade no macroprocesso melhorado. Dessa forma, foi contemplada a atividade Programar Execução do Processo, que ainda faz parte da etapa Implantar Processos. Para encerrar essa etapa, a presente pesquisa propõe a criação do Plano de Otimização de Processos, realizando assim a atividade Finalizar Projeto de Processos de forma mais refinada.

2.6 Plano de Otimização de Processos

O Plano de Otimização de Processos é uma proposta para o refinamento da transição da Fase de Projeto para a Fase Contínua da Metodologia Gressus. O Plano de Ação é um instrumento simples com informações resumidas que pode não ser suficiente para o planejamento eficiente da execução dos processos melhorados. Dessa forma, o Plano de Otimização de Processos pode ser visto como um novo projeto proveniente e baseado na homologação do projeto de implantação de BPM. Consiste em um Plano de Projeto, que pode estar baseado no conjunto de práticas em gestão de projetos estabelecidas pelo *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK, 2000).

A elaboração do plano deve ser incluída nas atribuições do Escritório de Processos. Neste deve constar o histórico do Projeto de Implantação de Processos, descrevendo resumidamente as fases e etapas percorridas até chegar ao resultado final. Inicia-se apresentado o diagnóstico atual, através da análise dos diagramas de processos *as is*, explicitando o motivo pelos quais as melhorias foram propostas nos diagramas de processos *to be*. Após uma breve explicação sobre a participação dos atores nos fluxos dos processos melhorados, deve ser exposto o Plano de Ação, contendo prazos e responsáveis pelas ações e enfatizado que só através do seu cumprimento as melhorias podem ser implantadas.

O Plano de Ação é o documento inicial do planejamento da execução dos processos e, através dele devem ser gerados outros documentos e definições que se façam necessários, de acordo com as peculiaridades da empresa, para iniciar efetivamente a fase contínua.

2.7 Discussão

O estudo de caso permitiu avaliar a aplicação de uma metodologia embasada em referenciais teóricos em um projeto influenciado por restrições de recursos e prazos, necessidade de decisões administrativas, implantação de sistemas, mudanças estruturais, bem como circunstâncias políticas inerentes às organizações públicas. As etapas e atividades definidas pela Metodologia *Gressus* se mostraram coerentes e exequíveis, sendo que a única proposta de alteração verificada, nesta aplicação, foi a maior valorização da atividade Verificar Padrões, inclusive antecipando a sua execução no projeto. Como não existia pesquisa prévia que apresentasse as melhores práticas da gestão das informações no controle do tráfego, foi necessário que essa atividade, no presente estudo, se constituísse não só em “verificar”, mas sim em compilar, analisar e definir padrões.

Ao analisar os resultados obtidos no estudo, foi possível observar que os integrantes da organização que estiveram envolvidos no projeto foram receptivos com a possibilidade de introdução da nova cultura de trabalho. Os gestores dos processos selecionados participaram de maneira efetiva, agregando atribuições às suas funções normais e contribuindo principalmente com as informações necessárias para a descoberta do processo atual e também na construção do processo melhorado.

Muitas das ineficiências evidenciadas através da aplicação da metodologia já haviam sido identificadas pelos integrantes da CECOMM, porém nunca alinhadas de forma clara em busca de uma solução. Fluxos conflitantes ou redundantes são comuns em organizações que utilizam gestão funcional, onde as barreiras hierárquicas acabam impedindo a visualização do processo como um todo, ou seja, o macroprocesso. Ao propor a melhoria nesse processo, se demonstra que é possível que as atividades fluam horizontalmente transcendendo a estrutura funcional, sem prejudicar as definições de organograma necessárias principalmente em organizações públicas.

A designação clara de procedimentos e atribuições deve ser um incentivo ao maior comprometimento das equipes na realização de suas atividades, uma vez que dessa forma é possível entender qual o seu papel efetivo na construção do produto final ao cliente. A metodologia de implantação de BPM proporciona que todos os atores do

processo colaborem com a construção da melhoria, fazendo com que todos se sintam importantes e capazes de executá-la.

2.8 Considerações Finais

O momento atual caracteriza-se por novas demandas da sociedade para com as organizações públicas, levando a uma busca por maior transparência e qualidade na prestação de seus serviços e gerando uma crescente preocupação dos gestores em dar uma melhor visão da aplicação de seus recursos. Somado a isso, o governo federal vem desenvolvendo ações para estimular as organizações públicas brasileiras a administrar visando o cidadão e não somente os seus processos internos. São exemplos dessas ações o Projeto Esplanada Sustentável, a Carta de Serviços ao Cidadão, o e-Gov - Governo Eletrônico e a Lei de Acesso a Informação (LAI). Portanto, existe uma urgência na gestão pública em conhecer e melhorar seus processos, alinhando e integrando-os aos seus sistemas de informação, de maneira a possibilitar o atendimento destas demandas de forma sustentável e rápida (PINTO FILHO *et al.*, 2008).

Neste sentido, a metodologia BPM pode ser utilizada como um importante instrumento, proporcionando conhecer, melhorar, automatizar e adequar os processos de negócio de forma a apoiar as atividades administrativas (ABPMP, 2009). No entanto, sua implantação em organizações públicas apresenta certas dificuldades relacionadas às peculiaridades desse tipo de empresa. Buscando superar essas dificuldades, Pina e Oliveira (2013) desenvolveram a Metodologia *Gressus* para implantação da gestão de processos em organizações públicas que ainda não façam uso de BPM, com vistas a proporcionar um caminho simples e claro para este fim.

Este artigo demonstra aplicação da metodologia BPM, através de estudo de caso, visando à implementação de melhoria da gestão das informações de um Centro de Controle de Tráfego (CCT) inicialmente estruturado através da organização funcional. Uma das principais dificuldades da implantação do BPM em processos de gestão pública é a transição da gestão por funções para a gestão por processos. Nesse sentido a simplicidade da Metodologia *Gressus* colabora positivamente para que empresas com

baixo nível de maturidade em processos possam iniciar em BPM. A estruturação dos processos teve como objetivo proporcionar a melhoria da gestão das informações, já que estas constituem o elemento essencial do trabalho no CCT.

Os resultados demonstram a adequabilidade da utilização da Metodologia *Gressus* para empresas em níveis iniciais de maturidade em gestão de processos. Através da realização das atividades das fases inicial e de projeto, foi possível conhecer os processos da empresa, analisa-los, elaborar diagnósticos e propor melhorias no Plano de Ação. Para iniciar a fase contínua da *Gressus*, o presente estudo propõe que a metodologia seja refinada com a sugestão da criação do Plano de Otimização de Processos, estruturado através de práticas de Gestão de Projetos. Baseada em cumprimento de etapas definidas, a empresa está efetivamente preparada para se encaminhar para a realização completa do ciclo de BPM. Justamente por ser um processo cíclico, as organizações públicas podem atingir a melhoria de forma gradual respeitando seu nível de maturidade, consolidando a BPM como um eficiente mecanismo de alcance a novos patamares de maturidade na estruturação dos processos.

Referências

AALST, W. V. D., OBERWEIS, A., DESEL, J.. **Business Process Management: Models, Techniques**, Springer-Verlag, NY, 2000.

ABPMP. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio** Corpo Comum de Conhecimento (BPM CBOK). 2009.

BALDAM, R.; VALLE, R.; PEREIRA, H.; HILST, S.; ABREU, M.; SOBRAL, V. **Gerenciamento de processo de negócios: BPM – Business Process Management**. 2ª Ed. São Paulo: Érica, 2009.

BATISTA, Fábio Ferreira. **Modelo de gestão do conhecimento para a administração pública brasileira: como implementar a gestão do conhecimento para produzir resultados em benefício do cidadão**. Brasília: Ipea, 2012.

BRANDI, Letícia Souza Netto. **Gestão por processos de negócios: uma proposta para administração pública municipal**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2013.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 12.527**, de 18 de novembro de 2011. Esta Lei dispõe sobre os procedimentos a serem observados pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios,

com o fim de garantir o acesso a informações. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 16/05/2012.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 69.32**, de 11 de agosto de 2009. Dispõe sobre a simplificação do atendimento público prestado ao cidadão, ratifica a dispensa do reconhecimento de firma em documentos produzidos no Brasil, institui a “Carta de Serviços ao Cidadão” e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 12/08/2009.

BRODBECK, Ângela F. Ângela F. *et al.* Implementação de Escritório de Processos em Organizações Governamentais: o caso de uma Instituição de Ensino Superior. In: **Workshop de Tecnologia da Informação e Comunicação das Instituições Federais de Ensino Superior do Brasil**. João Pessoa, UFPB, 2013.

CROW, K. DRM associates: **characterizing and improving the product development process**. Disponível em: <<http://www.npd-solutions.com/pdprocess.html>>. Acesso em: 05 nov 2015.

DAHAL, Keshav; ALMEJALLI, Khaled; HOSSAIN, M. Alamgir. Decision support for coordinated road traffic control actions. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 2, p. 962-975, 2013.

DE SORDI, José Osvaldo. **Gestão de Processos: uma abordagem da moderna Administração**. 2.ed., São Paulo: Saraiva, 2008.

DESAI, Prajakta *et al.* Multi-agent based vehicular congestion management. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 1031-1036.

DIXON, John. **Hype Cycle for Business Process Management**, 2012. Disponível em: <<http://www.gartner.com>>. Publicado em 27 de julho de 2012. 100 p. Acesso em: 13 nov 2014.

ENOKI, Cesar Hidetoshi. **Gestão de processos de negócio: uma contribuição para a avaliação de soluções de business process management (BPM) sob a ótica da estratégia de operações**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo– Departamento de Engenharia de Produção, 2006.

ETEMADNIA, Hamideh; ABDELGHANY, Khaled; HARIRI, Salim. Toward an Autonomic Architecture for Real-Time Traffic Network Management. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 16, n. 2, p. 45-59, 2011.

FIEL FILHO, Alécio. **Gestão dos Processos e a Eficiência na Gestão Pública**. São Paulo: Atlas, 2010.

FUGINI, M. G.; MAGGIOLINI, P.; PAGAMICI, B. Por que é difícil fazer o verdadeiro “Governo-eletrônico”. **Revista Produção**, v. 15, n. 3, p. 300-309, 2005.

GESPÚBLICA. **Guia de Gestão de Processos de Governo: Áreas de Integração para Governo Eletrônico, Arquitetura e-PING de Interoperabilidade**. 2011.

GONÇALVES, José Ernesto de Lima. Processo, Que Processo? **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 40, n. 4, out-dez/2000a, p. 8-19.

GONÇALVES, José Ernesto L. As Empresas são coleções de processos. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 40 n. 1, jan-mar/2000b, p. 6-19.

GONG, Yiwei; JANSSEN, Marijn. From policy implementation to business process management: Principles for creating flexibility and agility. **Government Information Quarterly**, v. 29, p. S61-S71, 2012.

GUERRINI, Fábio Muller. **Modelos de Referência de Gestão da EESC-USP**. São Carlos: Cubo Multimídia, 2009.

HAMMER, M., STANTON, S. How process enterprises really work. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 6, p. 108-118, nov/dec 1999.

KANUFRE, Rosana A. M. e REZENDE, Denis Alcides. Princípios da gestão orientada para resultados na esfera municipal: o caso da prefeitura de Curitiba. RA USP - **Revista de Administração**. São Paulo, v. 47, n. 4, out-nov-dez/2012, p. 638-652.

LIMA, Maria. **A Gestão da Qualidade e o Redesenho de Processos como Modelo de Desenvolvimento Organizacional em Hospitais Públicos Universitários: O Caso do Hospital de Clínicas da UNICAMP**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, São Paulo, 2006.

LIU, Yue; CHANG, Gang-Len; YU, Jie. An integrated control model for freeway corridor under nonrecurrent congestion. **Vehicular Technology, IEEE Transactions on**, v. 60, n. 4, p. 1404-1418, 2011.

PACK, Michael L.; WEISBERG, Phillip; BISTA, Sujal. Four-dimensional interactive visualization system for transportation management and traveler information. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1937, n. 1, p. 152-158, 2005.

PATTERSON, M. L. **Accelerating innovation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.

PEREIRA, Lucélia Fehlberg. **Um Procedimento De Apoio A Decisão Para Escolha De Sistemas De Controle De Tráfego Considerando A Coleta Automatizada De Dados**. Tese (Doutorado). Instituto Militar de Engenharia, Ciências em Engenharia de Transportes, 2005.

PINA, Estelamaris da Costa; OLIVEIRA, Adicinéia Aparecida de. GRESSUS: A METHODOLOGY FOR IMPLEMENTATION OF BPM IN PUBLIC ORGANIZATIONS. **10th International Conference on Information Systems and Technology Management – CONTECSI**. June, 12 to 14, 2013 - São Paulo, Brazil.

PINA, Estelamaris da Costa. **GRESSUS: UMA METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA BPM EM ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal do Sergipe (UFS), 2013.

PINTO FILHO, J. B. A. **Gestão de Processos de Negócio: Uma adaptação da Metodologia de Rummler-Brache Baseada numa Aplicação Real**. Dissertação de mestrado em ciências da computação, UFPE, Recife, 2007.

PMBOK, A. **Guide to the project Management body of knowledge**. Project Management Institute, Pennsylvania USA, 2000.

SMITH, H.; FINGAR, P. **Business Process Management (BPM): The Third Wave**. Meghan-Kiffer Press; 1st edition, 2007.

TACHIZAWA, Takeshy; SCAICO, Oswaldo. **Organização Flexível: qualidade na gestão por processo**. 2.ed., São Paulo: Atlas, 2006.

VIEIRA, Saulo Fabiano A. Análise de Stakeholders em Órgãos Públicos: o caso da Secretaria do Turismo do Paraná. **Revista de Ciências da Administração**. Santa Catarina, v.13, n.31, p. 81-110, set-dez, 2011.

ZAIRI, Mohamed. Business process management: a boundaryless approach to modern competitiveness. **Business Process Management Journal**, v. 3, n. 1, p. 64-80, 1997.

III

ARTIGO 2

Modelagem de Processos em Organizações Públicas: Um estudo para Gestão das Informações em Centros de Controle de Tráfego

Julia Lopes de Oliveira Freitas

Mestranda PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, Brasil
e-mail: jfreitas@eptc.prefpoa.com.br

Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.

Professora PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, Brasil
e-mail: echeveste@producao.ufrgs.br

Resumo: Na administração pública, os novos sistemas e a demanda da sociedade por maior transparência e qualidade na prestação de seus serviços gera uma crescente preocupação dos gestores em oferecer melhor visibilidade da aplicação dos recursos públicos. Somado a isso, o governo federal vem desenvolvendo ações para estimular as organizações públicas brasileiras a administrar visando o cidadão e não somente os seus processos internos. A modelagem de processos é uma abordagem amplamente utilizada para alcançar a visibilidade necessária para processos existentes (*as is*) e cenários de processo futuros (*to be*) como parte de projetos de melhoria de processos de negócios. O *Bussiness Process Management* (BPM) é uma evolução dos fluxogramas e mapas de processo, conseguindo ir além da automação do fluxo de trabalho e da modelagem gráfica dos processos. Envolve a monitoração dos processos enquanto executados, com uma integração de ponta a ponta, englobando as tarefas humanas e as operações automatizadas. Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso em que a fase modelagem e otimização de processos da metodologia BPM é aplicada na melhoria dos processos em um Centro de Controle de Tráfego (CCT) inicialmente estruturado através da organização funcional. Os resultados demonstram a aplicabilidade da modelagem de processos em organizações públicas como um eficiente mecanismo para atingir maiores patamares de estruturação organizacional. Por ser um processo cíclico, a melhoria pode ser atingida de forma gradual respeitando o nível de maturidade de cada organização.

Palavras Chave: modelagem de processos, organizações públicas, controle centralizado do tráfego, BPM, *Bussiness Process Management*.

2.1 Introdução

O cenário de crescente competitividade dos últimos anos tem levado as organizações a buscar soluções para melhor estruturar e integrar seus processos, criando maior flexibilidade e agilidade em suas operações. Na administração pública a realidade não é diferente. Os novos sistemas e a demanda da sociedade por maior transparência e qualidade na prestação de seus serviços, gera uma crescente preocupação dos gestores públicos em oferecer melhor visibilidade da aplicação dos recursos públicos. Nesse sentido, o governo federal vem desenvolvendo ações para estimular as organizações públicas brasileiras a administrar visando ao cidadão e não somente aos seus processos internos. Essas ações estão consolidadas, entre outras formas, na Carta de Serviço ao Cidadão (BRASIL, 2009) e na Lei do Acesso a Informação – LAI (BRASIL, 2011). (PINA; OLIVEIRA, 2013; CATELLI; SANTOS, 2004).

O momento atual se caracteriza, portanto, por novas demandas para as organizações públicas, obrigando-as a buscarem padrões otimizados de desempenho, ética, transparência e responsabilidade na gestão. Isto provoca uma urgência em conhecer e melhorar seus processos, alinhando e integrando-os aos seus sistemas de informação, de maneira a possibilitar o atendimento destas demandas de forma sustentável e rápida. Os novos objetivos dos gestores públicos, refletindo os da sociedade em si, podem ser atingidos através da gestão eficiente dos processos de negócios das organizações, utilizando-se de uma abordagem administrativa surgida nos anos 90 chamada de Gestão por Processos de Negócios, tradução do inglês *Business Process Management (BPM)* (PINTO FILHO *et al.*, 2008).

BPM é uma abordagem que veio para suprir as deficiências que os modelos de Gestão de Processos demonstram ao longo da história, desde o excesso de formalismo até a falta de linguagem padronizada para representar e mapear processos (SMITH; FINGAR, 2007). De acordo com o guia BPM CBOK (ABPMP, 2009), principal referência sobre a metodologia BPM, a prática de gerenciamento por processos de negócio pode ser caracterizada como um ciclo de vida contínuo (processo) de atividades integradas: planejamento, análise, desenho e modelagem, implementação, monitoramento e refinamento. A metodologia é uma alternativa para atender, também no âmbito público,

a complexidade organizacional, a crescente exigência quanto à transparência nos negócios e aumento das transações através da Tecnologia da Informação.

Enquanto organizações privadas têm o lucro como objetivo principal, as organizações públicas devem ser guiadas pela gestão eficiente dos recursos tributários coletados de forma a atender com maior eficácia ao bem comum, gerando melhores resultados para a sociedade (PINTO FILHO *et al.*, 2008). Inserido nesse contexto, o Controle do Tráfego Urbano emerge como um campo em que a necessidade de uma gestão por processos é latente.

Centros de Controle de Tráfego (CCTs) prestam um serviço público fundamental para toda a população que se movimenta das mais diversas formas na cidade. Através dos CCTs, um complexo fluxo de informações e dados deve ser gerido de maneira inteligente para atender as necessidades atuais de mobilidade urbana.

Muita atenção tem sido dada ao estudo e desenvolvimento de sistemas de controle de tráfego ao longo dos últimos 20 anos, uma vez que a crescente quantidade de informações tem tornado as tarefas dos operadores dos CCTs cada vez mais complexas. A realidade é que os operadores não são devidamente apoiados no seu trabalho, o qual consiste principalmente em monitorar, diagnosticar e manipular as informações das redes de tráfego de veículos (DAHALL *et al.*, 2013; SCHWARZ *et al.*, 2012). Para integrar e gerenciar as informações de maneira eficiente, auxiliando os operadores na tomada de decisão em tempo real, é necessário que se entenda a complexidade que um sistema de controle de tráfego deve atingir.

Conforme pontua Gonçalves (2000), entender como os processos funcionam e quais são os diferentes tipos existentes é importante para determinar como eles devem ser gerenciados para a obtenção do máximo resultado. O campo de estudos em orientação e gestão por processos ainda está em construção, o que evidencia lacunas que possibilitam a elaboração de novos estudos, em especial as pesquisas com estudo de caso (SANTOS *et al.*, 2011). Baseado nisso, o presente trabalho foi desenvolvido a partir da oportunidade de estruturar o processo de gestão das informações em um Centro de Controle de Tráfego (CCT), estabelecendo quem é o cliente e qual o seu produto desejado, através da

metodologia BPM, tendo como foco principal o mapeamento e a modelagem do processo atual (*as is*) e futuro (*to be*).

2.2 Business Process Management

O *Business Process Management* (BPM) é uma abordagem estruturada na visão por processos, focando na análise e melhoria contínua dos elementos de processo de uma organização. É uma metodologia que visa proporcionar um melhor controle organizacional através de técnicas e ferramentas para suporte ao planejamento, implantação, gerenciamento e análise (BALDAM *et al.*, 2009).

O termo BPM tem sido utilizado no mais variado contexto, desde o tecnológico até a perspectiva do gerenciamento de mudanças. Introduce o conceito de “processamento de processos” e ressalta, por outro lado, que não é um conceito limitado à automação de modelos digitalizados. O método BPM abrange não só a descoberta, desenho e implantação dos processos de negócio, mas também o controle executivo, administrativo e de supervisão sobre eles, garantindo que eles permaneçam em conformidade com os objetivos de negócios para assegurar a satisfação dos clientes. Os processos de negócios recebem suporte através da utilização de métodos, técnicas e softwares para desenhar, executar, controlar e analisar processos operacionais, envolvendo humanos, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação (SMITH; FINGAR, 2007; ENOKI, 2006; AALST *et al.*, 2000).

Os processos de negócios de uma empresa podem ser classificados em três tipos: primários, suporte e gerenciamento. Os processos primários, ou essenciais, caracterizam a essência do funcionamento da instituição, resultando no produto ou serviço que é recebido pelos clientes. Já os processos de suporte são os que viabilizam o funcionamento de vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos essenciais. Por fim, os processos de gerenciamento são focalizados nos gerentes e nas atividades que eles devem realizar, incluindo ações de medição e ajuste do desempenho de qualquer organização (LIMA, 2006).

Existem muitas propostas de modelos de como aplicar a gestão por processos em uma organização, servindo para orientar a aplicação prática. O modelo clássico de HARRINGTON *et al.*, (1997) divide a implantação em cinco fases. MÜLLER (2003), baseando-se em Harrington e outros autores, construiu um modelo com sete fases. Dentre os modelos mais modernos está o de Smith e Fingar (2007), que propõem um ciclo de vida dividido em oito etapas.

Os modelos propostos anteriormente convergem em vários pontos desde conteúdo até a sequência da aplicação e o que varia entre eles é a ênfase dada a cada etapa. O modelo criado por BALDAM *et al.* (2009) baseia-se nos modelos anteriores. Porém, os autores reduzem o número de etapas, englobando nestas as ferramentas necessárias de maneira adequada, simplificada para a implementação da metodologia BPM. O ciclo do BPM proposto por Baldam *et al.* (2009) está estruturado de acordo com a figura 1.

