

Teoria das filas: *um estudo de caso*

Inês Shinobu Chubachi

Pós-Graduação em Logística e Operações IFSP-Suzano/SP
Graduação em Gestão Comercial da
Faculdade de Tecnologia de Itaquaquecetuba/SP
E-mail: ines.chubachi@hotmail.com

Lincon Patrício Gomes

Pós-Graduação em Logística e Operações IFSP-Suzano/SP
Graduação em Gestão Comercial da
Faculdade de Tecnologia de Itaquaquecetuba/SP
E-mail: linkon.park@ymail.com

Recebido: 1 mar. 2016

Aprovado: 21 abr. 2016

Resumo: A utilização de métodos matemáticos e simulação, em conjunto com a Teoria de Filas, pode auxiliar os gestores a lidar com dificuldades do processo de tomada de decisão, na organização de pedidos para a execução de serviços, além de garantir a rapidez e satisfação dos clientes. A partir disso, o presente artigo apresenta um estudo de caso que sugere uma possível melhoria à uma empresa prestadora de serviços para equipamentos industriais na redução da insatisfação dos clientes com o tempo de espera para o atendimento, por meio da mudança da disciplina de filas, baseada nos resultados obtidos, com a ferramenta do Excel e o tema de Teoria de Filas.

Palavras-chave: Disciplina de Filas. Serviço. Simulação. Teoria das filas.

Abstract: The use of mathematical methods and simulation together with the Queuing Theory can help managers deal with the difficult decision making process in organization requests to perform services as well as ensure speed and customer satisfaction. From this, this paper presents a case study that suggests a possible improvement to an enterprise service provider for industrial equipment in reducing customer dissatisfaction with waiting time for the service, by changing the discipline-based queues, based on the results obtained with the Excel tool and queuing theory theme.

Keywords: Discipline Queues. Service. Simulation. Theory of Queues.

Resumen: El uso de métodos matemáticos y de simulación unido a la Teoría de Filas, puede ayudar a los gerentes en el difícil proceso de toma de decisiones, en la organización de las solicitudes de realización de los servicios, además de garantizar la satisfacción del cliente y la rapidez en la atención. A partir de esta reflexión, el presente trabajo expone un estudio de caso que sugiere una posible mejoría en una empresa que presta servicios para equipos industriales en pro de la reducción de la insatisfacción del cliente con el tiempo de espera al cual es obligado para ser atendido, a través de algunos cambios en la disciplina de filas basados en los resultados adquiridos con la herramienta de *excel* en la Teoría de Filas.

Palabras-claves: Filas de Disciplina. Servicio. Simulación. Teoría del filas.

Introdução

As filas e os fluxos são dois aspectos importantes quando a organização deseja atrair clientes e/ou manter os existentes, pois estão envolvidos diretamente com a satisfação do mesmo em relação ao atendimento. Isso começa a partir do momento em que o cliente entra em contato com a empresa prestadora de serviços e aguarda para ser atendido. Se esse tempo de espera for alto o cliente fica insatisfeito com todo o atendimento prestado.

Pensando nisso e na importância do tempo e rapidez nas respostas de negociações, o artigo busca analisar essa gestão de solicitações de clientes recebidas pela empresa, organizando e adequando ferramentas para buscar maior número e rapidez dos atendimentos, de forma eficiente, ao garantir a satisfação dos serviços prestados.

Devido a imprecisão da demanda de chamadas por serviços, a alocação e gerenciamento do pessoal operacional encarreta na espera de longo período dos clientes solicitantes, o que muitas vezes são irreversíveis para um relacionamento entre eles e a competência da empresa. Existem casos que o cliente espera horas para um serviço simples de reparo. Isso geralmente influencia na negociação dessa mão de obra, que acaba sendo desvalorizada devido à insatisfação do cliente.

