

Uma análise do uso de métricas de centralidade temporais para identificação de zonas de ancoragem para disseminação de conteúdo flutuante em VANETs

Marcelo O. Souza¹, Raquel S. Cabral¹, Andre L.L. Aquino¹

¹Laboratório de Computação Científica e Análise Numérica (LaCCAN)
Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Maceió – AL – Brasil
marcelo.oliveira, raquelcabral, alla@laccan.ufal.br

Abstract. *Vehicle networks are Ad-hoc networks composed of vehicles with technologies that enable the exchange of information. These networks can produce and disseminate content. However, the constant topological changes can hinder the exchange of information between nodes. One way to capture these networks' temporalities is the use of models and temporal metrics of complex networks. Anchor Zones are areas of the network where the content generated by the nodes reaches a greater reach. In these zones, the information is called Floating Content. The objective of this work was to evaluate the use of metrics of temporal centrality (betweenness and vertex degree) as a strategy to identify the most viable Anchor Zones for the dissemination of Floating Content. The results showed that metrics of temporal centrality could be more effective in the characterization of Anchor Zones.*

Resumo. *Redes veiculares são redes Ad-hoc compostas por veículos com tecnologias que possibilitam a troca de informações. Estas redes possuem capacidade para produção e disseminação de conteúdo, porém, as mudanças topológicas constantes podem dificultar a troca de informações entre os nós. Uma das formas de capturar a temporalidades dessas redes é a utilização de modelos e métricas temporais de redes complexas. As Zonas Âncoras são áreas da rede em que os conteúdos gerados pelos nós conseguem um maior alcance. Nessas zonas as informações recebem o nome de Conteúdo Flutuante. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de métricas de centralidade temporais, betweenness (intermediação) e grau do vértice, como estratégia para identificar as Zonas de Âncora mais viáveis para a disseminação de Conteúdo Flutuante. Os resultados mostraram que métricas de centralidade temporais podem ser mais eficazes na caracterização das Zonas Âncoras.*

1. Introdução

O número de veículos conectados vem crescendo rapidamente nos últimos anos, nas grandes cidades. Esses veículos estão conectados por meio de alguma tecnologia de comunicação e sofrem atuação dinâmica e movimentos não determinísticos que mudam a interação e a integração entre os mesmos. Esse conjunto de veículos formam redes conhecidas como VaNET (*Vehicular Ad Hoc Networking*) [Lee and Gerla 2010]. Essas redes são formadas por veículos equipados com dispositivos para armazenamento, processamento e disseminação de informações e apresentam topologias variáveis no tempo fornecendo características não triviais. A movimentação rápida e constante dos

veículos provoca desconexões ou conexões fracas ao longo do tempo acarretando, muitas vezes, na perda de conteúdo. Os nós pertencentes a essas redes podem atuar como disseminadores de conteúdo para outros nós, servindo de ponto de acesso e transmissão de pacotes entre veículos mais afastados (V2V) ou podem trocar informações com pontos acessíveis ao longo da estrada (V2I) que são chamados de Pontos de Disseminação(PD) [Silva et al. 2017]. Essas redes são comumente modeladas como grafos, em que cada veículo é considerado um vértice e uma ligação entre dois veículos é considerado uma aresta.

A disseminação do conteúdo pode acontecer em regiões geograficamente restritas, que não possuem PD disponíveis, e além disso as informações têm validade temporal, espacial e local. Nesse caso, essas regiões são chamadas de Zonas Âncora e as informações disseminadas nela de Conteúdo Flutuante (CF). Esse conteúdo corresponde a um compartilhamento oportunista de informações em uma Zona Âncora [Ott et al. 2011]. Neste trabalho, definimos uma Zona Âncora como uma localização geográfica que pode ser utilizada para o compartilhamento de informações de interesse comum aos usuários de uma determinada região. Dessa forma, queremos identificar as melhores Zonas Âncora para a disseminação de conteúdo, de forma a alcançar o maior número de veículos possível. O compartilhamento de conteúdos flutuantes tem as seguintes propriedades [Hagihara et al. 2017]: i) a área em que a mensagem é disseminada é geograficamente restrita; ii) a capacidade de sobrevivência de uma mensagem na Zona Âncora é determinada pela existência de nós móveis; iii) a mensagem é gerada localmente; e iv) a mensagem dentro da Zona Âncora pode somente ser compartilhada, não podendo ser apagada.