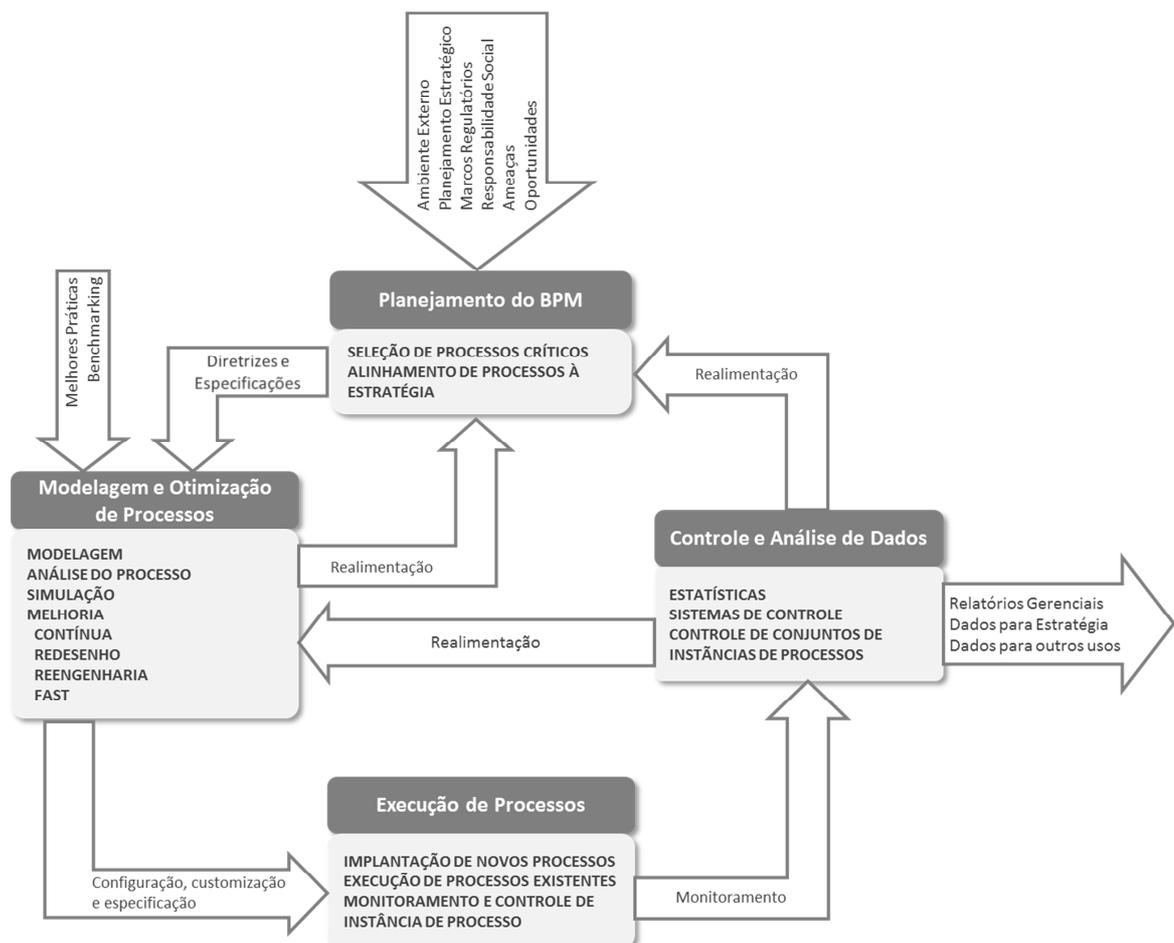


Figura 1 - Ciclo de BPM - Fonte: BALDAM *et al.* (2009)

Na fase de planejamento, são definidos quais são os processos mais importantes para a estratégia da organização e levantados seus pontos fracos, verificando genericamente possíveis falhas nos processos atuais da organização. Assim é realizada a definição dos planos de ação para implantação, bem como a hierarquização dos processos que necessitam uma ação mais imediata. Essa etapa é importante, pois, antes de seguir para a implantação e o gerenciamento propriamente ditos, é preciso alinhar o processo de negócio, de forma que este atenda aos objetivos estratégicos da empresa (BALDAM *et al.*, 2009; DAVENPORT, 1994).

A modelagem de processos é a fase mais visível do BPM. Esta fase engloba atividades que permitem obter informações sobre o processo atual (*As Is*) e sobre o modelo de processo otimizado futuro (*To Be*). Para isso, é necessário compreender e documentar os processos e coletar informações como custo, recursos e tempo necessários para a sua realização (BALDAM *et al.*, 2009).

As atividades que garantirão a implantação dos processos *To Be* fazem parte da fase de execução dos processos. Existe a etapa em que são colocados em prática, por exemplo, os planos de transferência de tecnologia, treinamentos, ajustes de equipamentos, métodos e *softwares*, dentre outros. Em uma etapa posterior, são realizados o acompanhamento dos processos implantados, bem como a monitoria e controle da execução de instâncias de processo.

O controle e análise de dados devem estar presentes durante todas as fases e etapas da aplicação do BPM, desde o planejamento até a análise pós-conclusão da execução. É importante o uso de indicadores, gerando informações que posteriormente realimentarão as atividades de otimização e planejamento. As atividades dessa fase irão gerar a realimentação do processo de aplicação do BPM, pois, informam o andamento de cada critério necessário para a qualidade da operação (BALDAM *et al.*, 2009).

2.2.1 MODELAGEM DE PROCESSOS e BPMN

A modelagem de processos é uma abordagem amplamente utilizada para alcançar a visibilidade necessária para processos existentes (*as is*) e cenários de processo futuros (*to be*) como parte de projetos de melhoria de processos de negócios. Práticas visuais como fluxogramas e mapas de processos vêm sendo utilizados há muito tempo como

meio de visualizar um processo de negócio, sendo uma das primeiras abordagens sistemáticas desenvolvida em 1946, por Goldstine e Von Neumann. Atualmente o termo “modelagem de processos” é mais utilizado, retratando uma abordagem mais disciplinada, padronizada, consistente e, acima de tudo, mais madura e científica. (ROSEMANN, 2006)

O *Business Process Management* (BPM) é, portanto, uma evolução dos fluxogramas e mapas de processo, conseguindo ir além da automação do fluxo de trabalho e da modelagem gráfica dos processos. A metodologia BPM envolve a monitoração dos processos enquanto executados, com uma integração de ponta a ponta, englobando as tarefas humanas e as operações automatizadas (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

No modelo de metodologia BPM proposto por Baldam *et al.* (2009), a modelagem de processos é a segunda fase, sendo seu principal objetivo representar os processos de forma clara com todos os seus desdobramentos, permitindo uma análise crítica das atividades existentes para definir melhorias nos processos. De uma forma geral, pode-se dizer que compreende duas importantes atividades: modelagem do estado atual do processo (*as is*) e otimização e modelagem do estado desejado do processo (*to be*) (BALDAM *et al.*, 2009).

A prática atual de modelagem de processos apresenta considerável variação de complexidade, sendo elaborada desde a mais simples representação no papel até o uso de técnicas mais sofisticadas que podem prejudicar a compreensão das especificações do processo. Essa complexidade pode ser avaliada de duas formas, uma sob a maneira como o procedimento de modelagem é abordado e outra sob a complexidade do processo em si. O que ocorre é que, na tentativa de modelar um processo complexo, acaba-se atribuindo uma possível dificuldade nessa tarefa à ferramenta de modelagem e não à complexidade do processo escolhido. Entretanto, é possível facilitar o procedimento de modelagem concentrando-se primeiro na compreensão da complexidade particular do processo antes da aplicação da ferramenta. Dessa forma, pode-se efetivamente compreender o macroprocesso de negócio da organização para que, a partir daí, se possa propor uma possível simplificação para a sua gestão (ROSEMANN, 2006).

Visando estabelecer um padrão através de uma notação de mais fácil compreensão e utilização por todos os envolvidos nos processos de negócio, os métodos têm avançado para ampliar a integração da linguagem de processos com a linguagem de tecnologia da informação, e com isso o método BPMN vem ganhando importância. O BPMN possui todas as seguintes características desejáveis nas ferramentas de modelagem: facilidade de desenho do processo, padrões de simbologia, facilidade de correções de fluxo, integração com bancos de dados e outros sistemas e possibilidade de agregar informações às atividades (BALDAM *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2009). Portanto, por ir ao encontro da desejada simplificação do entendimento dos processos de negócio, BPMN é a técnica de modelagem escolhida como padrão para o presente estudo.

O BPMN é um padrão de linguagem gráfica desenvolvido pelo *Business Process Management Initiative* (BPMI). Seu objetivo é disponibilizar uma notação que seja compreensível para todos os usuários, desde o analista de negócio, que cria o desenho inicial do processo, aos desenvolvedores técnicos responsáveis pela tecnologia destes processos, e finalmente, para o responsável por gerenciar e monitorar os processos (WHITE, 2004).

O BPMN é composto de um conjunto de elementos gráficos que permitem o desenvolvimento de diagramas de fácil entendimento e que foram escolhidos para ser distinguíveis e com formatos familiares à maioria dos modeladores. Segundo o documento *Business Process Model and Notation – OMG* (2013), as cinco categorias básicas de elementos são: objetos de fluxo, dados, objetos de conexão, *swimlanes* e artefatos. Na figura 2 são apresentados desdobramentos e notação gráfica utilizada para cada elemento.

ELEMENTOS	DESDOBRAMENTOS	NOTAÇÃO
Objetos De Fluxo	Eventos	
	Atividades	
	<i>Gateways</i>	
Dados	Objetos de Dados	
	Dados de Entrada	
	Dados de Saída	
Objetos de Conexão	Fluxo de Sequência	
	Fluxo de Mensagem	
	Associações	
Swimlanes	<i>Pools</i>	
	<i>Lanes</i>	
Artefatos	Grupos	
	Anotação de Texto	

Figura 2 – Elementos do BPMN (adaptado de OMG, 2013)

Os Objetos de Fluxo são os principais elementos gráficos que definem o comportamento de um processo de negócio. Os Dados fornecem informações sobre quais as atividades requeridas e/ou o que elas produzem. Os Objetos de Conexão, por sua vez, conectam os Objetos de Fluxo entre si ou com outras informações. Para agrupar elementos primários de modelagem, são utilizadas as *Swimlanes*. Por fim, os Artefatos são utilizados para fornecer informações adicionais sobre o processo.

2.3 Metodologia de Pesquisa

O presente trabalho pode ser classificado como pesquisa aplicada, qualitativa, com base em um estudo de caso. Para condução do estudo de caso, a pesquisa foi estruturada de acordo com o roteiro de atividades definido por Miguel (2007), resumido no quadro 1.

Quadro 1 – Roteiro para Estudo de Caso (MIGUEL, 2007)

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
Definir Estrutura Conceitual-Teórica	Revisão da literatura relacionada à metodologia BPM com enfoque em organizações públicas apresentada na sessão 2.2 deste trabalho.
Planejar o Caso	Foi selecionado um Centro de Controle de Tráfego (CCT) que não tinha nenhuma iniciativa em BPM para aplicar a fase Modelagem e Otimização de Processos do ciclo de BPM de Baldam <i>et al.</i> (figura 1)
Conduzir Teste Piloto	Baseando-se no Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego, as atividades de todos os setores do CCT foram enquadradas em um modelo de referência e, através disso, avaliadas e classificadas como partes de processos primários, suporte ou gerenciamento.
Coletar Dados	Durante a condução do piloto, os dados relativos aos processos foram coletados, através de entrevista e observação. Através dos resultados do piloto, foi possível visualizar os processos e atores existentes para então priorizar aqueles a serem detalhados na modelagem.
Analisar Dados	Através da construção dos diagramas de processos <i>As Is</i> , foi possível realizar uma análise crítica para desenhar o modelo <i>To Be</i> frente a um modelo de referência.
Gerar Relatórios	A metodologia de análise dos dados, bem como seus resultados, foram compilados para prover a estrutura para discussão e replicação.

2.3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO

Os Centros de Controle de Tráfego (CCTs) têm como principal função monitorar e gerenciar as condições de tráfego e incidentes. Para atingir essas metas, devem se basear em muitas fontes de informação de tráfego para verificar indicadores de desempenho do sistema de circulação. Essas fontes são, basicamente, semáforos e equipamentos, imagens de câmeras e usuários, tanto internos quanto externos. Uma vez que um problema ou incidente seja identificado nas vias, os operadores dos CCTs devem contar com bancos de dados em tempo real confiáveis para ajudar a gerir a resposta o mais rápido possível. Esses bancos de dados podem incluir o local de um incidente, o número e tipo de veículos envolvidos, os tipos de órgãos que respondem ao incidente, e assim por diante (ETEMADNIA *et al.*, 2011; PACK *et al.*, 2005).

A identificação de ações de contingência adequadas para uma determinada situação não recorrente no tráfego de veículos pode ser difícil mesmo para operadores experientes. Quando um incidente ocorre, o operador no CCT deve avaliar rapidamente a gravidade da situação, prever a evolução mais provável do estado da rede e selecionar as ações de

controle mais adequadas. Há um grande número de fatores envolvidos e possíveis ações de controle que precisam ser considerados durante o processo de tomada de decisão. Além disso, o operador deve considerar as inter-relações entre situações e ações de controle de tráfego em diferentes locais na rede, pois as ações de controle que influenciam a situação do tráfego em uma área de uma rede também podem afetar a situação em áreas vizinhas (DAHAN *et al.*, 2013; DESAI, 2011; LIU *et al.*, 2011). Portanto, é visível que as funções de um CCT devem estar estruturadas em um processo organizado, baseado em bancos de dados confiáveis, para, dessa forma, tornar suas ações eficientes.

Por estar o controle de tráfego de uma cidade usualmente inserido no âmbito de uma organização pública, geralmente municipal, deve-se considerar ainda que o sistema de gestão apresenta peculiaridades e deficiências específicas que o diferencia das organizações privadas. Verifica-se que, para uma organização pública implantar a metodologia BPM e alinhar aos sistemas de informação, algumas dificuldades se apresentam, seja em virtude da estrutura funcional instalada por força de lei, seja pelos sistemas em funcionamento ainda possuírem uma estrutura baseada em funções ou ainda pelo desconhecimento de uma estratégia para a implantação da gestão por processos. Percebe-se que as condições de contorno para viabilização de uma proposta de gestão por processos no âmbito público são a falta de capacitação, a falta de vontade política, a pouca utilização das tecnologias da informação e comunicação. Para vencer essas barreiras, Pina e Oliveira (2013) propõem a disseminação e implantação da cultura da gestão por processos de negócios através de um caminho gradual a ser seguido para iniciar a institucionalização do BPM.

2.3.2 PLANEJAMENTO DO CASO

O estudo foi desenvolvido no Centro de Controle e Monitoramento da Mobilidade (CECOMM) da Empresa Pública de Transporte e Circulação de Porto Alegre (EPTC). O CECOMM tem como objetivo dar suporte às equipes de fiscalização em suas atividades rotineiras, visando agilizar o atendimento de ocorrências de trânsito, antecipar-se às situações de conflitos de circulação e ter uma melhor visualização dos principais pontos da cidade para um melhor planejamento operacional e semaforístico. Sua infraestrutura

conta com central semafórica (CTC, EMR, EPOS e EPS), circuito fechado de televisão (EMC), central de rádio (ECR), central de telefone (118) e central de cadastro de infrações (ECI).

A gestão das atividades da CECOMM é atualmente realizada por meio de Coordenações e Equipes funcionais subdivididas de acordo com o organograma hierárquico da EPTC. Essa estrutura vertical, baseada em organograma é típica da chamada Gestão Funcional, iniciada com a revolução industrial e assentada sobre vários pressupostos que estão superados. A setorização, com atividades definidas para cada grupo, acaba por gerar trabalho dobrado e falta de comunicação (BRANDI; PINA, 2013).

Através da introdução da gestão por processos, pretende-se oferecer à CECOMM uma visão de como o trabalho pode ser operacionalizado na dimensão horizontal dos processos, cortando suas fronteiras funcionais, evidenciando produtos, clientes e fluxo de trabalho (BRANDI, 2013; TACHIZAWA; SCAICO, 2006). Para tanto, o estudo de caso foi conduzido para que se realizasse a fase Modelagem e Otimização de Processos do ciclo de BPM de Baldam *et al.* (figura 1).

2.3.4 CONDUÇÃO DO TESTE PILOTO

Segundo o ciclo de BPM de Baldam *et al.* (2009) (figura 1), a fase Modelagem e Otimização de Processos deve ser alimentada por pesquisa de *benchmarking*, a fim de compilar as melhores práticas no tema dos processos modelados. A condução do teste piloto foi, portanto, baseada em um estudo sobre melhores práticas no controle centralizado do tráfego, desenvolvida através de Revisão Sistemática de Literatura que, dentre outros resultados, apresentou um Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego. Para construção do modelo, foram seguidos os seguintes passos: (i) construção de uma base de dados teórica para o planejamento e controle centralizado do tráfego. (ii) elaboração da estrutura preliminar do modelo de referência do processo de controle do tráfego; (iii) verificação e ajuste junto a especialistas do modelo preliminar, adaptando à realidade dos CCTs brasileiros; (iv) geração do Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego exposto na figura 3.

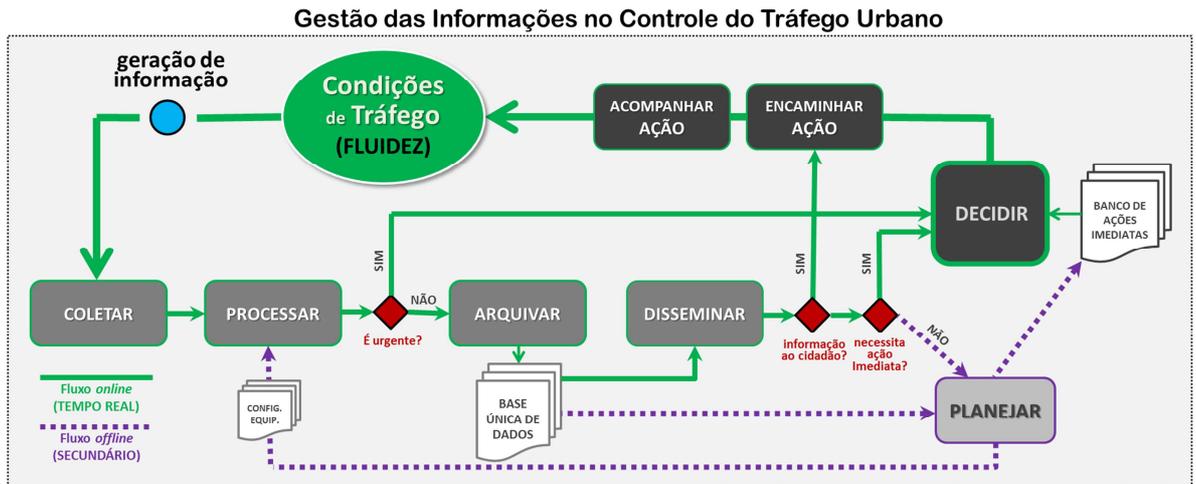


Figura 3 – Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego

As atividades básicas para gerenciar as informações conforme o modelo de referência são Coletar, Processar, Arquivar, Disseminar, Decidir, Encaminhar Ação e Acompanhar Ação, em um fluxo que ocorre em tempo real. A atividade Planejar faz parte de um fluxo secundário (*off-line*) que alimenta bancos de dados que dão importante suporte àquele fluxo *online*. O objetivo desses fluxos é gerar uma ação que vai influenciar no produto final que são as Condições de Tráfego que, sob o ponto de vista da mobilidade urbana, podem ser consideradas satisfatórias quando o sistema apresenta fluidez. Sendo assim, o foco principal da CECOMM deve ser proporcionar fluidez através de suas ações.

Baseado nisso, através de reuniões com os Gestores dos Processos de cada setor funcional da CECOMM, as atividades foram listadas, detalhadas e enquadradas no modelo de referência e categorizadas como partes de processos primários, suporte ou gerenciamento, conforme recomendação de Pina e Oliveira (2013). As autoras definiram como processos primários aqueles que geram uma ação e agregam valor direto ao produto final do modelo que é a fluidez.

Os elementos de dados representados na figura 3 do modelo de referência são instrumentos de suporte importantes para que o fluxo de atividades ocorra com eficiência. Assim, todas as atividades que agregam valor ao Banco de Dados Históricos ou ao Banco de Ações Imediatas foram consideradas como partes de processos suporte.

As atividades levantadas que foram identificadas como parte de processos de gerenciamento são aquelas que agregam valor à estrutura administrativa dos processos

primários e de suporte, mas não fazem parte do fluxo apresentado no Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego.

2.3.5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu durante a condução do teste piloto. Foi previamente estruturado um Escritório de Processos, cujas funções principais são estabelecer padrões, métodos e ferramentas e promover treinamento, governança e integração dos processos. As atribuições gerais do escritório são: coordenar a implantação da cultura de processos, promover a melhoria contínua dos processos e normatizar os esforços de melhoria de processos. É composto por um Gestor do Escritório de Processos e Gestores dos Processos nomeados de acordo com a sua participação estratégica nas cinco áreas funcionais da CECOMM.

O Gestor do Escritório de Processos é o elo entre os Gestores dos Processos e Gestores Administrativos. Deve conhecer e disseminar o processo macro, bem como os objetivos do negócio, para visualização e entendimento do todo. Os Gestores dos Processos fazem a ligação entre a sua equipe e o Escritório de Processos. Devem ter conhecimento específico sobre o processo gerido, além de boa comunicação com a equipe que o executa.

Após a consolidação do Escritório de Processos, os dados foram coletados seguindo tarefas definidas pelo gestor, demonstrada no quadro 2.

Quadro 2 – Planejamento do Escritório de Processos da CECOMM - EPTC

Tarefa 1	Gestor do Processo lista clientes e produtos
Tarefa 2	Gestor do Processo lista as atividades
Tarefa 3	Gestor do Processo conduz detalhamento das atividades junto à sua equipe
Tarefa 4	Gestor do Processo traduz informações do detalhamento para Gestor do Escritório
Tarefa 5	Gestor do Escritório compila atividades e identifica processos, relacionando-os
Tarefa 6	Gestor do Escritório define processos a serem modelados

As tarefas com a equipe foram conduzidas através de questionários estruturados para a coleta de dados (apêndice C). Os Centros de Controle de Tráfego gerenciam essencialmente informações e, por esse motivo, todos os questionários e mapeamentos foram desenvolvidos com foco no fluxo de informações. A comunicação entre o Gestor do Escritório e os Gestores dos Processos deu-se através de reuniões em grupo ou

individuais e troca de *e-mails* para solução de dúvidas pontuais e envio de formulários de pesquisas preenchidos.

2.4 Resultados

O diagnóstico inicial do projeto piloto foi a definição de que o produto final dos processos da CECOMM é a Fluidez. O cliente, por sua vez, é o Cidadão que consegue se locomover de um ponto a outro da cidade com segurança e mobilidade. Na lista dos produtos e clientes desenvolvida por cada setor separadamente, foram listados vários produtos finais. Dessa forma, a equipe não visualiza a fluidez como produto final, o que significa que não estão visualizando o processo como um todo, mas sim as suas atividades individuais. Após análise, pôde-se verificar que os produtos listados são, na verdade, os Elementos de Dados entregues entre Atores do Processo, por sua vez entendidos, pelas equipes, como clientes. Da mesma maneira, constatou-se que, para algumas equipes, os produtos finais confundem-se com alguma Atividade do processo e não o seu resultado propriamente dito.

Diante do exposto, evidenciou-se a setorização das atividades de trabalho definidas para cada grupo, sem uma visão clara do processo como um todo, ou seja, o macroprocesso. Baseado nisso, iniciou-se a busca pelo alinhamento das atividades existentes na forma de processos lineares. Cada atividade descrita pelos setores foi estudada e alocada em uma ou mais atividades do modelo de referência (figura 3) a fim de identificar se era parte de processos primários, de suporte ou gerenciamento. As atividades identificadas como parte de processos primários foram priorizadas, sendo agrupadas de acordo com o processo a que pertenciam. Dessa forma, obteve-se como resultado a lista dos processos primários da CECOMM, associados aos respectivos setores – atores do processo - que fazem parte destes, conforme quadro 3.

