

# PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE TEORIA DAS FILAS NA LINHA DE TRANSPORTE COLETIVO DE MACAPÁ/SANTANA-AP SIMULADO NO SOFTWARE ARENA

**Manuela Barbosa Pereira (UEAP)**

manuelap\_barbosa@hotmail.com

**Vitor Hugo Raiol da Silva (UEAP)**

vitor\_raiol@hotmail.com

**Diego Armando Silva da Silva (UEAP)**

d-armando-silva@hotmail.com

**Lenize Rodrigues Carneiro (UEAP)**

lenizecarneiro@gmail.com



*O presente artigo aborda o transporte público coletivo entre as cidades de Macapá e Santana do Estado do Amapá. Os municípios articulam-se entre si por vias rodoviárias e há um grande deslocamento de pessoas que utilizam deste tipo de transporte, havendo assim uma grande procura diária pelo serviço. O conhecimento das características do sistema de transporte urbano entre Macapá e Santana caracteriza-se de fundamental importância, com o intuito de diagnosticar as suas necessidades, propondo medidas através da utilização de teorias das filas aplicada e simulada ao software ARENA para melhoria da qualidade de vida dos cidadãos dos municípios que são objeto de estudo desse trabalho.*

*Palavras-chave: Transporte público, fluxo, teoria das filas*

## 1. Introdução

Atualmente a qualidade do serviço prestado no transporte público por ônibus tem sido um importante fator de debates, principalmente pela importância diante da sociedade, tanto no lado econômico, quanto a melhoria da qualidade de vida da população. Em uma visão geral, temos diversos modelos, métodos e instrumentos de avaliação. Essas avaliações, em tese, estão diretamente ligadas a três agentes principais: o usuário, as empresas operadoras e ao órgão gestor (GOULART, 2008).

De acordo com Reck (2011), existe a necessidade de um planejamento operacional para o transporte público devendo-se adequar às características de cada região, sendo possível fazer adaptações constantes à própria dinâmica urbana, tanto em termos quantitativos como quanto à implantação de novas tecnologias nos veículos.

Dessa forma, para que seja possível um bom funcionamento do Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP), levando em consideração os diferentes tipos de transportes, é necessário considerar as diversas funções específicas, visando a busca constante do melhoramento operacional e redução dos custos no processo.

Nas ciências sociais, a simulação tem por objetivo prever e ajudar os executivos na tomada de decisão, cuja solução analítica se mostra inviável, com o auxílio de ferramentas computacionais.

A simulação é uma ferramenta de análise que pretende determinar o melhor sistema para ser implementado ou melhorado, permitindo quantificar os efeitos de várias mudanças no mesmo, simulando o sistema real.

No transporte público pode-se utilizar a teoria das filas para analisar as características do sistema, identificando os gargalos, a demora quanto o tráfego, e assim por diante. A simulação por sua vez simula o sistema real para se possa ter certeza que o sistema é adequado para a melhoria

Neste contexto o objetivo deste artigo é analisar características de atendimento aos passageiros que utilizam o serviço de transporte coletivo entre duas cidades Macapá-Santana, por meio da teoria de fila e da simulação, no intuito de propor melhoria e alternativas nos serviços prestados, visando torná-lo mais eficaz.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Teoria das Filas

Com o crescimento de operações de serviços nos últimos anos, pode-se observar um grande aumento no número de filas de clientes, Alves et al (2013) dizem que é comum encontrar filas em diversos lugares no nosso cotidiano, causando stress e mau humor nas pessoas pelo fato de ter que esperar. A causa da formação das filas é porque a procura por determinado serviço é maior que a capacidade oferecida pelo sistema.

De acordo com Arenales et al. (2007), a teoria das filas aborda basicamente a relação das demandas de um sistema e o tempo de espera (atrasos) sofridos pelos usuários deste sistema. As filas aparecem frequentemente em sistemas de atendimento ao cliente (serviço), como por exemplo em: bancos, supermercados, correios, etc. Em geral, os clientes se deslocam em direção ao atendimento para conseguir um determinado tipo de serviço.

Segundo Andrade (2009) existe diversas características que condicionam a operação de um sistema, ou seja, podem interferir tanto que o desempenho do sistema passa a ser função deles, essas características podem ser classificadas em: forma dos atendimentos, forma das chegadas, disciplina da fila e estrutura do sistema.