As VaNETs são redes dinâmicas, que são estabelecidas rapidamente, com nós e conexões que aparecem e desaparecem ao longo do tempo. Dessa forma, faz-se necessário utilizar um mecanismo que capture a característica temporal dessas redes. Uma das formas de capturar a temporalidades dessas redes é a utilização de modelos e métricas temporais de redes complexas. Considerando que queremos definir o conjunto das melhores zonas de ancoragem para disseminação de conteúdo flutuante em VANETs, este trabalho tem como objetivo principal fazer uma análise do impacto da utilização de métricas de centralidade temporais na escolha das melhores zonas de ancoragem. Para isso, utilizamos métricas de centralidade temporais, grau e Betweenness(intermediação), para determinar as melhores zonas de ancoragem. Além disso, comparamos nossa abordagem com a proposta de [Massalino and Aquino 2018] que desenvolveram um estudo utilizando métricas de centralidade tradicionais para encontrar zonas de ancoragem. Os resultados mostram que os resultados com as métricas de centralidade temporais podem ser mais eficazes para a caracterização das Zonas Âncoras.

O restante do artigo está organizado como segue: A seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. A seção 3 apresenta o método utilizado neste trabalho. A seção 4 discute os experimentos e resultados. A seção 5 apresenta as conclusões.

2. Trabalhos Relacionados

No trabalho de [Massalino and Aquino 2018] os autores utilizaram uma técnica chamada *Grid position* junto com métricas de centralidade para determinar as melhores zonas âncoras e os nós com melhores valores de centralidade em duas bases com densidades

diferentes, localizando em ambas as bases as melhores zonas para troca de Conteúdo Flutuante. Eles apresentam quatro estratégias para o desenvolvimento do estudo: i) fluxo de veículos; ii) maior valor de grau; iii) maior valor de Betweenness; e iv) uma estratégia híbrida que combina o maior valor de intermediação e o maior fluxo de veículos. Utilizamos essa proposta como referência para o nosso estudo.

Na temática de grafos temporais para mobilidade em geral, [Kim and Anderson 2012] definem um método chamado *Traveling Merchant Graph* (TMG), definido por seis parâmetros para trabalhar com grafos ordenados pelo tempo utilizando grafos temporais e realiza um estudo de mobilidade do mundo real com dados obtidos via *bluetooth* de aparelhos utilizados por estudantes do laboratório de computação da universidade de Cambrige e também de estudantes e auxiliares do MIT.

Relacionado a utilização de métricas de centralidade temporais para modelar uma VANET, [Silva et al. 2017] utilizaram métricas tais para avaliar o comportamento de redes veiculares em 6 cenários diferentes identificando mudanças temporais na quantidade de arestas e na topologia da rede veicular. Enquanto que [Tang et al. 2010] utilizaram essas métricas em um cenário estático e também temporal para encontrar os melhores nós em uma Rede Social Online (OSN) analisando um banco de dados contendo e-mails trocados por funcionários de uma empresa de energia tomando como base os menores caminhos com o objetivo de capturar o comportamento dinâmico da rede.

Existem soluções gerais para o problema de disseminação de conteúdo flutuante em Zonas de ancoragem com o objetivo de distribuir o conteúdo de forma eficiente [Ott et al. 2011, Manzo et al. 2018, de Souza et al. 2019]. Esses trabalhos usam abordagens conceitos de redes oportunistas e abordagens de aprendizado de máquina (ML) para estabelecer condições críticas da rede disponibilidade da informação na Zona de Ancoragem.