Quadro 3 – Processos Primários CECOMM

NOME DO PROCESSO	ATORES DO PROCESSO
Gerir Informações de Imagens de Câmeras	EMC – Monitoramento de Câmeras 118 – Central de Telefone CTC – Controle Tráfego Centralizado EPOS – Operação Semafórica PCAs – Posto Controle Avançado
Gerir Informações de Usuários Internos	ECR – Central de Rádio CTC – Controle Tráfego Centralizado CSE – Sinalização Elétrica
Gerir Informações de Usuários Externos	ECR – Central de Rádio 118 – Central de Telefone
Gerir Informações de Outros Órgãos	EMC – Monitoramento de Câmeras ECR – Central de Rádio
Gerir Informações de Imprensa	EMC – Monitoramento de Câmeras ECR – Central de Rádio
Gerir Informações de Semáforos	CTC – Controle Tráfego Centralizado EMR – Monitoramento de Redes EPS – Planejamento Semafórico
Gerir Informações de Outros Equipamentos	CTC – Controle Tráfego Centralizado ECI – Cadastro de Infrações

Os processos foram determinados e nomeados de acordo com as fontes de informações gerenciadas, sendo desdobrados conforme quadro 4. Os resultados da pesquisa de *benchmarking* baseada em revisão sistemática de literatura citada anteriormente orientaram as autoras a agrupar as fontes gerenciadas pelos CCTs em três grupos: Semáforos e Equipamentos, Imagens de Câmeras, Usuários.

Quadro 4 – Fontes de Informação em CCTs X Processos no CECOMM

GRUPO	FONTES	PROCESSO NO CECOMM
Semáforos e Equipamentos	Semáforos	Gerir Informações de Semáforos
	Equipamentos de Transporte Público	Não existe processo
	Equipamentos de Controle de Velocidade	Gerir Informações de Outros Equipamentos
	Equipamentos de Controle de Avanço no Sinal Vermelho	Gerir Informações de Outros Equipamentos
Imagens de Câmeras	Imagens de Câmeras	Gerir Informações de Imagens de Câmeras
Usuários	Internos (operadores da central semafórica, técnicos de manutenção, técnicos de planejamento, fiscais de trânsito)	Gerir Informações de Usuários Internos
	Externos - Cidadão	Gerir Informações de Usuários Externos
	Externos - Imprensa	Gerir Informações de Imprensa

As fontes gerenciadas pela CECOMM são semáforos, equipamentos de controle de velocidade, equipamentos de controle de avanço no sinal vermelho, imagens de câmeras, usuários internos e externos. Os processos de gestão de informações relacionados a essas fontes foram os selecionados para serem modelados no presente estudo são, portanto, aqueles que aparecem na lista de processos primários da CECOMM (quadro 3) de acordo com as fontes de informação gerenciadas extraídas da literatura (quadro 4).

2.4.1 MODELO AS IS

Cada um dos sete processos selecionados foi desenhado individualmente através da ferramenta computacional *Bizagi Process Modeler*®. Foi identificada uma falta de procedimento claro em muitos fluxos, o que dificultou o processo de consolidação dos modelos. Alguns fluxos, ainda, cruzavam fronteiras entre processos diferentes, o que levou à necessidade de um desenho de todos os processos alinhados em um mesmo diagrama (apêndice D) de forma que fosse possível compreender como e por que se relacionavam, visualizando também a participação dos atores em cada processo e no todo.

Para viabilizar tal alinhamento, foi inicialmente definido um modelo de diagrama (figura 4), baseado no Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego (figura 3), em que as atividades dos processos modelados deveriam corresponder obrigatoriamente às atividades do modelo de referência, identificando assim a sua sequência e existência em cada fluxo.

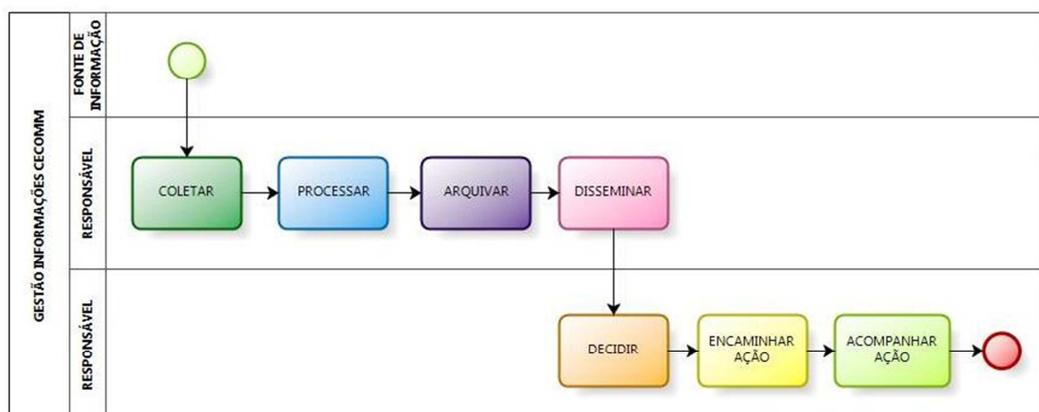


Figura 4 – Modelo de Diagrama para Desenho do Processo As Is

Dessa forma, ficou claro, através da diferenciação de cores e *lanes*, quais eram as fontes de informação relacionadas ao processo, como participavam seus atores e quem eram os responsáveis pelas atividades, conforme ilustrado na figura 5, que é o diagrama resumido das atividades e atores nos processos *as is*.

Processos de Gestão das Informações - CECOMM							
	Imagens de Câmeras	Usuários Internos	Cidadãos	Outros Órgãos	Imprensa	Semáforos	Outros Equipamentos
EMC							
ECR							
118							
EMR							
CTC							
EPOS							
EPS							
ECI							
PCAs							
CSE							

COLETAR
 PROCESSAR
 ARQUIVAR
 DISSEMINAR
 DECIDIR
 ENCAMINHAR AÇÃO
 ACOMPANHAR AÇÃO
 PLANEJAR
 * PONTO CRÍTICO

Figura 5 – Resumo das Atividades e Atores nos processo *As Is*

Conforme já mencionado, as fontes de informação determinaram os processos da CECOMM e são elas: imagens de câmeras, usuários internos, usuários externos (cidadãos), outros órgãos, imprensa, semáforos e outros equipamentos. Os atores do processo, responsáveis pela execução das atividades referentes a essas informações, são as equipes funcionais de acordo com o organograma da empresa: monitoramento de câmeras (EMC), central de rádio (ECR), central de telefone (118), monitoramento de redes (EMR), central de tráfego centralizado (CTC), planejamento da operação semafórica (EPOS), planejamento semafórico (EPS) e cadastro de infrações (ECI). Ainda fazem parte do fluxo de informações equipes externas à CECOMM: postos de controle avançado (PCAs) e sinalização elétrica (CSE).

A representação gráfica da figura 5 demonstra que todos os processos apresentam participação de mais de um ator e que maioria dos atores participa de mais de um processo. Ainda, percebe-se que cinco atores se concentram no conjunto de atividades Coletar, Processar, Arquivar e Disseminar, sendo eles EMC, ECR, 118, EMR E CTC. Enquanto as atividades Decidir, Encaminhar Ação e Acompanhar Ação, em conjunto,

estão sendo realizadas somente por três atores, EPOS, PCAs e CSE, sendo que os dois últimos são externos à CECOMM. Além disso, a atividade Planejar só é realizada por EPOS e EPS no processo de gestão das informações de semáforos.

Quase todos os atores realizam a atividade Arquivar, porém, onde está marcada com asterisco vermelho, representa não ser um procedimento claro e estruturado e, dessa forma, representa um ponto crítico do processo. Ainda, através do diagrama *as is* (apêndice D), verifica-se que os objetos de dados gerados acabam geralmente confinados na *lane* de cada ator, sem que seja compartilhada com os outros atores ou processos.

Muitos pontos críticos foram encontrados no processo, sendo identificados no diagrama *as is* em *gates* com um asterisco vermelho. Esses *gates* representam pontos de bifurcação no modelo que geram fluxos difusos ou sem critério claro de direcionamento.

2.4.2 ANÁLISE DO MODELO AS IS

Os processos *As Is* (apêndice D) foram modelados com base na estrutura do modelo de referência já consolidado em estudo anterior e, sendo assim, a análise crítica dos diagramas já pôde ser feita na medida em que os desenhos foram sendo desenvolvidos.

O mapeamento evidenciou uma indesejável dispersão das informações coletadas, devido à falta de compreensão do processo como um todo, aliada à inexistência de procedimentos estruturados com definição clara de responsabilidades. Através do modelo *as is* percebe-se que as atividades de coletar, processar e disseminar informações estão concentradas entre EMC, ECR, 118 e CTC. Porém, a partir do momento em que são disseminadas, apenas aquelas que dizem respeito ao processo de gestão de informações de semáforos continuam o fluxo de decidir e encaminhar ação dentro do âmbito do CECOMM. A maioria das informações são conduzidas para que setores externos realizem essas atividades e o controle destas se perde a partir do momento da disseminação. Dessa forma, o processo torna-se frágil, não sendo possível verificar se o objetivo principal foi atingido, uma vez que não há o retorno de quais ações foram tomadas e, mais importante, de que forma impactaram na fluidez do sistema viário.

A atividade Arquivar é realizada de maneira segregada, sem sequência de procedimento claramente definida, em que as informações permanecem confinadas no âmbito do setor que as arquivaram. Dessa maneira não são úteis para o processo como um todo, servindo apenas de registro para garantir a comprovação de que uma informação foi repassada de um setor a outro. O Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego (figura 3) propõe uma base de dados única, que deve ser facilmente acessada por diversos usuários e de preferência gerenciada por um *software* para que se possa selecionar, agregar e formatar os dados mais adequadamente para os seus usos. Por isso é importante que a atividade arquivar ocorra sempre antes da atividade disseminar, pois é nesta última que a informação vai ser filtrada da maneira correta de acordo com o tipo de usuário.

A criação dos *gates* com indicação de um asterisco na cor vermelha no modelo *as is* foi importante para visualizar com clareza os pontos mais críticos do modelo que devem ser ajustados no modelo *to be*.

2.4.3 MODELO TO BE

Através da análise crítica dos modelos *As Is* (apêndice D), aliada à nova consulta à pesquisa de *benchmarking*, foi possível identificar as premissas para a construção dos modelos *To Be* (apêndice E). O resumo do Macroprocesso *To Be* está exposto na figura 6 e seu principal objetivo foi demonstrar graficamente o processo como um todo, de maneira que seus atores pudessem identificar de forma clara suas responsabilidades e sua participação na construção do produto final e não só das suas atividades específicas.

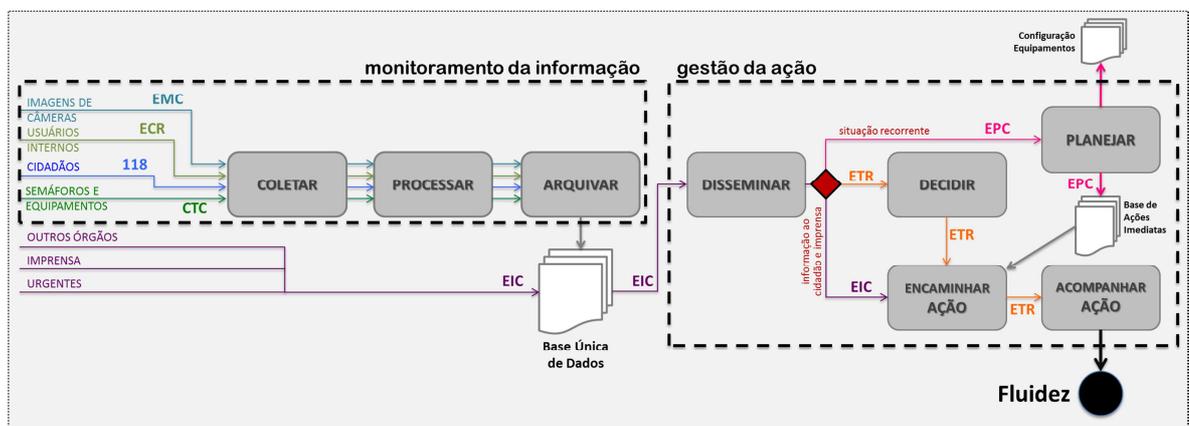


Figura 6 – Macroprocesso *To Be*

Os processos mapeados foram, dessa forma, classificados em dois tipos: monitoramento da informação e gestão da ação, totalizando cinco processos do primeiro tipo (com designação de responsável – EMC, ECR, 118, CTC, EIC – de acordo com a fonte de informação monitorada) e um processo do segundo, cujas partes estão divididas entre três responsáveis: EIC, ATR e EPC. Para atender essa classificação, uma proposta de reestruturação das equipes foi necessária para que ficassem claras as atribuições e, dessa forma, o macroprocesso pudesse fluir da forma desenhada.

As equipes responsáveis pelo monitoramento da informação realizam as atividades coletar, processar e arquivar de acordo com a fonte de informação gerenciada. A EMC realiza essas atividades para qualquer informação de imagens de câmeras, tanto o monitoramento das imagens propriamente dito, quanto a gestão de toda solicitação que as envolva. À ECR compete a responsabilidade pelas informações de usuários internos sendo que o encaminhamento das solicitações deve estar inserido já na atividade processar. Já as atividades para as informações de cidadãos ficou a cargo da equipe 118, em que o monitoramento dos fluxos encaminhados aos usuários internos continua sendo feito pela ECR. O CTC realiza as atividades para as informações de semáforos e equipamentos, ressaltando que as informações de dados de tráfego são de extrema importância ao sistema como um todo e devem ter seu processamento incluído efetivamente no processo.

O arquivamento das informações deve ser feito em uma base de dados única que é a interface entre o monitoramento da informação e a gestão da ação. Através desta deve ser possível disseminar informações filtradas aos seguintes usuários: operadores do centro de controle, técnicos de planejamento, imprensa e cidadão. A atividade disseminar deve ser controlada por uma nova equipe denominada Informações Centralizadas (EIC) e somente através desta as informações seguem o fluxo para as atividades decidir e encaminhar ação. Conforme recomendação do modelo de referência, as informações filtradas para usuário de imprensa serão diretamente encaminhadas à ação de divulgação pela EIC.

Para a atividade decidir e posterior encaminhamento de ação, bem como o seu acompanhamento, também é necessária uma estrutura de pessoal direcionada e responsável somente para essas atividades. Entendeu-se, através do modelo *as is*, que as

atribuições estariam relacionadas à EPOS, porém com escopo não só para a operação semafórica, mas para as ações de fiscalização de trânsito e manutenção de equipamentos, renomeando e adequando-a, assim, para Equipe de Operação em Tempo Real (ETR). Dessa forma é possível realizar a tomada de decisão de maneira coesa e em conjunto com os setores externos que mais interagem com a CECOMM: Postos de Controle Avançado (PCAs) e Coordenação de Sinalização Elétrica (CSE) .

A atividade planejar está dentro das atribuições atuais da EPS. Porém, assim como a EPOS, deve ampliar seu escopo para que possa ser a equipe responsável por alimentar o Banco de Ações Imediatas proposto no Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego (figura 3). Esse banco de ações deve ser alimentado por planos de contingência, validados através da prática, que possam auxiliar de maneira eficiente as ações em tempo real. Assim sendo, a EPS será renomeada e adequada para ser a Equipe de Planejamento do Controle Centralizado (EPC). A EPC é também responsável por manter atualizada a assim chamada Base de Configuração de Equipamentos, gerenciando sua confiabilidade e adequabilidade ao sistema de tráfego.

O conjunto de atividades visa, portanto, atingir o produto final desejado, que é a fluidez do sistema viário, através do monitoramento das informações de tráfego para uma gestão eficiente das ações a ser tomadas.

2.5 Discussão

O resultado do estudo de caso foi a estruturação de um processo desordenado, sem definição de procedimentos, com baixo grau de maturidade para um processo estruturado no qual o fluxo de informações converge para um melhor entendimento e unificação das diferentes visões dos atores do processo sobre um produto definido. Muitas das ineficiências evidenciadas através do desenvolvimento do diagrama *as is*, já haviam sido identificadas por esses atores, porém nunca alinhadas de forma clara em busca de uma solução.

Fluxos conflitantes ou redundantes são comuns em organizações que utilizam gestão funcional, onde as barreiras hierárquicas acabam impedindo a visualização do processo

como um todo. Ao propor uma reestruturação das equipes, o presente estudo demonstra que é possível que os processos transcendam uma estrutura funcional sem prejudicar as definições de organograma necessárias principalmente em organizações públicas.

A proposição de uma base única de dados é positiva tanto na coerência com a referência da pesquisa de *benchmarking* quanto na adequabilidade às novas exigências da sociedade por uma gestão pública mais eficiente e transparente. Dessa forma, o armazenamento de informações não é mais feito de maneira burocrática, numa forma de proteger as equipes umas das outras e sim de maneira a ser um componente efetivo e importante do processo, através do qual é possível tomar decisões embasadas e coerentes.

A designação clara de atribuições deve ser um incentivo ao maior comprometimento das equipes na realização de suas atividades, uma vez que dessa forma é possível entender qual o seu papel efetivo na construção do produto final ao cliente. A metodologia de implantação de BPM proporciona que todos os atores do processo colaborem com a construção da melhoria, fazendo com que se sintam importantes e capazes de executá-la.

2.6 Considerações Finais

O BPM é uma ferramenta de gestão motivada pelas regras de foco no cliente, eficiência e eficácia, visando à obtenção de um desempenho consistente. Nesse sentido, um dos objetivos do presente estudo foi esclarecer, através de estudo de caso, quem é o cliente e qual o seu produto desejado no âmbito dos Centros de Controle de Tráfego (CCTs). A partir da definição de que o cliente é o cidadão e o seu produto desejado é a fluidez de seus percursos, foi possível traçar um processo mais claro a ser seguido pelos gestores dos CCTs.

A gestão de processos visa estimular a otimização e melhoria contínua e sua extensa aplicabilidade como base de técnicas gerenciais atuais fizeram com que essa abordagem

se tornasse rotineira para muitas organizações. O presente estudo demonstrou que também nas organizações públicas é possível e proveitoso aplicar essas técnicas

Foi apresentada, portanto, uma proposta para a gestão das informações na Central de Controle e Monitoramento da Mobilidade (CECOMM – EPTC) através da modelagem de processos. Os processos foram levantados, estudados, modelados, analisados e melhorados através da aplicação de uma fase do ciclo de BPM proposto por Baldan *et al.* (2009). A implantação da melhoria deve ser planejada a partir do modelo *to be* para dar continuidade a esse ciclo.

Assim, com base no macroprocesso *to be* proposto, a CECOMM poderá planejar um sistema de informação para gerenciar um banco de dados único que armazene todas as informações sobre as condições de tráfego em tempo real, o que representa transparência e agilidade no processo com resultados mais efetivos ao cidadão. Além disso, o estudo mostra que, não só para eficiência operacional da organização, mas também para satisfazer as necessidades dos clientes, os processos de negócio devem estar em constante melhoria e aperfeiçoamento.

O estudo focou-se na fase de Modelagem e Otimização de Processos, seguindo as etapas propostas na metodologia, garantindo assim a demonstração da aplicabilidade dessa fase do BPM em organizações públicas. As barreiras encontradas dizem respeito ao nível de maturidade da organização, com falta de definição de processo atual, dificultando o desenho do modelo *as is*. Porém, por apresentar o BPM abrangência ampla, permitindo graduar a granularidade dos modelos, estimula a sua aplicação até nas empresas mais imaturas, em que também é possível o alinhamento dos processos de negócio com a estratégia da organização em um ciclo gradual de melhoria, por meio de técnicas e ferramentas de modelagem, documentação, automação e monitoramento.

Referências

AALST, W. V. D., OBERWEIS, A., DESEL, J.. **Business Process Management: Models, Techniques**, Springer-Verlag, NY, 2000.

ABPMP. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio** Corpo Comum de Conhecimento (BPM CBOK). 2009.

BALDAM, R.; VALLE, R.; PEREIRA, H.; HILST, S.; ABREU, M.; SOBRAL, V. **Gerenciamento de processo de negócios: BPM – Business Process Management**. 2ª Ed. São Paulo: Érica, 2009.

BIZAGI PROCESS MODELER. **Copyright** © Bizagi Ltd 2002-2013. Version 2.6.0.4. 2013.

BRANDI, Letícia Souza Netto. **Gestão por processos de negócios: uma proposta para administração pública municipal**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2013.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 12.527**, de 18 de novembro de 2011. Esta Lei dispõe sobre os procedimentos a serem observados pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com o fim de garantir o acesso a informações. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 16/05/2012.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 69.32**, de 11 de agosto de 2009. Dispõe sobre a simplificação do atendimento público prestado ao cidadão, ratifica a dispensa do reconhecimento de firma em documentos produzidos no Brasil, institui a “Carta de Serviços ao Cidadão” e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 12/08/2009.

CATELLI, A.; SANTOS, E.S. 2004. Mensurando a criação de valor na gestão pública. **Revista de Administração Pública**. São Paulo, v. 38, n. 3, p. 423–449, 2004.

DAHAL, Keshav; ALMEJALLI, Khaled; HOSSAIN, M. Alamgir. Decision support for coordinated road traffic control actions. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 2, p. 962-975, 2013.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de Processos**. Rio de Janeiro. Campus, 1994.

DESAI, Prajakta *et al.* Multi-agent based vehicular congestion management. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 1031-1036.

ENOKI, Cesar Hidetoshi. **Gestão de processos de negócio: uma contribuição para a avaliação de soluções de business process management (BPM) sob a ótica da estratégia de operações**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo–Departamento de Engenharia de Produção, 2006.

ETEMADNIA, Hamideh; ABDELGHANY, Khaled; HARIRI, Salim. Toward an Autonomic Architecture for Real-Time Traffic Network Management. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 16, n. 2, p. 45-59, 2011.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **As empresas são grandes coleções de processos**. RAE, v. 40, n. 1, p. 7, 2000.

HARRINGTON, H. J.; ESSELING, E. K. C.; NIMWEGEN, H. V. **Business Process Improvement Workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement**. New York: McGraw Hill, 1997.

LIMA, Maria. **A Gestão da Qualidade e o Redesenho de Processos como Modelo de Desenvolvimento Organizacional em Hospitais Públicos Universitários: O Caso do Hospital de Clínicas da UNICAMP**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, São Paulo, 2006.

LIU, Yue; CHANG, Gang-Len; YU, Jie. An integrated control model for freeway corridor under nonrecurrent congestion. **Vehicular Technology, IEEE Transactions on**, v. 60, n. 4, p. 1404-1418, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MÜLLER, C. J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos** (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações). Tese (Doutorado). UFRGS, Engenharia, 2003.

OLIVEIRA, S. (ORGs.). **Análise e Modelagem de Processos: foco na técnica BPMN**. São Paulo : Editora Atlas, 2009. p. 52-76.

OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN) version 2.0.2**. 2013

PACK, Michael L.; WEISBERG, Phillip; BISTA, Sujal. Four-dimensional interactive visualization system for transportation management and traveler information. Transportation Research Record: **Journal of the Transportation Research Board**, v. 1937, n. 1, p. 152-158, 2005.

PINA, Estelamaris da Costa; OLIVEIRA, Adicinéia Aparecida de. GRESSUS: A METHODOLOGY FOR IMPLEMENTATION OF BPM IN PUBLIC ORGANIZATIONS. **10th International Conference on Information Systems and Technology Management – CONTECSI**. June, 12 to 14, 2013 - São Paulo, Brazil.

PINA, Estelamaris da Costa. **GRESSUS: UMA METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA BPM EM ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal do Sergipe (UFS), 2013.

PINTO FILHO, J. B. A. **Gestão de Processos de Negócio: Uma adaptação da Metodologia de Rummler-Brache Baseada numa Aplicação Real**. Dissertação de mestrado em ciências da computação, UFPE, Recife, 2007.

ROSEMANN, Michael. Potential pitfalls of process modeling: part A. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 249-254, 2006.

SANTOS, Nathália; DA SILVEIRA, Rebecca Impelizeri Moura; SANTOS, Fabrycia Maria Teodoro. Evolução da teoria organizacional: as perspectivas da teoria sistêmica e da gestão por processos. **Gestão Contemporânea**, n. 10, 2011.

