

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Bioólicas - ICEB
Departamento de Computação - DECOM

Protocolo de comunicação para redes móveis aplicado ao
trânsito

Aluno: Luiz Henrique Santos
Matricula: 08.2.4036

Orientador: Álvaro Pereira Jr.

Ouro Preto
8 de dezembro de 2011

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas - ICEB
Departamento de Computação - DECOM

Protocolo de comunicação para redes móveis aplicado ao
trânsito

Relatório de atividades desenvolvidas apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a conclusão da disciplina Monografia I (BCC390).

Aluno: Luiz Henrique Santos
Matricula: 08.2.4036

Orientador: Álvaro Pereira Jr.

Ouro Preto
8 de dezembro de 2011

Resumo

O projeto consiste em um modelo de distribuição de câmeras em veículos (carros, ônibus) cujo papel é monitorar o trânsito em uma determinada cidade detectando eventos (infrações de trânsito, congestionamento, possíveis veículos roubados, etc.). O principal objetivo do projeto é cobrir uma área remota adicional à rede fixa de monitoramento e escoar esses dados de eventos o mais rápido possível.

Palavras-chave: RSSF, Redes móveis, Trânsito, Protocolo de comunicação.

Sumário

1	Introdução	1
2	Justificativa	2
3	Objetivos	3
3.1	Objetivo geral	3
3.2	Objetivos específicos	3
4	Metodologia	4
5	Desenvolvimento	5
5.1	Revisão bibliográfica	5
5.1.1	Delay Tolerant Networks(DTN)	5
5.1.2	Dedicated short-range communications(DSRC)	6
5.1.3	Wireless Access for Vehicular Environment(WAVE)	7
5.1.4	Protocolo de comunicação para redes móveis aplicado ao trânsito	8
6	Trabalhos Futuros	10
7	Cronograma de atividades	10

Lista de Figuras

1	Exemplo de regiões de comunicação	5
2	Comparação entre DSRC e outras tecnologias de comunicação. [6] . . .	6
3	Pilha de protocolos WAVE. [4]	7
4	Fluxo de envio de dados do nó	9
5	Fluxo de recebimento de dados do nó	10
6	Fluxo da antena	10

Lista de Tabelas

1	Cronograma de Atividades.	11
---	-----------------------------------	----

1 Introdução

Recentemente, tem havido uma grande evolução no domínio de redes de sensores, impulsionado principalmente pela melhora da tecnologia de hardware do sensor (miniaturização dos componentes, aumento da capacidade de ROM e RAM, mais capacidade de energia, etc.). Apenas alguns poucos estudos têm sido feitos sobre o desempenho da rede (Qualidade de Serviço - QoS) em RSSF. [2]

As RSSFs possuem limitações de recursos como: energia, largura de banda para comunicação, capacidade de processamento e quantidade de memória. Uma vez que é inviável cobrir toda a área com antenas fixas, utiliza-se uma rede de sensores móveis para cobrir uma área remota da região e esses dados são escoados para estações fixas através dos nós.

Um tipo de rede que descreve melhor o cenário ao qual queremos trabalhar é rede Ad-Hoc Veicular (VANET). Essa rede é uma tecnologia que usa veículos em movimento como nós de uma rede para criar uma rede móvel. Nessa rede os veículos comunicam entre si e se comunicam com outros nós fixos na rodovia. Essa rede possui uma topologia altamente dinâmica, pois os nós da rede estão constantemente em movimento, isso gera algumas dificuldades dado que os vizinhos aos quais os nós podem se comunicar mudam frequentemente. Além disso o curto tempo para envio da mensagem e interferências podem dificultar a comunicação da rede. [5]

Outro conceito relativo a essa rede refere-se à comunicação apenas entre nós móveis, ou seja, somente entre veículos. Esse tipo de comunicação é conhecido como rede móvel Ad-Hoc (MANET). O termo Ad-Hoc significa que não existe um nó centralizador na rede, os nós comunicam-se com troca de mensagens até que a mesma chegue no destino.

O mecanismo de comunicação entre veículos e estrada trata-se de uma rede na qual os veículos comunicam-se apenas com nós fixos, não havendo comunicação entre si. Esse tipo de rede é mais estável, com topologia menos variável.

