Sistema de Processamento de Dados de Tráfego



Revista Eletrônica Multidisciplinar
FACEAR
ISSN: 2316-2317

Rodrigo Bevilacqua Marcondes[1];
Juliane Aparecida Sanitá[2]; Rafael Renan Gurski[2]

[1] *Docente do curso de Sistemas de Informação da Faculdade Educacional Araucária*
[2] *Graduando(a) do curso de Sistemas de Informação da Faculdade Educacional Araucária*

RESUMO

Com o aumento da população no Brasil e em paralelo o conforto das pessoas em ter seu próprio veículo, está quase impossível trafegar nas vias sem ter paradas constantes, os famosos congestionamentos. Como consequência dessa expansão global, fica cada vez mais complicado para os órgãos que administram o tráfego controlar o que acontece no dia-a-dia sem uma ferramenta eficaz e precisa que apresente os dados em tempo real. Diante desses argumentos surgiu a ideia de criar este projeto, exclusivo para estas entidades que gerenciam o tráfego, e que permite saber se determinado trecho ou via não está nos seus padrões de normalidade. Um exemplo de anormalidade seria passar mais ou menos carros do que deveria em determinado dia da semana e hora. Através do desenvolvimento de um sistema computacional voltado para o controle de tráfego, é possível identificar anomalias em determinado ponto de observação ou trecho e sugerir rotas alternativas para que auxilie essas entidades na tomada de decisões a fim de escolher medidas cabíveis e necessárias.

Palavras chave: Engenharia de Tráfego, sistema auto-gerenciável, processamento de dados de tráfego.

ABSTRACT

Considering the population growth in Brazil along with people's need to feel comfortable in their own vehicles, it is almost impossible to drive on the roads without having constant stops, also known as traffic jams. As a result of this global expansion, it becomes increasingly difficult for the agencies that manage the traffic to control what happens in everyday situations without an effective and accurate tool able to present real time information. Based on this scenario, this project came to surface, focused on helping the traffic management agencies to determine whether roads or routes are in their normal standards, as an example, more or less cars traveling on a path on a certain day and time of the week, compared to the road's normal traffic behavior. By developing a computer system aimed at controlling the traffic, it be possible to identify anomalies at a specific road and suggest alternative routes to support such agencies on decisions in order to choose appropriate and assertive actions.

Key Words: Traffic Engineering, self-manageable system, processing of traffic data.

1 INTRODUÇÃO

As entidades regulamentadoras de tráfego, como: SETRAN (Secretaria Municipal de Trânsito), CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) carecem de uma ferramenta informatizada que auxilie no gerenciamento do tráfego e na tomada de decisões. Com o aumento da necessidade das pessoas em possuir seu próprio veículo, está cada vez mais difícil trafegar pelas vias sem encontrar congestionamentos. Consequentemente, com a expansão de veículos nas ruas, sair de casa e se deparar com filas, está se tornando um transtorno na vida das pessoas.

A proposta deste projeto é desenvolver um módulo que consuma passagens de veículos, em tempo real. Através destes dados, aplicá-los com as noções de Engenharia de Tráfego, Inteligência Computacional e Estatística, resultando em respostas precisas de como está o tráfego atual, identificando congestionamentos e propondo rotas alternativas quando disponível.

2. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo serão apresentados três principais pilares que sustentarão o objetivo deste projeto: Engenharia de Tráfego, Inteligência Computacional e Estatística. E ao final serão apresentadas as tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento do projeto e seu funcionamento.

2.1. ENGENHARIA DE TRÁFEGO

Os primeiros caminhos foram abertos por assírios e egípcios, mas o caminho mais antigo foi feito de pedras e construído pelo rei Keops, com a finalidade de transportar pedras imensas das pirâmides. O primeiro automóvel apareceu na Alemanha, em 1886, mas somente em 1888, em Nova York, surgiu o motor a gasolina. (GOLDNER, 2014, p. 5).

Os primeiros automóveis iniciaram sua circulação no Brasil no final do século XIX. Neste mesmo século, em 1893, o irmão do **Pai da Aviação**, Henrique Santos

Dumont, transitou com um carro a vapor, em São Paulo, pela Rua Direita. E somente em 1900, o Brasil teve seu primeiro carro como motor a explosão. (NETO, 1996).