SCHWARZ, Tobias *et al.* Content-aware navigation for large displays in context of traffic control rooms. In: **Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces**. ACM, 2012. p. 249-252.

SMITH, H.; FINGAR, P. **Business Process Management (BPM): The Third Wave**. Meghan-Kiffer Press; 1st edition, 2007.

WHITE, S. A. **Introduction to BPMN**. 2004. Disponível em: <http://www.bpmn.org>. Acesso em: 12 nov. 2014.

IV

ARTIGO 3

Melhores Práticas no Planejamento e Controle Centralizado do Tráfego: Revisão Sistemática

Julia Lopes de Oliveira Freitas

Mestranda PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, Brasil
e-mail: jfreitas@eptc.prefpoa.com.br

Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr.

Professora PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, Brasil
e-mail: echeveste@producao.ufrgs.br

Resumo: O aumento da complexidade da malha viária principalmente nas grandes cidades tem gerado a necessidade de centralizar o controle do tráfego, tendo como objetivos integrar e gerenciar informações, auxiliando na tomada de decisão em tempo real. Nesse sentido, muitos estudos têm focado em sistemas de controle de tráfego, incluindo desenvolvimento de novas tecnologias e ferramentas. Este trabalho apresenta, através da revisão sistemática de literatura, uma compilação das melhores práticas no tema que possam orientar o trabalho de Centros de Controle de Tráfego (CCTs). As práticas encontradas foram pesquisadas e analisadas, portanto, com embasamento na produção científica internacional e verificadas através de entrevista com especialistas brasileiros. Como resultado, é apresentado, ajustado para a realidade brasileira, o Mapeamento de Melhores Práticas associado a um Modelo Referência do Processo de Controle de Tráfego, que demonstra como o fluxo de informação de tráfego, que é o elemento central desse modelo, deve ser gerenciado ao longo deste processo. Em complemento ao mapeamento, são apresentadas as diretrizes a serem seguidas no planejamento e controle centralizado do tráfego.

Palavras Chave: controle centralizado do tráfego, modelo de referência, centro de controle do tráfego, informações de tráfego, revisão sistemática.

2.1 Introdução

Amplamente discutido na academia e corroborado na prática, a solução para o problema de congestionamentos nas grandes cidades está além de investimentos em construção de novas infraestruturas (ETEMADNIA *et al.*, 2011; SRINIVASAN; GUO, 2004; MENESES, 2003). Devido à escassez tanto de recursos quanto de espaço físico, as autoridades gestoras têm optado pelo aumento na eficiência e capacidade dos sistemas de transportes existentes por meio do uso da tecnologia da informação. Neste contexto, destacam-se os Sistemas Inteligentes de Transportes (*Intelligent Transportation Systems - ITS*) como ferramenta para aumento da eficiência da rede viária urbana, reduzindo congestionamento e aumentando a segurança (ETEMADNIA, 2011; LI *et al.*, 2007; SRINIVASAN; GUO, 2004; MENESES, 2003; DIA, 2000).

Os sistemas *ITS* surgiram ao longo das últimas décadas integrando avanços nas comunicações, vigilância e tecnologias computacionais para fornecer capacidade de gerenciamento de tráfego em tempo real para redes urbanas congestionadas. MENESES (2003) sintetiza esse conceito num conjunto de tecnologias aplicadas ao gerenciamento de sistemas de transportes para melhorar a eficiência (FLORIDA DOT, 1999) e segurança viária (OW, 2001), reduzindo custos de uma rede de transportes (TANIGUCHI *et al.*, 2001). No desempenho destas funções, estes sistemas usam tecnologias de informática, de telecomunicações e de controle automático, o que exige o domínio de conhecimento multidisciplinar de eletrônica, comunicações e engenharias (AQUINO *et al.*, 2001).

Assim, investimento considerável tem sido alocado para fornecer a infraestrutura de transporte com as tecnologias de hardware e software que suportam vários serviços *ITS*. Para fiscalizar esses serviços, enfatiza-se a importância dos Centros de Controle de Tráfego (CCT), tendo como principal função monitorar as condições de tráfego e gerenciar incidentes. Para atingir essas metas, os CCTs devem se basear em grandes conjuntos de sensores de tráfego para medir a velocidade dos veículos e taxas de fluxo, além de circuito fechado de televisão (CFTV) para monitorar visualmente as condições de tráfego e verificar incidentes. Uma vez que um problema ou incidente é identificado, os operadores dos CCTs utilizam-se de bancos de dados em tempo real para ajudar a gerir a resposta o mais rápido possível. Esses bancos de dados podem incluir o local de um incidente, o número e tipo de

veículos envolvidos, os tipos de órgãos que respondem ao incidente, e assim por diante (ETEMADNIA, 2011; PACK *et al.*, 2005).

Há algum tempo pesquisas têm se centrado sobre o tema do monitoramento do tráfego em tempo real, por ser fundamental para a coleta de informações, possibilitando uma gestão eficiente da rede. Informações em tempo real do fluxo de veículos podem ser utilizadas, por exemplo, para otimizar *on-line* o tempo dos semáforos. Além disso, em eixos com fluxos de veículos em volume elevado, os motoristas podem ser avisados com antecedência, permitindo que o tráfego possa ser redirecionado para evitar congestionamentos. Da mesma forma, estatísticas de fluxo de tráfego de longo prazo também podem ser incorporadas para redesenhar a infraestrutura existente e planejar melhorias (YANG *et al.*, 2013; KAMIJO, 2005).

A identificação de ações de contingência adequadas para uma determinada situação não recorrente de congestionamento do tráfego pode ser difícil, mesmo para operadores experientes. Quando um incidente ocorre, o operador no centro de controle de tráfego (CCT) deve avaliar rapidamente a gravidade da situação, prever a evolução mais provável do estado da rede e selecionar as ações de controle mais adequadas. Há um grande número de fatores envolvidos e possíveis ações de controle que precisam ser considerados durante o processo de tomada de decisão. Além disso, o operador deve considerar as inter-relações entre situações de trânsito e as ações de controle de tráfego em diferentes locais na rede. As ações de controle de tráfego que influenciam a situação do tráfego em uma área de uma rede também podem afetar a situação do trânsito em áreas vizinhas (DAHAL *et al.*, 2013; DESAI *et al.*, 2011; LIU *et al.*, 2011).

Portanto, percebe-se a complexidade que um sistema de controle de tráfego deve atingir para integrar e gerenciar as informações, auxiliando os operadores de maneira eficiente na tomada de decisão em tempo real. Diante dessa realidade, muita atenção tem sido dada ao estudo e desenvolvimento de sistemas de controle de tráfego ao longo dos últimos 20 anos (DAHAL *et al.*, 2013). Nesse período, vêm sendo desenvolvidos alguns sistemas operacionais inteligentes, incluindo o controle semaforico de tráfego (AREL *et al.*; BALAJI *et al.*, 2010), sistemas de apoio à tomada de decisão de controle de tráfego (RAY, 2007), sistemas de controle de medição de rampa (LIU *et al.*, 2011) e sistemas de apoio à tomada de decisão no

gerenciamento de incidentes (NGAI *et al.*, 2012; YOON, 2008). Sistemas baseados em Inteligência Artificial (AI) também têm sido investigados para o desenvolvimento de sistemas de controle de tráfego utilizando abordagens como, por exemplo, a lógica *fuzzy* (CHAN *et al.*, 2013; LIU, 2011; CHEN *et al.*, 2007) e redes neurais (CELIKOGU, 2013; CHAN *et al.*, 2013; AREL, 2010; OZKURT; CAMCI, 2009; SALEHINEJAD *et al.*, 2008).

Nesse contexto, a crescente quantidade de informações fez com que as tarefas do operador dos CCTs ficassem mais complexas. Estudos revelam que os operadores não são devidamente apoiados no seu trabalho, cujas atividades consistem principalmente em monitorar, diagnosticar e manipular as informações das redes de tráfego de veículo. Essas informações podem ser de vários tipos e, portanto, aquelas atividades que envolvem o seu gerenciamento necessitam ser realizadas por operadores de competências diferentes (SHWARZ, 2012).

Com base na problemática apresentada na literatura que aponta a complexidade e variedade de métodos e ferramentas existentes para gerenciar o tráfego em tempo real, o presente trabalho tem por objetivo compilar na literatura e validar para a realidade brasileira as melhores práticas que possam orientar o trabalho de Centros de Controle de Tráfego (CCTs). Para tanto, além de associar essas práticas às etapas de um modelo de referência do processo de controle do tráfego, são apresentadas evidências em forma de diretrizes a serem seguidas pelos gestores.

2.2 Centros de Controle de Tráfego (CCT)

Existe, na literatura, certa ambiguidade na definição dos Centros de Controle de Tráfego (CCT) e Controle de Tráfego em Área (CTA). Enquanto alguns autores como, por exemplo, MENESES (2003), consideram o segundo com a mesma abrangência do primeiro, outros, como TRINDADE FILHO (2002), enquadram o CTA como um subsistema do CCT. No presente trabalho a segunda definição foi adotada, entendendo, portanto, que o Centro de Controle de Tráfego (CCT) é um sistema maior que abrange, dentre outros, o Controle de Tráfego em Área (CTA).

Dessa forma, o Centro de Controle de Tráfego (CCT) é a estrutura física projetada para monitorar e gerenciar o tráfego de veículos, sendo normalmente compostos de diversos subsistemas, dependendo da sua abrangência e complexidade. Os subsistemas mais comumente encontrados são a Central de Controle de Tráfego em Área (CTA), a Central de Rádio e Telefone, o Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e o Sistema de Painéis de Mensagens Variáveis (PMV). Através desses subsistemas, são gerenciados diferentes tipos de informações que devem ser capazes de traduzir as condições de tráfego atuais e também conduzir uma ação sobre alguma situação indesejada, conforme demonstrado na figura 1.

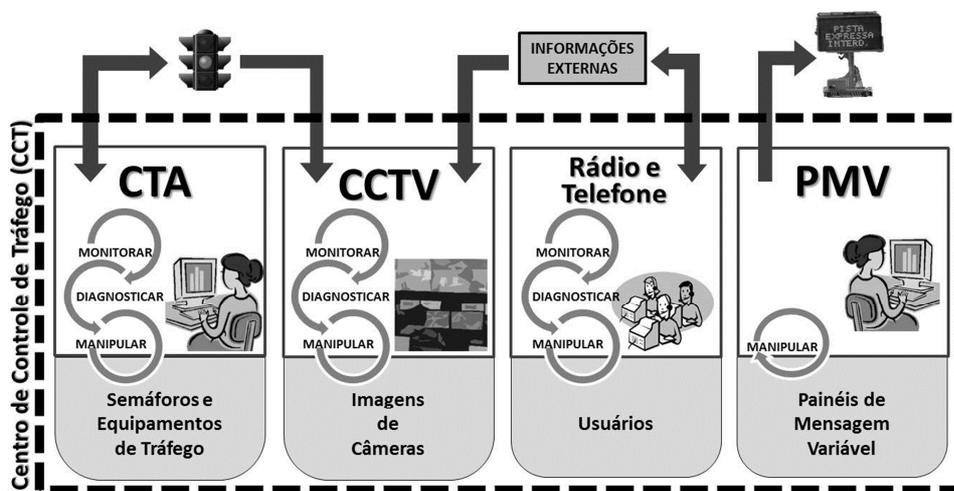


Figura 1 – Subsistemas do CCT

A Central de Controle de Tráfego por Área (CTA) é um conjunto composto de softwares dedicados, microcomputador, impressora, nobreak, monitores. Este subsistema é responsável por realizar a interface entre o operador e os equipamentos de controle semafórico, como controladores de tráfego e detectores. Tem como funções principais manter informações de configurações e parâmetros dos equipamentos, manter e atualizar um banco de dados com informações operacionais e de falhas do sistema, manter e atualizar um banco de dados com planos pré-definidos e com informações coletadas de detectores, realizar a escolha de planos e/ou realizar cálculos dos tempos semafóricos quando em sistemas realimentados.

O Circuito Fechado de Televisão (CFTV) permite verificar em tempo real como está a situação no trânsito naquele momento. As imagens obtidas podem ser gravadas para manter registros 24 horas do dia e normalmente são disponibilizadas para os usuários do sistema (motoristas, etc) através dos canais abertos de televisão, canais pagos, ou ainda

através da internet em site da própria prefeitura ou órgão de controle de tráfego. Boletins informativos também podem ser transmitidos via rádio (AM/FM) a partir das informações recebidas por estas imagens, além de outros dados, relativos à melhoria viária.

A Central de Rádio e Telefone é composta de um sistema de comunicação via rádio, para estabelecer contato com os diversos agentes que interagem com o trânsito na cidade, por exemplo: fiscais de trânsito, técnicos da manutenção, engenheiros de planejamento, engenheiros de tráfego, operadores da central, etc. Através deste sistema é possível a troca de informações ágil e segura facilitando as operações no trânsito de forma mais eficiente, sejam sobre falhas nos semáforos, congestionamentos imprevisíveis, incidentes com veículos, acidentes, etc. Um telefone normalmente é colocado à disposição da comunidade para que estes agentes sejam contatados pelos usuários de sistema, para solicitar informações, reclamações, como também informar sobre as possíveis ocorrências já citadas.

Os Painéis de Mensagem Variável (PMV) são dispositivos de controle de tráfego auxiliares que, instalados nas principais rotas ou vias de acesso a regiões de grande fluxo de trânsito, têm a função de informar através de mensagens, os motoristas sobre condições do tráfego, como ocorrência de acidentes, congestionamentos, rotas alternativas, trânsito interrompido, enchentes, entre outros. As mensagens utilizadas podem ser reprogramadas a partir do centro de controle que possui as informações atualizadas das condições do trânsito e as repassa aos motoristas.

Dessa forma, cada subsistema tem a função de monitorar, diagnosticar e manipular informações de tipos diferentes. O CTA é responsável pelas informações de semáforos e equipamentos de tráfego, enquanto o CCTV trata das informações de imagens de câmeras e a Central de Rádio e Telefone das informações de usuários. O subsistema PMV, por sua vez, apenas realiza a função de manipular as informações advindas dos diagnósticos dos outros subsistemas a fim de disseminá-las de forma a colaborar com o sistema como um todo.

2.3 Procedimentos Metodológicos

Para a compilação das melhores práticas existentes na literatura, foi utilizada a revisão sistemática (*Systematic Review*). Com objetivo de formar uma base de dados teórica,

realizou-se seleção e inclusão sistemática de estudos, avaliação crítica da qualidade dos estudos incluídos, síntese objetiva dos dados e interpretação dos seus resultados (PETTICREW, 2001; MULROW *et al.*, 1997; COOK *et al.*, 1995).

Os achados de pesquisa foram, portanto, compilados e avaliados de acordo com a frequência das constatações nos artigos científicos. Com base nesses achados, as autoras estabeleceram resultados teóricos preliminares. Esses resultados são a Estrutura Preliminar do Modelo de Referência do Processo de Controle de Tráfego, Lista de Melhores Práticas e definição de Hipóteses Científicas relacionadas a essas práticas. Os resultados preliminares foram submetidos à avaliação de especialistas brasileiros, através de questionários estruturados, para que fossem ajustados à realidade prática no país. O resumo de aplicação da metodologia, enfatizando seus resultados, está demonstrado na figura 2.

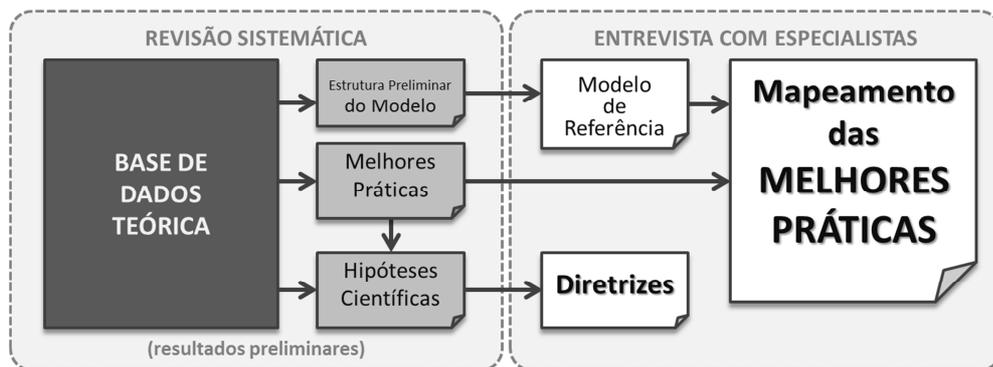


Figura 2 – Resumo dos Resultados da Pesquisa

A Metodologia percorreu os seguintes passos: (i) Construção de uma base de dados teórica para a gestão das informações envolvidas no controle centralizado do tráfego. (ii) A partir da base teórica, elaboração de resultados preliminares a serem ajustados para a realidade brasileira. (iii) Verificação junto a especialistas dos resultados preliminares, adaptando à realidade dos CCTs brasileiros; (iv) Geração de Diretrizes para o Planejamento e Controle Centralizado do Tráfego com apresentação do Mapeamento das Melhores Práticas associado ao Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego.

2.3.1 BASE DE DADOS TEÓRICA

A revisão sistemática consiste na criação de um protocolo para identificar, avaliar e interpretar as pesquisas relevantes relacionadas a um específico problema, tópico, área ou fenômeno de interesse. Baseado nisso, o enfoque definido para o presente trabalho foi a busca por artigos com potencial para indicar quais as melhores práticas de gestão envolvidas

no controle centralizado do tráfego. Assim, a revisão sistemática foi estruturada em três etapas principais (figura 3), utilizando como referência os métodos descritos pelos autores estudados.

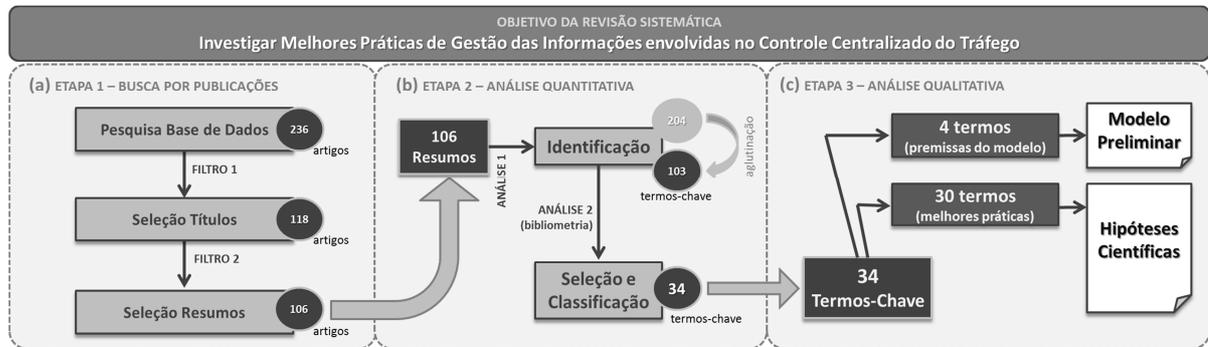


Figura 3 – Etapas da Revisão Sistemática

Na Etapa 1 de Busca por Publicações (figura 3a) foram pesquisadas duas bases de dados (*Web of Science* e *Science Direct*) utilizando-se, para ambas, os mesmos critérios de busca, que estão expostos na Figura 4. Uma seleção mais refinada foi realizada através da aplicação de dois filtros qualitativos: análise de títulos e posterior análise de resumos. Durante o processo de análise de resumos da busca primária (protocolo de busca da revisão sistemática), novas referências foram encontradas de acordo com as sugestões automáticas da plataforma online do *Science Direct*. Como esses artigos não foram encontrados através do protocolo de busca definido, mas, através de análise qualitativa, foram classificados como “referência secundária”. O resultado do protocolo de busca foram 106 artigos eleitos para aplicação da etapa 2. Esses artigos foram indexados conforme sua procedência (referência primária (P) ou secundária (S) e data de publicação (do mais recente ao mais antigo). Dessa forma, foram 94 artigos classificados como primários e 11 artigos classificados como secundários, denominados de P-01 até P-94 e de S-01 A S-11.

FEVEREIRO 2014 Protocolo de Busca		
CRITÉRIOS	Web of Science	Science Direct
“Traffic Control Center” NOT (Flight AND Air) 2004 A 2014 English	25	15
Traffic AND Management AND Information AND Real-Time AND Control NOT (Flight AND Air) 2004 A 2014 English	125	77
TOTAL BUSCA	242	
REMOÇÃO DUPLICADOS	(-7) = 236	
Filtro 1 TÍTULO	107	
REFERÊNCIA SECUNDÁRIA	(11) = 118	
Filtro 2 RESUMO	106	

Figura 4 – Etapa 1 da Revisão Sistemática

Na Etapa 2 de Análise Quantitativa (figura 3b), os 106 resumos foram avaliados de maneira mais criteriosa na busca por termos-chave que pudessem traduzir melhores práticas de gestão das informações em centrais de controle de tráfego (CCTs). Foram encontrados 204 termos que foram agrupados por semelhança, como sinônimos ou se referindo ao mesmo “termo-chave”, totalizando 103 termos diferentes entre si. Na lista de 103 termos foi utilizado um indicador bibliométrico para verificar a relevância de cada um, de acordo com a repetibilidade nos resumos dos artigos científicos selecionados. O critério estabelecido pelas autoras foi atribuir maior importância a artigos publicados em periódicos, com índice *qualis* definido. O *Qualis* constitui-se num sistema de avaliação de periódicos, mantido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no Brasil. Dessa forma, artigos com *qualis* A ou B receberam peso 1,5. Artigos de congressos, de periódicos com estrato *qualis* C ou sem *qualis* receberam peso 1,0. Através dessa análise, foi gerado um *ranking* dos termos com maior pontuação e, através dele, excluídos da lista aqueles que apresentaram total igual ou inferior a 1,5. Restaram, então, 34 termos-chave classificados para a análise qualitativa (figura 5).