As filas são caracterizadas por um processo de chegada (pessoas, veículos, trens e etc.) a um sistema formado por uma ou mais unidades de atendimento de serviço. Essas unidades podem ser atendidas de forma individuais (pedágio, portos, etc.), ou em grupos (pessoas em um elevador, veículos em um semáforo) (BRUNS; SONCIM; SINAY, 2001).

Ackoff e Sasieni (1979) citado por Alves (2013) mencionam que o problema de fila consiste na programação das chegadas ou no fornecimento das instalações, ou ambos, de modo a minimizar a soma dos custos dos clientes em espera e das instalações. Pode-se

encontrar filas em gargalos que interrompem e atrasam o processo produtivo, onde tais gargalos funcionam como restrições ao sistema.

A teoria das filas avalia as medidas de desempenho, e de acordo com estimativas dessas medidas é possível a análise de modelos de decisão em sistemas de filas. É vista como um conjunto de conhecimentos matemáticos aplicado aos fenômenos de filas que tem por objetivo, encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente, que seja economicamente viável para o servidor e que seja possível prever seus possíveis acontecimentos, tais como, dimensionamento, infraestrutura e quantidade suficiente de equipamentos para satisfazer os clientes (COSTA, 2006).

Toda fila possui uma disciplina, que se caracteriza como um conjunto de regras que determinam a ordem em que os clientes serão atendidos, esse atendimento pode ser feito pela ordem de chegada, primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido (FIFO - *First In First Out*), ou último a chegar é o primeiro a ser atendido (LIFO - *Last In First Out*), e aleatório, isto é, os atendimentos são feitos sem qualquer preocupação com a ordem de chegada e, com prioridade, os atendimentos são feitos de acordo com prioridades estabelecidas (TAHA, 2008).

De acordo com Chase, Jacobs e Aquilano (2004), as filas podem estar dispostas em diversos canais, são eles:

- a) **Canal único, fase única:** Consiste em um único atendente e uma única fila, sendo o tipo mais simples de estrutura da fila de espera;
- b) **Canal único, fases múltiplas:** Consiste em um atendente e várias filas, apresentando um fator crítico quanto a quantidade de itens permitidos à frente de cada serviço, constituindo filas de espera separadas;
- c) **Canais múltiplos, fase única:** Consiste em vários atendentes e uma única fila, possuindo dificuldade nos diferentes tempos de serviço dedicados a cada cliente que resultam em velocidade e fluxo desigual entre as filas, além de alguns clientes serem atendidos antes de outros que chegaram mais cedo;

**d) Canais múltiplos, fases múltiplas:** Consiste em vários canais e várias filas, sendo este caso similar ao anterior, exceto que dois ou mais serviços são realizados em sequência;

**e) Misto:** Consiste em duas subcategorias, a estruturas múltiplas para canais únicos, que se encontram tanto as filas que se unem em uma única fila para o serviço de fase única; e a estruturas de caminhos alternativos, que se encontram duas estruturas que diferem nas exigências de fluxo direcional.

A partir das disposições das filas, originaram-se três modelos diferentes de sistemas, são eles: sistema de um canal e uma fila com população infinita, sistema de um fila e diversos canais e sistema de um canal com população finita.

### 2.3 Modelagem e simulação

Segundo Banks (1998) citado por Fernandes (2012) a simulação resulta da imitação de um processo que se encontra no mundo real, ao longo do tempo. Esta envolve a criação de uma história fictícia do mundo real e da observação da mesma, de modo a obter conclusões sobre as características do funcionamento do mundo real que se encontra representado, ou seja, é utilizada para descrever e analisar o comportamento de um sistema (mundo real).

A simulação é uma técnica de estudo que vem sendo amplamente utilizada nas mais diversas áreas de estudo das Engenharias, devido ao desenvolvimento dos recursos computacionais, que estão cada vez mais capazes de avaliar cenários de crescentes complexidades sem dificultar o seu manuseio (PRADO, 2008; CWHIF E MEDINA, 2010).

Segundo Law (2007), algumas vantagens apresentadas pela simulação são responsáveis pela sua propagação como a possibilidade de descrever com maior precisão um sistema complexo real; estimar o desempenho de um sistema; realizar experimentos, avaliar novas propostas, entre outras.