Em 1897, o renomado poeta Olavo Bilac foi protagonista do primeiro acidente de trânsito no Brasil. Ele pegou o carro do abolicionista José do Patrocínio e acabou colidindo em uma árvore na Estrada Velha da Tijuca, no Rio de Janeiro. (TRANSITARE, 2014).

Segundo o artigo primeiro, inciso primeiro, do CTB (Código de Trânsito Brasileiro) (1997), o trânsito é "a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga". O tráfego, segundo a ABNT (1983), é "o estudo da passagem de pedestres, animais e veículos, de qualquer natureza, por vias terrestres, aquáticas e aéreas, abertas ao trânsito público". Já o transporte é definido como sendo a movimentação de pessoas ou objetos de um ponto ao outro. Desta forma, o trânsito é a utilização das vias, o tráfego é estudo das passagens por estas vias e o transporte é a locomoção entre dois pontos.

A Engenharia de Transportes é um ramo novo na Engenharia Civil. É definida por Daroncho (2014, p.7), como sendo "uma área de estudo multidisciplinar que usa técnicas e conceitos extraídos da Economia, da Geografia, da Pesquisa Operacional, da Geopolítica, do Planejamento Regional e Urbano, da Probabilidade e Estatística, da Sociologia e da Psicologia, além do conjunto de conhecimentos comumente utilizado em Engenharia Civil". Os papéis principais de um engenheiro em transporte são duplicar estradas, ser responsável por projetos e desafogar lugares que tenham congestionamentos.

A Engenharia de Tráfego foi definida pelo ITE (*Institute of Transportation Engineers*) (2008) e citado por GOLDNER (2014, p. 5), como sendo um "ramo da engenharia de transportes que se relaciona com o projeto geométrico, o planejamento e a operação do tráfego de estradas e vias urbanas, suas redes, os seus terminais, o uso do solo adjacente e o seu inter-relacionamento com os outros meios de transporte".

O objetivo da Engenharia de Tráfego segundo Freitas (2014), é "tratar de problemas 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". Neste caso é de extrema importância manter um movimento seguro e eficiente de pessoas e bens.

Com o decorrer do tempo, percebeu-se que a Engenharia de Tráfego é composta de três pilares essenciais, conhecidos como os "3E". O termo vem do inglês

"*Engineering, Education, Enforcement*", que significa Engenharia, Educação e Fiscalização, respectivamente. (FREITAS, 2014).

Para o melhor entendimento de alguns termos técnicos do projeto, diversos elementos utilizados na Engenharia de Tráfego precisaram ser estudados. A seguir, serão citados os principais:

- **Capacidade Viária**: é definida como sendo o fluxo máximo de veículos que esta pode suportar. Este fluxo vai depender das características e condições da corrente de tráfego e da via. Quando determinada via é operada no limite de capacidade ou próximo dele, as condições ficam precárias, pois há dificuldade em mudança de faixa, manter a velocidade do veículo é difícil, podendo haver congestionamentos, e também é necessária a concentração constante do motorista. Para avaliar a qualidade que a via opera em determinado período utiliza-se os conceitos de volume e nível de serviço. (GOLDNER, 2014);
- **Níveis de Serviço**: são definidos como sendo uma medida qualitativa e quantitativa que descreve a qualidade da viagem e condições operacionais no tráfego na visão dos usuários. Há fatores que podem influenciar as condições de funcionamento da via, como por exemplo: tempo de percurso, velocidade e atrasos. Este nível é medido seguindo o cálculo: volume dividido pela capacidade (Volume/C). Sendo que este resultado pode variar de zero a um. A avaliação das vias é composta de seis níveis de serviços classificados como: A, B, C, D, E e F, sendo A o melhor e F o pior. (DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2006);
- **Fluxo de Tráfego**: também conhecido como volume de tráfego, é o número total de veículos que passam por cada faixa ou seção de uma via, em um determinado intervalo de tempo. (GOLDNER, 2014);
- **Velocidade**: é a relação entre o espaço percorrido e o tempo gasto para percorrê-lo. Segundo o DNIT (2006), velocidade é "uma das mais complexas características de tráfego para definir. Assume várias formas, de acordo com o tipo de tempo que é utilizado (em movimento, total etc.) e a base espacial sobre a qual é calculada";
- **Densidade**: é definida como sendo o número de veículos distribuídos que ocupam a extensão ou trecho da via.