TERMOS CLASSIFICADOS		TERMOS DESCLASSIFICADOS	
Detection	43,5	4-Dimensional Traffic Visualization	1,5
Traffic Signal Control	21	Adaptative Data Processing	1,5
Traffic Assignment	20	Approximate Dynamic Programming (ADP)	1,5
Advanced Systems	16,5	Automated Highway Systems	1,5
Wireless	16	Autonomic-Based Architecture	1,5
Intelligent Transportation System (ITS)	13	Cisco's NetFlow	1,5
Real-Time Information	12	Compress Digital Video	1,5
Multi-Agent Systems	9	Discrete-Time Non-Linear Stochastic Model	1,5
Real-Time Adaptive Traffic Signal Control	9	Dynamic Bandwidth Allocation	1,5
Simulation	8	Emergency Management	1,5
Geographic Information System (GIS)	7,5	Entropy Based Adaptive Flow Aggregation Algorithm	1,5
Close-Circuit Television (CCTV)	7	Environmentally Friendly Routing	1,5
Real-Time Management	6,5	E-Z Pass Technology	1,5
Driver Systems	6	Forward-Backward procedure (FBP)	1,5
Neural Network	6	Integration Control System	1,5
Incident Management	5,5	Intelligent Particle Swarm Optimization (IPSO)	1,5
Surveillance	5,5	Kalman Filter (KF)	1,5
Global Positioning System (GPS)	5	Lighthill-Whitham and Richards (LWR)	1,5
Artificial Intelligence (AI)	4,5	Macroscopic Traffic Flow Model	1,5
Database	4,5	Macroscopic Two-Dimensional Cellular Automata	1,5
Fuzzy Logic	4,5	Model Predictive Control System	1,5
Traffic Operators	4,5	Model-based Approach	1,5
Traffic Advice	4	Node-based Approach	1,5
Traffic Control	3,5	OPAC	1,5
Ubiquitous Approach	3,5	Open Modular Architecture	1,5
Vehicle-to-Vehicle (V2V)	3,5	Pheromone	1,5
Messages Signs	3	Prediction of Crashes	1,5
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	3	Probabilistic Data-Driven Methodology	1,5
SCOOT	3	PRODYM	1,5
Congestion Management	2,5	Queue Management	1,5
Intelligent Traffic Management	2,5	RHODES	1,5
Mobile Systems	2,5	Road Closures	1,5
Location-Based Service (LBS)	2	Road Management System	1,5
Multiparameter Ant Algorithm	2	Smart Card Technology	1,5
Ramp-Metering	2	Spatiotemporal Model	1,5
Vehicle-to-Infrastructure (V2I)	2	TRANSCAD	1,5
		TRANSCOOT	1,5
		UTOPIA	1,5
		Vehicle Motion Control System	1,5
		Weigh Stations	1,5
		Brass paradox	1
		Co-Integration Model	1
		Content-Aware Navigation	1
		Context-Sensitive Information	1
		Data Collection Communications System	1
		Data Processing System	1
		Embedded System	1
		Embedded Wireless Vehicle Management System	1
		Global Navigation Satellite System	1
		GPS	1
		Image Processing	1
		Intellectual Transport Control Systems (ITCS)	1
		Machine Learning System	1
		Machine Vision System	1
		Multimode Radio Positioning	1
		Optimal Control Theory	1
		Radio Channels	1
		Smart Mobility	1
		Solar Power Module	1
		Status Monitor Agent (SMA)	1
		ST-MRF based Tracking Algorithm	1
		Virtual Traffic Police (VTP)	1

Figura 5 – Ranking dos Termos: bibliometria nos resumos

A partir da lista com 34 termos selecionados, foi aplicada uma nova iteração, realizando a busca desses termos nos artigos completos. Dessa forma, estabeleceu-se um novo indicador bibliométrico, verificando a repetibilidade de artigos contendo cada um dos 34 termos, considerando novamente a relevância de acordo com o tipo de publicação (peso 1,5 e 1,0). Assim, novo *ranking* foi gerado para os termos, o qual possibilitou também uma classificação de importância para os artigos, de acordo com número de termos que cada artigo continha, conforme recorte da tabela exposto na figura 6. Esse *ranking* foi essencial para identificar os artigos mais relevantes e cumprir o objetivo da revisão sistemática, guiando a leitura para embasar a aplicação da Etapa 3 de Análise Qualitativa.

ARTIGOS	T e r m o s														Ranking Artigos	
	Driver Systems	Traffic Control	Detection	Simulation	Traffic Signal Control	Intelligent Transportation System (ITS)	Multiparameter Ant Algorithm	Real-Time Information	Traffic Assignment	Advanced Systems	Wireless	Surveillance	Real-Time Management	Incident Management		Traffic Operators
P-29	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	18
P-73	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	12
P-77	1,5	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	12
P-84	1,5	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	12
P-93	1,5	0	0	0	1,5	0	0	1,5	0	0	0	1,5	0	0	1,5	10,5
P-74	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5	0	1,5	9
P-63	1,5	0	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	0	1,5	0	9
P-71	1,5	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	9
P-83	1,5	1,5	0	1,5	0	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	1,5	0	9
P-91	0	1,5	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	9
P-02	1,5	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	7,5
P-43	1,5	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
P-53	1,5	1,5	0	0	0	1,5	0	0	1,5	0	0	0	1,5	0	1,5	7,5
P-70	1,5	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	7,5
P-79	1,5	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5
P-10	0	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5	7,5
P-51	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7
	91	57,5	51	39	26,5	22,5	21	21	19,5	18	18	17,5	14	11,5	10	
Ranking Termos																

Figura 6 – Ranking de Termos X Artigos (recorte do apêndice A)

A etapa de análise qualitativa (figura 3c) consistiu-se, portanto, na análise mais detalhada dos artigos em busca da resposta ao objetivo definido da revisão sistemática: investigar melhores práticas de gestão das informações envolvidas no controle centralizado do tráfego. A leitura dos artigos completos com foco nos 34 termos-chave classificados na etapa anterior embasou elaboração dos resultados preliminares da pesquisa, através do desdobramento dos termos em dois grupos: premissas do modelo de referência (4 termos) e melhores práticas (30 termos).

2.3.2 RESULTADOS PRELIMINARES DA REVISÃO SISTEMÁTICA

As melhores práticas na gestão das informações envolvidas no controle centralizado do tráfego, selecionadas através da revisão sistemática, foram classificadas de acordo com o seu grau de repetibilidade nos artigos. Assim, quanto mais citada a prática, maior o seu índice de repetibilidade, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação de Melhores Práticas segundo Índice de Repetibilidade

Prática	Índice de Repetibilidade
Sistemas de Condutor	89,50
Detecção	51,00
Simulação	39,00
Controle Semafórico	26,50
Sistemas Inteligentes de Transporte	22,50
Algoritmo de multiparâmetro	21,00
Priorização de Rotas	19,50
Sistemas Avançados	18,00
Comunicação Sem Fio	18,00
Monitoramento/Vigilância	17,50
Gestão de Incidente	11,50
Operadores de Tráfego	10,00
Sistema Adaptativo em Tempo Real	10,00
Sistema de Informações Geográficas	10,00
Sistemas Via Telefonía Celular	10,00
Sistema Multi-Agente	10,00
GPS	9,00
Lógica Fuzzy	8,00
Rede Neural	7,50
Circuito Fechado de Tv	7,00
Base de Dados	6,50
Inteligência Artificial	6,00
Gestão de Congestionamento	5,00
Painéis de Mensagem Variável	4,50
Comunicação Veículo-Veículo	3,50
Visualização de Tráfego 4D	3,00
Abordagem Ubíqua	2,50
Serviço Baseado em Localização	2,00
Comunicação Veículo-Infraestrutura	2,00
Controle de Acesso	2,00

Os quatro termos que guiaram a leitura dos artigos para consolidação das premissas do modelo de referência são: controle do tráfego (*traffic control*), informação em tempo real (*real-time information*), gestão em tempo real (*real-time management*) e gestão inteligente do tráfego (*intelligent traffic management*).

Premissa 1: A gestão das informações de tráfego deve ocorrer de maneira inteligente e em tempo real para que a tomada de decisão possa ser guiada de forma clara e coerente.

(DAHAL *et al.*, FOWE; CHAN, 2013; YANG *et al.*, 2013; MA; MARTENSSON, 2012; JAGADISH; GONSALVES, 2009; LASSACHER *et al.*, 2009; LIANG-TAY LIN *et al.*, 2009; YU *et al.*, 2008; ZHANG *et al.*, 2008; FU *et al.*, 2006; ADLER *et al.*, 2005)

Premissa 2: A informação de tráfego, advinda das mais diversas fontes, é o elemento principal a ser gerenciado nos Centros de Controle de Tráfego (CCTs). (BRAHMI *et al.*, 2013; LI; OUYANG, 2012; STANCZYK; KLEIN, 2012; GUO *et al.*, 2011; OH *et al.*, 2010; BUSCEMA *et al.*, 2009;

LASSACHER *et al.*, 2009; YUE-MING *et al.*, 2009; YU *et al.*, 2008; JUNG *et al.*, 2008; ISHAK *et al.*, 2007; HOURDAKIS *et al.*, 2004; SRINIVASAN; GUO, 2004)

Através das premissas 1 e 2, inferiu-se necessária a consolidação de um *framework* que represente um modelo genérico de referência do processo de controle do tráfego para facilitar a visualização de como as informações de tráfego devem fluir ao longo deste. A partir da análise qualitativa realizada na revisão sistemática, foi possível definir e delinear das atividades e fluxos de informação, conforme descritos na literatura (figura 7).

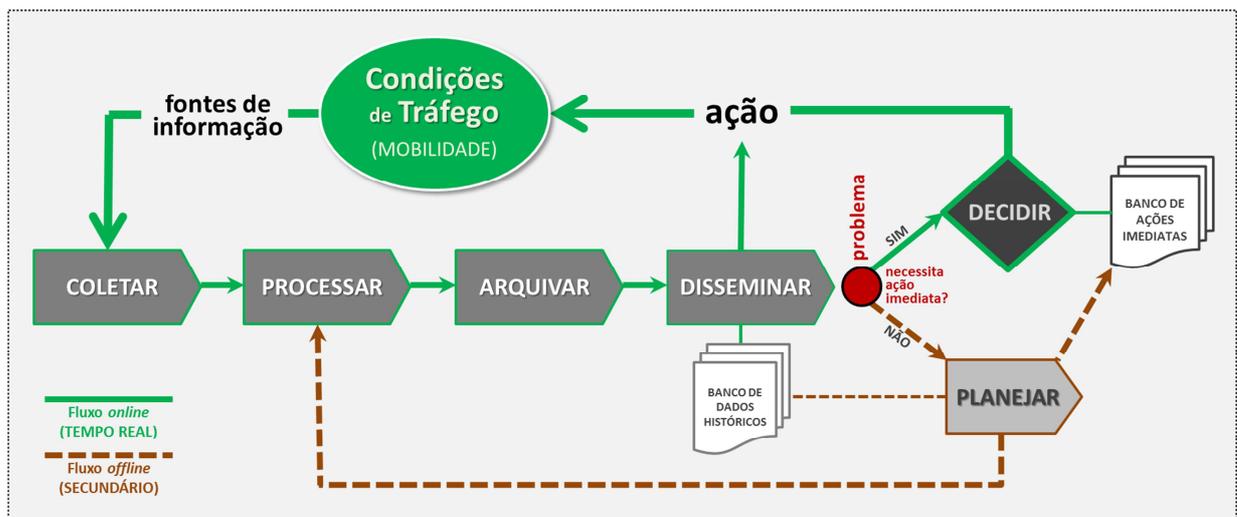


Figura 7 – Estrutura Preliminar do Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego

Os achados de pesquisa que embasaram as definições das premissas para estruturação do modelo proposto na figura 7 proporcionaram estabelecer as conexões entre o processo mapeado e as melhores práticas (tabela 1), levando à formulação de cinco hipóteses para a gestão das informações no processo de controle do tráfego urbano.

O objetivo do processo é, então, ter acesso às informações de condições de tráfego e, através delas, proporcionar a mobilidade da rede como um todo. O processo é cíclico, uma vez que é retroalimentado pelas informações que são o seu produto final e reiniciará o ciclo. As atividades identificadas nesse processo foram: coletar, processar, arquivar, disseminar, decidir e planejar. (DAHALL *et al.*, 2013; OH *et al.*, 2010; LOUREIRO *et al.*; LASSACHER *et al.*, 2009; ZHANG *et al.*, 2008; PACK *et al.*, 2007, 2005; SRINIVASAN; GUO; OZBAY *et al.*, 2004).

Hipótese 1: A detecção (*detection*) nas ruas, bem como sistemas de condutor (*driver systems*), devem ser confiáveis para a utilização de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). (HINSBERGEN *et al.*, JIN *et al.*, YISHENG *et al.*, ETEMADNIA *et al.*, GUO *et al.*, JINHUI *et al.*,

2011; GONG *et al.*, ZAHNG *et al.*, 2008; ABDEL-ATY; ANDO *et al.*, KACHROO; OZBAY, 2006; OZBAY *et al.*, 2004)

A atividade “coletar” recebe dados advindos das mais diversas fontes – sensores, veículos teste, imagens de vídeo, informações de usuários, etc -, que devem estar submetidos a um sistema de comunicação confiável para efetuar a atividade “processar”. Esse sistema é crucial para a qualidade e eficiência do processamento dos dados, tendo um grande impacto sobre os custos e desempenho do sistema em toda a sua vida útil. Existem duas categorias de tecnologias de comunicação: fixa e móvel. A fibra óptica é um meio de comunicação do tipo fixa e é o preferido pela sua alta capacidade e confiabilidade, porém apresenta custo elevado. Por este motivo, a maioria dos centros de controle de tráfego usa uma combinação de meios de comunicação e não só o ideal que é a fibra ótica (DAHLGREN *et al.*, 2002).

Hipótese 2: A tecnologia *wireless* é um dos sistemas de comunicação que apresenta melhor custo-benefício para enviar dados de equipamentos a uma base central. (BRAHMI *et al.*, KOSTAKOS *et al.*, 2013; JIN *et al.*, 2012; BAZZI; MANSINI, 2011; OH *et al.*, 2010; HAN; ZHANG; LIN *et al.*, LOPES *et al.*, 2009; JUNG *et al.*, KLOSOWSKI, SALEHINEJAD *et al.*; SADOUN; HOURDAKIS *et al.*, OZBAY *et al.*, 2004)

Através do processamento adequado, os dados são transformados em indicadores de desempenho de tráfego na atividade “arquivar”. Os indicadores mais comumente gerados pelos dados coletados pelos centros de controle de tráfego são: volume de tráfego, ocupação da via, tempo de viagem, velocidade, confiabilidade e segurança. (DAHLGREN *et al.*, 2012; PEREIRA, 2005). Esses indicadores podem ser utilizados por diferentes tipos de usuários e as características de dados necessários para determinado indicador e usuário podem ser diferentes entre si. Dessa forma é muito importante que a atividade “disseminar” leve em consideração fatores como âmbito geográfico, agregação geográfica, âmbito temporal, agregação temporal, ocorrência, precisão, disponibilidade. Estas diferenças de necessidade implicam no arquivamento de dados em um grande banco de dados, que deve ser facilmente acessado por diversos usuários e gerenciado por um software para que se possa selecionar, agregar e formatar os dados mais adequadamente para os seus usos.

A disseminação da informação pode ocorrer tanto em tempo real (fluxo *online*) como para o direcionamento ao banco de dados históricos, através de um fluxo secundário (*off-line*). A confiabilidade e nível de detalhamento dos dados desse banco são de suma importância para a atividade “planejar”. Essa atividade que ocorre no fluxo *off-line* tem por objetivo

manter o sistema atualizado quanto às configurações de equipamentos, bem como a alimentação do banco de ações imediatas, através de planos de contingência que possam auxiliar de maneira eficiente as ações em tempo real (DAHLGREN *et al.*, 2012; MENESES, 2003).

Hipótese 3: O planejamento e apoio à tomada de decisões no controle centralizado do tráfego deve estar embasados em simulação (*simulation*).(BRAHMI *et al.*, CELIKOGLU, COLL *et al.*, 2013; JIN *et al.*, 2012; YISHENG *et al.*, 2012; GUO *et al.*, 2011; VAN LINT *et al.*, OH *et al.*, 2010; DALALAH, 2010; BUSCEMA *et al.*, 2009; GONG; PENG, 2008; GONG *et al.*, LI *et al.*, 2007; KACHROO; OZBAY, 2006; ADLER *et al.*, PACK *et al.*, WEI *et al.*, 2005; HOURDAKIS *et al.*, SRINIVASAN; GUO, 2004)

Hipótese 4: O controle semafórico (*traffic signal control*) é um dos dispositivos mais importantes no planejamento e controle do tráfego.(COLL *et al.*, 2013; ETEMADNIA *et al.*, 2011; OZKURT; CAMCI, LASSACHER *et al.*, LOUREIRO *et al.*, 2009; HAN; ZHANG; JUNG *et al.*, 2008; LI *et al.*, 2007; WEI *et al.*, 2005)

A atividade “decidir” deve guiar para a execução de uma ação, que pode estar previamente definida ou pensada e implantada em tempo real (MENESES, 2003).

Hipótese 5: A priorização de rotas de tráfego (*traffic assignment*) é um eficaz instrumento de ação desde que haja boa comunicação entre o centro de controle e o condutor. (COLL *et al.*, 2013; FOWE; CHAN, 2013; YISHENG *et al.*, 2012; HINSBERGEN *et al.*, 2012; OH *et al.*, 2010; DALALAH, 2010; ZHANG *et al.*, 2008; KACHROO; OZBAY, 2006; ADLER *et al.*, 2005; SRINIVASAN; GUO, 2004)

2.3.2 VERIFICAÇÃO E AJUSTE DOS RESULTADOS

A partir dos resultados preliminares consolidados através da revisão sistemática de literatura, foi estruturado um protocolo de consulta a especialistas através da aplicação de questionário com objetivo de verificar a relevância dos achados para ajustá-los à realidade do Brasil. O público alvo foram os Centros de Controle de Tráfego (CCTs) brasileiros, sendo que entrevistas pessoais foram encaminhadas por e-mail aos responsáveis de cada centro, após o aceite destes ao convite de colaboração com a pesquisa.

Para responder ao questionário, foram contatados os responsáveis pelos principais centros brasileiros, são eles: BHTRANS (Belo Horizonte), CET-RIO (Rio de Janeiro), CET-SP (São Paulo), CTAFOR (Fortaleza), EMDEC (Campinas), EPTC (Porto Alegre) e SETRAN (Curitiba). A população-alvo, portanto, são pessoas envolvidas com atividades de gestão nos sete CCTs contatados. O total de respondentes constituiu-se por conveniência, uma vez que dependeu do retorno do questionário preenchido por e-mail e a seleção das pessoas aptas a responder

foi por julgamento de cada responsável por CCT. Assim, apresentou-se uma restrição no instrumento de pesquisa, uma vez que não se obteve retorno de três CCTs contatados, findando o total de respondentes conforme distribuição demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição dos respondentes

CCT	Número de Respondentes por CCT	Proporção do Total de Respondentes
BHTRANS	0	0%
CET-RIO	0	0%
CET-SP	9	47,37%
CTAFOR	3	15,79%
EMDEC	1	5,26%
EPTC	6	31,58%
SETRAN	0	0%
total	19	100%

Fonte: primária

O instrumento de coleta (apêndice B) constituiu-se de três seções: perfil do respondente, centro de controle de tráfego e processo de gestão das informações nos CCTs.

PERFIL DO RESPONDENTE

Através da seção 1 fez-se o mapeamento do perfil dos especialistas consultados, relacionando, através de questionário quantitativo, suas atividades com aquelas realizadas em cada subsistema do CCT descritas na revisão bibliográfica deste trabalho. Dos 19 entrevistados, 18 atuam diretamente em um CCT e 1 atua gerenciando um conjunto de CCTs. Os especialistas possuem funções de gestão e estão inseridos no contexto das atividades de Central de Controle de Tráfego em Área (CTA), Central de Rádio e Telefone, Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e Painéis de Mensagem Variável, conforme distribuição da tabela 3.

Tabela 3 – Perfil dos Respondentes

Subsistema	Proporção de respondentes envolvida com atividades do subsistema
CENTRAL DE RÁDIO E TELEFONE	53%
CONTROLE DE TRÁFEGO EM ÁREA	28%
CIRCUITO FECHADO DE TELEVISÃO	17%
PAINÉIS DE MENSAGEM VARIÁVEL	2%
Total	100%

CENTRO DE CONTROLE DE TRÁFEGO

A seção 2 foi estruturada em duas partes. A primeira, através de questionário quantitativo, teve por objetivo confirmar se as fontes de informação encontradas na literatura eram as mesmas existentes na prática por meio de escolha binária (existe ou não existe). A segunda parte foi o questionário qualitativo, no qual os entrevistados tiveram a oportunidade de listar outras fontes de informação que não estivesse na lista do questionário fechado. Ainda na forma de questões abertas, os especialistas listaram o tipo de informação gerada por cada fonte, os principais problemas enfrentados nos CCTs e a sugestão de soluções para cada um dos problemas listados.

PROCESSO DE GESTÃO DAS INFORMAÇÕES NOS CCTs

Na seção 3, o Processo de Gestão das Informações nos CCTs, bem como as práticas relacionadas com este, foi verificado pelos especialistas. A obtenção dos resultados dessa seção percorreu os seguintes passos: (i) avaliação da Estrutura Preliminar do Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego; (ii) levantamento das melhores práticas da literatura conhecidas pelos especialistas e atribuição de índice de importância para cada uma delas; (iii) obtenção da classificação final das melhores práticas através da combinação dos resultados preliminares da revisão sistemática (classificação segundo índice de repetibilidade em artigos – tabela 1) com a verificação dos especialistas (classificação

segundo índice de importância – tabela 4); (iv) verificação das hipóteses científicas para confirmação ou não por parte dos especialistas.

A Estrutura Preliminar do Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego foi , portanto, submetida à avaliação dos especialistas, que responderam sob a forma de pergunta de escolha binária (sim ou não) se concordavam ser o modelo ideal. Após, uma questão aberta, para os respondentes oferecerem sugestões de melhoria as quais possibilitaram o desenvolvimento da versão final do modelo.

Após, a lista de melhores práticas compiladas na revisão sistemática (tabela 1) foi submetida à avaliação dos especialistas, que responderam se conheciam cada prática levantada na literatura e indicaram em qual atividade da Estrutura Preliminar do Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego cada prática poderia ser aplicada. Por fim, foi solicitado atribuir grau de importância a cada prática conhecida, de acordo com uma escala de medida de 1 a 5, sendo que 1 representa “nada importante” e 5 “muito importante”. Dessa forma, foi possível fazer uma nova classificação das melhores práticas de acordo com o índice de importância atribuído pelos especialistas, demonstrada na tabela 4.

Tabela 4 – Classificação de Melhores Práticas segundo Índice de Importância

Prática	Índice de Importância
Detecção	4,87
Controle Semafórico	4,83
Sistemas Inteligentes de Transporte	4,82
Base de Dados	4,75
Gestão de Congestionamento	4,69
Operadores de Tráfego	4,65
Sistema Adaptativo em Tempo Real	4,60
Sistemas Avançados	4,57
Gestão de Incidente	4,47
Circuito Fechado de Tv	4,47
Simulação	4,40
Monitoramento/Vigilância	4,29
Sistema de Informações Geográficas	4,27
Priorização de Rotas	4,25
GPS	4,21
Serviço Baseado em Localização	4,20
Comunicação Veículo-Infraestrutura	4,00
Sistemas Via Telefonia Celular	3,93
Controle de Acesso	3,42
Inteligência Artificial	3,38
Rede Neural	3,33
Comunicação Sem Fio	3,19
Painéis de Mensagem Variável	3,13
Algoritmo de multiparâmetro	2,80
Comunicação Veículo-Veículo	2,75
Sistemas de Condutor	2,71
Visualização de Tráfego 4D	2,67
Lógica Fuzzy	2,50
Sistema Multi-Agente	2,33
Abordagem Ubíqua	2,33

O índice de importância de cada prática foi ponderado de acordo com a frequência das repostas para cada valor da escala de medida mencionada, calculado conforme a equação 1.

$$\text{IndicePratica}_k = \frac{\sum_{i=1}^5 f_i \times \text{Imp}_i}{N} \quad (1)$$

onde:

Indice da Pratica K = importância da prática

f_i = frequência de respondentes que atribuíram o grau de importância i à prática k ;

Imp_i : escore de importância para a pratica K , escore: 1 a 5.

$N = \sum_{i=1}^5 f_i$ = numero de respondentes que atribuíram o escore para prática K

Os índices de importância (tabela 4) foram corrigidos de forma que se alinhassem à mesma escala de valor dos índices de repetibilidade (tabela 1) e, dessa forma, fossem comparáveis. A partir dessa comparação, foram obtidas as médias de índice de cada prática, gerando a classificação final das melhores práticas (tabela 5).