Por se tratar de um estudo de caso voltado para uma empresa que presta serviços de manutenção para equipamentos industriais, os quais são essenciais na movimentação logística, a solicitação e a espera desses serviços devem ser emergenciais e organizadas para atender a todos os chamados.

Dessa forma, o artigo mostra de maneira simplificada qual modelo de fila se adapta melhor aos objetivos da empresa em relação ao atendimento de solicitações de serviços e as ações a serem praticadas para melhorar o processo se alterada a disciplina de filas, com o auxílio da Teoria de Filas e simulação, além da ferramenta de cálculos Excel.

Referencial teórico

A administração da produção, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), é a mesma para qualquer tamanho de organização. Entretanto, em pequenas empresas, possui seu próprio conjunto de problemas, como as pessoas podem ter que executar diferentes trabalhos, conforme a necessidade.

Villarreal Segoviano (2012, p. 166) diz que:

Las operaciones de una empresa pequeña y mediana tienen un contexto particular en donde presentan ventajas y desventajas, que pueden consolidar o no a una empresa en el plano internacional; previo a esto se necesita plantear la aplicación de la Logística que impulse al cambio y a la consolidación de la creación de valor en el negocio.

Em se tratando de tempo de espera e serviço, Moreira (2011) reforça a importância dessa relação ao dizer que o tempo de execução costuma ser crucial na área de serviços, tanto pela imagem do serviço junto ao cliente como pelos custos envolvidos, e deve-se procurar estabelecer tempos padronizados de execução das atividades, permitindo-se desvios em condições anormais de trabalho.

O serviço é definido por Fitzsimmons e Fitzsimmons (2014) como a aplicação de competências em benefício de outra parte, sendo a base fundamental para a criação de valor econômico. Afirma também que as empresas de serviços têm oportunidade de construir relações de longo prazo, porque os clientes conduzem as transações diretamente com o fornecimento do serviço, quase sempre de maneira presencial. Torna-se um desafio combinar a capacidade do serviço com a demanda, pois os clientes aparecem, conforme sua própria vontade ou demanda únicas em relação ao sistema de serviços.

Para definir o tipo de serviço abordado na pesquisa, Raduan (2009) diz que os serviços em campo exigem o deslocamento de técnicos e agentes até o local da ocorrência, onde o serviço se faz necessário. Dessa forma, nos casos em que houver maior flexibilidade para a realização do serviço, as ocorrências ou pedidos de serviços são agrupados e programados para atendimento em um período de tempo conveniente, em geral no dia seguinte, buscando reduzir os custos envolvidos, principalmente os de deslocamento. Nos casos urgentes ou prioritários, a mobilização é imediata, uma vez que o intervalo de tempo de resposta é um fator relevante.

De acordo com Tôrres (1996), a teoria das filas de espera é um método estatístico que permite estimar as demoras, que ocorrem quando um serviço tem de ser proporcionado a clientes, cuja chegada se dê ao acaso e acrescenta que normalmente a

fila resulta da falta – deliberada ou não – de programação, pois, se fosse possível organizar as chegadas e os serviços, seria também possível evitar completamente a espera dos clientes e não haveria fila. Na maioria dos casos, é impossível programar. Assim, as filas, embora não desejadas, são inevitáveis.

Afirmam Krajewski et al (2008, p. 292) que “se conoce como fila de espera una hilera formada por uno o varios ‘clientes’ que esperan a recibir un servicio”. Assim, um agrupamento sequencial de pessoas ou objetos aguardando para receber um atendimento ou tratativa denomina-se de fila.

Adan e Resing (2015, p. 7) diz que “reduction of the waiting time usually requires extra investments. To decide whether or not to invest, it is important to know the effect of the investment on the waiting time”. Teoria das filas é um amplo campo de estudos que foca em muitas variantes de como as filas de espera se comportam. É um tópico fascinante se você é um teórico extremo, mas é muito relevante se você é um impaciente (SCHWARTZ, 2015) (Tradução nossa).

