

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**Luiz Fernando Pacheco Doile**

**TEORIA DE FILAS – ANALISANDO O FLUXO DE ATENDIMENTO E  
O NÚMERO DE ATENDENTES EM UM SUPERMERCADO**

**Porto Alegre**

**2010**

Luiz Fernando Pacheco Doile

**TEORIA DE FILAS – ANALISANDO O FLUXO DE ATENDIMENTO E O  
NÚMERO DE ATENDENTES EM UM SUPERMERCADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Administração.

Professora Orientadora: Dr<sup>a</sup> Raquel Janissek-Muniz

Tutora Orientadora: Marinês Steffanello

Porto Alegre  
2010

Luiz Fernando Pacheco Doile

**TEORIA DE FILAS – ANALISANDO O FLUXO DE ATENDIMENTO E O  
NÚMERO DE ATENDENTES EM UM SUPERMERCADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Administração.

Aprovado em 10 de dezembro de 2010.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Raquel Janissek-Muniz

---

Prof. Everton da Silveira Farias

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela saúde e pela vida.

À UFRGS, pelo conhecimento adquirido, pelos amigos que foram feitos e pela oportunidade de estudar em nesta Universidade.

À professora Dr<sup>a</sup> Raquel Janissek-Muniz pela atenção dedicada a este estudo.

À tutora orientadora Marinês Steffanello pelas orientações e pela constante busca em melhorar o referente trabalho.

Ao meu pai, que buscou todos os dias me encorajar a estudar, desde as séries iniciais até o presente momento, sem jamais desistir de dar ao filho o que ele não pode ter.

À minha mãe, que é o elo de união de toda a família, que luta e batalha todos os dias para dar o melhor para todos.

À minha irmã que, junto dos meus pais, busca de maneira continua agradar aos familiares, dando apoio e se esforçando para tornar tudo melhor.

Aos colegas de trabalho pelos momentos de descontração e de amizade.

À Fabio Piccinin, um amigo que sempre esteve apoiando e ajudando durante estes anos de faculdade, inclusive com recursos tecnológicos.

## RESUMO

Com o surgimento de grandes aglomerados populacionais surgiu na sociedade moderna um empecilho para o bom fluxo de recursos, as filas. Sejam elas em uma sinaleira, em num banco ou um supermercado, as filas causam desconforto e perda de receitas, tanto para os fornecedores como para os consumidores. Neste estudo, foi aplicado a Teoria de Filas para analisar o problema de congestão em caixas de supermercados. Dois modelos foram explorados (i) representar o sistema por meio de um simples modelo  $M/M/s$  de fila única, onde  $s$  é o número de caixas disponíveis e (ii) representar o sistema por  $m$  modelos  $M/M/1$ , paralelos e independentes. Para analisar o desempenho destes modelos foi realizado um estudo de caso no Supermercado Bevilaqua, localizado na cidade de Faxinal do Soturno, interior do Rio Grande do Sul. Os resultados mostraram que o modelo (ii) é o que melhor se adapta à atual realidade da empresa apesar do modelo (ii) ter um bom desempenho, mas ser inviável por exigir um grande espaço para a fila de espera.

**Palavras-chave:** Teoria de Filas, Modelos, Gestão da Capacidade, Supermercados.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Rede de Transição de Estados de um Sistema de Filas .....	22
Figura 02 - Sistemas de fila única .....	29
Figura 03 - Sistemas de filas em paralelo .....	30
Tabela 01 - Horário das coletas de dados .....	32
Tabela 02 - Intervalos médios entre chegadas e tempos médios de serviço dos consumidores nos caixas.....	34
Tabela 03 - Parâmetros de análise .....	35
Tabela 04 - Tempo de utilização dos caixas no atual sistema .....	37
Tabela 05 - Número médio de consumidores no sistema e tempo médio de espera em fila com os modelos M/M/5 e M/M/1.....	38
Tabela 06 - Número médio de consumidores no sistema e tempo médio de espera com o modelo M/M/4 .....	38
Tabela 07 - Tempo de utilização dos caixas .....	39
Tabela 08 - Intervalo de chegadas em função dos horários de coletas .....	40
Tabela 09 - Número médio de consumidores no sistema e tempo médio de espera em fila no horário das 11h às 12h .....	40
Tabela 10 - Número médio de consumidores no sistema e tempo médio de espera em fila no horário das 17h às 19h .....	41
Tabela 11 - Número de postos de atendimento em função da taxa de ingresso, limitando-se a fila a 4 atendentes .....	42