Temos também o trabalho de [Amin et al. 2008] que utiliza dados gerados por GPS de telefones celulares no trecho da rodovia I-880 entre Hayward e Fremont, Califórnia, para demonstrar a viabilidade de um protótipo de serviço baseado em localização: estimativa de tráfego em tempo real usando dados de GPS de telefones celulares. De forma complementar a esse estudo, [Bujari and Palazzi 2016] contribuíram com um protocolo para garantir a acessibilidade dos dados em uma área de interesse a fim de divulgar dados flutuantes naquela área.

O objetivo deste trabalho é avaliar o uso de modelos e métricas de centralidade temporais para disseminação do conteúdo flutuante. Dessa forma estamos usando as métricas temporais grau e intermediação, propostas por [Kim and Anderson 2012].

3. Zonas de ancoragem baseadas em métricas de centralidade temporais

Neste trabalho avaliamos o uso de duas métricas de centralidade temporais para determinar as melhores zonas de ancoragem: grau e intermediação. Os passos do método para realizar essa avaliação são detalhados a seguir.

Passo 1: Definir as zonas candidatas: dividimos uma macro região em regiões retangulares menores formando uma grade com células retangulares de tamanho fixo. Consideramos aqui as delimitações da área: coordenadas máximas e mínimas de latitude e longitude. Cada célula que registra a presença de pelo menos um veículo é uma zona

candidata. A Figura 1 exemplifica duas zonas candidatas.

Como apresentado anteriormente, uma zona de ancoragem permite a disseminação do conteúdo em uma região geograficamente restrita (sem infraestrutura) e com informações com validade temporal, espacial e local. A Figura 1 exemplifica o funcionamento de duas zonas de ancoragem Z_1 e Z_2 com um conteúdo, $\mathcal{F}_1(\triangle)$ e $\mathcal{F}_2(\square)$, gerado para cada uma delas. A região mais central, delimitada por r , é a Zona Âncora, onde o conteúdo flutuante tem relevância. A área entre r e a representa a zona de proteção onde o conteúdo continua ativo mesmo que os veículos saiam da Zona Âncora por um breve momento e depois retornem. Quando um nó estiver dentro da Zona Âncora e encontrar outro nó ele replicará o conteúdo. O conteúdo é excluído quando o veículo sai da região delimitada por a . Podemos observar ainda, que o veículo v_1 está na intersecção da área de segurança das zonas Z_1 e Z_2 , nesse caso ele consome os conteúdos \mathcal{F}_1 e \mathcal{F}_2 .

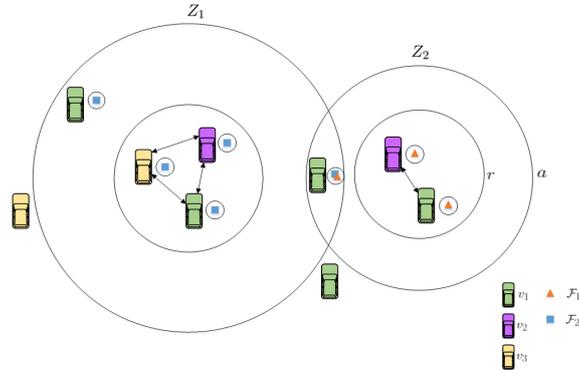


Figura 1. Exemplo de Zonas Âncora e conteúdo flutuante

Cada região apresenta uma probabilidade de replicação e remoção do conteúdo. A probabilidade de replicação do conteúdo é igual a 1 se o nó está dentro da região r , varia de 0 à 1 se está dentro da região a e é 0 se estiver fora da zona. A probabilidade de remoção do conteúdo segue a ordem inversa e é igual a 0 quando está dentro da região r , variando de 0 até 1 quando está na região a e assume o valor 1 quando está fora da Zona.

Passo 2: Criar os grafos agregado e temporal: considerando um raio de comunicação fixo para cada veículo e utilizamos a informação de contato entre os veículos (com base no raio de comunicação dos veículos) criamos os grafos agregado e temporal para a macro-região. A primeira etapa para realizar a identificação das zonas de ancoragem, com base em métricas de centralidade, é modelar a rede veicular como um grafo. Um grafo $G = (V, E)$ é definido pelo par de conjuntos V e E , em que $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$ é o conjunto de vértices e $E = \{e_1, e_2, \dots, e_N\}$ é o conjunto de arestas. Existe uma aresta $(v_i, v_j) \in E$ se existe uma conexão entre os vértices v_i e v_j (essa conexão acontece de acordo com o raio de comunicação do veículo). Em geral, o elemento temporal dessas aplicações é desconsiderado e utilizam-se grafos agregados para extração das referidas métricas.