Muitos softwares de simulação podem ser utilizados, por exemplo, ARENA, PROMODEL, FLEXSIM, entre outros. A simulação computacional fornece à administração/gestão de serviços, segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2010), um

laboratório experimental, que possibilita o estudo do modelo de um sistema real, determinando como esse sistema pode reagir às mudanças políticas, de níveis de recursos ou às variações na demanda de clientes.

### 2.3.1 Arena

O software de simulação ARENA® surge da fusão do pacote CINEMA com a linguagem SIMAN, em 1993. A linguagem SIMAN, inspirada na GPSS, passa a ser representada de forma gráfica no ARENA, o que proporcionou que se torna-se muito intuitiva. O ARENA foi projetado para simular sistemas conduzidos por eventos e em particular para analisar os impactos da introdução de alterações ao sistema real (FERNANDES, 2012).

A grande vantagem do software ARENA® reside no fato de possuir a facilidade de utilização em simuladores de alto nível, com a flexibilidade das linguagens de simulação, tudo isto na mesma interface gráfica. Isto se deve ao fato de a modelação ser hierárquica, permitindo a qualquer instante, utilizar a linguagem SIMAN em conjunto com os módulos de nível mais alto de outro modelo. Se existir necessidade, como em algoritmos de decisão complexos ou na recolha de dados de uma aplicação externa, podem-se inserir no modelo pedaços de código em linguagens de programação de alto nível, como Visual Basic, C/C++ ou Java. O Arena possui integração com o Microsoft Office, ou seja, permite a leitura e escrita de dados do Microsoft Office Excel e Microsoft Office Access. Possui uma ferramenta adicional o Input Analyser extremamente rica para estudos de pós-otimização (FERNANDES, 2012).

## 2.4 Transporte coletivo

Conforme Gouveia (2010) o transporte público de forma geral é um dos elementos fundamentais para o desenvolvimento de uma sociedade. Seu desenvolvimento em anos recentes, e as perspectivas abertas ao desenvolvimento tecnológico neste setor, fazem do transporte um elemento ativo e progressista, com aperfeiçoamento sistemático.

O sistema de transporte nas áreas urbanas constitui-se tanto como consequência da expansão das áreas habitacionais, como determinante da configuração delas. As cidades têm

seu crescimento condicionado pela disponibilidade do transporte. A função básica do transporte é integrar as áreas urbanas dos pontos de vista espacial, econômico, social e recreativo, esses serviços medeiam as relações entre o local de trabalho e o de moradia, permitindo maior fluidez às pessoas (BARAT; BATISTA, 1973). Dentre as funções públicas de interesse comum, a de transporte é vital para a melhoria da mobilidade e acessibilidade dos cidadãos, assim como para o bom funcionamento do setor privado produtivo e das demais funções públicas (NETO, 2004).

Segundo Cardoso (2008) um sistema de transporte coletivo planejado aperfeiçoa o uso dos recursos públicos, possibilitando investimentos em setores de maior relevância social e uma ocupação mais racional e humana do solo urbano, pois exerce papel de fixador do homem no espaço urbano, podendo influenciar na localização das pessoas, serviços, edificações, rede de infraestruturas e atividades urbanas.

De acordo com Vasconcellos (2006) o transporte é uma atividade necessária à sociedade e produz uma grande variedade de benefícios, possibilitando a circulação das pessoas e das mercadorias utilizadas por elas e, por consequência, a realização das atividades sociais e econômicas desejadas. No entanto, este transporte implica em alguns efeitos, aos quais chama-se de impactos.

#### **2.4.1 Tipos de transportes**

Conforme dados da Associação Nacional das empresas de transporte urbano – NTU (2016), 34,4 milhões de passageiros utilizam o serviço do público urbano por dia no Brasil, com uma frota de ônibus de 107.000. Com intuito de dar prioridade ao uso do transporte público coletivo sobre o individual motorizado foi aprovada a nova Lei da Mobilidade Urbana, a Lei Federal 12.587/2012, traz instrumentos fundamentais para garantir sustentabilidade e eficiência nos deslocamentos nas cidades.