Para que uma fila venha a surgir é preciso que todo um sistema exista. Esse sistema é composto por servidores ou pontos de atendimento e ambiente para espera. Dessa forma, os usuários que vem de uma população que necessitam de um atendimento esperam em uma fila até que o operador esteja disponível para atendê-lo (PRADO, 2009).

Sobre a questão da disciplina da fila, Amidani (1975) apresenta os regimes mais comuns que são: a) primeiro a chegar, primeiro a ser atendido (FIFO); b) último a chegar, primeiro a ser atendido (LIFO); c) em ordem aleatória (SIRO); d) com prioridade: atendimento obedecendo a uma escala de preferência; e) com manobra (*jockeying*): é facultado ao cliente mudar de fila; f) fila única: uma só alimenta o sistema.

Mendonça e Esteves (2013) explanam o sistema com fila como composto por usuários, por canais ou postos de serviço/atendimento e por um espaço designado para a espera. Os usuários chegam segundo um determinado comportamento que caracteriza o processo de chegadas, para serem atendidos em canais ou postos de serviço (que funcionam em paralelo), segundo um padrão de atendimento. Enquanto os postos estão ocupados, os usuários aguardam numa única fila em um espaço designado para tal. Assim que um canal de serviço fica livre, um dos usuários da fila é chamado para atendimento segundo um critério estabelecido pela gerência. Uma vez completado o serviço, o usuário é liberado do sistema. O meio pelo qual os clientes são atendidos é chamado disciplina de atendimento.

Segundo Caridade, Coelho e Oliveira (2013), através de cálculos e uso de modelos, podemos otimizar e dimensionar a quantidade de canais de atendimento necessários em determinado setor da organização. A modelagem matemática através da Teoria das Filas é um método de avaliação indireto cuja principal vantagem em relação a outros métodos é o custo para o seu desenvolvimento.

A simulação computacional, para Chung (2004) é um processo de experimentos em sistemas, realizados por meio de modelos matematicamente computadorizados, como também traz maior autonomia e informação na operação de sistemas, e pode ser realizada em um tempo menor que um sistema real leva.

Metodologia

O estudo de caso foi o método adotado para o artigo que busca estudar a questão da fila de serviços de uma empresa prestadora de serviços às empilhadeiras com o intuito de analisar o processo de recebimento de pedidos dos clientes e o método de atendimentos e espera. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso tem como base as características do fenômeno em estudo e um conjunto de características associadas ao processo de coleta de dados e às estratégias de análise dos mesmos.

O artigo apresenta o método de abordagem qualitativo-quantitativa, pois com base em Gil (2010), é qualitativa por necessitar da interpretação dos dados obtidos por meio de informações coletadas durante o estudo de caso; e é quantitativa devido a quantificação dos dados através de ferramentas matemáticas para melhor entendimento dos fatores envolvidos. É descritiva por apresentar características sobre determinada população ou fenômeno buscando envolver técnicas de coletas de dados e motivação pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos de acordo com Vergara (2006).

Acompanhamos de forma não participativa, durante um mês de observação (novembro de 2015), quanto à organização da empresa estudada em relação ao recebimento, programação e atendimento de solicitações de clientes para o serviço de reparo das empilhadeiras. Registramos a quantidade e, ao mesmo tempo, a duração de tempo, no processamento de cada serviço por meio das ordens de serviços emitidas antes e retornando no término do serviço.

Como ferramenta, os dados coletados foram repassados para as planilhas do *software* Excel 2010. Isso serviu de base de cálculos e simulações de aplicação na Teoria de Filas de forma simplificada.

Segue etapas seguidas para o desenvolvimento da pesquisa:

1. Levantamento de conceitos e teoria sobre as palavras chaves e assuntos derivados.
2. Coleta de dados a partir da observação não participativa do processo de atendimento ao cliente da empresa estudada.
3. Descrição do processo no estudo de caso.
4. Análise com a prática da empresa juntamente com as afirmações e aplicações da teoria.
5. Sugestão de possível melhoria para a qualidade de atendimentos das chamadas de serviço.