Um grafo agregado $G = (V, E)$ é a composição $G^1 \cup G^2 \cup \dots \cup G^T$ dos grafos estáticos de um determinado intervalo de tempo, então temos o conjunto de veículos $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$; e o conjunto de arestas agregadas $E = \{E^1 \cup E^2 \cup \dots \cup E^T\}$ [Kim and Anderson 2012].

Contudo para identificarmos as características temporais, modelamos a VANET como um grafo temporal [Kim and Anderson 2012]. A característica temporal define que a rede veicular existe desde o tempo de início $t_{inicial} = 1$ até o tempo de final $t_{final} = T$. Seja $\mathcal{G} = (V, \mathcal{E})$ uma série de gráficos estáticos G^1, G^2, \dots, G^T ; $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$ é o conjunto de veículos; e $\mathcal{E} = \{E^1, E^2, \dots, E^T\}$ é o conjunto de subconjuntos disjuntos $E^t = \{e_1^t, e_2^t, \dots, e_N^t\}$. Cada E^t é o conjunto de arestas em G^t , com $t \in [1, T]$; e $e_a^t = (v_i, v_j)$ é uma aresta temporal. Existe $e_a^t = (v_i, v_j)$ se tivermos um caminho entre v_i e v_j no instante t , portanto, as arestas são adicionadas e/ou removidas ao longo do tempo.

Passo 3: Calcular as métricas de centralidade: calculamos as métricas grau e intermediação para toda a rede (modelado como um grafo agregado e temporal), depois extraímos as informações das métricas calculadas em cada célula da grade, por exemplo, o grau médio dos nós dentro de cada célula. As métricas utilizadas são definidas a seguir [Kim and Anderson 2012].

Grau agregado ou grau médio, calcula o número de ligações incidentes sobre um nó, medindo então o número médio de conexões de um vértice.

$$D(v) = \frac{K(v)}{|V| - 1}, \quad (1)$$

onde $K(v)$ é o número de arestas do nó v e V é o conjunto dos nós pertencentes a rede.

Grau temporal calcula o número de arestas que incidem no vértice V durante o intervalo de tempo $[t_x, t_y]$ de v_{t-1} .

$$D_{[t_x, t_y]}(v) = \sum_{i=t_x}^{t_y} D_i(v), \quad (2)$$

em que $D_i(v)$ é o grau de V no grafo estático G considerado no instante i .

Betweenness(intermediação) quantifica o número de vezes que um nó atua como ponte ao longo do caminho mais curto entre dois outros nós.

$$B(v) = \sum_{u \neq v \neq w} \frac{\sigma_{u,w}(v)}{\sigma_{u,w}}, \quad (3)$$

onde $\sigma_{u,w}(v)$ é o número total de menores caminhos iniciando no nó u e com destino ao nó w passando por v , e $\sigma_{u,w}$ é o número total de menores caminhos iniciando no nó u com destino ao nó w .

Betweenness temporal em um intervalo de tempo $[t_x, t_y]$, é a soma da proporção de todos os caminhos mínimos temporais entre $(u, w) \in V$ que passam por v , pelo número total de caminhos temporais mais curtos entre o par de vértices (u, w) para cada intervalo de tempo em $[i, t_y]$.

$$B_{[t_x, t_y]}(v) = \sum_{i=t_x}^{t_y} \sum_{u,w \in V} \frac{\sigma_{[i, t_y]}(u, w, v)}{\sigma_{[i, t_y]}(u, w)}. \quad (4)$$

As métricas não temporais apresentadas anteriormente, possuem características globais ou agregadas, ou seja, refletem toda a informação do tempo de vida da rede veicular, e muitas vezes não são adequadas para a modelagem do problema proposto. Por

essa razão, aplicamos métricas temporais, ou seja, representadas por grafos temporais e consequentemente representando apenas os instantes de mudança da rede veicular. Tal abordagem, permite uma melhor representação do comportamento da rede e consequentemente a sugestão de zonas de ancoragem mais adequadas para a disseminação de dados. Note que o cálculo das métricas temporais não são simplesmente uma ponderação do cálculo da métrica aplicada no modelo agregado.