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
1.1	OBJETIVOS .....	10
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	10
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	11
1.2	JUSTIFICATIVAS .....	11
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	12
2	GESTÃO DA CAPACIDADE E SISTEMAS DE FILAS .....	13
2.1	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE.....	13
2.1.1	<b>Planejamento para Capacidade de Curto Prazo</b> .....	15
2.1.2	<b>Medidas da Capacidade Disponível</b> .....	16
2.2	GESTÃO DE FILAS E FLUXOS .....	18
2.3	TEORIA DAS FILAS.....	21
2.3.1	<b>Características do Sistema de Filas</b> .....	22
2.3.2	<b>Modelos e Sistemas</b> .....	24
2.3.3	<b>Medidas de Desempenho de Sistemas de Filas</b> .....	26
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	28
3.1	MODELO M/M/S.....	29
3.2	MODELO M/M/1 .....	30
3.3	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	31
3.4	COLETA DOS DADOS.....	31
3.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	32
4	RESULTADOS .....	34
4.1	SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA.....	34
4.2	MEDIDAS DE DESEMPENHO DO ATUAL SISTEMA.....	35
4.3	EMPREGO DOS MODELOS <i>M/M/s</i> E <i>M/M/1</i> .....	37
4.4	MEDIDAS DE DESEMPENHO DO MODELO M/M/S.....	39
4.5	ANÁLISE DOS MODELOS EM FUNÇÃO DOS HORÁRIOS DE ATENDIMENTO....	39
4.6	NÚMERO DE ATENDENTES EM FUNÇÃO DO HORÁRIO DE ATENDIMENTO....	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
ANEXO A - FOLHA PRÉ-PROGRAMADA EXCEL – McCLAIN (2003).....	48
ANEXO B – INTERVALOS DE CHEGADAS .....	49



## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização rápida e intensa que ocorreu a partir da revolução industrial tem gerado um problema para os setores de atendimento ao público, pois criou gargalos devido ao aumento da demanda descoordenada por bens e serviços. Tornou-se comum a perda de horas em função de congestionamentos nas estradas, filas em bancos, shoppings, mercados e outros estabelecimentos. Este fato tem feito com que administradores pensem a melhor maneira de atenuar os problemas, reduzindo o tempo das filas, sem, no entanto, aumentar exageradamente os gastos com pessoal e tecnologia.

Esse problema aliado à alta competitividade e o aumento da diversidade de produtos e serviços tem tornado complexo o desenvolvimento de estratégias para a sustentação da atividade econômica das empresas. O diferencial tem sido o atendimento das necessidades dos clientes. Rosa e Kamakura (2001, p.1) afirmam que “a satisfação de clientes vem sendo considerada como um dos mais importantes conceitos mercadológicos nestes últimos anos, uma vez que está conectada à retenção do cliente e conseqüentemente à rentabilidade”.

Para Bateson e Hoffman (2001, p. 320), “quanto maior a satisfação, maior a manutenção de clientes e, quanto maior o ambiente de competição, maior a necessidade de se alcançar índices superiores de satisfação do cliente”.

No caso dos supermercados, para aumentar o volume de vendas, os gerentes têm se preocupado em melhorar o nível de serviço ao consumidor já que a grande concorrência tem criado condições de competitividade muito parecidas, com preços e ambientes semelhantes.