Tabela 5 – Classificação Final das Melhores Práticas

Prática	ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA	ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA CORRIGIDO*	ÍNDICE DE REPETIBILIDADE	MÉDIA
Sistemas de Condutor	2,71	10,80	89,50	50,15
Detecção	4,87	19,37	51,00	35,19
Simulação	4,40	17,51	39,00	28,26
Controle Semafórico	4,83	19,24	26,50	22,87
Sistemas Inteligentes de Transporte	4,82	19,20	22,50	20,85
Priorização de Rotas	4,25	16,92	19,50	18,21
Sistemas Avançados	4,57	18,20	18,00	18,10
Monitoramento/Vigilância	4,29	17,06	17,50	17,28
Algoritmo de multiparâmetro	2,80	11,15	21,00	16,07
Comunicação Sem Fio	3,19	12,69	18,00	15,34
Gestão de Incidente	4,47	17,78	11,50	14,64
Operadores de Tráfego	4,65	18,50	10,00	14,25
Sistema Adaptativo em Tempo Real	4,60	18,31	10,00	14,15
Sistema de Informações Geográficas	4,27	17,01	10,00	13,50
GPS	4,21	16,77	9,00	12,89
Sistemas Via Telefonia Celular	3,93	15,64	10,00	12,82
Base de Dados	4,75	18,91	6,50	12,70
Circuito Fechado de Tv	4,47	17,78	7,00	12,39
Gestão de Congestionamento	4,69	18,68	5,00	11,84
Rede Neural	3,33	13,27	7,50	10,38
Inteligência Artificial	3,38	13,43	6,00	9,72
Sistema Multi-Agente	2,33	9,29	10,00	9,64
Serviço Baseado em Localização	4,20	16,72	2,00	9,36
Lógica Fuzzy	2,50	9,95	8,00	8,98
Comunicação Veículo-Infraestrutura	4,00	15,92	2,00	8,96
Painéis de Mensagem Variável	3,13	12,47	4,50	8,49
Controle de Acesso	3,42	13,60	2,00	7,80
Comunicação Veículo-Veículo	2,75	10,95	3,50	7,22
Visualização de Tráfego 4D	2,67	10,61	3,00	6,81
Abordagem Ubíqua	2,33	9,29	2,50	5,89

Finalizado a seção 3, as hipóteses teóricas advindas da revisão sistemática foram submetidas à avaliação dos entrevistados, que responderam numa escala de medida de 1 a 10 se “discordavam totalmente” ou “concordavam plenamente” com as afirmações apresentadas. A linha de corte para aceite das afirmações apresentadas no instrumento de coleta foi que 75% das respostas deveriam estar localizadas acima da mediana da escala de valor. Assim

75% do total de respostas para cada afirmação deveria estar entre 6 e 10 na escala de medida. O resultado dessa análise está na tabela 6.

HIPÓTESES	PERCENTUAL DE RESPOSTAS ENTRE 6 E 10
H1	86,67%
H2	33,33%
H3	80,00%
H4	87,50%
H5	87,50%

Dessa forma, apenas a hipótese 2 foi rejeitada na análise por apresentar percentual de respostas acima da mediana menor que 75% do total de respostas.

2.4 Diretrizes para a Gestão das Informações no Controle Centralizado do Tráfego

Os dados coletados nas entrevistas com especialistas proporcionaram a adequação dos conceitos da revisão bibliográfica inicial e dos achados da revisão sistemática às melhores práticas na gestão das informações no controle centralizado do tráfego com foco na realidade brasileira. Através disso, foi possível ajustar conceitos teóricos acerca do assunto estudado, verificar problemas e soluções enfrentados na prática e estabelecer, enfim, diretrizes s serem seguidas pelos Centros de Controle de Tráfego (CCTs).

As fontes de informação descritas na literatura são as mesmas gerenciadas na prática pelos CCT pesquisados, sendo que a fonte “Imprensa” foi incluída por um dos especialistas. Os tipos de informação relacionados com cada fonte, listadas em ordem de maior ocorrência de citações, foram agrupados por similaridade e compilados no quadro 1.

Quadro 1 – Fontes e Tipo de Informações relacionadas gerenciadas pelos CCTs

OCORRÊNCIA DE CITAÇÕES	FONTES	TIPO DE INFORMAÇÃO
20	Semáforos	Dados de Programação Contagens dos Detectores (volumes e velocidade) Ocorrências de Falhas
19	Imagens de Câmeras	Condições Visuais do Trânsito: Pontos de Lentidão Ocorrências nas vias (incidentes) Condições dos Semáforos Qualidade dos Fluxos (Fluidez)
19	Operadores da Central Semafórica	Ocorrência de Falhas Dados do Sistema
15	Técnicos de Manutenção	Ocorrências de Falhas em Equipamentos Situação Geral dos Equipamentos
9	Técnicos de Planejamento	Dados Técnicos Demandas de Projetos
8	Fiscais de Trânsito	Solicitações de Intervenções Semafóricas Condições Visuais e Pontuais do Trânsito: Pontos de Lentidão Condições dos Semáforos Qualidade dos Fluxos (fluidez)
8	Usuários em Geral (cidadãos)	Ocorrência de Falhas em Equipamentos Solicitações de Imagens Condições Visuais e Pessoais do Trânsito
8	Equipamentos de Transporte Público	Velocidade nos Corredores Ocorrência de Problemas de Manutenção Ocorrência de Problemas Gerais Externos (greves e etc) Nível de Serviço da Operação
2	Equipamentos de Controle de Velocidade	Registro Fotográfico de Autuações Contagens dos Detectores (volumes e velocidade)
2	Equipamentos de Controle de Avanço no Sinal Vermelho	Registro Fotográfico de Autuações Contagens dos Detectores (volumes e velocidade)
1	Imprensa	Ocorrências nas vias (incidentes) Pontos de Lentidão

Os principais problemas enfrentados pelos CCTs foram listados pelos especialistas sugerindo soluções para estes, e o seu agrupados por semelhança está demonstrado no quadro 2.

Quadro 2 – Problemas e Soluções para os CCTs

PROBLEMAS	SOLUÇÕES
<p>Necessidade de manutenção constante, tanto de hardware quanto de software. Manutenção inadequada ou precária do sistema e dos equipamentos em campo.</p> <p>Falhas de equipamento - semáforo apagado, problemas de comunicação e erro nos tempos de semáforos.</p> <p>Falta de confiança na operação das centrais semafóricas.</p> <p>Rompimento de laços magnéticos em campo, comprometendo a detecção veicular e a otimização em tempo real.</p>	<p>Gerir de maneira eficiente de contratos de manutenção e aporte de recursos adequados para modernização constante. Treinamento de equipe própria para solução de problemas emergenciais.</p> <p>Engajar os Gestores com relação à importância da manutenção dentro do sistema de tráfego.</p> <p>Otimizar nível de serviço na distribuição de energia (oscilações constantes na rede elétrica causam muitos problemas de semáforos apagados).</p> <p>Possuir um sistema próprio de comunicação de semáforos e equipamentos.</p> <p>Usar sistema dedicado de rádio troncalizado digital em paralelo com o sistema de telefonia, funcionando de forma contingencial.</p> <p>Otimizar controle pelos operadores, com criação de rotinas anti-falha.</p> <p>Utilizar laços virtuais em vez de magnéticos.</p>
<p>Diversidade de sistemas e linguagens.</p> <p>Falta de Padronização.</p> <p>Falta de visão sistêmica.</p> <p>Falhas de comunicação verbal.</p>	<p>Desenvolvimento de sistemas integrados e padronizados.</p> <p>Conscientização, integração e treinamento do Pessoal.</p>
<p>Abrangência insuficiente em relação ao sistema viário</p>	<p>Expandir os sistemas de controle semafórico (centralização total dos semáforos) e de CFTV</p>
<p>Recursos humanos insuficientes e com dificuldade de reposição devido ao longo tempo de treinamento.</p> <p>Número elevado de falhas que exigem um quadro de funcionários maior para acompanhamento</p>	<p>Dimensionar de pessoal com base em índices equipamento por homem.</p> <p>Realizar planejamento interno para definir o número de funcionários necessários a atender as demandas do CCT</p>
<p>Problemas de comunicação entre equipes. Falta de definição de funções.</p> <p>Falta de autonomia em situações de contingência.</p> <p>Dificuldade de localização das equipes em campo.</p> <p>Falta de comunicação instantânea intra e extra setores.</p> <p>Fraca relação entre os fluxos da programação semafórica e da operação das centrais.</p>	<p>Definir fluxograma e ações</p> <p>Realizar reuniões entre equipes.</p> <p>Definir claramente as funções e hierarquia, aliada à cobrança de responsabilidades. Utilizarde equipamentos GPS para gestão de equipes de campo.</p> <p>Criar redundância de atividades em fluxos que for necessário melhor controle.</p> <p>Incorporar rotinas de revisão contínua.</p>
<p>Interface precária com outros órgãos envolvidos na gestão do trânsito da cidade</p>	<p>Implantar projetos de integração dos diversos sistemas do órgão público responsáveis pela gestão e controle do trânsito na cidade</p>
<p>Dificuldade de obter a presteza necessária ao lidar com uma quantidade muito grande de dados.</p> <p>Recursos técnicos limitados: infraestrutura, sistemas, softwares.</p>	<p>Focar na informatização/automatização. Estabelecer claramente as prioridades.</p> <p>Viabilizar investimento inserido no planejamento do município.</p>
<p>Postura “torre de marfim” por parte do pessoal que trabalha interno ao CCT</p>	<p>Criar rotina de visitas ao campo para o pessoal que trabalha interno ao CCT.</p>

2.4.1 MODELO DE REFERÊNCIA

A Estrutura Preliminar do Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego foi aceita pelos especialistas, sendo que dos 19 entrevistados, 14 concordaram que o modelo é o ideal, 3 concordaram parcialmente e 2 discordaram. A partir dessa aceitação, as premissas que geraram a estrutura preliminar foram agrupadas na Diretriz 1 para a gestão das informações nos CCTs.

Diretriz 1: A informação de tráfego, advinda das mais diversas fontes, é o elemento principal a ser gerenciado nos Centros de Controle de Tráfego (CCTs). A gestão dessas informações deve ocorrer de maneira inteligente e em tempo real para que a tomada de decisão possa ser guiada de forma clara e coerente. Para que ocorra dessa forma, o modelo genérico do processo de controle do tráfego é muito importante, no sentido que facilita a visualização e entendimento de como as informações de tráfego devem fluir ao longo deste processo.

Baseado nessa diretriz, em conjunto com as sugestões de melhoria colhidas no instrumento de pesquisa, a versão definitiva do Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego foi consolidada e está exposta na figura 8.

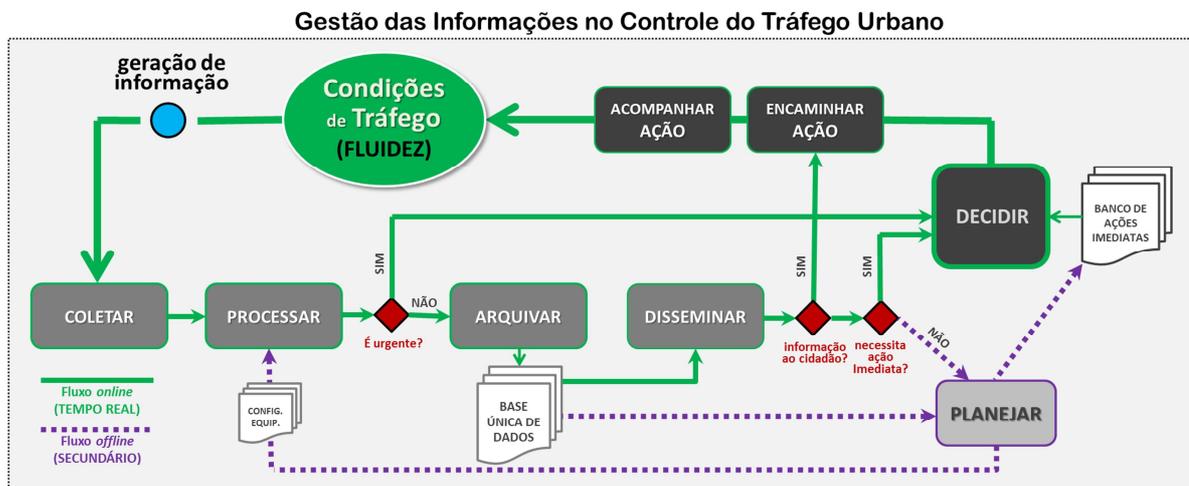


Figura 8 – Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego

Com relação ao desenho inicial, foram inseridos dois novos pontos de bifurcação (*gateways*) de fluxo de informações. O *gateway* “É urgente?” filtra a informação processada que necessita ação urgente e, sendo assim, segue o caminho direto para a atividade *Decidir* que, nesse caso, assume prioridade com relação à atividade *Arquivar* que pode ser feita em paralelo. O ponto “informação ao cidadão?” filtra determinadas informações que podem seguir o fluxo direto da atividade *Disseminar* para uma ação de divulgação. Dessa forma, o tipo de informação que for pré-estabelecida como elegível a ser

diretamente transmitida ao cidadão, não necessita da atividade Decidir, agilizando e incentivando a tomada de decisão por parte do usuário da rede viária e não só pela gestão do CCT. Além dos novos pontos, foram enfatizadas duas atividades que não estavam explícitas na estrutura preliminar: Encaminhar Ação e Acompanhar Ação. De acordo com os especialistas, essas são atividades importantes na garantia de que a ação surtiu o resultado desejado.

2.4.2 MAPEAMENTO DAS MELHORES PRÁTICAS

Em associação ao Modelo de Referência foi desenvolvido o Mapeamento das Melhores Práticas (figura 9) que é um o principal resultado da pesquisa, enfatizando a utilização das melhores práticas ao longo do processo de controle de tráfego, além de explicitar resumidamente objetivos e saídas de cada atividade desse processo.

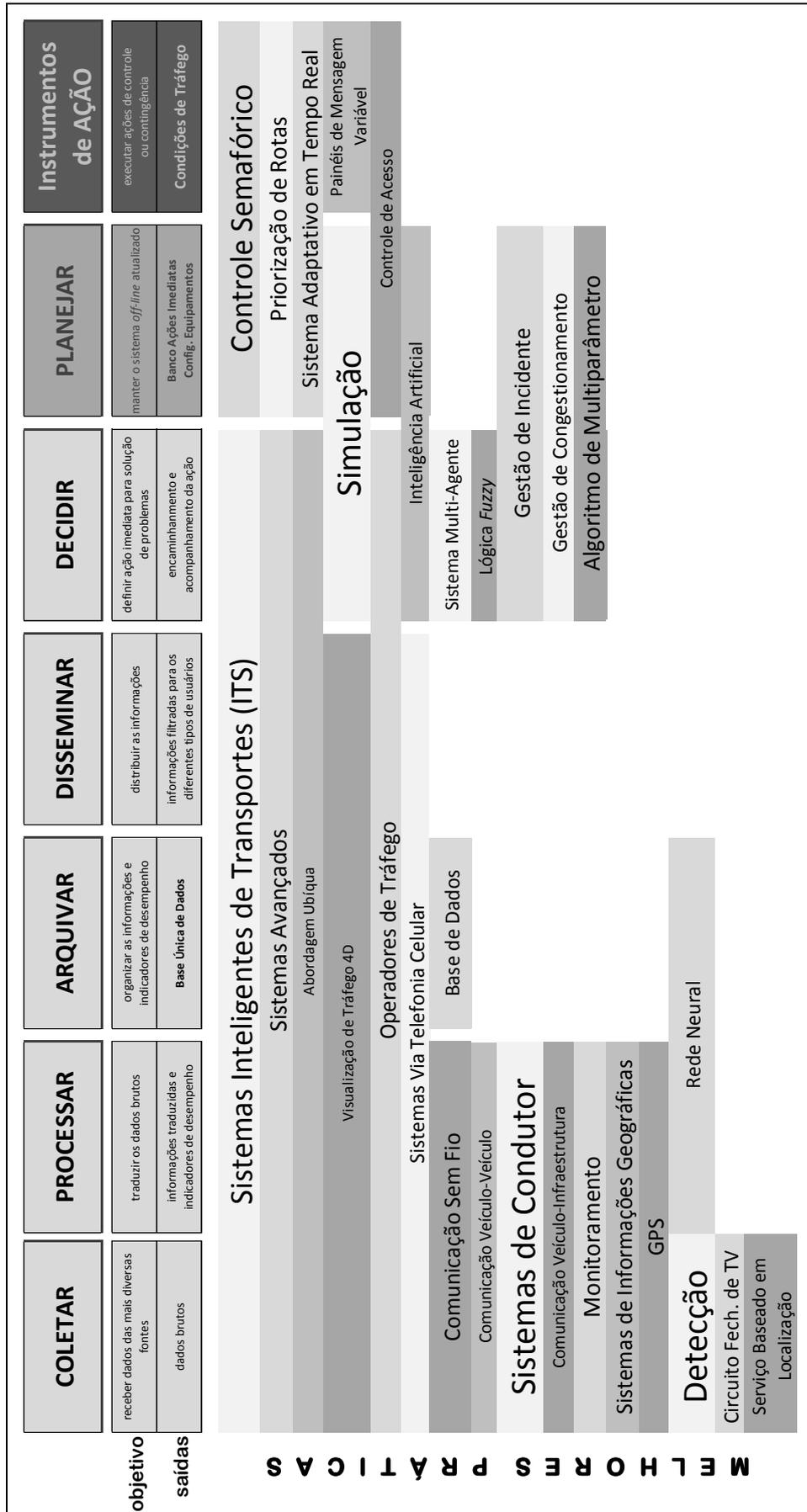


Figura 9 – Mapa das Melhores Práticas no Processo de Controle do Tráfego

As práticas foram, portanto, distribuídas em uma ou mais atividades do processo de controle de tráfego, a fim de prover uma visão abrangente sobre o seu posicionamento nesse processo. Além disso, é possível verificar visualmente a representatividade de cada prática, conforme Classificação Final das Melhores Práticas (tabela 6). Tal representatividade está representada através do tamanho da fonte utilizada no texto do nome de cada elemento.

Continuando o desenvolvimento das diretrizes, corroboradas pelas respostas de especialistas sobre os principais problemas enfrentados nos CCTs, ficou claro que há uma forte necessidade de desenvolvimento de sistemas integrados para que exista confiabilidade no sistema de controle do tráfego, realidade explicitada na Diretriz 2.

Diretriz 2: A confiabilidade da detecção (*detection*) nas ruas, bem como em sistemas de condutor (*driver systems*) são essenciais para a utilização de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Da mesma forma, a priorização de rotas de tráfego (*traffic assignment*) é um eficaz instrumento de ação desde que haja boa comunicação entre o centro de controle e o condutor.

Para atingir a presteza necessária para gerenciar uma quantidade muito grande e complexa de informações, é preciso concentrar esforços na tônica da informatização e automatização, com estabelecimento claro das prioridades, cujos investimentos devem estar inseridos no planejamento do município. Nesse sentido, deve-se atingir uma visão sistêmica, através da conscientização, integração e treinamento do pessoal.

O Treinamento de equipe própria para solução de problemas emergenciais, por exemplo, levaria à manutenção adequada do sistema e dos equipamentos em campo, sendo que essa condição também é essencial para que se adquira a confiabilidade requerida. Além disso, deve-se buscar a gestão eficiente de contratos de manutenção terceirizados e aporte de recursos para modernização constante. Aliado a tudo, se faz necessário o engajamento dos gestores com relação à importância da manutenção permanente dentro do sistema de tráfego.

Para que a equipe esteja alinhada com os objetivos organizacionais, além de treinamento constante, é necessária a clara definição do processo, explicitando ações, funções e níveis de hierarquia, aliados à cobrança de responsabilidades. Com o dimensionamento adequado de pessoal e equipamentos, é possível atingir abrangência suficiente para efetivamente

controlar e atuar sobre sistema viário e, dessa forma, dar a importância necessária às práticas objeto da Diretriz 3.

Diretriz 3: A sinalização semafórica (*traffic signal control*), um dos dispositivos mais importantes no controle do tráfego, aliada à simulação (*simulation*), são essenciais ao planejamento e ao apoio à tomada de decisões.

2.5 Considerações Finais

O objetivo do trabalho foi, através da consolidação de uma base de dados teórica de abrangência internacional, compilar melhores práticas atuais no planejamento e controle centralizado do tráfego e verifica-las através de consulta a especialistas. Dessa forma, foram obtidos resultados teóricos preliminares que foram avaliados e ajustados como diretrizes a serem seguidas pelos Centros de Controle de Tráfego (CCTs) brasileiros.

Para tanto, foi apresentada a aplicação e resultados preliminares através revisão sistemática com posterior verificação e consolidação dos achados para obtenção do resultado final. Foi desenvolvido um protocolo de busca a artigos científicos que atendessem critérios específicos, tanto de qualidade quanto de adequabilidade com objetivo de investigar as melhores práticas na gestão das informações envolvidas controle centralizado do tráfego. Os resultados foram consistentes na medida em que se basearam na tanto na repetibilidade na base de 106 artigos selecionados, quanto na confirmação através de consulta a especialistas com experiência prática. O estudo envolveu diversos níveis de aprofundamento na leitura dos artigos e discussão e confronto com a prática, o que gerou um entendimento sucessivo das evidências mais importantes.

Os principais produtos gerados foram o Mapeamento de Melhores Práticas associado ao Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego em conjunto com a consolidação de diretrizes a serem seguidas pelos gestores dos Centros de Controle de Tráfego (CCTs). Tais produtos são documentos confiáveis que ilustram as melhores práticas que vem sendo discutidas na literatura ao longo dos últimos 10 anos, através de periódicos reconhecidos. Dessa forma, entende-se que, através do presente trabalho, foi possível estabelecer um padrão concreto a ser seguido pelos gestores do tráfego em qualquer grande cidade.

Referências

- ABDEL-ATY, Mohamed; PEMMANABOINA, Rajashekar. Calibrating a real-time traffic crash-prediction model using archived weather and ITS traffic data. **Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on**, v. 7, n. 2, p. 167-174, 2006.
- ADLER, J. L.; SATAPATHY, G.; MANIKONDA, V.; BOWLES, B.; BLUE, V. J. A multi-agent approach to cooperative traffic management and route guidance. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 39, n. 4, p. 297-318, 2005.
- AQUINO, W.; DE AQUINO, N. B.; PEREIRA, W. F. Considerações sobre o Uso de ITS. **Revista de Transportes Públicos, ANTP**, Ano 23, 2º semestre, p. 33-37. 2001.
- AREL, I.; LIU, C.; URBANIK, T.; KOHLS, A. G. Reinforcement learning-based multi-agent system for network traffic signal control. **Intelligent Transport Systems, IET**, v. 4, n. 2, p. 128-135, 2010.
- BALAJI, P. G.; GERMAN, X.; SRINIVASAN, D. Urban traffic signal control using reinforcement learning agents. **Intelligent Transport Systems, IET**, v. 4, n. 3, p. 177-188, 2010.
- BAZZI, Alessandro; MASINI, Barbara M. Taking advantage of V2V communications for traffic management. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 504-509.
- BRAHMI, Horiya Imane; DJAHEL, Soufiene; MURPHY, John. Improving emergency messages transmission delay in road monitoring based WSNs. In: **Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)**, 2013 6th Joint IFIP. IEEE, 2013. p. 1-8.
- BUSCEMA, D.; IGNACCOLO, M.; INTURRI, G.; PLUCHINO, A.; RAPISARDA, A.; SANTORO, C.; TUDISCO, S. The impact of real time information on transport network routing through Intelligent Agent-Based Simulation. In: **Science and Technology for Humanity (TIC-STH) IEEE Toronto International Conference**. IEEE, 2009. p. 72-77.
- CELIKOGU, Hilmi Berk. An approach to dynamic classification of traffic flow patterns. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 28, n. 4, p. 273-288, 2013.
- CHAN, Kit Yan; DILLON, Tharam S.; CHANG, Elizabeth. An intelligent particle swarm optimization for short-term traffic flow forecasting using on-road sensor systems. **Industrial Electronics, IEEE Transactions on**, v. 60, n. 10, p. 4714-4725, 2013.
- CHEN, Bo; CHENG, Harry H.; PALEN, Joe. Agent-Based Approach in Roadway Traffic and Transportation Systems: State of the Art. In: **ASME 2007 International Mechanical Engineering Congress and Exposition**. American Society of Mechanical Engineers, 2007. p. 667-675.
- COLL, P.; FACTOROVICH, P.; LOISEAU, I.; GÓMEZ, R. A linear programming approach for adaptive synchronization of traffic signals. **International Transactions in Operational Research**, v. 20, n. 5, p. 667-679, 2013.