Passo 4: Escolher as melhores zonas de ancoragem dentro das regiões de interesse, para cada métrica estudada, calculamos seus valores e ordenamos as regiões de acordo com o valor da métrica considerada e escolhemos as 10 zonas com maiores valores de grau e intermediação. Para a intermediação agregado, verificamos os nós que se apresentam em cada zona no intervalo de uma hora e formamos um grafo, que chamamos de grafo agregado, e aplicamos a equação 3 para cada nó, na sequência somamos os valores de intermediação de todos os nós e atribuímos estes valores para a zona e verificamos quais os dez maiores resultados agregados. Para o cálculo da intermediação temporal dividimos o tempo de uma hora em intervalos de quinze minutos, obtendo quatro instantes t_1, t_2, t_3, t_4 ; calculamos a intermediação temporal de acordo com a equação 4, para todos os instantes.

4. Resultados e experimentos

Para realizar a análise do uso das métricas temporais utilizamos duas bases de dados *Mobile Century (MC)* e *T-Drive (TD)*. A base **Mobile Century (MC)** contém dados de mobilidade coletados de veículos equipados como telefones habilitados para GPS para monitorar o tráfego. Os dados foram coletados durante 9 horas (9h as 18h), incluindo períodos com o fluxo livre e congestionamento, e a transição entre os dois [Amin et al. 2008]. **T-Drive(TD)** contém as trajetórias GPS de 10.357 táxis durante o período de 2 a 8 de fevereiro de 2008 dentro de Pequim [Yuan et al. 2010].

Para definir as zonas candidatas, verificamos a longitude e a latitude de cada veículo da base, identificamos os pontos mais extremos e delimitamos a região de interesse. Dividimos essa macroregião em grades com dimensões fixas de 200×200 metros e em seguida escolhemos as zonas que possuíam ao menos um veículo. Desta forma, identificamos 261 zonas candidatas para o *Mobile Century* e 121.062 zonas candidatas para o *T-Drive*. Para montar os grafos agregado e temporal, utilizamos um raio de comunicação de 100 metros. Especificamente para o grafo temporal, consideramos janelas de tempo de 15 minutos. Escolhemos esse tempo com base numa análise experimental prévia que indicou que, para ambas as bases, até 15 minutos em média a rede mantém as características de conexão. Utilizamos a ferramenta R [R Core Team 2018] para análise e cálculo das métricas, o Sumo para simular o tráfego para cada uma das regiões e o framework Veins para realizar as simulações.

Inicialmente, para fazer a avaliação das métricas temporais analisamos as métricas para os modelos agregado e temporal. Para realizar os experimentos consideramos os seguintes passos: (i) dividimos as bases por hora; (ii) montamos os grafos para cada hora, o grafo temporal considera um intervalo de 15 minutos (então temos $T = 4$ tempos), i.e., o tempo $t = 1$ corresponde a um grafo agregado de 15 minutos; (iii) calculamos as métricas;(iv) escolhemos as 10 zonas com maiores valores das métricas. A seguir apresentaremos os principais resultados obtidos na avaliação (por questões de espaço,

suprimimos alguns resultados).

As Figuras 2(a) e 2(b) apresentam valores médios das métricas grau e intermediação, para a base MC, das 10 zonas selecionadas para os modelos avaliados. No eixo-x temos o intervalo de tempo em hora utilizado (9h-18h), no eixo-y temos os valores médios das métricas. Podemos observar que, a intermediação temporal possui valores maiores em comparação com a métrica agregada. Isto significa que as zonas escolhidas pela modelagem temporal apresentam nós com maior influência de centralidade do que a sua correspondente agregada, o que pode facilitar a disseminação de informação dentro da rede, por exemplo. Isto ocorre, pois, a modelagem temporal representa de forma mais real o comportamento da rede veicular, conseguindo identificar mudanças na estrutura da rede, em particular, a saída de um veículo de uma zona. Já o grau do vértice teve um comportamento contrário, podemos concluir que o grau pode não ser uma boa métrica para esse cenário, dado que o modelo agregado tem uma visão global e perde informações temporais da rede. O comportamento na base T-Drive foi similar a base Mobile Century para ambas as métricas.