2 Justificativa

A fiscalização no trânsito é muito dependente do ser humano ou de equipamentos caros, de forma que não é possível fiscalizar em escala. A falta de fiscalização é um fator central na desorganização do trânsito e na ocorrência do trânsito. Segundo a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), o Brasil gasta, por ano, 28 bilhões de reais com acidentes de trânsito, contabilizando desde o socorro às vítimas, o tratamento, e até o afastamento do trabalho. [3]

Visando dar uma solução viável para corrigir esse problema foi proposto um sistema de câmeras de vigilância distribuídas em uma vasta região de uma cidade. Essa rede fixa de câmeras seriam distribuídas em pontos estratégicos da cidade como semáforos, cruzamentos, locais de fluxo intenso de veículos. Os dados captados por essa câmeras podem ser tratados por um módulo acoplado à câmera de vigilância ou enviados para uma central onde esses dados seriam minerados.

3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor um modelo de comunicação entre nó móveis de uma rede que considera: tempo de atraso das mensagens, freqüentes desconexões (redes móveis), controle de redundância de dados e descarte de mensagens obsoletas. Esse modelo prevê comunicação veículo-veículo e veículo-infraestrutura. O objetivo é cobrir uma área além de uma rede fixa já implantada e através de comunicações entre os nós móveis transmitir os dados de eventos coletados para essas antenas o mais rápido possível.

3.2 Objetivos específicos

- Definição do escopo do projeto.
- Revisão bibliográfica sobre redes tolerantes a atrasos (DTN), DSRC e WAVE.
- Implementação de um protocolo de comunicação para redes móveis aplicado ao trânsito.
- Simulação do protocolo implementado.
- Implantação e testes finais do protocolo nos equipamentos

4 Metodologia

A metodologia adotada para execução do projeto será:

- Será feita um estudo do estado da arte revisando-se alguns artigos relacionados ao tema do trabalho como sobre redes DTN, DSRC e WAVE.
- Após o estudo e entendimento das tecnologias envolvidas será proposto um protocolo de comunicação de redes móveis aplicado ao trânsito e o mesmo será implementado.
- O procolo implementado será simulado usando um simulador de redes de sensores a ser definido para medir sua eficiência de acordo com uma varável, que pode ser o tempo decorrido entre a coleta do evento e a sua chegada ao destino ou a porcentagem de mensagens redundantes descartadas.

5 Desenvolvimento

Nesta seção, será mostrado como está o andamento do desenvolvimento do projeto bem como as etapas concluídas.

5.1 Revisão bibliográfica

5.1.1 Delay Tolerant Networks(DTN)

Os serviços de internet baseados em TCP/IP proveem um inter-processo de comunicação ponto a ponto usando uma concatenação de diferentes tecnologias de camada de enlace. Existe uma classe chamada redes de desafio que não é bem atendida pelo atual modelo de comunicação TCP/IP [1].

Características de caminho e link:

- *Alta latência, baixa taxa de dados:* Os atrasos de transmissão e propagação de uma ligação são diretamente afetados pelo meio de transmissão. Em algumas redes de desafio as taxas de transmissão são baixas e assimétricas.
- *Desconexões:* Em redes de desafio desconexões são mais frequentes que conexões. Elas podem ser geradas por movimento ou por operações em sistemas de baixo ciclo de trabalho.
- *Longos tempos de espera:* Os atrasos de transmissão e propagação não excede 1 segundo. Pacotes são descartados nos roteadores se os vizinhos próximos não são acessíveis instantaneamente. Retransmissão de dados é inviável e os dados devem ser armazenados por um tempo.

A rede DTN destina-se a operar acima das pilhas do protocolo existente em várias arquiteturas de rede e fornecer uma porta de armazenamento e envio entre eles quando um nó fisicamente toca duas ou mais redes distintas. A arquitetura das redes DTN inclui o os conceitos de regiões e gateways como mostrado na Figura 2

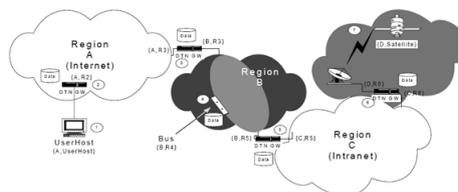


Figura 1: Exemplo de regiões de comunicação

Nesta figura, quatro regiões são ilustradas (A, B, C, D). Região B inclui um gateway residente DTN e um ônibus que cicla entre as portas 3 e 5. Região D inclui um link de satélite, que também fornece conectividade periódica.

