



ANAIS

**A APLICABILIDADE DA TEORIA DAS FILAS COMO FERRAMENTA NA
GESTÃO DE ESTOQUES DE REBITES DE UMA EMPRESA DO INTERIOR DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

Leonardo Augusto Bello Dias; leonardo.dias5@fatec.sp.gov.br; FATEC Sorocaba
João Carlos Teixeira dos Santos; joaocarlos@fatecsorocaba.edu.br; FATEC Sorocaba

RESUMO

O presente artigo tem como enfoque apresentar a aplicabilidade da Teoria das Filas como ferramenta na gestão de estoques. O artigo é composto por um estudo de caso realizado em uma empresa distribuidora de rebites do interior do Estado de São Paulo. Para atingir o objetivo proposto nesse trabalho, primeiramente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica dos principais conceitos do assunto, com base em livros e artigos científicos nacionais e internacionais. Por meio da aplicação dos dados coletados sobre o fluxo de entrada e saída do estoque em fórmulas matemáticas e mediante realização de simulações dessas fórmulas em planilhas do Microsoft Excel, foi possível verificar a possibilidade da aplicação da Teoria das Filas no segmento de gestão de estoques de modo a mensurar quantitativamente o desempenho do sistema estudado e de encontrar um “break even point” para minimizar os efeitos das filas (tempo de espera).

Palavras-Chave: Teoria das Filas; Gestão de Estoques; Desempenho; Tempo de Espera.

ABSTRACT

This present article is focused on present the applicability of Queuing Theory as a tool for inventory management. The article consists of a case study conducted in a distributor of rivets in the state of São Paulo. To achieve the proposed in this work, firstly, a literature search was conducted of the main concepts of the subject, based on national and international books and scientific articles. Through the application of data collected on the input stream and stock output in mathematical formulas and through simulations of these formulas in Microsoft Excel spreadsheets, it was possible to verify the possibility of applying the Queuing Theory in inventory management segment to quantitatively measure the performance of the studied system and to find a "break even point" to minimize the effects of the queues (waiting time).

Keywords: Queuing Theory; Inventory Management; Performance; Waiting Time.



ANAIS

1. INTRODUÇÃO

Nos bancos, nos supermercados, em hospitais, em lojas, em pedágios, em diversas outras ocasiões, as filas estão presentes na vida de todas as pessoas. Isto ocorre sempre que existe um incremento na procura pelos produtos ou serviços da empresa acima da capacidade dela para atender tal procura e, assim, compelindo a seus potenciais consumidores (clientes) a esperarem até o momento que efetivamente sejam atendidos.

Disciplinas da Pesquisa Operacional, como a Teoria das Filas, vêm cada vez mais sendo utilizadas em diversos setores, principalmente nas indústrias. Uma das principais razões da crescente utilização dessas técnicas é a possibilidade em realizar a previsão de cenários através de simulações utilizando-se aplicativos e programas de computadores. Segundo Freitas Filho (2008), esse fato deve-se à possibilidade de responder a questões ou estudar melhorias para um projeto sem que os sistemas sob investigação sofram qualquer alteração, devido às simulações serem executadas em *softwares* de computadores. Em outras palavras, obtêm-se dados e informações quantitativas sem realizar efetivamente alguma modificação, economizando tempo, recursos materiais, mão-de-obra e recursos financeiros.

A Teoria das Filas, por meio de análises e estudos matemáticos, imita o comportamento de uma fila de entidades dentro de um determinado sistema e evidencia onde há a presença de gargalos no processo e bem com a forma que os mesmos podem ser aperfeiçoados e, conseqüentemente, elimina a ociosidade ou a sobrecarga do sistema estudado. A Teoria das Filas, utilizada como ferramenta tática nas empresas, visa à redução de tempo e ao descongestionamento do processo e, conseqüentemente, eliminar parte dos custos operacionais.