COOK, D.J.; SACKETT, D.L.; SPITZER, W.O. Methodologic Guidelines for Systematic Reviews of Randomized Control Trials in Health Care from the Potsdam Consultation on Meta- Analysis. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.48, n.11, pp. 167-171, 1995.

DAHAL, Keshav; ALMEJALLI, Khaled; HOSSAIN, M. Alamgir. Decision support for coordinated road traffic control actions. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 2, p. 962-975, 2013.

DAHLGREN, Joy; TURNER, Shawn; GARCIA, Reinaldo C. Collecting, processing, archiving and disseminating traffic data to measure and improve traffic performance. **Transportation Research Board**, 2002.

DALALAH, Doraid. Real-time optimization flow control. **Computer Networks**, v. 54, n. 5, p. 797-810, 2010.

DESAI, Prajakta *et al.* Multi-agent based vehicular congestion management. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 1031-1036.

DIA, H. A Conceptual Framework for Modelling the Environmental Impacts of Intelligent Transportation Systems. **Engenharia do tráfego e Transportes 2000: Avanços para uma Era de Mudanças**, p. 643-654. 2000.

ETEMADNIA, Hamideh; ABDELGHANY, Khaled; HARIRI, Salim. Toward an Autonomic Architecture for Real-Time Traffic Network Management. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 16, n. 2, p. 45-59, 2011.

FLORIDA DOT (1999) **Economic Impacts of Intelligent Transportation Systems in Florida – an Issue Paper**. Department of Transport, Florida, USA. Site: http://www.dot.state.fl.us/trafficoperations/ITS/Projects_Deploy/Strategic_Plan/1999-IssuePaper-Economic.pdf. Acessado em 09 de novembro de 2015.

FOWE, Adeyemi J.; CHAN, Yupo. A microstate spatial-inference model for network-traffic estimation. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 36, p. 245-260, 2013.

FU, Yi et al. Integrated traffic management platform design based on GIS-T. In: **ITS Telecommunications Proceedings**, 6th International Conference on. IEEE, 2006. p. 29-32.

GONG, Qiuming; LI, Yaoyu; PENG, Zhong-Ren. Trip-based optimal power management of plug-in hybrid electric vehicles. Vehicular Technology, **IEEE Transactions on**, v. 57, n. 6, p. 3393-3401, 2008.

GUO, Q.; WANG, Y.; SUN, H.; LI, Z.; ZHANG, B. Research on architecture of ITS based Smart Charging Guide System. In: **Power and Energy Society General Meeting**, 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 1-5.

HAN, Chong; ZHANG, Qinyu. Real-time detection of vehicles for advanced traffic signal control. In: **Computer and Electrical Engineering**, 2008. ICCEE 2008. International Conference on. IEEE, 2008. p. 245-249.

HINSBERGEN, C. P.; SCHREITER, T.; ZUURBIER, F. S.; VAN LINT, J. W. C.; VAN ZUYLEN, H. J. Localized extended kalman filter for scalable real-time traffic state estimation. *Intelligent Transportation Systems*, **IEEE Transactions on**, v. 13, n. 1, p. 385-394, 2012.

HOURDAKIS, John; MICHALOPOULOS, Panos G.; MORRIS, Ted. Deployment of wireless mobile detection and surveillance for data-intensive applications. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 1900, n. 1, p. 140-148, 2004.

ISHAK, Sherif; KONDAGARI, Shourie; ALECSANDRU, Ciprian. Probabilistic data-driven approach for real-time screening of freeway traffic data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2012, n. 1, p. 94-104, 2007.

JAGADISH, Chundury; GONSALVES, Timothy A. Distributed control of performance management traffic with accuracy objectives. **International Journal of Network Management**, v. 19, n. 6, p. 465-478, 2009.

JIN, Q.; WU, G.; BORIBOONSOMSIN, K.; BARTH, M. Advanced intersection management for connected vehicles using a multi-agent systems approach. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2012 IEEE. IEEE, 2012. p. 932-937.

JINHUI, L. A. N.; MIN, G. U. O.; HAIFENG, L. U.; XIANG, X. I. A. O. Short-term traffic flow combination forecast by co-integration theory. **Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology**, v. 11, n. 3, p. 71-75, 2011.

JUNG, S., LEE, S., MOON, Y. Development of wireless interface signal control system for dynamic and optimal management based on DSRC. In: **Networked Computing and Advanced Information Management**, 2008. NCM'08. Fourth International Conference on. IEEE, 2008. p. 389-393.

KACHROO, Pushkin; ÖZBAY, Kaan. Modeling of Network Level System-Optimal Real-Time Dynamic Traffic Routing Problem Using Nonlinear H^∞ Feedback Control Theoretic Approach. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 10, n. 4, p. 159-171, 2006.

KAMIJO, S.; KOO, H.; LIU, X.; FUJIHIRA, K.; SAKAUCHI, M. Development and evaluation of real-time video surveillance system on highway based on semantic hierarchy and decision surface. In: **Systems, Man and Cybernetics**, 2005 IEEE International Conference on. IEEE, 2005. p. 840-846. APA

KLOSOWSKI, Miron. Hardware accelerated implementation of wavelet transform for machine vision in road traffic monitoring system. In: **Information Technology**, 2008. IT 2008. 1st International Conference on. IEEE, 2008. p. 1-4.

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

LASSACHER, S.; VENEZIANO, D.; ALBERT, S.; YE, Z. Traffic management of special events in small communities. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2099, n. 1, p. 85-93, 2009.

LI, Xiaopeng; OUYANG, Yanfeng. Reliable traffic sensor deployment under probabilistic disruptions and generalized surveillance effectiveness measures. **Operations research**, v. 60, n. 5, p. 1183-1198, 2012.

LI, Zhenjiang *et al.* Signal controller design for agent-based traffic control system. In: **Networking, Sensing and Control, 2007 IEEE International Conference on**. IEEE, 2007. p. 199-204.

LIN, Liang-Tay *et al.* A new intelligent traffic control system for Taiwan. In: **Intelligent Transport Systems Telecommunications,(ITST), 2009 9th International Conference on**. IEEE, 2009. p. 138-142.

LINT, J. W. C.; VALKENBERG, A. J.; VAN BINSBERGEN, A. J.; BIGAZZI, A. Advanced traffic monitoring for sustainable traffic management: experiences and results of five years of collaborative research in the Netherlands. **IET intelligent transport systems**, v. 4, n. 4, p. 387-400, 2010.

LIU, Yue; CHANG, Gang-Len; YU, Jie. An integrated control model for freeway corridor under nonrecurrent congestion. **Vehicular Technology, IEEE Transactions on**, v. 60, n. 4, p. 1404-1418, 2011.

LOPES, Nuno Vasco; NICOLAU, Maria João; SANTOS, Alexandre. Evaluating rate-estimation for a mobility and QoS-aware network architecture. In: **Software, Telecommunications & Computer Networks**. SoftCOM 2009. 17th International Conference on. IEEE, 2009. p. 348-352.

LOUREIRO, C.; MENESES, H.; OLIVEIRA NETO, F.; CASTRO-NETO, M. Managing Congestion in Large Brazilian Urban Area Through Logical Interface Between SCOOT and GIS Platform. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2099, n. 1, p. 76-84, 2009.

MA, Xiaoliang; MARTENSSON, Jonas. Optimal Controls of Vehicle Trajectories in Fleet Management Using V2I Information. In: **Connected Vehicles and Expo (ICCVE), 2012 International Conference on**. IEEE, 2012. p. 256-261.

MENESES, Hamifrançy Brito. **Interface lógica em ambiente SIG para bases de dados de sistemas centralizados de controle do tráfego urbano em tempo real**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Engenharia de Transportes, 2003.

MULROW, C.D.; COOK, D.J.; DAVIDOFF, F. Systematic Reviews: Critical Links in the Great Chain of Evidence. **Annals of Internal Medicine**, v.126, n.5, pp. 389-391, Mar. 1997.

NGAI, E. W. T.; LEUNG, T. K. P.; WONG, Y. H.; LEE, M. C. M.; CHAI, P. Y. F.; CHOI, Y. S. Design and development of a context-aware decision support system for real-time accident handling in logistics. **Decision support systems**, v. 52, n. 4, p. 816-827, 2012.

OH, Cheol *et al.* Capability-Enhanced Probe Vehicle Surveillance System with Vehicle-to-Vehicle Communications. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2189, n. 1, p. 8-16, 2010.

OW, P. (2001) Convergence in the Info Age. **Traffic Technology International**, December 2000/January 2001, p. 55-59.

OZBAY, Kaan; BARTIN, Bekir; CHIEN, Steven. South Jersey real-time motorist information system: Technology and practice. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1886, n. 1, p. 68-75, 2004.

OZKURT, Celil; CAMCI, Fatih. Automatic traffic density estimation and vehicle classification for traffic surveillance systems using neural networks. **Mathematical and Computational Applications**, v. 14, n. 3, p. 187, 2009.

PACK, Michael L.; WEISBERG, Phillip; BISTA, Sujal. Four-dimensional interactive visualization system for transportation management and traveler information. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1937, n. 1, p. 152-158, 2005.

PACK, Michael L.; WEISBERG, Phillip; BISTA, Sujal. Wide-Area, Four-Dimensional, Real-Time Interactive Transportation System Visualization. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2018, n. 1, p. 97-108, 2007.

PETTICREW, M. Systematic Reviews from Astronomy to Zoology: Myths and Misconceptions. **British Medical Journal**, v.322, pp. 98-101, 2001.

RAY, Julian J. A web-based spatial decision support system optimizes routes for oversize/overweight vehicles in Delaware. **Decision Support Systems**, v. 43, n. 4, p. 1171-1185, 2007.

SADOON, Balqies; AL-BAYARI, Omar. LBS and GIS technology combination and applications. In: **Computer Systems and Applications**, 2007. AICCSA'07. IEEE/ACS International Conference on. IEEE, 2007. p. 578-583.

SALEHINEJAD, Hojjat; POULADI, Farhad; TALEBI, Siamak. A new route selection system: multiparameter ant algorithm based vehicle navigation approach. In: **Computational Intelligence for Modelling Control & Automation**, 2008 International Conference on. IEEE, 2008. p. 1089-1094.

SALEHINEJAD, Hojjat; TALEBI, Siamak. A new ant algorithm based vehicle navigation system: a wireless networking approach. In: **Telecommunications**. IST 2008. International Symposium on. IEEE, 2008. p. 36-41.

SCHWARZ, Tobias et al. Content-aware navigation for large displays in context of traffic control rooms. In: **Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces**. ACM, 2012. p. 249-252.

SRINIVASAN, Karthik K.; GUO, Zhiyong. Day-to-day evolution of network flows under route-choice dynamics in commuter decisions. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1894, n. 1, p. 198-208, 2004.

STANCZYK, Daniel; KLEIN, Eric. Heavy Traffic Data Collection and Detection of Overloaded HGV. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 48, p. 133-143, 2012.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R.G.; YAMADA, T. ; DIUN, R. V. **City Logistics – Network Modelling and Intelligent Transport Systems**. Elsevier Science - PERGAMON, London, UK. 2001.

TRINDADE FILHO, Hégio Henrique. **Análise comparativa do potencial de sistemas centralizados para controle de tráfego no Brasil**. 2002. Dissertação (Mestrado) UFRGS, Escola de Engenharia.

WEI, Junhua; WANG, Anlin; DU, Nianci. Study of self-organizing control of traffic signals in an urban network based on cellular automata. **Vehicular Technology, IEEE Transactions on**, v. 54, n. 2, p. 744-748, 2005.

YANG, M.-T.; JHANG, R.-K.; HOU, J.-S. Traffic flow estimation and vehicle-type classification using vision-based spatial-temporal profile analysis. **Computer Vision, IET**, v. 7, n. 5, p. 394-404, 2013.

YISHENG, Lv *et al.* Emergency traffic evacuation control based on the orthogonal experimental design method. In: **Intelligent Transportation Systems (ITSC)**, 2012 15th International IEEE Conference on. IEEE, 2012. p. 1269-1273.

YOON, Sang Won *et al.* Transportation security decision support system for emergency response: A training prototype. **Decision Support Systems**, v. 46, n. 1, p. 139-148, 2008.

YU, Huanming; PANG, Zhifeng; RUAN, Dongru. The design of the embedded wireless vehicles monitoring management system based on gprs: evidence from China. In: **Intelligent Information Technology Application Workshops**, 2008. IITAW'08. International Symposium on. IEEE, 2008. p. 677-680.

YUE-MING, Chen; HUI, Geng; GANG, Sheng. Emergency Management System for Major Traffic Accidents Based on New Model and Algorithms. In: **Computer Science-Technology and Applications**, 2009. IFCSTA'09. International Forum on. IEEE, 2009. p. 367-371.

ZHANG, N.; WANG, F. Y.; ZHU, F.; ZHAO, D.; TANG, S. DynaCAS: Computational experiments and decision support for ITS. **Intelligent Systems**, IEEE, v. 23, n. 6, p. 19-23, 2008.

V

COMENTÁRIOS FINAIS

Neste capítulo são retomados alguns tópicos importantes da pesquisa como o seu tema, objetivos e limitações, seguidos das principais conclusões do estudo. Ao final, são sugeridos assuntos a serem explorados em trabalhos futuros.

5.1 Conclusões

O objetivo geral da presente pesquisa foi validar um modelo de estruturação dos processos para a gestão inteligente das informações no controle centralizado do tráfego. Com base na revisão de literatura sobre BPM e usando um modelo já desenvolvido denominado Metodologia *Gressus*, o trabalho se desenvolveu ao longo das fases propostas neste modelo. Assim, como referencia à Fase Inicial da metodologia, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre gestão pública e centros de controle de tráfego, apresentando o tema e evidenciando sua adequação à gestão de processos. Continuando o Ciclo de BPM, o estudo desenvolveu-se através de uma aplicação abrangente da Fase Projeto em estudo de caso, apresentando como resultado final uma proposta para um Plano de Otimização de Processos através do qual a empresa está pronta para executar os processos melhorados e seguir para a Fase Contínua. As etapas de Modelar Processos e Melhorar Processos foram detalhadas no estudo, demonstrando como os processos atuais (*as is*) foram analisados para possibilitar o desenho dos processos melhorados (*to be*). A atividade Verificar Padrões reúne os insumos para este desenho e, neste estudo, foram reunidos através de realização de *Benchmarking* e Revisão Sistemática, cujo objetivo específico foi agrupar melhores práticas no âmbito da Gestão dos Processos em Centros de Controle de Tráfego.

As melhores práticas foram compiladas na literatura em pesquisas desenvolvidas ao longo dos últimos 10 anos publicadas em periódicos reconhecidos. Através de consulta a gestores de importantes Centros de Controle de Tráfego (CCTs) brasileiros, os achados teóricos foram verificados e ajustados para a realidade do país. Dessa forma, obtiveram-se resultados consistentes, na medida em que se basearam tanto na repetibilidade na base teórica de 106 artigos selecionados, quanto na confirmação através de consulta a especialistas com experiência prática. A pesquisa envolveu diversos níveis de aprofundamento na leitura dos artigos e discussão e confronto com a prática, o que gerou um entendimento sucessivo das evidências mais importantes. Portanto, entende-se que, através do presente trabalho, foi possível estabelecer um padrão concreto a ser seguido pelos gestores do tráfego em qualquer grande cidade.

O estudo de caso foi conduzido com base na Metodologia *Gressus*, que propõe um caminho claro e objetivo para implantação da gestão de processos em organizações públicas que ainda não façam uso de BPM. Sua adequabilidade ao que se propõe foi confirmada na medida em que foi possível, através da sua aplicação, efetivamente propor uma maneira inteligente e eficiente de gerenciar as informações no controle centralizado do tráfego.

O Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego é a mais notável contribuição da pesquisa para a gestão inteligente das informações em CCTs. Através dele foi possível estruturar a análise crítica de processos *as is* para propor melhorias em processos *to be*, sendo estes últimos elementos chave para o desenvolvimento do novo sistema. Os diagramas *to be* são úteis desde a reestruturação do fluxo da informação até o embasamento para o desenvolvimento de novas soluções em tecnologia da informação. Conforme a empresa atinge maiores patamares de estruturação organizacional, mais complexa e completa pode ser a melhoria em processos atingida.

O Mapeamento das Melhores Práticas associado ao Mapa de Referência do Processo de Controle do Tráfego é um instrumento que visa subsidiar empresas que já tenham atingido níveis de maturidade em processos mais elevados. Somente após a otimização do fluxo da informação de ponta a ponta é possível implantar o uso das práticas propostas de maneira a suplantarem as atividades do modelo. Baseado nisso e considerando que a metodologia BPM é cíclica, propõe-se que as empresas com nível de maturidade mais baixo primeiro apliquem para melhorar seus processos em termos de fluxo de trabalho e, somente após esse ciclo, inicie-se a implantação das práticas propostas.

Nesse sentido, o BPM apresenta-se como uma ferramenta flexível, podendo atender empresas em qualquer nível de maturidade e, mais importante, conduzir aquelas em estágios iniciais para a ascensão a estágios mais avançados. Sendo motivada pelas regras de foco no cliente, eficiência e eficácia, visando à obtenção de um desempenho consistente, a metodologia mostrou-se adequada para o alinhamento dos processos em centros de controle de tráfego, inseridos em um contexto de novas demandas da sociedade

para com as organizações públicas, em que a melhoria dos processos está sendo considerada como uma alternativa real pelo Governo Federal.

O aprendizado obtido através desta pesquisa pode ser útil tanto para outros setores da empresa em que o estudo de caso foi conduzido, como para outras organizações atuantes na área de mobilidade urbana. Através do aumento da abrangência da aplicação da metodologia, seria possível vencer uma das limitações deste trabalho, que diz respeito ao escopo. O fato de o controle centralizado do tráfego ser apenas um dos instrumentos de gestão da mobilidade urbana, denota que propostas de melhoria da mobilidade em si devem abranger uma rede complexa, com variáveis interdependentes que atuam diretamente umas sobre as outras, considerando um sistema maior. Nesse sentido, cabe esclarecer que este trabalho aprofundou-se apenas em um dos instrumentos que fazem parte da gestão da mobilidade, não sendo possível que os resultados de melhoria obtidos no âmbito de CCTs seja entendido para o sistema de transportes como um todo.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

O trabalho apresentou uma série de contribuições para estimular as organizações públicas a estruturarem-se por processos. Os resultados aqui apresentados são específicos para o controle centralizado do tráfego, principalmente no que diz respeito a pesquisa de *benchmarking* e melhores práticas. Nesse sentido, sugere-se para trabalhos futuros, a aplicação da mesma metodologia em outros casos, produzindo assim novos modelos de referência que possam auxiliar a melhoria de processos em outros âmbitos.

Além disso, existe a oportunidade de, através dos resultados dessa pesquisa, dar continuidade ao estudo de caso com foco na fase Controle e Análise de Dados, não só completando o Ciclo de BPM, mas encaminhando a empresa para um novo ciclo de melhoria, em que novos níveis de maturidade possam ser alcançados. Dentro desse escopo, propõe-se os seguintes tópicos de pesquisa:

(a) Detalhar metodologia para estruturação do Plano de Otimização de Processos

- (b) Descrever metodologia para controlar e analisar os dados de processos melhorados em execução.
- (c) Utilizar o Mapeamento das Melhores Práticas associado ao Modelo de Referência do Processo de Controle do Tráfego para embasar novo ciclo de modelamento de processos *as is* e *to be* com maior granularidade, proporcionando patamares mais altos de maturidade para a empresa.
- (d) Confirmar, através dos resultados, a aplicabilidade da metodologia BPM para Centros de Controle do Tráfego (CCTs) de forma cíclica, em um processo de melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

AALST, W. V. D., OBERWEIS, A., DESEL, J.. **Business Process Management: Models, Techniques**, Springer-Verlag, NY, 2000.

ABDEL-ATY, Mohamed; PEMMANABOINA ,Rajashekar. Calibrating a real-time traffic crash-prediction model using archived weather and ITS traffic data. **Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on**, v. 7, n. 2, p. 167-174, 2006.

ABPMP. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio** Corpo Comum de Conhecimento (BPM CBOK). 2009.

ADLER, J. L.; SATAPATHY, G.; MANIKONDA, V.; BOWLES, B.; BLUE, V. J. A multi-agent approach to cooperative traffic management and route guidance. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 39, n. 4, p. 297-318, 2005.

ANTUNES, Pedro; MOURÃO, Hernâni. Resilient business process management: Framework and services. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 2, p. 1241-1254, 2011.

AQUINO, W.; DE AQUINO, N. B.; PEREIRA, W. F. Considerações sobre o Uso de ITS. **Revista de Transportes Públicos, ANTP**, Ano 23, 2º semestre, p. 33-37. 2001.

AREL, I.; LIU, C.; URBANIK, T.; KOHLS, A. G. Reinforcement learning-based multi-agent system for network traffic signal control. **Intelligent Transport Systems, IET**, v. 4, n. 2, p. 128-135, 2010.

BALAJI, P. G.; GERMAN, X.; SRINIVASAN, D. Urban traffic signal control using reinforcement learning agents. **Intelligent Transport Systems, IET**, v. 4, n. 3, p. 177-188, 2010.

BALDAM, R.; VALLE, R.; PEREIRA, H.; HILST, S.; ABREU, M.; SOBRAL, V. **Gerenciamento de processo de negócios: BPM – Business Process Management**. 2ª Ed. São Paulo: Érica, 2009.

BATISTA, Fábio Ferreira. **Modelo de gestão do conhecimento para a administração pública brasileira: como implementar a gestão do conhecimento para produzir resultados em benefício do cidadão**. Brasília: Ipea, 2012.

BAZZI, Alessandro; MASINI, Barbara M. Taking advantage of V2V communications for traffic management. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 504-509.

BIZAGI PROCESS MODELER. **Copyright** © Bizagi Ltd 2002-2013. Version 2.6.0.4. 2013.

BRAGA, Douglas. **Conflitos, Eficiência e Democracia na Gestão Pública**. 1a ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1998.

BRAHMI, Horiya Imane; DJAHEL, Soufiene; MURPHY, John. Improving emergency messages transmission delay in road monitoring based WSNs. In: **Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)**, 2013 6th Joint IFIP. IEEE, 2013. p. 1-8.

BRANDI, Letícia Souza Netto. **Gestão por processos de negócios: uma proposta para administração pública municipal**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2013.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 12.527**, de 18 de novembro de 2011. Esta Lei dispõe sobre os procedimentos a serem observados pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com o fim de garantir o acesso a informações. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 16/05/2012.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 69.32**, de 11 de agosto de 2009. Dispõe sobre a simplificação do atendimento público prestado ao cidadão, ratifica a dispensa do reconhecimento de firma em documentos produzidos no Brasil, institui a “Carta de Serviços ao Cidadão” e dá outras

BRASIL. Ministério das Cidades. *Gestão Integrada da Mobilidade Urbana: Mobilidade e desenvolvimento urbano*. Brasília, DF: MCidades, SeMob. 2006, 164p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana. *Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável: Princípios e Diretrizes da PNMUS*. Brasília: SEMOB, 2004.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana. *Projeto de Lei da Mobilidade Urbana - PL 1687/2007* <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/transporte-e-mobilidade/projeto-de-lei-da-mobilidade-urbana/PL%201867-2007%20Mobilidade.pdf/view>. Brasília: SeMob, 2007.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – Secretaria de Orçamento Federal. *Projeto Esplanada Sustentável*. <http://www.orcamentofederal.gov.br/projeto-esplanada-sustentavel>

BRODBECK, Ângela F. Ângela F. *et al.* Implementação de Escritório de Processos em Organizações Governamentais: o caso de uma Instituição de Ensino Superior. In: **Workshop de Tecnologia da Informação e Comunicação das Instituições Federais de Ensino Superior do Brasil**. João Pessoa, UFPB, 2013.