1. Estudo de caso

A empresa localizada na grande São Paulo está no mercado de comércio e manutenção de equipamentos industriais há mais de 20 anos. Por ser de pequeno porte, possui aproximadamente 20 funcionários, sendo 10 no setor operacional que são responsáveis pela execução dos serviços durante 8 horas por dia.

A empresa compra e revende peças para empilhadeiras, presta serviços de reparo e conserto desses equipamentos, que é o ponto forte do negócio, como também realiza locação dos mesmos. Atende mais de 300 clientes, a maioria indústrias e fábricas da região do alto Tietê, e possui mais de 100 fornecedores.

Focado na prestação de serviços, existe a insatisfação de alguns clientes em esperar o atendimento de pedidos para a manutenção. Isso se torna um problema quanto à organização e resposta a esses chamados, ao comprometer a competência da empresa em relação aos serviços prestados. Com base nisso, estudou-se o processo dessas chamadas para identificar um gargalo e sugerir uma melhoria a partir dos dados descritos a seguir.

O sistema denominado PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai), no qual o cliente que solicita primeiro será atendido primeiro, por ordem de solicitação é adotado pela empresa para a programação de pedidos, que possui apenas uma única fila e na média cinco servidores. Essas chamadas são organizadas, por telefone e/ou e-mail, por um receptor. Este último coleta o maior detalhe do problema do equipamento para repassar as duplas de mecânicos na execução do reparo.

Em geral, cada serviço é executado por duplas de mecânicos, levando em média de 1 a 3 dias para problemas simples, de 4 a 7 dias para serviços médios e de 8 a 15 dias para solucionar problemas difíceis. Conforme a coleta de dados, que se realizou sobre o mês de novembro de 2015, a classificação do total de 153 serviços são respectivamente a figura 1: Classificação por tempo de processo dos serviços Novembro 2015.

Tempo de processo	Pedidos	Porcentagem
1 a 3 dias	78	51%
4 a 7 dias	40	26%
8 a 15 dias	25	16%
Mais de 15 dias	10	7%
Total	153	100%

Figura 1: Classificação por tempo de processo dos serviços Novembro 2015
Fonte: Autores, 2015

O fluxograma de tempo partindo da solicitação até o fim de atendimento representa de forma simplificada a distribuição total do tempo no processo de atendimento de uma chamada na figura 2: Fluxograma de tempo do atendimento.

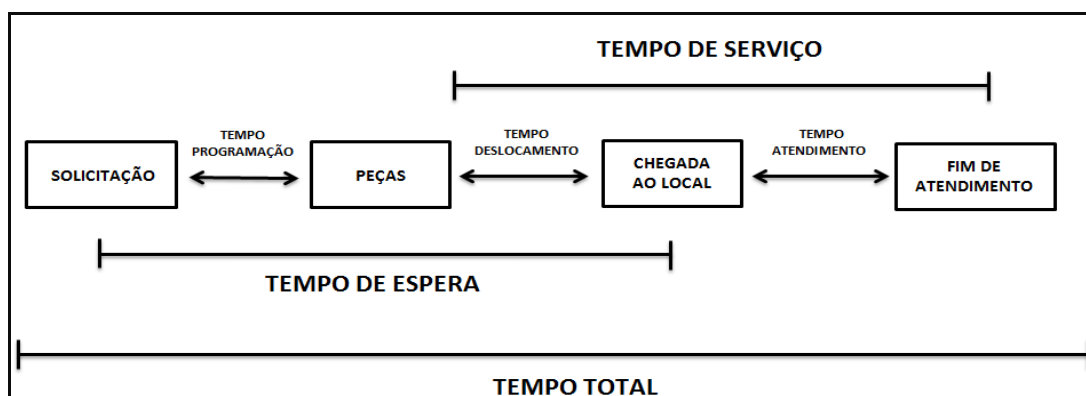


Figura 2: Fluxograma de tempo do atendimento
Fonte: Autores, 2016

Em geral, as empresas solicitantes esperam até um dia para serem atendidos, e dependendo de alguns casos, como localização da empresa, peças disponíveis e tipo de serviço, o mesmo é atendido no mesmo dia. Os mecânicos, na maior parte, saem em duplas para o serviço, ao atender a média de sete chamadas diárias.