Para Reck (2011) estas obrigações legais ou regulamentares impostas pelo Poder Público definem e caracterizam os serviços públicos de transporte de passageiros que são representados:

- Transporte de massa (metrô, trem de subúrbio, bonde ou pré-metrô);

- Transporte coletivo (tróibus, ônibus, micro-ônibus/lotação);
- Transporte individual (táxi).

Denomina-se transporte convencional a linha que executa ambas as funções (captação, distribuição e transporte), conduzindo o usuário sem necessidade de integração operacional (transferência compulsória). Caso haja a necessidade podem ser propostos os serviços complementares, que são aqueles que, uma vez atendidas às necessidades básicas de transporte da população por meio dos serviços regulares, objetivam oferecer aos usuários um (RECK, 2011):

- Transporte opcional envolvendo condições operacionais, tarifas e veículos com características especiais (linhas seletivas ou executivas, por exemplo);
- Transporte específico envolvendo atendimento a grandes pólos geradores de tráfego em dias, horários e itinerários próprios (centrais de abastecimento, centros de compra, integração com estacionamentos periféricos etc.).

A linha seletiva é a linha que presta um serviço complementar ao transporte básico da população, cuja função é atuar como indutora na mudança de hábitos da população, estimulando um maior uso do transporte público; para tanto, tem veículos dotados de equipamentos especiais, apresenta capacidade limitada ao número de passageiros sentados e em geral tem tarifas mais elevadas que as demais (RECK, 2011).

Para o NTU ao priorizar a circulação do ônibus na via urbana significa viagens mais rápidas, confortáveis e seguras, estimula o proprietário do automóvel a migrar para o transporte público e reduz custos ambientais, sociais e econômicos.

Entretanto, de acordo com Gouveia e Ferreira (2010) apud a Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP (2002), para obter êxito no trânsito e transporte, a administração municipal deve entre outros, definir uma política integrada de desenvolvimento urbano e de trânsito e transportes, criar mecanismos que possam garantir a implantação dos projetos que concretizarão essa política e trabalhar com a opinião da comunidade envolvida que, em suma, é a que mais necessita e entende os problemas da cidade.

### 3. Metodologia

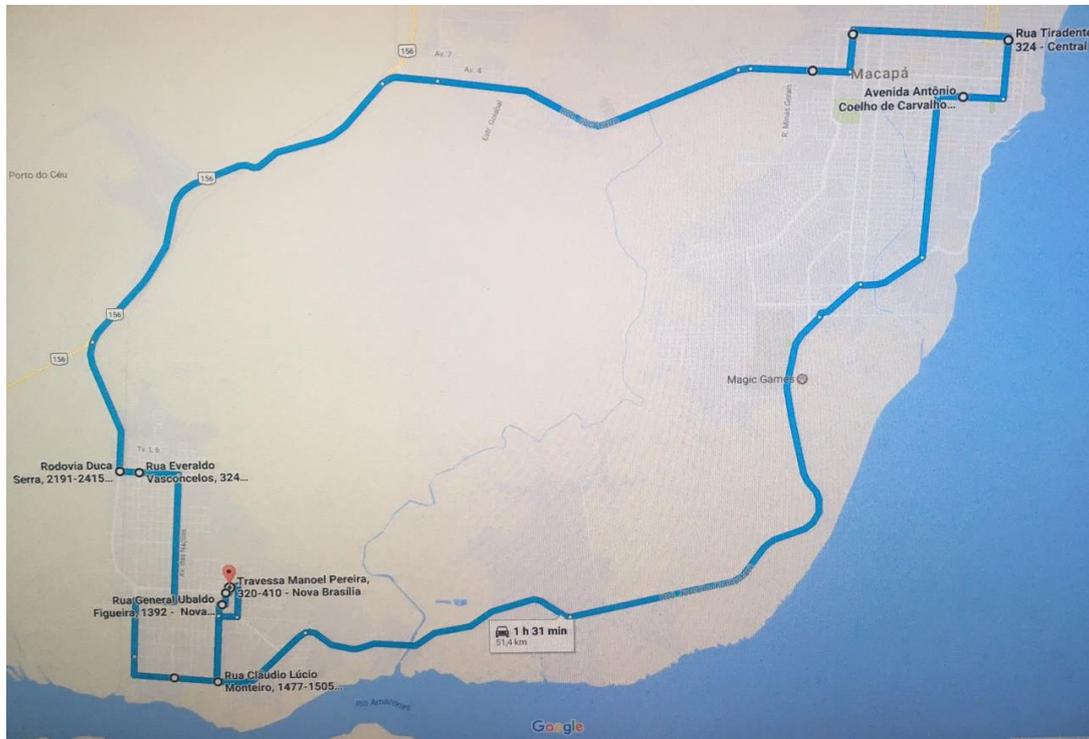
#### 3.1- Caracterização do transporte público entre as cidades