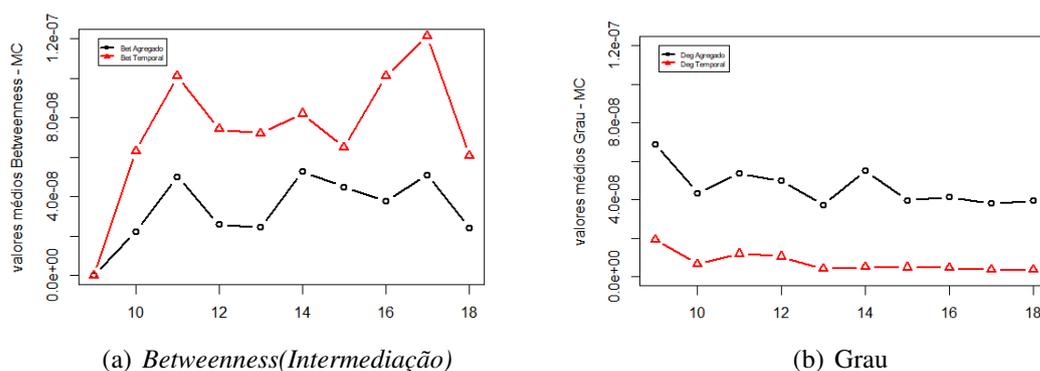


Figura 2. Valor médio das métricas para a base de dados *Mobile Century*.

As Figuras 3(a) e 3(b) apresentam a quantidade de veículos e o tempo médio de permanência dos veículos nas 10 zonas selecionadas para os modelos avaliados. O resultado apresentado corresponde a base Mobile Century. No eixo-x temos o intervalo de tempo utilizado, no eixo-y temos a quantidade de veículos por zona, na Figura 3(a); e o tempo médio de nó ativo, na Figura 3(b). Como podemos ver na Figura 3(a), quando utilizamos a métrica intermediação temporal obtivemos zonas com uma quantidade maior de veículos, o que garante uma maior cobertura na rede. Já com a métrica grau do vértice temporal, as zonas escolhidas tem uma quantidade de veículos muito próxima a métrica do modelo agregado. O modelo agregado suprime informações temporais da rede e com a agregação do grafo ele gera muitas arestas “falsas”. Dessa forma, podemos concluir que o grau do vértice não captura as informações de temporalidade da rede e pode não ser uma boa métrica para a escolha de zonas de ancoragem, nesse cenário. O comportamento para a base T-drive¹ foi similar para as métricas avaliadas. Nesse caso, as regiões escolhidas baseadas no grau temporal tiveram um número de veículos menor que o modelo agregado.

Em relação ao tempo médio de permanência dos veículos nas zonas escolhidas, Figura 3(b), temos um resultado parecido. A intermediação teve um melhor desempenho

¹O gráfico para a base T-Drive foi suprimido por questões de espaço

do que o grau em todos intervalos de tempo. Em relação ao grau, podemos observar no intervalo entre 10h e 12h o grau temporal apresentou melhores resultados que o grau agregado, isso pode ter ocorrido devido a maior conectividade da rede no modelo temporal.