O modelo da fila aqui apresentado tem como distribuição um canal, com cinco servidores, fonte da população infinita, disciplina da fila PEPS ou FIFO, estrutura do serviço constante e comprimento permitido da fila ilimitada. Explicado por De Lima et al (2015 apud TEIXEIRA, 2004), da criação de David George Kendall na década de 50, de uma notação para sistemas de filas, no qual pode ser representada da forma $A/B/c/K/m/Z$, sendo que A = distribuição dos intervalos entre chegadas (Processo de Chegadas); B = distribuição do tempo de serviço; c = quantidade de atendentes; K = capacidade máxima do sistema (Dimensão da Fila); m = tamanho da população que fornece clientes; Z = disciplina da fila, podemos apresentar o modelo de Kendall do estudo de caso como $G/G/5/FIFO/\infty/\infty$.

Traduzindo na ordem, a distribuição de probabilidade do processo de chegada é de distribuição genérica ou independente; o processo de serviço ou tempo de serviço é, também, de distribuição genérica; números de servidores em paralelo são cinco; disciplina da fila é FIFO; números máximos de usuário e tamanho da população são infinitos. Catalini et al (2015) acrescentam que em serviço normalmente se encontra uma única fila, no qual as questões são agrupadas, independentemente do tempo de atendimento.

1.1. Coleta de dados e resultados

A partir da coleta de dados e registros de todas as chamadas recebidas pela empresa, durante o mês de novembro de 2015, foi realizada uma simulação com 1.500 amostras para determinar a média da fila gerada pelo atual sistema de organização da empresa. O resultado aproximado de dois clientes na espera, por dia, representa que, diariamente, duas solicitações são adiadas ou acumuladas para o dia seguinte.

Durante o período de observação, notamos que muitos serviços de curta duração são atendidos posteriormente ao pedido de longo prazo de execução, pois, como dito antes, a empresa preza pelo sistema de PEPS, ao deixar serviços rápidos, muitas vezes, na fila de espera.

1.2. Simulação

O modelo de simulação utilizado envolveu duas variáveis de estudo: a chegada dos pedidos e o atendimento prestado a cada pedido por dia com os dados decorrentes de um mês.

Com a média de dois clientes na fila de espera no caso real, propusemos alterar a disciplina de filas para um sistema denominado SIRO e SJF (*Shortest Job First*), no qual o atendimento é realizado de forma aleatório, no caso, seria por tempo de processo, em que o serviço de menor tempo é atendido primeiro.

Portanto, utilizou-se a simulação com 1.500 amostras para calcular a média de filas, com os mesmos dados e classificando as chamadas por tempo de processo para a execução do serviço. Com esse método, houve uma redução de dois clientes para nenhum cliente na espera. Ou seja, independente do tempo que se leva para a execução, o de longo prazo é executado simultaneamente com o de curto prazo, dando a atenção para todas as solicitações.

Discussão dos resultados

Em relação a teoria com o estudo de caso, autores como Boiko et al (2013) afirmam que a Teoria das Filas e a simulação são utilizadas pelos diversos setores, sendo que a maior parte de suas aplicações estão no setor de serviços. O que evidencia a importância dessa técnica no processo de decisão, ao abordar um novo cenário como parâmetro para análise antes de uma execução na prática. Dessa forma, a empresa estudada – que apresenta pouco investimentos em planejamento – pode utilizar as ferramentas para análises e decisões.