Os gateways da rede DTN focam no roteamento de mensagens confiáveis. São responsáveis por armazenar os dados e autenticar e controlar o tráfego para assegurar que a transmissão é transmitida.

Para o roteamento das mensagens, as redes DTN usam identificadores de objetos chamados "tuplas nome". Na Figura 1 as tuplas são identificadas da seguinte forma:

Nome da região, Nome da entidade. Elas são interpretadas por gateways DTN para encontrar o caminho para um ou mais gateways DTN na borda da região determinada.

Trocas de mensagens em redes DTN são feitas ocasionalmente, o momento dessas trocas pode ser previsível ou não. Alguns problemas: determinar existência de contatos, obtenção do estado de mensagens pendentes(alto tempo de espera), transmissão eficiente de mensagens e determinar sua ordem de envio.

5.1.2 Dedicated short-range communications(DSRC)

Tecnologia DSRC pode fornecer o serviço de comunicação de alta velocidade sem fio para comunicação veículo-infra-estrutura (V2I), entre veículos de comunicação (V2V) e serviço de transporte. DSRC tem uma alta taxa de transferência de dados e o atraso de comunicação de pequeno porte [6]. Sua arquitetura é baseada na tecnologia WiFi. DSRC é um termo mais geral, existe um termo mais específico chamada WAVE, que será tratado na próxima seção. A Figura 3 mostra uma comparação entre DSRC e outras tecnologias de comunicação.

	DSRC	Wi-Fi	GSM	WiMax
Delay	<50ms	Seconds	Seconds	/
Mobility	>60m/h	<5m/h	>60m/h	>60m/h
Data Transfer Rate	3-27 Mb/s	6-54 Mb/s	<2Mb/s	1-32 Mb/s
Communication Distance	<1000m	<100m	<10km	<15km
Communication Bandwidth	10MHz	20MHz	<3Mhz	<10MHz
Communication Band	5.86-5.925 GHz	2.4GHz, 5.2GHz	800MHz, 1.9GHz	2.5GHz
IEEE Standards	802.11P (WAVE)	802.11a	N/A	802.16e

Figura 2: Comparação entre DSRC e outras tecnologias de comunicação. [6]

Como podemos notar pela tabela o protocolo de comunicação DSRC tem menor atraso, maior mobilidade e maior raio de comunicação que outras tecnologias de comunicação como WI-Fi, GSM e WiMax.

O mecanismo de comunicação DSRC inclui geralmente três segmentos: OBU (On Board Unit), RSU (Side Road Unit) e protocolos de comunicação DSRC. OBU é instalado no veículo e o RSU é instalado no acostamento da estrada. Protocolos DSRC têm três camadas: camada física, camada de enlace de dados e camada de aplicação. V2I é um tipo de comunicação entre os equipamentos móveis e equipamentos fixos. E V2V é o tipo de comunicação entre dispositivos móveis apenas.

O mecanismo de comunicação veículo-veículo pode ser classificado em três modos: unicast geográfica, broadcast geográfica e broadcast topologicamente de escopo. Unicast geográfica prevê a entrega de pacotes entre dois nós através de vários saltos sem fio. Quando um nó decide enviar um pacote unicast, ele primeiro determina a posição de destino e envia o pacote de dados para o nó para o destino. Broadcast geográfica distribui os pacotes de dados por inundações, onde os nós transmitem dos pacotes se eles estão localizados em regiões geográficas que são determinados pelos pacotes. Broadcast topologicamente de escopo fornece retransmissão de um pacote de dados de uma fonte para todos os nós a uma distância de n-hops dele.

A unidade de bordo mantém a comunicação com a unidade de infra-estrutura quando o veículo circula na estrada. Quando desconectado procura por outra unidade. A unidade de infraestrutura pode ser busca ativa: a unidade de bordo envia

mensagem de requisição de infra-estrutura ativa e recebe da infra-estrutura as informações da topologia da rede; Passiva: a unidade de bordo recebe a mensagem da unidade de infraestrutura e obtém as informações de topologia passivamente.

Transmissão de informações de tráfego em tempo real: Quando ocorre um acidente ou engarrafamento, informações sobre a posição e horário são determinadas pelo GPS e enviadas para os veículos próximos. Dessa forma os veículos podem decidir trocar a rota para não perderem tempo com o acidente ou engarrafamento.