Devido a essas características, a Teoria das Filas mostra-se uma ferramenta útil para a Gestão de Estoques, uma vez que as empresas procuram meios e técnicas que diminuam ao máximo o tempo de permanência de um produto ou matéria-prima em estoque, para que haja redução nos gastos relacionados à armazenagem e manutenção de estoque.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar uma análise quantitativa para avaliar o desempenho do sistema de filas no estoque em uma empresa de rebites, localizada no interior do Estado de São Paulo, para definir um lote ótimo de compra utilizando os principais conceitos de Teoria das Filas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Teoria das Filas

O estudo do comportamento das filas foi iniciado no começo do Século XX (1909) na Dinamarca, quando Agner Krarup Erlang, que é considerado o precursor da Teoria das Filas, trabalhava em uma companhia telefônica e estudava uma forma de resolver um problema de redimensionamento de centrais telefônicas na cidade de Copenhagen (PRADO, 2009).

A obra de Fogliatti, Bruns e Soncim (2001) explica que a Teoria das Filas é um setor específico da Pesquisa Operacional e que utiliza a matemática aplicada e processos estocásticos para observar o comportamento das filas e, com base na análise e interpretação desses dados, prever acontecimentos dentro do sistema.

Sendo assim, tem-se como principal objetivo, ao estudar a Teoria das Filas, o encontro de um ponto de equilíbrio que possibilite que os clientes de um sistema sejam atendidos no

menor tempo possível e, ao mesmo tempo, seja economicamente exequível para quem está prestando esse serviço.

2.2. O que são filas?

De um modo geral, uma fila pode ser definida como uma linha de espera formada por entidades que demandam um determinado serviço em uma estação que realize este serviço. (MIRSHAWKA, 1981).

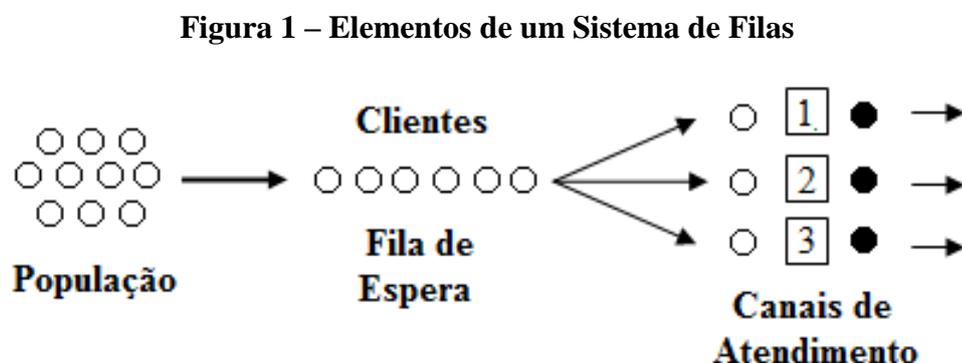
Segundo Andrade (2009), a presença de filas em um serviço é um dos principais sintomas que indicam que o funcionamento de um processo está deficiente. As filas existem devido à procura por um determinado serviço ser maior do que a capacidade de atendimento desse sistema, isto é, o sistema não está conseguindo suprir toda demanda por seus serviços, pelo menos, durante um certo espaço de tempo.

Antes de descrever e explicar a estrutura e as características básicas de um sistema de filas, é necessário conceituar os elementos que compõem esse sistema e quais as suas funções. Os principais elementos que constituem esse sistema são: os clientes, a fila de espera e o canal ou posto de atendimento. (BORGES *et al*, 2010).

Os clientes (também denominados de entidades dinâmicas) são unidades que necessitam ou buscam um atendimento, seja por uma máquina, por uma pessoa ou por um processo específico. Um exemplo de entidade dinâmica pode ser uma peça que será utilizada em uma linha de montagem de um determinado produto. O segundo elemento de um sistema são as filas de espera, que representam o local onde as entidades dinâmicas aguardam até o momento de serem atendidas por um canal ou posto de atendimento. Já os canais ou postos de atendimento (entidades estáticas em algumas literaturas) são os locais que realizam o atendimento das entidades dinâmicas, como por exemplo, uma máquina ou um caixa de supermercado.

As filas se formam quando as entidades de uma população surgem para serem atendidas pelo mesmo canal de atendimento e organizam-se em uma “linha” ou de uma outra forma para aguardarem até o momento em que serão atendidas.

A Figura 1 apresenta os elementos que compõem um sistema de filas, qual a sua localização e o fluxo das entidades dinâmicas dentro desse sistema:



Fonte: Adaptado de Prado (2009)

A estrutura de um sistema de filas pode ser formada por cinco características básicas: o primeiro é o processo de chegada e saída das entidades; a disciplina da fila; o número de



ANAIS

canais de atendimento; capacidade de armazenamento do sistema e, por último, o número de etapas do serviço. (GROSS & HARRIS, 1974; MORLOK, 1978).