2.2. INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

Segundo o ICA (Inteligência Computacional Aplicada) (2014), a Inteligência Computacional “busca, através de técnicas inspiradas na natureza, o desenvolvimento de sistemas inteligentes que imitem aspectos do comportamento humano, tais como: aprendizado, percepção, raciocínio, evolução e adaptação”. Desta forma, será apresentado um breve histórico da Inteligência Artificial (IA), algumas noções da Inteligência Computacional (IC) e alguns padrões que serão apresentados no decorrer do artigo.

A Inteligência Artificial é um ramo da ciência da computação que simula a inteligência humana, ela está dentro da Inteligência Computacional. Segundo Kurzweil (1990, traduzido por Russell e Norvig, 2003, p. 5), IA é “a arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas”. Teixeira (2014) relata que “não basta simplesmente projetar e criar uma máquina de calcular para dizermos que estamos fazendo IA. É preciso que essa máquina imite nossa atividade mental quando estamos fazendo uma operação aritmética”.

O primeiro modelo reconhecido como Inteligência Artificial originou-se em 1943 e foi realizado por Walter Pitts e Warren McCulloch. Pitts era matemático e McCulloch era neuroanatomista e psiquiatra. Segundo Russell e Norvig (2003, p. 18), “eles se basearam em três fontes: o conhecimento da fisiologia básica e da função dos neurônios no cérebro, uma análise formal da lógica proposicional criada por Russel e Whitehead, e a teoria da computação de Turing”.

Este modelo era de neurônios artificiais em que os neurônios podiam ter dois estados: ligado ou desligado. Estes pesquisadores mostraram que uma função computável poderia ter um resultado através de cálculos de redes de neurônios conectados e que qualquer conectivo lógico poderia ser desenvolvido por redes simples. Disseram também que se as redes fossem definidas corretamente elas seriam capazes de aprender. (RUSSELL; NORVIG, 2003, p. 18).

Em 1956, John McCarthy, considerado o pai da IA, organizou uma conferência em Dartmouth College para reunir pesquisadores interessados em máquinas inteligentes. McCarthy, Minsky, Newell e Simon criaram o termo “Inteligência Artificial” e foi McCarthy quem desenvolveu a linguagem Lisp que passou a ser usada em predominantemente em IA. (OLIVEIRA, 2014).

A partir da década de oitenta, IA torna-se uma indústria, pois foi criado o primeiro sistema especialista comercial de sucesso, conhecido como R1. Este programa fez com que a empresa economizasse quarenta milhões de dólares ao ano, através da configuração de novos pedidos de computadores. A indústria de IA passou de milhões para bilhões de dólares, em 1988. A partir deste ano voltaram os estudos de redes neurais com o físico John Hopfield. Posteriormente, a IA passa a ser um método científico e a Internet passa a ser o ambiente predominante dos agentes inteligentes (NORVIG; RUSSELL, 2003, p. 27).

É difícil acreditar que uma máquina seria capaz um dia de realizar tarefas que só humanos faziam. Essa ciência pode ser aplicada em diversas áreas, como por exemplo: psicologia, medicina, filosofia ou computação, mas sempre com o mesmo intuito: fazer as máquinas pensarem e agirem como humanos através de cálculos e programas de computador.

Para que seja possível aplicar a Inteligência Computacional na Engenharia de Tráfego, é necessário estudar alguns padrões para ajudar no desenvolvimento deste projeto. A seguir serão apresentados dois dos principais padrões.

2.2.1. Redes Neurais Artificiais

Segundo Haykin (2001), a Rede Neural Artificial (RNA) é uma “máquina projetada para modelar a maneira como o cérebro realiza uma tarefa particular ou função de interesse; a rede é normalmente implementada utilizando-se componentes eletrônicos ou é simulada pela programação em um computador”.