5.1.3 Wireless Access for Vehicular Environment(WAVE)

A arquitetura WAVE (Wireless Access in the Vehicular Environment) designa uma família de padrões que não se restringe às camadas MAC e física, como apresentado na figura 5.3. Os padrões da família IEEE 1609 definem outras camadas da pilha de protocolos, incluindo uma camada de rede alternativa à camada IP, características de segurança para aplicações DSRC e operação em múltiplos canais de comunicação.[4]

WAVE é bastante complexo e é construído ao longo dos padrões IEEE 802.11, alterando muitos ajustes para garantir o intercâmbio de confiança rápido de mensagens de segurança. WAVE é a parte central do DSRC, no entanto, qualquer um dos dois termos é comumente usado arbitrariamente.

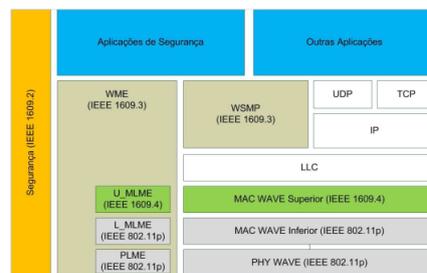


Figura 3: Pilha de protocolos WAVE. [4]

Os documentos da família IEEE 1609 definem um conjunto de padrões para a comunicação em ambientes veiculares de comunicação sem fio, ou ambientes WAVE. O objetivo principal do IEEE 1609 é prover um conjunto padronizado de interfaces para que diferentes fabricantes de automóveis possam prover comunicações V2V ou V2I. Esse passo é importante para que haja interoperabilidade entre todos os dispositivos fabricados. Além da padronização das interfaces, o padrão deve considerar que os veículos estão em altas velocidades e, portanto, as comunicações devem ser completadas em intervalos curtos de tempo para que os requisitos dos Sistemas Inteligentes de Transporte sejam atendidos. A tabela 1 mostra um resumo da arquitetura WAVE.

WAVE Short Message Protocol:

O protocolo WSMP (WAVE Short Message Protocol) é uma opção à utilização dos protocolos TCP/UDP e IPv6 em ambientes WAVE. A justificativa de um serviço de rede alternativo é a maior eficiência no ambiente WAVE, onde se espera que a maioria das aplicações exija latência muito baixa e seja não orientada a conexão. Dessa forma, o WSMP provê um serviço de envio de datagramas à aplicação, substituindo os protocolos de transporte e de rede do modelo OSI. [4]

A função de encaminhamento de mensagens curtas (WSM) do protocolo WSMP é simples. Ao receber um pedido de envio de mensagem da aplicação, o WSMP verifica

se o tamanho dos dados é menor que o máximo definido na MIB da Entidade de Gerenciamento, WME. Em seguida, o WSMP repassa a mensagem para a subcamada LLC. No destino, ao receber uma indicação da camada LLC, o WSMP simplesmente repassa a mensagem para a aplicação de destino, baseado no identificador de serviço PSID.

De acordo com o estudo feito dessa rede visamos construir um protocolo que funcionaria como opção ao WSMP e TCP/UDP e IPv6 em ambientes WAVE. Consideramos o protocolo WSMP muito simples e com o nosso protocolo visamos melhorar a eficiência e adicionar funcionalidade como controle de redundância e descartes dos dados.

5.1.4 Protocolo de comunicação para redes móveis aplicado ao trânsito

Dada a distribuição de câmeras acoplados em veículos, elaboramos um protocolo de comunicação para troca de mensagens entre esse veículos e desses veículos para a infraestrutura, que no caso seria a rede de sensores fixas na cidade.

Veículos acoplados com câmeras se movimentarão pela cidade monitorando eventos, esses eventos serão processados em um módulo acoplado à câmeras e transformados em dados textuais. Esses dados serão trocados entre esses veículos até chegarem à uma antena, que nesse caso seria um nó da rede fixa proposta.

A ideia principal do protocolo é evitar a redundância de dados, ou seja, se um nó receber dados aos quais já possui, esses dados serão descartados.