A cidade de Macapá no Estado do Amapá tem uma população de aproximadamente 465.495 e tem como vizinho o município de Santana com uma população de aproximadamente 101.262. As cidades de Macapá e Santana, área de estudo da pesquisa, ocupam espaços contínuos e são, respectivamente, a Capital e a 2ª maior cidade do Amapá, juntas atuam como região indutora do desenvolvimento do Estado e influenciam as dinâmicas econômicas do Amapá, ambas também obter as duas principais entradas das atividades econômicas do Estado, o Aeroporto, localizado em Macapá, e o Porto, localizado em Santana (TOSTES, 2015).

As vias de transporte entre uma cidade e outra são oferecidas em 3 rotas diferentes, todas partindo de Santana e podendo ir via Coração (Rodovia Duca Serra), Fazendinha (Rodovia Juscelino Kubitschek) e KM 9 (Rodovia AP 210). A frota de ônibus que faz rota Santana/Macapá contém 60 ônibus no total. Entretanto o maior fluxo é a rota Santana-Macapá-Santana, via Coração e tendo seu retorno por fazendinha (figura 1), na qual será objeto deste estudo.

Todos os dias a circulação entre as cidades é intensa. Quando o assunto é o transporte público coletivo, muitas problemáticas são percebidas com a demora na espera nas paradas e tempo de deslocamento principalmente em horário de pico.

Figura 1 – Rota Santana-Macapá-Santana, via Coração com retorno via Fazendinha



Fonte: Google Maps

### 3.2 Coleta de dados

Os dados referentes às rotas diárias do transporte público entre as cidades de Macapá-Santana foram cedidos por uma empresa de transporte público que faz a rota entre os municípios, além de coletados por meio de questionários semiestruturados com funcionários da empresa.

### 3.3 Análise de dados

Para a modelagem do sistema de tráfego e análise dos resultados foi necessário a utilização do software ARENA.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Caracterização do transporte público via coração

A rota via Coração dispõe de 110 paradas distribuídas no percurso total de 48,9 km em um período de 2 horas, tendo como tempo em média em cada parada de 1 minuto e 30 segundos, e muitas paradas mesmo em horários de picos ficam ociosas. Levando em consideração que os períodos de maior fluxo que são descritos a seguir: Pico Manhã (PM) entre 06h30m e 08h; Pico Almoço (PA) entre 11h30m e 13h; PT – Pico Tarde entre 17h e 19h.

Ao se analisar o processo por meio da teoria das filas, é percebido as seguintes características: a entrada no sistema ocorre em lote, por meio de um único canal de atendimento e o ordenamento da fila é FIFO. Desta forma, o canal de atendimento as vias, o cliente os ônibus e as paradas são atendentes, ordenados através de que o primeiro ponto da rota será o primeiro a ser atendido. Com a finalidade de propor uma alternativa para essas problemáticas de espera de passageiros em pontos de parada, foi apresentada uma nova linha de transporte.

## 4.2 Proposta de melhorias

Com base nos dados analisados no tópico, pode-se observar que há um grande número de paradas e muitas acabam por tornarem-se desnecessárias ou até mesmo ociosas fazendo com que o processo seja mais longo, além de gerar um tempo de espera maior em determinados momentos por conta do tempo total da rota. Como tentativa de solucionar o problema, a empresa poderia dedicar alguns ônibus de sua frota nos horários de maior demanda, que executassem a rota Santana-Macapá-Santana por meio de uma linha complementar via Coração e retorno pela Fazendinha apenas com 8 paradas estratégica com maior fluxo de passageiros, como pode ser visto na figura 1.

A escolha das paradas se dá pela quantidade de passageiros que embarcam e desembarcam nestes pontos nos horários de pico, além ser de fácil acesso para as áreas comerciais, instituições de ensino e distritos.