Em uma pesquisa encomendada pela Amis<sup>1</sup> (Associação Mineira de Supermercados) e divulgada durante a 23ª Superminas em outubro de 2009, 63% dos entrevistados disseram que não gostavam das filas, 7% não gostavam dos preços abusivos e 5,4% reclamaram do mau atendimento, os outros 24,6% são divididos entre outros fatores de descontentamento dos clientes.

O consumidor, em geral, é fiel ao supermercado que compra, pois o costume leva ao conhecimento do espaço físico, da distribuição dos produtos, e dos horários menos

---

<sup>1</sup> <http://www.sober.org.br/palestra/9/71.pdf> - acesso em 25.05.2010

congestionados do supermercado. Mesmo assim, preços e filas exagerados são fatores que desagradam qualquer consumidor. Como a diferença de preços tem se tornado cada vez menor entre um e outro estabelecimento, a redução do tempo de espera nas filas pode ser o diferencial e uma vantagem estratégica.

Desta maneira, uma preocupação dos gerentes de supermercados é como reduzir o tamanho das filas nos caixas. Segundo Morabito (2000), ao aumentar o número de caixas em operação, o gerente estará reduzindo o tempo médio de espera em fila, por outro lado, também estará aumentando os custos operacionais do sistema. Surge então um interessante *trade-off* a ser analisado entre o nível de serviço a ser oferecido ao cliente e a escolha de capacidade do sistema de atendimento.

Neste sentido o presente estudo visa responder a seguinte questão de pesquisa: **qual modelo de filas se adapta melhor aos objetivos da empresa em relação ao atendimento de qualidade nos caixas e quantos atendentes são necessários para isso, levando-se em conta as variações de demanda?**

Neste trabalho dois modelos serão explorados: (i) representar o sistema por meio de um simples modelo M/M/s de fila única e (ii) representar o sistema por meio de  $m$  modelos M/M/1, paralelos e independentes.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

- Analisar qual modelo de filas é mais adequado para atender melhor os clientes da empresa estudada.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Dimensionar o fluxo de atendimento;
- Identificar a capacidade do sistema de atendimento atual;
- Analisar as necessidades de alteração do sistema de atendimento.

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

Em virtude da dificuldade de dimensionar a quantidade de funcionários responsáveis pelo atendimento nos caixas do supermercado e devido ao fato da demanda pelo serviço ter uma grande variação, seja ela de um dia para outro, ou durante o próprio horário de trabalho, o resultado esperado ao término deste estudo é obter a real capacidade de atendimento e poder dimensionar a quantidade dos atendentes necessários para tal função, permitindo aos administradores uma melhor alocação dos funcionários, evitando o surgimento de grandes filas que trazem descontentamento aos clientes.

Para tanto, será realizado um estudo de caso em um supermercado que atua no interior do Rio Grande do Sul, na cidade de Faxinal do Soturno, um estabelecimento de médio porte, com um total de cinco caixas.

### 1.3 Estrutura do trabalho

O presente estudo tem em sua estrutura cinco capítulos, contendo introdução, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, análises e conclusão. Encerra-se este trabalho, com as referências bibliográficas consultadas.

No primeiro capítulo, introdução, é apresentado o tema, o problema de pesquisa, objetivos geral e específicos. O segundo capítulo apresenta o embasamento teórico, onde são abordados os estudos realizados na área. O terceiro capítulo descreve os procedimentos metodológicos adotados no estudo. O quarto capítulo apresenta os resultados da pesquisa desenvolvida e no quinto capítulo são apresentadas as considerações finais.

## 2 GESTÃO DA CAPACIDADE E SISTEMAS DE FILAS

Na busca de atingir melhores índices de lucratividade, as empresas procuram reduzir ao máximo todos os custos operacionais, tendo como objetivo trabalhar com a máxima capacidade produtiva. Em ambientes altamente competitivos, uma empresa que consegue dimensionar de maneira correta a capacidade produtiva pode ter uma grande vantagem em relação à outra empresa que esteja trabalhando abaixo ou acima da sua capacidade. Na maioria dos casos, este fato se deve aos administradores não saberem qual a capacidade máxima do sistema ou ainda não conseguirem utilizar esta capacidade em sua plenitude.