Pseudo-código:

Code 1: AssignExp

```

1 Loop infinito
2 {
3   Se a rede for conhecida
4     {
5       Se o dispositivo for uma antena{
6         envia todos os dados para a antena
7         marca a key de cada dado enviado como send=true;
8       }Senão Se o dispositivo for um nó{
9         Se ja troquei dados com o nó{
10          sim
11            já enviei para a antena dados do nó?{
12              sim
13                informe ao nó quais dados foram enviados para
14                  antena.
15              }
16              há novos dados?{
17                sim
18                  troque
19              }
20            não{
21              troque os dados{
22                Para cada dado recebido{
23                  Se o dado recebido ja existe?
24                    descarta o dado redundante
25                Senão
26                  armazena o dado recebido
27              }
28            }

```

```

29     }
30   }
31 }
32 }
33 Senão
34   não faz nada
35 }

```

Cada módulo acoplado à câmera conterá a codificação do pseudocódigo acima para controlar a troca de mensagens entre os nós. O funcionamento do protocolo é simples, se um nó cruzar com um dispositivo conhecido ele verificará se o dispositivo é uma antena, em caso afirmativo o nó enviará todos os dados armazenados nele para essa antena. Se o dispositivo encontrado for um nó que ele não trocou dados ainda ele troca dados com esse nó. Caso o nó receba dados que já havia recebido antes esses dados serão descartados para não gerar redundância de informação. Caso o nó já tenha enviado os dados de outro nó para antena e tenha cruzado com esse mesmo nó novamente ele envia uma mensagem para esse nó para descarte dos mesmos.

Para implementação dos protocolo foi usado sockets para comunicação entre os nós. Um nó funciona como servidor que fica sempre alerta para permitir novas conexões vi IP. O módulo cliente existe uma lista dos ips de todos os outros nós da rede, ele varre esses nós tentando conectar-se a cada um deles, em caso de falha e tenta o próximo ip da lista até conseguir conectar-se ou voltar ao topo da lista. A partir do momento que a conexão é estabelecida o código do protocolo se inicia com todas as verificações contidas no pseudocódigo e explicadas acima. O ideal seria se cada nó fosse cliente e servidor dinamicamente, mas não foi possível implementa o protocolo dessa forma.

Diagramas:

As 3 figuras abaixo mostram o flux de envio, recebimento e da antena.