BUSCEMA, D.; IGNACCOLO, M.; INTURRI, G.; PLUCHINO, A.; RAPISARDA, A.; SANTORO, C.; TUDISCO, S. The impact of real time information on transport network routing through Intelligent Agent-Based Simulation. In: **Science and Technology for Humanity (TIC-STH) IEEE Toronto International Conference**. IEEE, 2009. p. 72-77.

CATELLI, A.; SANTOS, E.S. 2004. Mensurando a criação de valor na gestão pública. **Revista de Administração Pública**. São Paulo, v. 38, n. 3, p. 423–449, 2004.

CELIKOGLU, Hilmi Berk. An approach to dynamic classification of traffic flow patterns. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 28, n. 4, p. 273-288, 2013.

CET-Rio, Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro, site: www.cetrio.rj.gov.br.

CHAN, Kit Yan; DILLON, Tharam S.; CHANG, Elizabeth. An intelligent particle swarm optimization for short-term traffic flow forecasting using on-road sensor systems. **Industrial Electronics, IEEE Transactions on**, v. 60, n. 10, p. 4714-4725, 2013.

CHEN, Bo; CHENG, Harry H.; PALEN, Joe. Agent-Based Approach in Roadway Traffic and Transportation Systems: State of the Art. In: **ASME 2007 International Mechanical Engineering Congress and Exposition**. American Society of Mechanical Engineers, 2007. p. 667-675.

CLOWES, D.J. Urban Traffic Control: Past, Present and Future. Transport and Road Research Laboratory, UK, **Second International Conference on Road Traffic Control** 15-18 April 1986, Institution of Electrical Engineers, UK.

COIFMAN, B. A. New Methodology for Smoothing Freeway Loop Detector Data: Introduction to Digital Filtering. 1998. **Transportation Research Board**, The 77 th Annual Meeting, Washington, D.C., USA.

COLL, P.; FACTOROVICH, P.; LOISEAU, I.; GÓMEZ, R. A linear programming approach for adaptive synchronization of traffic signals. **International Transactions in Operational Research**, v. 20, n. 5, p. 667-679, 2013.

COOK, D.J.; SACKETT, D.L.; SPITZER, W.O. Methodologic Guidelines for Systematic Reviews of Randomized Control Trials in Health Care from the Potsdam Consultation on Meta- Analysis. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.48, n.11, pp. 167-171, 1995.

COSTA, Marcela da Silva. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. 2008.

CROW, K. DRM associates: **characterizing and improving the product development process**. Disponível em: <<http://www.npd-solutions.com/pdprocess.html>>. Acesso em: 05 nov 2015.

DAHAL, Keshav; ALMEJALLI, Khaled; HOSSAIN, M. Alamgir. Decision support for coordinated road traffic control actions. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 2, p. 962-975, 2013.

DAHLGREN, Joy; TURNER, Shawn; GARCIA, Reinaldo C. Collecting, processing, archiving and disseminating traffic data to measure and improve traffic performance. **Transportation Research Board**, 2002.

DALALAH, Doraid. Real-time optimization flow control. **Computer Networks**, v. 54, n. 5, p. 797-810, 2010.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de Processos**. Rio de Janeiro. Campus, 1994.

DE SORDI, José Osvaldo. **Gestão de Processos: uma abordagem da moderna Administração**. 2.ed., São Paulo: Saraiva, 2008.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DESAI, Prajakta *et al.* Multi-agent based vehicular congestion management. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2011 IEEE. IEEE, 2011. p. 1031-1036.

DIA, H. A Conceptual Framework for Modelling the Environmental Impacts of Intelligent Transportation Systems. **Engenharia do tráfego e Transportes 2000: Avanços para uma Era de Mudanças**, p. 643-654. 2000.

DING, Jen-Wen; MENG, Fa-Hung; HUANG, Yueh-Min. A real-time vehicle guidance system using P2P communication. In: **Ubi-Media Computing, 2008 First IEEE International Conference on**. IEEE, 2008. p. 225-230.

DIXON, John. **Hype Cycle for Business Process Management**, 2012. Disponível em: <<http://www.gartner.com>>. Publicado em 27 de julho de 2012. 100 p. Acesso em: 13 nov 2014.

ECHEVESTE, Márcia Elisa Soares. **Uma abordagem para estruturação e controle do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese (Doutorado). UFRGS, Engenharia de Produção. 2003.

ENOKI, Cesar Hidetoshi. **Gestão de processos de negócio: uma contribuição para a avaliação de soluções de business process management (BPM) sob a ótica da estratégia de operações**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo–Departamento de Engenharia de Produção, 2006.

ETEMADNIA, Hamideh; ABDELGHANY, Khaled; HARIRI, Salim. Toward an Autonomic Architecture for Real-Time Traffic Network Management. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 16, n. 2, p. 45-59, 2011.

FIEL FILHO, Alécio. **Gestão dos Processos e a Eficiência na Gestão Pública**. São Paulo: Atlas, 2010.

FLORIDA DOT (1999) **Economic Impacts of Intelligent Transportation Systems in Florida – an Issue Paper**. Department of Transport, Florida, USA. Site: http://www.dot.state.fl.us/trafficoperations/ITS/Projects_Deploy/Strategic_Plan/1999-IssuePaper-Economic.pdf. Acessado em 09 de novembro de 2015.

FOWE, Adeyemi J.; CHAN, Yupu. A microstate spatial-inference model for network-traffic estimation. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 36, p. 245-260, 2013.

FU, Yi et al. Integrated traffic management platform design based on GIS-T. In: **ITS Telecommunications Proceedings**, 6th International Conference on. IEEE, 2006. p. 29-32.

FUGINI, M. G.; MAGGIOLINI, P.; PAGAMICI, B. Por que é difícil fazer o verdadeiro “Governo eletrônico”. **Revista Produção**, v. 15, n. 3, p. 300-309, 2005.

GESPÚBLICA. **Guia de Gestão de Processos de Governo: Áreas de Integração para Governo Eletrônico, Arquitetura e-PING de Interoperabilidade**. 2011.

GONÇALVES, José Ernesto de Lima. Processo, Que Processo? **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 40, n. 4, out-dez/2000a, p. 8-19.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **As empresas são grandes coleções de processos**. RAE, v. 40, n. 1, p. 7, 2000b.

GONG, Qiuming; LI, Yaoyu; PENG, Zhong-Ren. Trip-based optimal power management of plug-in hybrid electric vehicles. Vehicular Technology, **IEEE Transactions on**, v. 57, n. 6, p. 3393-3401, 2008.

GONG, Yiwei; JANSSEN, Marijn. From policy implementation to business process management: Principles for creating flexibility and agility. **Government Information Quarterly**, v. 29, p. S61-S71, 2012.

GUERRINI, Fábio Muller. **Modelos de Referência de Gestão da EESC-USP**. São Carlos: Cubo Multimídia, 2009.

GUO, Q.; WANG, Y.; SUN, H.; LI, Z.; ZHANG, B. Research on architecture of ITS based Smart Charging Guide System. In: **Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE**. IEEE, 2011. p. 1-5.

HAMMER, M., STANTON, S. How process enterprises really work. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 6, p. 108-118, nov/dec 1999.

HAN, Chong; ZHANG, Qinyu. Real-time detection of vehicles for advanced traffic signal control. In: **Computer and Electrical Engineering, 2008**. ICCEE 2008. International Conference on. IEEE, 2008. p. 245-249.

HARRINGTON, H. J.; ESSELING, E. K. C.; NIMWEGEN, H. V. **Business Process Improvement Workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement**. New York: McGraw Hill, 1997.

HINSBERGEN, C. P.; SCHREITER, T.; ZUURBIER, F. S.; VAN LINT, J. W. C.; VAN ZUYLEN, H. J. Localized extended kalman filter for scalable real-time traffic state estimation. Intelligent Transportation Systems, **IEEE Transactions on**, v. 13, n. 1, p. 385-394, 2012.

HOURLAKIS, John; MICHALOPOULOS, Panos G.; MORRIS, Ted. Deployment of wireless mobile detection and surveillance for data-intensive applications. Transportation Research Record: **Journal of the Transportation Research Board**, v. 1900, n. 1, p. 140-148, 2004.

ICHIKAWA, S. M.; C. S. PITOMBO e E. KAWAMOTO. Aplicação de Minerador de Dados na Obtenção de Relações entre Padrões de Viagens Encadeadas e Características Sócio-Econômicas. 2002. **Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, ANPET, Natal, RN, vol. 2, p. 175-186.

IHT - Institution of Highways and Transportation. **Roads and Traffic in Urban Areas**, United States Department of Transportation, USA, Washington DC. 1987.

ISHAK, Sherif; KONDAGARI, Shourie; ALECSANDRU, Ciprian. Probabilistic data-driven approach for real-time screening of freeway traffic data. Transportation Research Record: **Journal of the Transportation Research Board**, v. 2012, n. 1, p. 94-104, 2007.

JAGADISH, Chundury; GONSALVES, Timothy A. Distributed control of performance management traffic with accuracy objectives. **International Journal of Network Management**, v. 19, n. 6, p. 465-478, 2009.

JESTON, John; NELIS, Johan. **Management by Process**. A roadmap to sustainable Business Process management 2. ed., USA: Elsevier, 2008.

JIN, Q.; WU, G.; BORIBOONSOMSIN, K.; BARTH, M. Advanced intersection management for connected vehicles using a multi-agent systems approach. In: **Intelligent Vehicles Symposium (IV)**, 2012 IEEE. IEEE, 2012. p. 932-937.

JINHUI, L. A. N.; MIN, G. U. O.; HAIFENG, L. U.; XIANG, X. I. A. O. Short-term traffic flow combination forecast by co-integration theory. **Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology**, v. 11, n. 3, p. 71-75, 2011.

JUNG, S., LEE, S., MOON, Y. Development of wireless interface signal control system for dynamic and optimal management based on DSRC. In: **Networked Computing and Advanced Information Management**, 2008. NCM'08. Fourth International Conference on. IEEE, 2008. p. 389-393.

KACHROO, Pushkin; ÖZBAY, Kaan. Modeling of Network Level System-Optimal Real-Time Dynamic Traffic Routing Problem Using Nonlinear H^∞ Feedback Control Theoretic Approach. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 10, n. 4, p. 159-171, 2006.

KAMIJO, S.; KOO, H.; LIU, X.; FUJIHIRA, K.; SAKAUCHI, M. Development and evaluation of real-time video surveillance system on highway based on semantic hierarchy and decision surface. In: **Systems, Man and Cybernetics**, 2005 IEEE International Conference on. IEEE, 2005. p. 840-846. APA

KANUFRE, Rosana A. M. e REZENDE, Denis Alcides. Princípios da gestão orientada para resultados na esfera municipal: o caso da prefeitura de Curitiba. RA USP - **Revista de Administração**. São Paulo, v. 47, n. 4, out-nov-dez/2012, p. 638-652.

KLOSOWSKI, Miron. Hardware accelerated implementation of wavelet transform for machine vision in road traffic monitoring system. In: **Information Technology**, 2008. IT 2008. 1st International Conference on. IEEE, 2008. p. 1-4.

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

LASSACHER, S.; VENEZIANO, D.; ALBERT, S.; YE, Z. Traffic management of special events in small communities. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2099, n. 1, p. 85-93, 2009.

LI, Xiaopeng; OUYANG, Yanfeng. Reliable traffic sensor deployment under probabilistic disruptions and generalized surveillance effectiveness measures. **Operations research**, v. 60, n. 5, p. 1183-1198, 2012.

LI, Zhenjiang *et al.* Signal controller design for agent-based traffic control system. In: **Networking, Sensing and Control, 2007 IEEE International Conference** on. IEEE, 2007. p. 199-204.

LIMA, Maria. **A Gestão da Qualidade e o Redesenho de Processos como Modelo de Desenvolvimento Organizacional em Hospitais Públicos Universitários: O Caso do Hospital de Clínicas da UNICAMP**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, São Paulo, 2006.

LIN, Liang-Tay *et al.* A new intelligent traffic control system for Taiwan. In: **Intelligent Transport Systems Telecommunications,(ITST), 2009 9th International Conference** on. IEEE, 2009. p. 138-142.

LINT, J. W. C.; VALKENBERG, A. J.; VAN BINSBERGEN, A. J.; BIGAZZI, A. Advanced traffic monitoring for sustainable traffic management: experiences and results of five years of collaborative research in the Netherlands. **IET intelligent transport systems**, v. 4, n. 4, p. 387-400, 2010.

LIU, Yue; CHANG, Gang-Len; YU, Jie. An integrated control model for freeway corridor under nonrecurrent congestion. **Vehicular Technology, IEEE Transactions on**, v. 60, n. 4, p. 1404-1418, 2011.

LOPES, Nuno Vasco; NICOLAU, Maria João; SANTOS, Alexandre. Evaluating rate-estimation for a mobility and QoS-aware network architecture. In: **Software, Telecommunications & Computer Networks**. SoftCOM 2009. 17th International Conference on. IEEE, 2009. p. 348-352.

LOUREIRO, C.; MENESES, H.; OLIVEIRA NETO, F.; CASTRO-NETO, M. Managing Congestion in Large Brazilian Urban Area Through Logical Interface Between SCOOT and GIS Platform. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2099, n. 1, p. 76-84, 2009.

MA, Xiaoliang; MARTENSSON, Jonas. Optimal Controls of Vehicle Trajectories in Fleet Management Using V2I Information. In: **Connected Vehicles and Expo (ICCVE), 2012 International Conference** on. IEEE, 2012. p. 256-261.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. **Diretrizes Estratégicas do Fundo Setorial de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor de Transportes Terrestres e Hidroviários**. 2002.

MENESES, Hamifranco Brito. **Interface lógica em ambiente SIG para bases de dados de sistemas centralizados de controle do tráfego urbano em tempo real**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Engenharia de Transportes, 2003.

MENESES, Hamifranco Brito; LEANDRO, Carlos Henrique Pires; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. Indicadores de Desempenho para Sistemas Centralizados de Controle do Tráfego Urbano em Tempo Real. In: **XVII Congresso da ANPET**. 2003.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MORAIS, L.L. ; GEYER, Claudio Fernando Resin . Framework para suporte a interoperabilidade entre Sistemas de Controle de Tráfego Urbano e Controladores de Campo. In: **PANAM**, 2000, Gramado. XII Congresso Panamericano de Engenharia de Transportes, 2000.

MÜLLER, C. J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos** (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações). Tese (Doutorado). UFRGS, Engenharia, 2003.

MULROW, C.D.; COOK, D.J.; DAVIDOFF, F. Systematic Reviews: Critical Links in the Great Chain of Evidence. **Annals of Internal Medicine**, v.126, n.5, pp. 389-391, Mar. 1997.

NGAI, E. W. T.; LEUNG, T. K. P.; WONG, Y. H.; LEE, M. C. M.; CHAI, P. Y. F.; CHOI, Y. S. Design and development of a context-aware decision support system for real-time accident handling in logistics. **Decision support systems**, v. 52, n. 4, p. 816-827, 2012.

OH, Cheol *et al.* Capability-Enhanced Probe Vehicle Surveillance System with Vehicle-to-Vehicle Communications. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2189, n. 1, p. 8-16, 2010.

OLIVEIRA, S. (ORGs.). **Análise e Modelagem de Processos: foco na técnica BPMN**. São Paulo: Editora Atlas, 2009. p. 52-76.

OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN)** version 2.0.2. 2013

OW, P. (2001) Convergence in the Info Age. **Traffic Technology International**, December 2000/January 2001, p. 55-59.

OZBAY, Kaan; BARTIN, Bekir; CHIEN, Steven. South Jersey real-time motorist information system: Technology and practice. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1886, n. 1, p. 68-75, 2004.

OZKURT, Celil; CAMCI, Fatih. Automatic traffic density estimation and vehicle classification for traffic surveillance systems using neural networks. **Mathematical and Computational Applications**, v. 14, n. 3, p. 187, 2009.

PACK, Michael L.; WEISBERG, Phillip; BISTA, Sujal. Four-dimensional interactive visualization system for transportation management and traveler information. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1937, n. 1, p. 152-158, 2005.

PACK, Michael L.; WEISBERG, Phillip; BISTA, Sujal. Wide-Area, Four-Dimensional, Real-Time Interactive Transportation System Visualization. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2018, n. 1, p. 97-108, 2007.

PARET, C.; S. SPACCAPIETRA e E. ZIMANYI. Spatial-Temporal Conceptual Models: Data Structures + Space + time". 1999. 7 th **ACM Symposium on Advances in GIS**, November 5-6, Kansas City, Kansas, USA.

PATTERSON, M. L. **Accelerating innovation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.

PEREIRA, Lucélia Fehlberg. **Um Procedimento De Apoio A Decisão Para Escolha De Sistemas De Controle De Tráfego Considerando A Coleta Automatizada De Dados**. Tese (Doutorado). Instituto Militar de Engenharia, Ciências em Engenharia de Transportes, 2005.

PETTICREW, M. Systematic Reviews from Astronomy to Zoology: Myths and Misconceptions. **British Medical Journal**, v.322, pp. 98-101, 2001.

PINA, Estelamaris da Costa. **GRESSUS: UMA METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA BPM EM ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal do Sergipe (UFS), 2013.

PINA, Estelamaris da Costa; OLIVEIRA, Adicinéia Aparecida de. GRESSUS: A METHODOLOGY FOR IMPLEMENTATION OF BPM IN PUBLIC ORGANIZATIONS. **10th International Conference on Information Systems and Technology Management – CONTECSI**. June, 12 to 14, 2013 - São Paulo, Brazil.

PINTO FILHO, J. B. A. **Gestão de Processos de Negócio: Uma adaptação da Metodologia de Rummler-Brache Baseada numa Aplicação Real**. Dissertação de mestrado em ciências da computação, UFPE, Recife, 2007.

PMBOK, A. **Guide to the project Management body of knowledge**. Project Management Institute, Pennsylvania USA, 2000.

RAY, Julian J. A web-based spatial decision support system optimizes routes for oversize/overweight vehicles in Delaware. **Decision Support Systems**, v. 43, n. 4, p. 1171-1185, 2007.

ROESS, R. P., McSHANE, W. R. e PRASSAS E. S.. **Traffic Engineering**. Prentice Hall, 2nd ed., United States of America, 1998.

ROSEMANN, Michael. Potential pitfalls of process modeling: part A. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 249-254, 2006.

ROSEMANN, Michael; DE BRUIN, Tonia. Application of a holistic model for determining BPM maturity. **BP Trends**, p. 1-21, 2005.

SADOUN, Balqies; AL-BAYARI, Omar. LBS and GIS technology combination and applications. In: **Computer Systems and Applications**, 2007. AICCSA'07. IEEE/ACS International Conference on. IEEE, 2007. p. 578-583.

SALEHINEJAD, Hojjat; POULADI, Farhad; TALEBI, Siamak. A new route selection system: multiparameter ant algorithm based vehicle navigation approach. In: **Computational Intelligence for Modelling Control & Automation**, 2008 International Conference on. IEEE, 2008. p. 1089-1094.

SALEHINEJAD, Hojjat; TALEBI, Siamak. A new ant algorithm based vehicle navigation system: a wireless networking approach. In: **Telecommunications**. IST 2008. International Symposium on. IEEE, 2008. p. 36-41.

SANTOS, Nathália; DA SILVEIRA, Rebecca Impelizeri Moura; SANTOS, Fabrycia Maria Teodoro. Evolução da teoria organizacional: as perspectivas da teoria sistêmica e da gestão por processos. **Gestão Contemporânea**, n. 10, 2011.

SCHWARZ, Tobias et al. Content-aware navigation for large displays in context of traffic control rooms. In: **Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces**. ACM, 2012. p. 249-252.

SMITH, H.; FINGAR, P. **Business Process Management (BPM): The Third Wave**. Meghan-Kiffer Press; 1st edition, 2007.

SOMMER, R.; GULLEDGE, T. Business Process Management: public setor implication. **Business Process Management Journal**. v.8, n.4, p. 364-376, 2002."

SRINIVASAN, Karthik K.; GUO, Zhiyong. Day-to-day evolution of network flows under route-choice dynamics in commuter decisions. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1894, n. 1, p. 198-208, 2004.

STANCZYK, Daniel; KLEIN, Eric. Heavy Traffic Data Collection and Detection of Overloaded HGV. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 48, p. 133-143, 2012.

TACHIZAWA, Takeshy; SCAICO, Oswaldo. **Organização Flexível: qualidade na gestão por processo**. 2.ed., São Paulo: Atlas, 2006.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R.G.; YAMADA, T. ; DIUN, R. V. **City Logistics – Network Modelling and Intelligent Transport Systems**. Elsevier Science - PERGAMON, London, UK. 2001.

TRINDADE FILHO, Hélio Henrique. **Análise comparativa do potencial de sistemas centralizados para controle de tráfego no Brasil**. 2002. Dissertação (Mestrado) UFRGS, Escola de Engenharia.

VIEIRA, Saulo Fabiano A. Análise de Stakeholders em Órgãos Públicos: o caso da Secretaria do Turismo do Paraná. **Revista de Ciências da Administração**. Santa Catarina, v.13, n.31, p. 81-110, set-dez, 2011.

WEI, Junhua; WANG, Anlin; DU, Nianci. Study of self-organizing control of traffic signals in an urban network based on cellular automata. **Vehicular Technology, IEEE Transactions on**, v. 54, n. 2, p. 744-748, 2005.

WHITE, S. A. **Introduction to BPMN**. 2004. Disponível em: <http://www.bpmn.org>. Acesso em: 12 nov. 2014.

YANG, M.-T.; JHANG, R.-K.; HOU, J.-S. Traffic flow estimation and vehicle-type classification using vision-based spatial-temporal profile analysis. **Computer Vision, IET**, v. 7, n. 5, p. 394-404, 2013.

YISHENG, Lv *et al.* Emergency traffic evacuation control based on the orthogonal experimental design method. In: **Intelligent Transportation Systems (ITSC)**, 2012 15th International IEEE Conference on. IEEE, 2012. p. 1269-1273.

YOON, Sang Won *et al.* Transportation security decision support system for emergency response: A training prototype. **Decision Support Systems**, v. 46, n. 1, p. 139-148, 2008.

YU, Huanming; PANG, Zhifeng; RUAN, Dongru. The design of the embedded wireless vehicles monitoring management system based on gprs: evidence from China. In: **Intelligent Information Technology Application Workshops**, 2008. IITAW'08. International Symposium on. IEEE, 2008. p. 677-680.

YUE-MING, Chen; HUI, Geng; GANG, Sheng. Emergency Management System for Major Traffic Accidents Based on New Model and Algorithms. In: **Computer Science-Technology**

ZAIRI, Mohamed. Business process management: a boundaryless approach to modern competitiveness. **Business Process Management Journal**, v. 3, n. 1, p. 64-80, 1997.

ZHANG, N.; WANG, F. Y.; ZHU, F.; ZHAO, D.; TANG, S. DynaCAS: Computational experiments and decision support for ITS. **Intelligent Systems**, IEEE, v. 23, n. 6, p. 19-23, 2008.

APÊNDICE