Já para Fernandes (2003), existem várias definições para RNA, mas há três palavras-chaves que definem tudo “neurônio, arquitetura e aprendizagem, requerem um entendimento, à priori, em qualquer definição de RNA. O neurônio é a unidade computacional básica da rede em questão; a arquitetura é a estrutura topológica de como os neurônios são conectados. E a aprendizagem é um processo que adapta a rede de modo a computar uma função desejada ou realizar uma tarefa”.

Os neurônios do cérebro humano são capazes de realizar alguns processamentos (controle motor, reconhecimento de padrões) mais rápido que o mais rápido computador digital existente.

A RNA é semelhante ao cérebro em dois aspectos: o conhecimento é obtido pela rede através de um processo de aprendizagem; a robusta conexão entre neurônios,

conhecidas como pesos sinápticos, são utilizadas para armazenar o conhecimento recebido. O procedimento utilizado no processo de aprendizagem é chamado de **algoritmo de aprendizagem**. Este tem como principal função a modificação de pesos sinápticos da rede, de uma forma ordenada, para alcançar um objetivo desejado (HAYKIN, 2001).

As redes neurais artificiais podem ser utilizadas em várias aplicações, como por exemplo: reconhecimento de voz, diagnósticos médicos, codificação, análise financeira, processos industriais, entre outros. A composição de diversas unidades de processamento forma-se uma RNA. Estas unidades estão associadas a determinado peso e são conectadas por canais de comunicação. Elas operam apenas com seus dados locais, ou seja, entradas recebidas por suas próprias conexões. A inteligência de uma rede neural vem da interação entre estas unidades de processamento da rede. (JÚNIOR; YONEYAMA, 2000, p. 111).

Os modelos de redes neurais artificiais possuem regras de treinamento. Os pesos das conexões são ajustados da mesma forma que os padrões apresentados. Segundo Fernandes (2003), as "arquiteturas neurais são tipicamente organizadas em camadas, com unidades que podem estar conectadas às unidades da camada posterior. Usualmente as camadas são classificadas em três grupos: camada de entrada, intermediária e saída".

As redes neurais podem ser discernidas através da direção que o sinal flui. Podem ser de dois tipos: *feedforward* e *feedback*. Haykin (2001) define estes tipos da seguinte forma: "nas redes *feedforward*, os sinais se propagam em apenas uma direção a partir da unidade de entrada, passando pelas camadas intermediárias até a saída. Nas redes *feedback*, os sinais de entrada podem propagar da saída de qualquer neurônio para a entrada em um outro neurônio".

2.2.2. Algoritmos Genéticos

Segundo Fernandes (2003), Algoritmos Genéticos (AG) "são métodos adaptativos que podem ser usados para resolver problemas de busca e otimização. Estão inspirados no processo genético e evolutivo dos organismos vivos, baseados na Teoria da Evolução de Darwin".

Lucas (2002) complementa dizendo que segundo o neodarwinismo, as doutrinas básicas do processo de evolução das espécies são:

> • indivíduos de mesma ou diferentes espécies disputam continuamente por limitados recursos presentes no meio ambiente;

> • dentre os vários concorrentes presentes em um determinado meio, alguns, por conta de suas características específicas, possuem uma melhor chance (maior probabilidade) de sobrevivência. Tais indivíduos são ditos mais adaptados ao ambiente;
> • indivíduos mais adaptados possuem uma maior probabilidade de sobrevivência, e consequente reprodução;
> • visto que no processo de reprodução um grande número de características do(s) pai(s) são repassadas ao(s) filho(s), indivíduos que se reproduzem mais tendem a propagar mais significativamente suas características nas gerações subsequentes;
> • logo, ao longo do processo de evolução, características mais desejáveis tendem a se propagar na espécie, aumentando assim o grau de adaptação desta como um todo;
> • o processo de reprodução não ocorre sem falha — durante a replicação e transmissão dos genes aos novos indivíduos criados o fenômeno conhecido como mutação pode ocorrer. Este fenômeno é geralmente prejudicial ao indivíduo, mas em alguns casos pode incorporar a ele uma característica desejável (LUCAS, 2002).