2.2.1. Processo de Chegada e de Saída das Entidades

De acordo com Portugal (2005), o processo de entrada ou de chegada de entidades dinâmicas em um determinado sistema de filas baseia-se na quantidade média de chegadas em uma certa unidade de tempo, que é denominada de taxa média de chegada - representada pela letra grega *lambda* (λ). Esse processo de entradas de clientes no sistema também pode ser medido por meio do tempo médio entre chegadas sucessivas (IC - intervalo médio de tempo entre as chegadas).

Da mesma forma que o Processo de Chegada das Entidades, os padrões de serviço de um canal de atendimento podem ser descritos com base em dois dados: a duração de um atendimento (ou seja, o tempo necessário para atender um cliente do sistema) ou pelo número de atendimentos realizados em um determinado período, que é denominado de taxa de serviço/saída - representado pela letra grega *mi* (μ). (PORTUGAL, 2005)

2.2.2. Disciplina da Fila

A disciplina de uma fila representa a ordem pela qual as entidades serão selecionadas para serem atendidas. A disciplina mais comum está relacionada à ordem de chegada do cliente, em que o primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido (FIFO - *First in, First Out* ou FCFS - *First Come, First Served*).

Existem também outras classificações de disciplinas que também utilizadas, como por exemplo: último a entrar no sistema será o primeiro a ser atendido (LIFO - *Last In, First Out*) ou pela seleção randômica de serviços (SIRO - *Service In Random Order*), ou seja, as entidades são escolhidas independentemente da ordem de chegada na fila, ou com base em uma ordem de prioridade (PRI - *Priority*) estabelecida para certas classes ou características. (TAHA, 2006)

2.2.3. Número de Canais Disponíveis para Atendimento

O número de canais disponíveis para atendimento refere-se à quantidade de servidores que realizam o atendimento simultâneo aos usuários (FIGUEREDO & ROCHA, 2010). Deste modo, pode-se ter dentro de um sistema um ou vários postos para atendimento. Com um número maior de canais de atendimento, é possível também existir uma fila única para todos os canais ou ter uma fila para cada um dos canais de atendimento.

2.2.4. Capacidade de Armazenamento do sistema

Devido a algumas restrições físicas de espaço existentes em alguns sistemas de filas, seja limitando a quantidade de clientes dentro do processo, seja atingindo a capacidade máxima de armazenamento, não é mais possível que novas entidades entrem na fila até que haja espaço disponível.

Considera-se a capacidade de armazenamento do sistema sendo o número máximo de usuários, tanto os que estão sendo atendidos quanto os que aguardam na fila. (SILVA *et. al.*, 2006).

2.2.5. Etapas do Serviço

Para Costa (s.d.), em um sistema de filas, pode existir um único estágio de atendimento ou ocorrer vários estágios dentro de um determinado serviço. Um exemplo de um sistema de um único estágio é o pagamento de uma compra em um supermercado: o cliente paga o valor de sua compra e vai embora. Já nos sistemas denominados de multietapas o cliente precisa passar por mais de um estágio até o final do atendimento, como por exemplo: uma peça a ser fabricada e que passará por várias máquinas e processos (usinagem, torneamento, fresamento, entre outros).

2.3. Variáveis Aleatórias Fundamentais e Medidas de Desempenho

As variáveis fundamentais na Teoria das Filas são aquelas variáveis que estão constantemente envolvidas na maioria dos sistemas estudados e que, na maior parte das vezes, são utilizadas como ferramenta para avaliar a performance. (PRADO,2009)

Bhat (2008) ressalta que com a disponibilidade de indicadores de performance a partir de modelos desenvolvidos especificamente para um determinado sistema em estudo, a maioria das decisões a serem tomadas são realizadas com base nesses indicadores.

Conforme Hillier e Lieberman (2001), Fogliatti e Mattos (2007) e Marins (2009), os índices de performance baseados nas variáveis aleatórias mais utilizados são: Tempo médio despendido no sistema; Tempo médio despendido na fila; Número médio de clientes no sistema; Número médio de clientes na fila ou tamanho médio da fila; Índice de ociosidade das instalações e Taxa de utilização dos atendentes.