Com a organização atual da empresa a média de solicitações e os atendimentos obtidos, através da simulação, temos como resultado médias 7,2857 e 6,1904 respectivamente, com média de fila aproximadamente 1,2 por dia. Já com a simulação proposta como melhoria, a média de atendimento aumenta para 6,8095, apresentando uma média de fila igual a zero.

Assim sendo, Costa et al (2015) explicam que o problema da fila é encontrar o *trade-off* entre o nível de serviço a ser ofertado e o custo que a empresa está disposta a incorrer na prestação deste serviço. Em determinadas situações, podem aparecer filas mesmo onde existem servidores mais que suficientes para atendê-las. Com isso, pudemos perceber que com as mesmas características e apenas mudando a disciplina da fila, obtém-se uma redução dela, pois com essa mudança a empresa apresenta maior número de serviços de curto processo atendidos, diminuindo a média de filas de clientes.

Assim como num hospital aonde os pacientes chegam aleatoriamente ao longo do dia com gravidades diversas, a empresa prestadora de serviços precisa receber e organizar os pedidos a serem atendidos, partindo da triagem e classificação dos pedidos recebidos. A importância maior seria atender mais em pouco tempo, assim como explicado por Slack, Chambers e Johnston (2009), ao abordar a regra de sequenciamento que pode ser ajustada para atacar primeiro os trabalhos mais curtos, denominado de sequenciamento por tempo da operação. E, também, enfatizado por Silva (2015) com o sistema SJF – *Shortest Job First* do ponto de vista do tempo médio de espera em fila, a SJF é a melhor política possível. Apesar de apresentar melhores resultados, esta política requer processamento rápido e constante para aproximar o tempo de serviço de cada usuário e reordenar na fila em tempo de processamento.

Considerações finais

Compreender a necessidade de uma gestão de filas eficaz, adotando mecanismos que resultem na redução da sensação de tempo de espera pelo cliente na fila, evita que este desenvolva uma percepção negativa sobre a qualidade dos serviços prestados. Através da utilização de simulação e conceitos da Teoria de Filas é possível simular cenários para o estudo do comportamento das variáveis durante o processo do serviço, identificando fatores responsáveis pela formação de filas, de modo que o gestor possa buscar soluções visando a otimização dos processos.

A utilização das ferramentas pertinentes à Teoria de Filas e com o auxílio do Excel permitiu de forma prática e com ferramentas simples obter através dos resultados, a análise do comportamento real da fila e demonstrar o quanto é rentável se alterada o sistema de disciplina de fila, visto que seus resultados foram consideravelmente reduzidos.

Notou-se que, no cenário real, a capacidade total dos atendimentos não está sendo maximizada. Então, com a simulação otimizando o tempo de atendimento baseado no tempo de processo de cada pedido e mudando a disciplina de fila comparada aos serviços de saúde e emergências, mostrou redução de tempo de espera ao classificar e atender aos pedidos de menor tempo de processo. Isso diminui o tempo médio de espera em quase todas as solicitações, atendendo mais em menor tempo em paralelo com aqueles pedidos de longo período de execução.

Como limitação do estudo, tivemos dificuldades de calcular o tempo exato e preciso de cada operação, ao utilizar um tempo estimativo a partir da emissão de ordens de serviço e retorno das mesmas. A questão de serviço é muito complexa devido à fatores que complementam o tempo como o tipo de problema, comprometimento de funcionários e dependência de serviços de reparos terceirizados; além da empresa não ter nenhum sistema de gestão desses registros de serviços.

Para trabalhos futuros, seria interessante analisar as demandas em comparação ao número de mecânicos que executam o serviço, ao verificar o número ideal de funcionários para os pedidos recebidos pela empresa. Isso serve para identificar se o problema de formação de filas é decorrente à falta de comprometimento e aproveitamento de mão de obra ou falta de pessoas no setor operacional, como também sugerir uma gestão mais eficiente para a organização do controle e registros desses serviços.