Com base nessas doutrinas de seleção darwiniana, o AG simula processos naturais de evolução e aplica-os na solução de problemas reais. O que difere o AG dos métodos tradicionais de otimização e busca são quatro aspectos. Segundo Carvalho (2014), estes aspectos são “1 - Trabalham com uma codificação do conjunto de parâmetros e não com os próprios parâmetros; 2 - Trabalham com uma população e não com um único ponto; 3 - Utilizam informações de custo ou recompensa e não derivadas ou outro conhecimento auxiliar; 4 - Utilizam regras de transição probabilísticas e não determinísticas”.

Para que o processo de otimização seja efetivo, foram desenvolvidos métodos capazes de descobrir quais valores precisam ser definidos para se obter os pontos máximos ou mínimos destes métodos. A otimização é classificada em dois tipos:

- **Otimização combinatória**: segundo Lucas (2002) “tem como objetivo descobrir qual a melhor combinação dos recursos disponíveis e suas características para otimizar seu uso. Exemplo: qual a melhor forma de alocar processos concorrentes em um processador”.
- **Otimização numérica**: atua sobre o valor de retorno de funções matemáticas.

O algoritmo genético foi decomposto por Lucas (2002) em “etapas de inicialização, avaliação, seleção, cruzamento, mutação, atualização e finalização”. Para o seu funcionamento, o algoritmo genético trabalha com população com possíveis respostas para o problema a ser solucionado. Essa é a fase da inicialização e depois é sujeito ao processo de evolução. Este processo constitui-se das seguintes etapas:

> **- avaliação**: avalia-se a aptidão das soluções (indivíduos da população) — é feita uma análise para que se estabeleça quão bem elas respondem ao problema proposto;
> **- seleção**: indivíduos são selecionados para a reprodução. A probabilidade de uma dada solução *i* a ser selecionada é proporcional à sua aptidão;

> **- cruzamento**: características das soluções escolhidas são recombinadas, gerando novos indivíduos;
> **- mutação**: características dos indivíduos resultantes do processo de reprodução são alteradas, acrescentando assim variedade à população;
> **- atualização**: os indivíduos criados nesta geração são inseridos na população;
> **- finalização**: verifica se as condições de encerramento da evolução foram atingidas, retornando para a etapa de avaliação em caso negativo e encerrando a execução em caso positivo (LUCAS, 2002).

Após esse processo de mutação é feita a atualização destes dados. Segundo Fernandes (2003), o AG tem características importantes que o compõe:

- Genótipo: é a informação que está presente ou ausente na estrutura de dados englobando os genes de um indivíduo;
- Fenótipo: são elementos que determinam as características que um indivíduo pode ter: cor dos olhos, cor dos cabelos, entre outros;
- Grau de adaptação: determina a mensuração da afinidade que um indivíduo tem de solucionar o problema proposto. É calculado através de uma função chamada objetivo ou *fitness*;
- Grau de aptidão: é o nível de adaptação que um indivíduo tem em relação a sua população. É gerada através da função objetivo.

2.3. ESTATÍSTICA

É uma ciência que está dentro da área da Matemática. Segundo o Guia do Estudante (2014), a Estatística “coleta, analisa, interpreta e organiza dados numéricos para o estudo de fenômenos naturais, econômicos e sociais”. Essa ciência tem por objetivo produzir informações a partir de dados com o intuito de tomada de decisões. A seguir os principais elementos utilizados no projeto:

- **População**: é um conjunto de elementos que possuem características em comum. Exemplos: idade, objetos, sexo, religião, etnias, animais, entre outros. Representa um conjunto de valores que interessa ao investigador;
- **Amostra**: segundo Noé (2014), como em alguns casos é “impossível entrevistar todos os elementos de uma população, pois levaria muito tempo seria financeiramente inviável, dessa forma, o número de entrevistados corresponde a uma quantidade determinada de elemento do conjunto, uma amostra”. Desta forma amostra é definida como sendo uma parte ou subconjunto aleatório de uma população analisando somente uma parte ao invés do todo;

- **Variância**: é a medida de dispersão que avalia o quanto este elemento se dispersou do padrão, ou seja, da média. (MELLO, 2014);
- **Desvio Padrão**: é uma medida de dispersão que mede a variabilidade dos dados em uma distribuição de frequência. (MELLO, 2014).
- **Grafos**: segundo Ostroski e Menoncini (2009), a teoria dos grafos "é um ramo da Matemática que estuda objetos denominados grafos. O pioneiro desta teoria é o matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783), que formulou e resolveu o problema das pontes de Königsberg". Grafo é um sistema formado pela relação entre dois conjuntos finitos: vértices e arestas. Vértice é um ponto de encontro entre arestas, também conhecido como nós. Aresta é a intersecção entre dois ou mais vértices. (LOUREIRO; GOUSSEVSKAIA, 2014).