As equações desses índices de desempenho para o modelo de fila M/M/1/FIFO/∞/∞ (estudado no presente artigo) estão demonstradas na Tabela 1:

Tabela 1 – Índices de desempenho para o Modelo M/M/1/FIFO/∞/∞.

ÍNDICE DE DESEMPENHO	EQUAÇÃO
Tempo Médio Despendido no Sistema	$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$
Tempo Médio Despendido na Fila	$Wq = \frac{\lambda}{\mu \cdot (\mu - \lambda)}$
Número Médio de Clientes no Sistema	$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
Número Médio de Clientes na Fila	$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu \cdot (\mu - \lambda)}$
Índice de Ociosidade nas Instalações	$P_0 = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$
Taxa de Utilização	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$

Fonte: Adaptado de Prado (2009) e Portugal (2005).



ANAIS

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente artigo, foi realizada uma pesquisa exploratória, cuja metodologia dividiu-se em três etapas. A primeira etapa baseou-se num levantamento teórico e numa pesquisa bibliográfica, com a finalidade de encontrar os principais conceitos e aspectos relacionados ao tema. Segundo Gil (2010,), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado anteriormente, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

A segunda fase da metodologia de pesquisa do projeto foi realizada por meio de uma pesquisa de campo, feita no departamento de estoques de uma empresa de rebites do interior do Estado de São Paulo, composta por um levantamento documental sobre o fluxo de entrada e saída de um determinado modelo de rebite referente aos dois últimos anos (agosto de 2011 – agosto de 2013).

Com base nos dados coletados, foi possível realizar a última etapa dessa pesquisa: um estudo de caso, cuja finalidade é de determinar a performance apresentada pelo estoque durante o período de observação e poder encontrar um lote ótimo de compra que melhor atendesse às necessidades da empresa. Yin (1994) define estudo de caso como uma investigação empírica de um fenômeno presente em seu ambiente natural quando os limites entre o contexto e o fenômeno não estão definidos de forma bem clara e em que diversas evidências são utilizadas.

4. ESTUDO DE CASO

O presente estudo teve como objeto de pesquisa uma empresa distribuidora de rebites localizada na região leste da cidade de Sorocaba/SP. O portfólio de produtos oferecidos pela empresa se concentra basicamente em: rebites de repetição, rebites estruturais, rebites de repuxo, insertos roscados e fixadores. Esses componentes são importados com auxílio de despachantes alfandegários, agentes e operadores logísticos, com o objetivo de atender o mercado da Região Metropolitana de Sorocaba.

Devido à empresa possuir uma estrutura organizacional simples, com um quadro de colaboradores enxuto, os registros e controles de inventário são realizados pelos seus sócios, por meio de um sistema informatizado próprio que informa o fluxo de entrada e saída de forma individual de cada produto presente no estoque da empresa, que foi a principal fonte para a realização do presente estudo de caso.

Após coletar os dados concernentes ao fluxo de movimentação do modelo de rebite estudado (doravante, denominado de Rebite PI543), referentes ao período de agosto de 2011 até agosto de 2013 (exatamente dois anos), realizou-se o cálculo para determinar a taxa média mensal de entrada (λ) e a taxa média mensal de saída do produto (μ). Deste modo, o rebite PI543 apresentou uma taxa média mensal de entrada de 15,12 centos e uma taxa média mensal de saída de 19,92 centos.

Com o ritmo médio mensal de chegada e saída estipulados, torna-se possível atingir o objetivo proposto por esta pesquisa: avaliar de maneira quantitativa o desempenho de um sistemas de filas presente em um estoque de rebites de uma empresa do interior do Estado de São Paulo por meio das equações matemáticas que determinem os principais índices de performance do Modelo M/M/1/FIFO/ ∞/∞ .