Referências

ADAN, Ivo; RESING, Jaques. **Queueing systems**. Department of Mathematics and Computing Science. MB Eindhoven, The Netherlands, 2015. Disponível em <http://www.win.tue.nl/~iadan/queueing.pdf>. Acessado em: 02.02.2016

AMIDANI, Luiz Ricardo. A teoria das filas aplicada aos serviços bancários. **RAE – Revista de administração de empresas**. São Paulo, v. 15, n. 5, p. 26-38, Oct. 1975. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901975000500003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 Nov. 2015.

BOIKO, Thays J. Perassoli et al. **Teoria das filas: conceitos e aplicações**. Anais do VII Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial – EEPA. 11-13 nov, 2013. Disponível em: <http://docplayer.com.br/4315761-Teoria-das-filas-conceitos-e-aplicacoes.html>. Acessado em: 02.02.2016.

CARIDADE, E.; COELHO, J.; OLIVEIRA, P. **Aplicação da teoria das filas para otimização da qualidade no atendimento: um estudo de caso**. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, 2013. Disponível em: <<http://www.sbmac.org.br/cmacc/cmacc-co/2013/trabalhos/PDF/6519.pdf>> Acesso em 06 Jan. 2016.

CATALINI, Robinson José et al. **Dimensionamento de um sistema de atendimento em uma loja de telefonia celular por meio da aplicação da teoria das filas e da simulação**. Revista de Ciência & Tecnologia, v. 17, n. 35, p. 49-60, 2015.

CHUNG, Christopher A. **Simulation modeling handbook: a practical approach**, CRC Press, 2004.

COSTA, Paulo Henrique da Silva et al. **A pesquisa operacional e os problemas das médias**. Fortaleza, CE, 2015. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_211_253_28199.pdf> Acesso em 23 Dez. 2015.

DE LIMA, B. P.; MEDEIROS, B. M. B. R.; MELO, C. M.; PINTO, J. M. G. **A teoria das filas como ferramenta de apoio para análise de uma empresa de lava-rápido em volta redonda**. AEDB Rio de Janeiro: XII SEGeT, 2015. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_211_252_28194.pdf> Acesso em: 09/12/2015.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 7 ed., AMGH Editor Ltda, 2014. Disponível em:

< <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=XCi9AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=teoria+de+filas+em+serviços&ots=eM7DMn0z9X&sig=uVOjORjaQg51omHOG8FD9qlOFm4#v=onepage&q=servi%C3%A7o&f=false>> Acesso em 13 Nov. 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KRAJEWSKI, Lee et al. **Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor**. 8. Ed. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 2008.

MENDONÇA, Ednário Barbosa; ESTEVES, Divanilda Maia. Aplicação da teoria de filas markovianas no controle de fluxo de usuários. **Sigmae**, v. 2, n. 3, p. 115-123, 2013.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

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

RADUAN, Auro Castiglia. **Roteirização parcialmente dinâmica aplicada a serviços de campo**. Tese de Doutorado. USP. 2009.

SCHWARTZ, Baron. **Everything you need know about queueing theory**. VividCortex, Revision 2 October 26, 2015.

SILVA, Renato Souza. **Aproximações para tempos de espera em sistemas de múltiplas filas com múltiplos servidores e prioridades**. 2015. Tese de Doutorado. UFRJ. Disponível em: <<http://www.cos.ufrj.br/uploadfile/1435680307.pdf>> Acesso em 06 Jan. 2016.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Planejamento e controle da cadeia de suprimentos**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TÔRRES, Oswaldo Fadigas. Elementos da teoria das filas. **RAE – Revista de administração de empresas**, v. 6, n. 20, p. 111-127, 1966.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VILLARREAL SEGOVIANO, Francisco Javier. Logística integral: una alternativa para crear valor y ventajas competitivas en las pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector calzado. **Nova scientia** [online]. 2012, vol. 4, n. 8, p. 165-202, 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.