2.4. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Para o desenvolvimento deste projeto serão necessários alguns *softwares* que serão apresentados a seguir:

- **Java**: é uma plataforma e uma linguagem de programação. Segundo definição no site da própria tecnologia Java (2014), a plataforma é "a base para praticamente todos os tipos de aplicações em rede e é o padrão global para o desenvolvimento e distribuição de aplicações móveis e incorporadas, jogos, conteúdo baseado na Web e softwares corporativos". Esta plataforma é muito utilizada por ser compatível com vários sistemas operacionais e *hardwares*. Já a linguagem de programação, foi criada pela Sun MicroSystems, em 1990, é orientada a objeto. Através dessa linguagem podem-se criar diversas aplicações, como: dispositivos móveis, sistemas para Internet, aplicações para computador de mesa, entre outros. (JAVA, 2014). Por ser uma linguagem bastante utilizada, este trabalho será desenvolvido em Java;

- **MySQL**: é um sistema de Gerenciamento de Banco de Dados. Utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language* - Linguagem de Consulta Estruturada) como interface. O MySQL está em constante crescimento é utilizado por grandes organizações, como: Facebook, Google, Zappos, Adobe e Alcatel Lucent (MySQL, 2014). É compatível com as linguagens de programação mais comuns, como: Java, C#, C e PHP;

- **IDE Eclipse**: é uma IDE (*Integrated Development Environment* – Ambiente Integrado de Desenvolvimento). É uma ferramenta de distribuição livre e será utilizada para o desenvolvimento do trabalho, pois é mais rápido e ágil;

- **Astah Community**: é uma ferramenta para modelagem de UML (*Unified Modeling Language* – Linguagem de Modelagem Unificada). Com ela é possível fazer de maneira rápida e simples diagramas como: diagrama de casos de uso, diagrama de classes, diagrama de atividades, diagrama de sequência, entre outros.

2.5. FUNCIONAMENTO DO PROJETO

Para um melhor entendimento de como funciona a integração do sistema gerenciador de tráfego com o módulo, segue uma representação gráfica.



FIGURA 1: FUNCIONAMENTO DO SISTEMA
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2014).

De acordo com cada número representado na figura 1, será descrito a funcionalidade de cada etapa:

- **1** - Ao passar um veículo por determinada câmera, a mesma o registra e armazena o local, placa, data e hora. Cada câmera é chamada no módulo de ponto de observação, e cada ligação entre dois pontos é chamada de trecho;
- **2** - Para cada captura, o sistema das câmeras recebe e repassa esta informação para o módulo do projeto;
- **3** - O módulo constantemente processa estes dados, identificando médias e padrões de tempo de percurso e quantidade de veículos que passam em cada local, separados por dia e hora;
- **4** - O módulo gera um alerta caso tenha alguma anormalidade em determinado ponto de observação ou trecho;
- **5** - Se disponível, o módulo identificará a melhor rota alternativa;
- **6** - O módulo repassará o alerta e a rota alternativa disponível ao sistema de câmeras (entidades que gerenciam o tráfego);
- **7** - Estas entidades avaliam os dados e se necessário gerarão uma mensagem nos painéis eletrônicos viários.

É importante ressaltar que este desenho é o funcionamento completo do sistema, mas somente os itens três, quatro e cinco foram implementados neste projeto. Os outros itens é função do sistema gerenciador de tráfego.

3. CONCLUSÃO

A ideia do desenvolvimento deste projeto foi pensada para preencher esta lacuna da falta de uma ferramenta informatizada que seja eficaz para o gerenciamento do tráfego. Através do TPROC é possível verificar em tempo real o estado das vias e saber se há anomalias em pontos de observação e trechos. É possível também apresentar rotas de desvio para auxiliar os responsáveis do tráfego na tomada de decisões.