Para que sejam atingidos melhores resultados em eficiência e competitividade, torna-se extremamente importante um planejamento adequado e voltado para as capacidades da produção. Segundo Slack (2002) “um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto que o equilíbrio “errado” pode ser potencialmente desastroso”.

### 2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE

Segundo Slack (2002), capacidade “é o nível máximo de atividade de valor adicionado que pode ser conseguida em condições normais de operação durante determinado período de tempo”. Russomano (2000) define que a verificação da capacidade de produção é a uma representação entre o tempo necessário para a realização das tarefas com o tempo disponível atual. Outro conceito para capacidade é apresentado por Stevenson (2001), que a define como sendo “o limite superior ou teto de carga que uma unidade operacional pode suportar. A unidade operacional pode ser uma fábrica, um departamento, uma máquina, uma loja ou um funcionário”.

É comum termos a capacidade produtiva limitada pelos gargalos que são os postos de serviços que já trabalham em sua capacidade máxima e, no caso da prestação de serviços, o recurso mais utilizado para superar este gargalo é o de revezamento de pessoas.

O planejamento da capacidade é o processo que visa uma perfeita conciliação entre a demanda e a capacidade instalada disponível. Com referência às suas principais funções, Slack (2002) comenta que o planejamento da capacidade é a tarefa que tem por objetivo determinar a capacidade efetiva da operação produtiva, de forma que a mesma possa responder e atender a demanda. Corrêa e Corrêa (2006) ressaltam que o planejamento da capacidade produtiva é o processo para determinar os recursos necessários à realização do plano de prioridade e dos métodos necessários para disponibilizar a capacidade.

Neste contexto é importante destacar que o objetivo fundamental desse planejamento é determinar a capacidade efetiva da operação produtiva, de forma que ela possa responder a demanda e para isso há três políticas que devem ser realizadas de forma combinadas para que o empreendimento possa responder de maneira adequada às flutuações da demanda, segundo Cruz e Verna (2007):

A primeira é a política de produção contínua, que estabelece um nível constante durante todo processo; a segunda é a política de acompanhamento, que ajusta a capacidade bem próxima dos níveis variáveis da demanda e a terceira é a política de gestão da demanda, que busca pela redução de preços ou mudanças no produto, adaptar a demanda a períodos mais tranquilos.

O planejamento da capacidade afeta diretamente os custos e receitas, o capital de giro, a qualidade dos serviços e a velocidade de respostas às variações decorrentes da atividade. Cruz e Verna (2007) destacam que entre os principais objetivos estão as reduções dos custos, sejam eles desperdícios de insumos ou mão-de-obra e o aumento das receitas, com o aproveitamento da capacidade operacional. Ainda podemos observar a busca pelo aumento da flexibilidade e uma melhor adaptação às variações na oferta e demanda aliadas ao aumento da qualidade dos produtos e serviços.

Tanto em casos de excesso como também em situações de capacidade produtiva insuficiente os custos extras e indesejáveis acabam aparecendo, gerando assim várias desvantagens. Para Corrêa e Corrêa (2006), uma capacidade insuficiente causa uma deterioração do nível de serviços a clientes, principalmente no que diz respeito ao tempo de atendimento e a qualidade do mesmo. Leva também à frustração dos funcionários responsáveis pelo atendimento, devido à grande pressão e à falta de capacidade para cumprir o trabalho acordado. Já em caso de

excesso de capacidade, os custos adicionais aparecem, sendo totalmente inviáveis num ambiente extremamente competitivo.