Conforme a Tabela 2, podem-se observar os resultados que foram obtidos por meio das fórmulas que determinam os indicadores de desempenho dentro das condições apresentadas pelo estoque da empresa em estudo:

Tabela 2 – Indicadores de Performance do Sistema de Filas do Estoque do Rebite PI543

ÍNDICE DE DESEMPENHO	RESULTADO
Tempo médio Despendido no Sistema (W)	0,21
Tempo Médio Despendido na Fila (Wq)	0,16
Número Médio de Clientes no Sistema (L)	3,15
Número Médio de Clientes na Fila (Lq)	2,39
Índice de Ociosidade das Instalações (P0)	0,24
Taxa de Utilização (ρ)	0,76

Fonte: Elaborado pelos Autores

Para encontrar um novo lote ótimo de compra para atender a necessidade da empresa e atingir o restante do objetivo proposto por este estudo de caso, foi calculado a partir da equação do Número Médio de Entidades na Fila (Lq), entretanto, adaptada para o modelo de estoques.

Para isso, isolou-se a taxa média mensal de entrada (λ) para encontrar o valor ótimo que mantivesse o nível de estoque na média de Lq, uma vez que a taxa média mensal de saídas (μ) já é conhecida. Em outras palavras, com base no valor médio das vendas mensais do rebite Rebite PI543, a fórmula do Número Médio de Entidades na Fila (Lq) foi adaptada para definir qual seria a quantidade média mensal ideal de rebites a serem comprados.

Deste modo, tem-se a seguinte modificação na equação do Número Médio de Entidades na Fila (Lq):

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu^2 - \mu \cdot \lambda}$$

$$\lambda^2 = \mu^2 \cdot Lq - \mu \cdot Lq \cdot \lambda$$

$$\lambda^2 + \mu^2 \cdot Lq - \mu \cdot Lq \cdot \lambda = 0$$

$$\Delta = (\mu \cdot Lq)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-\mu^2 \cdot Lq)$$

$$\Delta = (\mu \cdot Lq)^2 + (4 \cdot 1 \cdot \mu^2 \cdot Lq)$$

$$\lambda = \frac{-\mu \cdot Lq + \sqrt{(\mu \cdot Lq)^2 + (4 \cdot 1 \cdot \mu^2 \cdot Lq)}}{2}$$

Após efetuar as mudanças na equação de Número Médio de Entidades na Fila (Lq) e estruturar um modelo matemático para a definição de lotes ótimos de compra, foram projetados os seguintes valores para o Rebite PI543 e calculados suas respectivas taxas de utilização (ρ) e o índice de ociosidade das instalações (P_o), conforme Tabela 3:

Tabela 3 – Projeções das Taxas de Utilização (ρ) e de Ociosidade (P_o) do Estoque do Rebite PI543

Lq	0,25	0,5	1	2	2,391	3	4	5
Novo λ	7,78	9,96	12,31	14,58	15,12	15,76	16,50	17,01
P	39%	50%	62%	73%	76%	79%	83%	85%
P_o	61%	50%	38%	27%	24%	21%	17%	15%

Fonte: Elaborado pelos Autores

5. CONCLUSÕES

No presente artigo, buscou-se apresentar os conceitos de Teoria das Filas e sua possibilidade de utilização para gerenciar um estoque de rebites de uma empresa do interior do Estado de São Paulo, e assim, definir um meio de encontrar o lote ótimo para que a empresa pudesse eleger a melhor alternativa diante de suas particularidades e do mercado.

Por meio das fórmulas matemáticas do modelo M/M/1/ FIFO/ ∞/∞ , foi possível obter um panorama geral sobre a performance média do estoque durante o período de agosto/2011 até agosto/2013. Sendo assim, obtiveram-se dados importantíssimos para que se pudesse analisar a taxa média mensal de ociosidade (P_o) e a taxa média mensal de ocupação (ρ).

O estoque apresentou uma taxa média mensal de utilização (ρ) de 76%, e consequentemente, resultando em uma taxa medial mensal de ociosidade (P_o) de 24% (conforme apresentado anteriormente na Tabela 2). Foi possível verificar também, que o número médio mensal do Rebite PI543 em estoque (Lq) é de 2,39 centos.

Para que seja possível atender o objetivo da empresa em reduzir a quantidade de produtos estocados, houve a necessidade de calcular um novo valor para taxa média mensal de entradas (λ) em função da quantidade de produtos que a empresa deseja possuir em estoque (Lq). Em outras palavras, a quantidade que apresentasse um resultado mais competitivo.