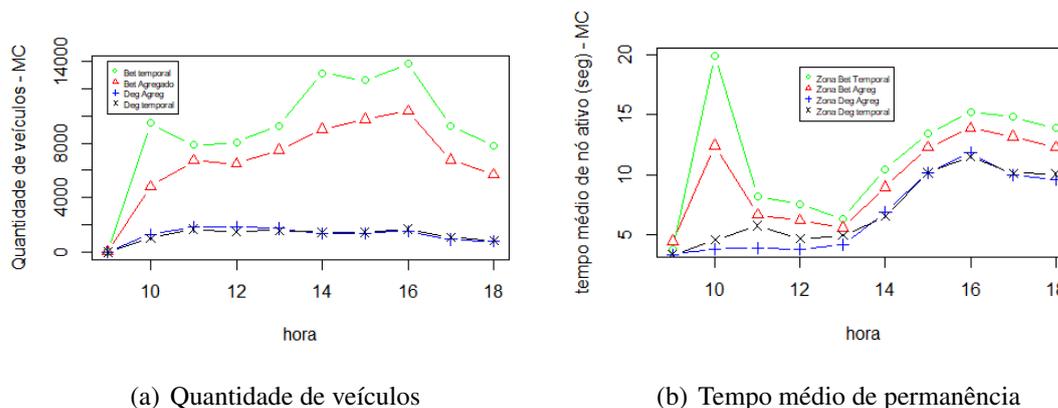


Figura 3. Quantidade de veículos e tempo médio de permanência dos veículos nas zonas escolhidas para a base MC.

É possível que a mesma zona seja identificada, tanto com a utilização da métrica agregada como também com a métrica temporal. Na base MC, houve a repetição de apenas duas zonas para a intermediação e três zonas para o grau do vértice. Isto, possivelmente, deve-se ao fato da rede apresentar uma densidade pequena e veículos trafegando em velocidade alta, já que se trata de uma auto-estrada. Como consequência está rede pode apresentar uma maior dinamicidade topológica, pois o nó tende a permanecer ativo por um tempo pequeno na zona, formando arestas com tempos de duração mais curtos. Já na base TD, tivemos seis zonas comuns aos dois modelos para a intermediação, indicando que essa métrica teve um comportamento similar ao modelo agregado. Essa rede apresenta densidade alta e os veículos trafegam em uma velocidade baixa, assim as mudanças topológicas ocorrem de forma mais lenta propiciando a formação de *clusters* em pontos mais específicos por tempos maiores. A Figura 4 ilustra as diferenças de valores para a métrica intermediação para a base TD. Observamos que mesmo escolhendo as mesmas zonas de ancoragem temos valores subestimados para a intermediação.

Adicionalmente, baseada na análise feita nesse trabalho, podemos definir o melhor momento para disseminação do conteúdo flutuante. Quando o valor da métrica considerada tem valor maior escolhemos aquela zona para disseminação dos dados. Nesse momento a rede possui um número maior de veículos influenciadores, ou nós centrais.

A Tabela 4 apresenta os maiores valores obtidos para as métricas avaliadas e sua respectiva zona. De acordo com os dados apresentados e as análises feitas anteriormente, o melhor momento para disseminação dos dados, baseado na métrica intermediação temporal, seria a 1h da tarde, na zona 2128 para a base MC; e para a base TD, seria as 6hs da tarde no dia 3, na zona 4290670, nesse caso as zonas escolhidas com os dois modelos foi a mesma, no entanto com horários diferentes.

As avaliações feitas até o momento indicam que a métrica intermediação conseguiu capturar a dinamicidade da rede. Dessa forma, pode ser uma boa métrica para

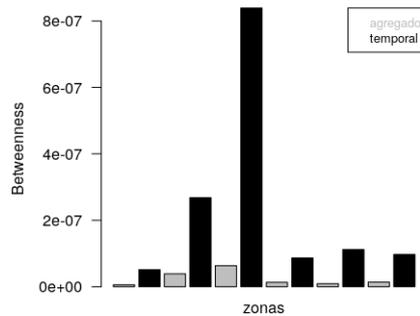


Figura 4. Comparação dos valores de *Betweenness* agregado e temporal para as zonas em comum para a base TD.