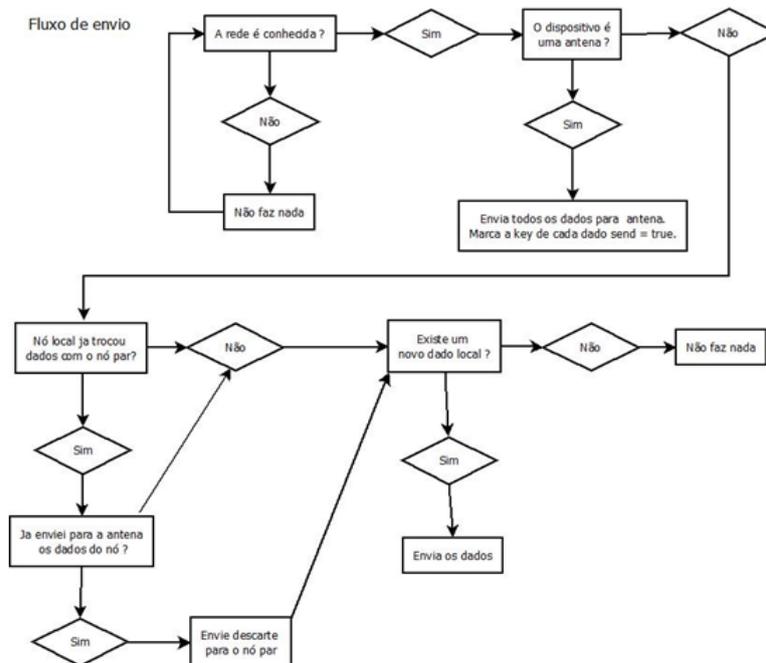


Figura 4: Fluxo de envio de dados do nó

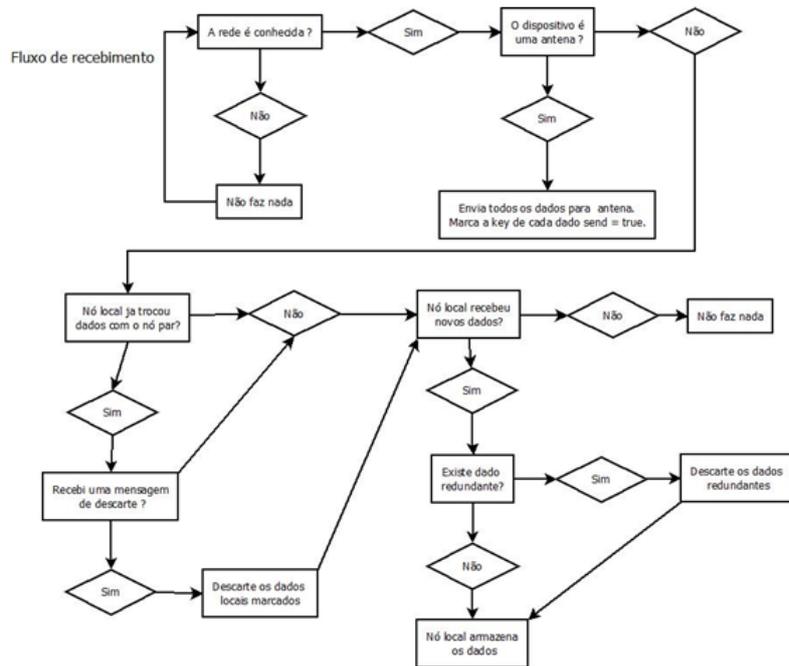


Figura 5: Fluxo de recebimento de dados do nó

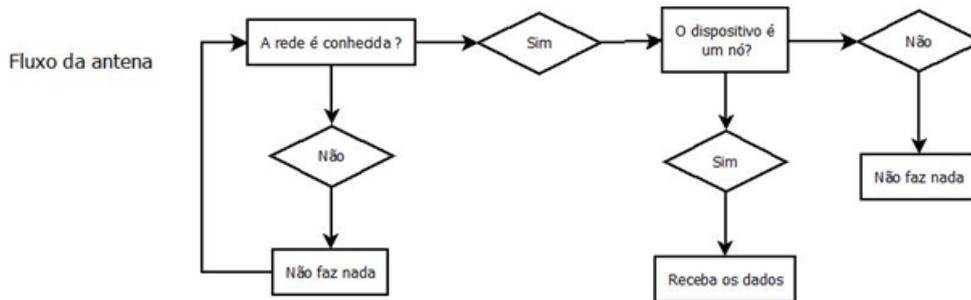


Figura 6: Fluxo da antena

6 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros relacionados a este projeto tem-se:

- Terminar a implementação do algoritmo no simulador de redes de sensores sem fio.
- Simular o algoritmo para vários cenários.
- Escrever um artigo sobre o trabalho.
- Elaboração da monografia.
- Apresentação da monografia para a banca examinadora.

7 Cronograma de atividades

Atividades a serem desenvolvidas::

1. Revisão bibliográfica sobre o tema
2. Elaboração e implementação do protocolo
3. Testes básicos do sistema
4. Simulação do sistema usando um simulador de redes de sensores
5. Correções e adaptações do protocolo
6. Elaboração do relatório de atividades
7. Apresentação do relatório de atividades
8. Redigir a Monografia;
9. Apresentação da monografia para banca;

Na Tabela 1, encontra-se o cronograma de desenvolvimento de atividades.

Atividades	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
1	X	X	X								
2		X	X	X							
3		X	X	X	X						
4				X	X	X					
5				X	X	X	X				
6				X	X						
7					X						
8								X	X	X	X
9											X

Tabela 1: Cronograma de Atividades.

Referências

- [1] K. Fall. A delay-tolerant network architecture for challenged internets. *In Proceedings of the 2003 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications, SIGCOMM '03, , New York, NY, USA, . ACM*, pages pages 27–34, 2003.
- [2] I. Corredor L. Lopez V. Hernandez J.-F. Martinez, A.-B. Garcia and A. Dasilva. Qos in wireless sensor networks: survey and approach. *EATIS*, 2007.
- [3] Álvaro Rodrigues Pereira Júnior. Olhos da cidade: Inteligência computacional aplicada à gestão de trânsito. Dezembro 2009.
- [4] Rodrigo de S. Couto Miguel Elias M. Campista Igor M. Moraes Marcelo G. Rubinstein Luís Henrique M. K. Costa Otto Carlos M. B. Duarte e Michel Abdalla. Rafael dos S. Alves, Igor do V. Campbell. Redes veiculares: Princípios, aplicações e desafios. *SRBC*, 2009.
- [5] Rafael A. C. Silva. Um estudo geral sobre vanets.
- [6] C. Tao X. Zeng and Z. Chen. The application of dsrc technology in intelligent transportation system in wireless mobile and computing. *IET International Communication Conference (CCWMC)*, pages pages 265 – 268, 2009.