Deste modo, após as adaptações e modificações na fórmula, foi realizada uma projeção (conforme apresentado anteriormente na Tabela 3) que apresentava vários valores para a taxa média mensal de entrada de rebites (λ), de maneira que o valor fosse alterado em função do valor desejado de entidades em estoque e, concomitantemente, apresentar valores para a taxa média mensal de utilização (ρ) e para a taxa medial mensal de ociosidade (P_o).

Sendo assim, com base nessa projeção, a empresa poderá tomar decisões em relação à quantidade de rebites a serem adquiridos, de modo que a quantidade de itens do lote seja o mais competitivo no momento da compra.

Vale ressaltar que esta pesquisa não é de caráter conclusivo, ou seja, está aberta como base para a realização de futuros estudos. Apesar da realização de simulações e interpretações por meio de fórmulas e equações matemáticas, com auxílio da planilha eletrônica Microsoft Office Excel, para estudar o sistema de filas apresentado neste estudo, há ainda a possibilidade da utilização de aplicativos e *softwares* para computador especializados em simulações de eventos discretos, como por exemplo: Promodel (Belge) e o Arena (Paragon).



ANAIS

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, **Eduardo Leopoldino de. Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise da Decisão.** Rio de Janeiro: LTC, 2004
- BHAT, U. Narayan. **An Introduction to queueing theory: Modeling and Analysis in Applications.** Boston: Birkhauser Publisher, 2008
- BORGES, Renato Mossoli et al. Teoria Das Filas E Da Simulação Aplicada Ao Embarque De Minério De Ferro E Manganês No Terminal Marítimo De Ponta Da Madeira. **XXX Encontro Nacional de Engenharia De Produção**, São Carlos/SP, 2010. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/producao-academica/teoria-das-filas-e-da-simulacao-aplicada-ao-embarque-de-minerio-de-ferro-e-manganes-no-terminal-maritimo-de-ponta-da-madeira/3549/download>>. Acesso em 30 de Março de 2014 às 18h20min.
- COSTA, Luciano Cajado. **Teoria das Filas.** Disponível em: <http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas_Cajado.pdf>. Acesso em 30 de Março de 2014 às 19h15min.
- FIGUEREDO, Danielle Durski; ROCHA, Silvana Heidemann Rocha. **Aplicação da Teoria das Filas na Otimização do Número de Caixas: Um estudo de Caso.** Iniciação Científica. CESUMAR, 2010, v. 12, n. 2, p. 175-182. Disponível em: <<http://www.cesumar.br/pesquisa/periodicos/index.php/iccesumar/article/view/1300>>. Acesso em: 31 de Março de 2014 às 14h15min.
- FOGLIATTI, Maria Cristina; BRUNS, Rafael; SONCIM, Sérgio Pacífico. Pesquisa operacional: uma aplicação da teoria das filas a um sistema de atendimento. Instituto Militar de Engenharia. **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR60_0158.pdf>. Acesso em: 02 de Abril de 2014.
- FOGLIATTI, Maria Cristina; MATTOS, Néli Maria Costa. **Teoria de Filas.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007.
- FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em arena.** 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GROSS, Donald; HARRIS, Carl M. **Fundamentals of Queueing Theory.** New York: John Wiley & Sons INC, 1985.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to operations research.** Ed. Holden-Day, Inc. San Francisco, CA. 2010.
- MARINS, F. A. S. **Introdução à Pesquisa Operacional.** Editora UNESP Cultura Acadêmica, 2011
- MIRSHAWKA, Victor. **Aplicações de Pesquisa Operacional**, v. 2. São Paulo: Editora Nobel, 1981.
- MORLOK, Edward K. **Introduction to transportation engineering and planning.** New York: McGraw-Hill, 1978.



ANAIS

PORTUGAL, Licinio da Silva. **Simulação de tráfego: conceitos e técnicas de modelagem**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

PRADO, Darci Santos do. **Teoria das filas e da simulação**. 4. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços, 2009.

SILVA, Vanina Macowski Durski et al. Teoria das filas aplicada ao caso: Porto de Itajaí-SC. **XIII SIMPEP** – Bauru/SP, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/169.pdf>. Acesso em 30 de Março de 2014 às 18h35min.

TAHA, Hamdy A. **Operations Research: An Introduction**, 8th Edition. New Jersey: Prentice Hall, 2006.

YIN, Robert. **Case Study Research: Design and Methods**, 2nd Edition Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 1994.

“O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es).”