Tabela 1. Maiores valores das métricas e zonas para os modelos agregado e temporal

Zona Âncora	Intermediação	Grau	Dia	Modelo	Dataset
4290670	4.9451×10^{-6} (2pm)	3.6345×10^{-4} (8pm)	4	agregado	T-Drive
4290670	2.3621×10^{-4} (6pm)	2.0595×10^{-4} (6pm)	3	temporal	T-Drive
6107	2.8659×10^{-7} (11am)	4.7023×10^{-4}	-	agregado	Mobile Century
2128	3.5008×10^{-7} (1pm)	4.8500×10^{-5} (4pm)	-	temporal	Mobile Century

definição de zonas de ancoragem.

5. Conclusões e trabalhos futuros

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de métricas de centralidade temporais como estratégia para identificar as Zonas de Âncora mais viáveis para a disseminação de Conteúdo Flutuante. Em comparação com a abordagem agregada, o uso da métrica intermediação temporal mostrou-se mais promissor que o grau temporal. Devemos observar também as características particulares de cada conjunto de dados para definir a métrica adequada. A utilização do Conteúdo Flutuante permite que a informação seja disseminada de forma mais abrangente entre os veículos. Cidades que possuem mecanismos para verificar o fluxo de veículos nas ruas podem utilizar essa estratégia para escolher o melhor momento e a melhor região para disseminar a informação, alcançando assim um maior número de pessoas. Embora o estudo tenha sido muito promissor, é necessário avançar para encontrar estratégias que apresentem resultados em tempo real. Assim, como trabalhos futuros pretendemos avaliar o impacto do uso de métricas na escolha de zonas âncoras em tempo real, em que podemos fazer a predição baseada em dados anteriores e com isso para identificar as zonas âncoras em tempo real. Além disso, pretende-se avaliar o uso de outras métricas temporais, como o coeficiente de agrupamento, centralidade de proximidade (closeness centrality).

Referências

Amin, S., Andrews, S., Apte, S., Arnold, J., Ban, J., Benko, M., Bayen, R. M., Chiou, B., Claudel, C., Claudel, C., et al. (2008). Mobile century using gps mobile phones as

- traffic sensors: A field experiment. In *15th World Congress on Intelligent Transport Systems*, page 4. Citeseer.
- Bujari, A. and Palazzi, C. E. (2016). Aircache: A crowd-based solution for geoanchored floating data. *Mobile Information Systems*, 16:12.
- de Souza, A. M., Maia, G., Braun, T., and Villas, L. A. (2019). An interest-based approach for reducing network contentions in vehicular transportation systems. *Sensors*, 19(10).
- Hagihara, R., Yamasaki, Y., and Ohsaki, H. (2017). On delivery control for floating contents sharing with epidemic broadcasting. In *14th IEEE Annual Consumer Communications Networking Conference*, pages 353–356.
- Kim, H. and Anderson, R. (2012). Temporal node centrality in complex networks. *Physical Review E*, 85(2):026107.
- Lee, U. and Gerla, M. (2010). A survey of urban vehicular sensing platforms. *Computer Networks*, 54(4):527–544.
- Manzo, G., Montenegro, J. S. O., and Rizzo, G. (2018). A deep learning mechanism for efficient information dissemination in vehicular floating content. *Computing Research Repository*, abs/1810.10425.
- Massalino, F. and Aquino, A. L. (2018). Identification of anchor zones for floating content in vanets based on centrality measures. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pages 2117–2124.
- Ott, J., Hyytiä, E., Lassila, P., Vaegs, T., and Kangasharju, J. (2011). Floating content: Information sharing in urban areas. In *2011 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)*, pages 136–146.
- R Core Team (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Silva, F. S., Moura, D., and Cabral, R. S. (2017). Modelagem e caracterização de redes veiculares utilizando-se grafos temporais e métricas de redes complexas. *XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*.
- Tang, J., Musolesi, M., Mascolo, C., Latora, V., and Nicosia, V. (2010). Analysing information flows and key mediators through temporal centrality metrics. In *Proceedings of the 3rd Workshop on Social Network Systems*, pages 1–6.
- Yuan, J., Zheng, Y., Zhang, C., Xie, W., Xie, X., Sun, G., and Huang, Y. (2010). T-drive: driving directions based on taxi trajectories. In *Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International conference on advances in geographic information systems*, pages 99–108.