Pode ser observado que a rota apresentada tem a finalidade tornar o percurso mais rápido, por isso algumas vias não são as mesmas que normalmente são usadas pelo ônibus convencionais com o intuito de evitar congestionamento. Desta forma além de reduzido a possibilidade de engarrafamento nas vias, há também diminuição automaticamente do tempo da rota total existente.

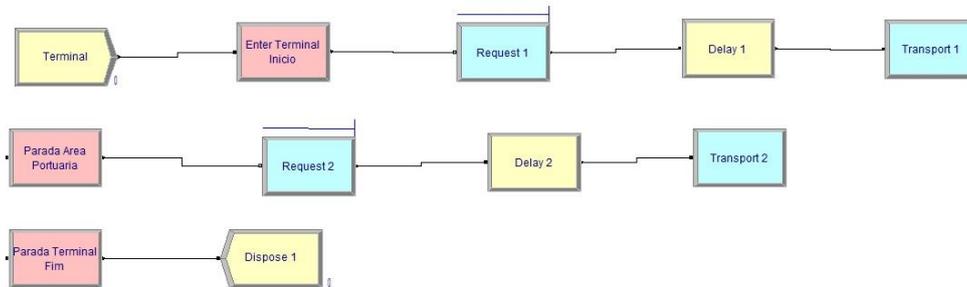
Figura 2: Paradas propostas para o transporte público entre as cidades.

ORDEM	PARADAS	CIDADE
1	Terminal Rodoviário	Santana
2	Área Portuária	Santana
3	Fonte Nova	Santana
4	Coração	Macapá
5	Fama	Macapá
6	Praça Veiga Cabral	Macapá
7	Unifap	Macapá
8	Parque de exposição da Fazendinha	Macapá

Fonte: Elaboração própria

Para que possa ser vista de forma mais clara o processo como todo, foi simulado a proposta no software Arena, como pode ser observado no modelo a seguir:

Imagem 3: Proposta de simulação



Fonte: Modelo construído no Arena

O modelo iniciou-se com o processo de Create onde será definido a quantidade de entidades 1 (ônibus) por vez e com a frequência de 30 minutos de uma para outra nos horários de picos que serão lançados no sistema. Em seguida, foi adicionado um Station que será o ponto de partida do sistema e as demais paradas agregando valores de espera para atendimento. Sendo adicionado o Request que é a requisição do transporte, ou seja, de um ponto a outro do sistema. Um Delay que corresponde ao tempo de embarque e desembarque de passageiros em determinada estação e o Transport que executa o trabalho de transferência de um local para a estação seguinte. E assim, repetindo-se até a última estação de atendimento, onde será incluído um Dispose finalizando o sistema simulado.

Com base nos fatores de tempo previsto em trânsito, conforme a simulação no ARENA o tempo de atendimento proposto de cada entidade (ônibus) será de aproximadamente 30 segundos no mínimo e no máximo de 1,5 minuto de entrada e saída de passageiros nos coletivos e o tempo em trânsito de acordo com a simulação e respeitando os limites de velocidade, foi previsto de 1 hora, em média, nos horários de pico e o tempo total da viagem foi de no mínimo 1 hora e 4 minutos e no máximo 1 hora e 12 minutos.

## 5. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, a simulação computacional é uma ferramenta de grande importância para tomada de decisão além de possibilitar a visualização do sistema real sendo base para propostas de aperfeiçoamento e melhoria do serviço.

O modelo de rota proposto e simulado reduziu o tempo de percurso e espera nas paradas, propondo alternativas otimizadas para a problemática do transporte coletivo entre as cidades de Macapá-Santana em horários de maior fluxo, atendendo os pressupostos da modelagem e simulação de encontrar problemas reais, analisar e simular computacionalmente com o objetivo de encontrar soluções viáveis antes da implantação e sem a necessidade de alterar precocemente o processo.

Desta forma, a alternativa aqui proposta se torna cabível e aplicável para utilização da empresa responsável pelas rotas.