Todos os objetivos gerais e específicos foram finalizados. No decorrer da execução do projeto houve dificuldades em entender quais conceitos e variáveis eram necessárias estudar para cumprir os objetivos. Foi necessário aprender os conceitos de Engenharia de Tráfego para aplicá-los nos cálculos de médias e variáveis do tráfego, explorar Inteligência Computacional para conseguir tornar o TPROC auto-gerenciável, ou seja, manter um aprendizado constante de acordo com a mudança que houver no

tráfego. Também foi necessário estudar Matemática para aplicar os conceitos de Estatística para fazer com que os padrões de circulação calculassem de maneira correta. Uma das dificuldades encontradas era como encontrar a menor rota possível dentro de um grafo até ser encontrado o algoritmo de Dijkstra que atendia perfeitamente a necessidade do projeto.

No andamento do projeto houve necessidade de criar um simulador capaz de fazer o papel do sistema gerenciador de tráfego. Desta forma, foi criado um sistema em paralelo para atender essa lacuna que faltava para realização de testes.

Através do TPROC, órgãos como Setran e Contran podem fazer uma melhora significativa no tráfego, desviando o alto fluxo de veículos e desabastecendo locais congestionados. Atendendo essa demanda para contribuir com o gerenciamento das vias é imaginável em um futuro próximo ocorrer uma melhora relevante no tráfego e na qualidade de vida das pessoas.

4. REFERÊNCIAS

ABNT. **Engenharia de Tráfego - Terminologia - NBR 7032**. Rio de Janeiro, 1983;

BIGAS. In: Infopédia. Porto Editora, 2003-2014. Disponível em: http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/bigas. Acesso em 13/05/2014;

BRASIL ESCOLA. **Meios de Transporte**. Disponível em: http://www.brasilescola.com/geografia/transportes.htm. Acesso em 14/04/2014;

CAMPOS, V. **Metodologia para cálculo da capacidade rodovias de duas faixas e rodovias de múltiplas faixas**. Disponível em: http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/apostilas/Apostila-%20capacidade.pdf. Acesso em 18/03/2014;

CARVALHO, A. **Redes Neurais Artificiais**. Disponível em: http://www.icmc.usp.br/pessoas/andre/research/neural/. Acesso em 15/06/2014;

CASTRO, C. **Algoritmo de Dijkstra**. Disponível em: http://www.deinf.ufma.br/~portela/ed211_Dijkstra.pdf. Acesso em 25/01/2015;

CIRIACO, D. **O que é Inteligência Artificial?** Disponível em: http://www.tecmundo.com.br/intel/1039-o-que-e-inteligencia-artificial-.htm. Acesso em 26/06/2014;

CTB. Lei nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997. **Trânsito**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm. Acesso em 15/03/2014;

DARONCHO, C. **Tecnologia em Transportes**. Disponível em: http://www.academia.edu/6198682/Tecnologia_dos_Transportes. Acesso em 01/04/2014;

DNIT. **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro, 2006, publicação IPR - 723;

FERNANDES, A. **Inteligência Artificial - Noções Gerais**. Visual Books: Florianópolis, 2003;

FREITAS, I. **Estudos de Tráfego**. Disponível em: www.transportes.ufba.br/Arquivos/Prof_Ilce/Estudos_de_Trafego_Variaveis_do_Trafego.doc. Acesso em 22/03/2014;

GAGNON, M. **Algoritmo de Dijkstra**. Disponível em: http://www.professeurs.polymtl.ca/michel.gagnon/Disciplinas/Bac/Grafos/CaminhoMin/caminho_min.html. Acesso em 25/01/2015;

GOLDNER, L. **Engenharia de Tráfego – 1º Módulo**. Local: Santa Catarina. Disponível em: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfgA4AH/apostila-eng-trafego-1-3. Acesso em 17/02/2014;

GUDWIN, R. **Diagrama de Atividades**. Disponível em: http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/ftp/ea976/AtEst.pdf. Acesso em 06/07/2014;

GUIA DO ESTUDANTE. **Estatística**. Disponível em: http://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/ciencias-exatas-informatica/estatistica-686049.shtml. Acesso em 15/06/2014;

HAYKIN, S. **Redes Neurais - Princípios e prática**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001;

Highway Capacity Manual. In: *WIKIPEDIA, The Free Encyclopedia*. Flórida: *Wikipedia Foundation*, 2014. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Highway_Capacity_Manual. Acesso em 07/05/2014.