## 6. Referências

ALVES, Leticia Fernanda Pires et al. **Teoria das Filas: Conceitos e Aplicações**. Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2013. Disponível em: <  
[http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/producao/po\\_2/literatura/filas/artigos/3-03.pdf](http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/producao/po_2/literatura/filas/artigos/3-03.pdf)>. Acesso em: 01/01/17

**ANÁLISE DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO EM PEQUENAS CIDADES – TUPACIGUARA E SACRAMENTO/MG**, disponível em:  
<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/viewFile/4458/7798> >. Acesso em: 01/01/17

ANDRADE, E. L. **Problemas de Congestionamento das Filas**. In: ANDRADE, E. L. Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para análise de decisões. Ed. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Cap. 6, p. 104- 120.

ARENALES, Marcos et al. **Pesquisa Operacional**. 8°. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

**Associação Nacional das empresas de transporte urbano-NTU** (2016). Acesso em: 25 de janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7>

BARAT, J. & Batista, M. S. N. (1973). **Transporte público e programas habitacionais**. Pesquisa e Planejamento Econômico, 3, 375-388.

BRUNS, Rafael; SONCIM, Sérgio Pacífico; SINAY, Maria Cristina Fogliatti. **Pesquisa Operacional: Uma aplicação na teoria das filas a um sistema de atendimento**. Rio de Janeiro. Instituto Militar de Engenharia, 2001.

CARDOSO, C. E. P. (2008). **Análise do transporte coletivo urbano sob a ótica dos riscos e carências sociais**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Serviço Social, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP.

CHASE, R.B.; JACOBS, F.R.; AQUILANO, N.J. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva**. 10. Ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2004

CHWIF, Leonardo & MEDINA, Afonso C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. 3. Ed. rev. São Paulo: Ed. do Autor, 2010.

COSTA, Luciano Cajado. **Teoria das Filas**. Centro Tecnológico/UFMA, 2006. Disponível em: [http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas\\_Cajado.pdf](http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas_Cajado.pdf). Acesso em: 21/02/2017

FERNANDES, Alexandra Cristina Moreira. **Simulação de linha de produção usando a Plataforma ARENA**. Bragança – 2012.

FITZSIMMONS, James A. & FITZSIMMONS, Mona J. **Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 6. Ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2010.

**Instituto brasileiro de geografia e estatística-IBGE**. Acesso em: 15 de janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=160060>

GOUVEIA, Camilla Ferreira; FERREIRA, William Rodrigues. **Mobilidade Urbana em Pequenas Cidades – A Experiência de Sacramento/MG**. Revista Eletrônica de Geografia, v.2, n.4, p.34-55, jul. 2010.

GOULART, Gleisson Luiz. **Avaliação Contínua do Sistema de Transporte Coletivo e suas Empresas Operadoras**. CEFET/Belo Horizonte – MG, 2008.

LAW, Averill M. **Simulation Modeling & Analysis**. 4. ed. Boston: Ed. McGraw-Hill, 2007.

NETO, O. L. (2004). **Um novo quadro institucional para os transportes públicos: condição sine qua non para a melhoria da mobilidade e acessibilidade metropolitana**. In E. Santos & J. Aragão (Orgs.), Transporte em tempos de reforma: estudos sobre o transporte urbano (pp. 193-216). Natal: EDUFRN.

PRADO, Darci S. **Usando o ARENA em Simulação**. 3. ed. Belo Horizonte: Ed. INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2008.

RECK, Garrone. **Apostila Transporte Público**. Universidade Federal do Paraná – PR. 2011. Disponível em: [www.dtt.ufpr.br/TransportePublicoArquivos/TT057\\_Apostila.pdf](http://www.dtt.ufpr.br/TransportePublicoArquivos/TT057_Apostila.pdf) Disponível

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos**. São Paulo: Edição do Autor, 2006.

TARA, H.A. **Sistemas de Filas**. In: TAHA, H.A. Pesquisa Operacional. Ed. 8. São Paulo: Person Prentice Hall, 2008. Cap. 15, p. 247-270.

TOSTES, J. A. **Arquitetura do Oprimido Parte 14: o custo da segregação espacial urbana na cidade de Macapá**. Disponível em <http://josealbertostes.blogspot.com.br/2012/07/arquitetura-do-oprimido-parte-14-o.html>. Acessado em 24/01/2017.

TOSTES, José Alberto, Souza, Ana Cláudia Machado e Ferreira, José Francisco Carvalho. PRACS: **Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**  
<https://periodicos.unifap.br/index.php/pracs> ISSN 1984-4352 Macapá, v. 8, n. 2, p. 149-167, jul./dez. 2015.