ICA. **Inteligência Computacional Aplicada**. Disponível em: http://www.ica.ele.puc-rio.br/compint/index.rails?name=Intelig%C3%AAncia%20Computacional. Acesso em: 25/06/2014;

JAVA. **Java**. Disponível em: https://www.java.com/pt_BR/about/. Acesso em 01/07/2014;

JÚNIOR, C.; YONEYAMA, T. **Inteligência Artificial - Em controle e Automação**. Edgard Blücher Ltda: São Paulo, 2000;

LOUREIRO, A.; GOUSSEVSKAIA, O. **Grafos**. Disponível em: http://homepages.dcc.ufmg.br/~loureiro/md/md_9Grafos.pdf. Acesso em 25/06/2014;

LUCAS, D. **Algoritmos Genéticos: Uma Introdução**. Disponível em: http://www.inf.ufrgs.br/~alvares/INF01048IA/ApostilaAlgoritmosGeneticos.pdf. Acesso em 27/06/2014;

MELLO, J. **Variância**. Disponível em: http://soumaisenem.com.br/matematica/conhecimentos-de-estatistica-e-probabilidade/o-que-e-variancia. Acesso em 28/06/2014;

MySQL. **MySQL**. Disponível em: http://www.mysql.com/why-mysql/. Acesso em 01/07/2014;

NETO, J. **Aplicações da Engenharia de Tráfego na Segurança dos Pedestres**. Local: São Paulo, 1996. Disponível em: http://pt.scribd.com/doc/75655562/pedestre. Acesso em 01/04/2014;

NOÉ, M. **Amostras**. Disponível em: http://www.brasilescola.com/matematica/populacao-amostras.htm. Acesso em 26/06/2014;

OLIVEIRA, C. **Inteligência Artificial**. Disponível em: http://www.lem.ep.usp.br/Pef411/~Cristiano%20Oliveira/CristianoOliveira/Paginas/InteligenciaArtificial.htm. Acesso em 15/06/2014;

OSTROSKI, A.; MENONCINI, L. **Teoria dos Grafos e Aplicações**. Pato Branco: UTFPR, 2009. Disponível em: http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/709/465. Acesso em 05/07/2014;

PUPPI, A. **O Transporte e a Sociedade**. Disponível em: http://pessoal.utfpr.edu.br/arildo/arquivos/. Acesso em 15/04/2014;

REIS, T. **Com aumento da frota, país tem 1 automóvel para cada 4 habitantes**. Portal G1. Disponível em: http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/com-aumento-da-frota-pais-tem-1-automovel-para-cada-4-habitantes.html. Acesso em 13/04/2014.

RICH, E.; KNIGHT, K. **Inteligência Artificial**. 2. ed. McGraw-Hill Ltda: São Paulo, 1991;

ROCHA, F. **Java *Serves Pages***. Disponível em: http://www.devmedia.com.br/introducao-ao-java-server-pages-jsp/25602. Acesso em 02/07/2014;

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Campus: Rio de Janeiro, 2003;

SAUVÉ, J. **Diagrama de Sequência**. Disponível em: http://www.dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/map/html/uml/diagramas/interacao/sequencia.htm. Acesso em 20/01/2015;

SOMATEMATICA. **Mediana**. Disponível em: http://www.somatematica.com.br/estat/basica/pagina6.php. Acesso em 15/01/2015;

TEIXEIRA, J. **Inteligência Artificial**. Disponível em: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfuWEAG/que-inteligencia-artificial. Acesso em 24/06/2014;

TRANSITARE. **Primeiro Acidente de Trânsito no Brasil**. Disponível em: http://transitare.com.br/incode/index.php/pega_noticias/21. Acesso em 12/04/2014;

VEIGA, A. **Inteligência Artificial**. Disponível em: http://apostilando.net.br/swf/2122.swf. Acesso em 22/06/2014.