### **2.1.1 Planejamento para Capacidade de Curto Prazo**

Por meio do acompanhamento e monitoramento podem ser verificadas algumas necessidades de ajustes na capacidade da produção a curto prazo. Segundo Slack (2002), tais ajustes visam permitir flexibilizar o volume produzido por um curto período de tempo. O autor destaca ainda que as decisões tomadas através do planejamento de capacidade afetam os seguintes aspectos de desempenho:

- Os custos, as receitas e o capital de giro são afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda, bem como também pela decisão de produção para estoques e para a antecipação da demanda;
- A qualidade dos serviços pode ser afetada se ocorrerem grandes flutuações de capacidade, através da contratação de pessoal temporário ou utilização de horas extras;
- A velocidade de resposta à demanda pode ser melhorada pelo aumento de estoques ou pela capacidade excedente, evitando as filas;
- A confiabilidade pode ser melhorada através da proximidade dos níveis de demanda e capacidade;
- A flexibilidade será melhorada por capacidade excedente.

Um bom planejamento para capacidade de curto prazo, de acordo com Corrêa e Corrêa (2006), visa auxiliar e subsidiar as decisões a serem tomadas, tendo como objetivos principais:

- Antecipar as necessidades referentes às capacidades de recursos, os quais requeiram um curto espaço de tempo para sua obtenção;

- Criar um plano detalhado para produção e que seja viável, a fim de que este possa ser liberado para a execução pela fábrica.

Segundo os autores, para uma verificação de capacidade em curto prazo é necessário administrar a capacidade dos recursos, principalmente em função de alguns imprevistos que possam acontecer, tais como quebra de máquinas, falta de materiais e falta de funcionários. Assim, verifica-se que é possível realizar um planejamento para capacidade de curto prazo através do monitoramento e por meio da análise da execução das tarefas e da administração dos recursos disponíveis.

### **2.1.2 Medidas da Capacidade Disponível**

Após decidir que produtos ou serviços devem ser oferecidos e como devem ser feitos, a administração precisa planejar a capacidade de seus processos. Para muitas empresas, a medição da capacidade pode ser feita de forma direta, como sendo o número máximo de unidades que podem ser produzidas em um determinado período de tempo, outras empresas, por sua vez, usam o tempo de trabalho total disponível como medida da capacidade total.

A dimensão da capacidade é uma escolha estratégica que condiciona a atuação da empresa no mercado. Segundo Fraga *et al* (2006), esta dimensão é resultado de uma análise feita pela empresa, em termos economicamente viáveis, que indica qual poderá ser a quantidade de *output* escoado naquele momento.

Para Slack (2002) a capacidade é ajustável, passível de modificação através dos seguintes métodos:

- Utilização de horas extras;
- Variar o tamanho das forças de trabalho;
- Usar pessoal em tempo parcial;
- Subcontratação;



- Gerenciar a demanda

Uma eficiente gestão da capacidade de produção depende de se ter uma medida correta desta capacidade disponível, o que não tarefa fácil. De qualquer forma, a informação sobre essa medida, será sempre aproximada, pois ocorrem muitas variações durante o processo.

A capacidade produtiva depende de duas medidas: a utilização e a eficiência. A eficiência de um processo produtivo refere-se à quantidade dessa capacidade produtiva. Assim, se um funcionário é contratado por oito horas ao dia para compor o quadro operacional de uma indústria ou de uma empresa prestadora de serviços, mas efetivamente trabalha apenas seis horas, o seu nível de eficiência é de 75%.

Assim podemos definir segundo Fraga *et al* (2006), que capacidade teórica é o total de produção que pode ser obtida em um período de trabalho, considerando-se o tempo potencial disponível.

### **Utilização e Eficiência na Gestão de Capacidade Produtiva**

$$UTILIZAÇÃO = \frac{\textit{Capacidade Efetivamente Disponível}}{\textit{Capacidade Total Teórica}}$$

$$EFICIÊNCIA = \frac{\textit{Saídas Demonstradas em Capacidade Efetivamente Disponível}}{\textit{Saídas - Padrão em Capacidade Efetivamente Disponível}}$$

Quando se utilizam ambas as medidas para o projeto e planejamento de capacidade, é importante usar o conhecimento adquirido de um desempenho passado da operação em utilização e eficiência para um planejador ou projetista de operação de serviço considere que a capacidade total teórica estará disponível para isso e para gerar saídas. A equação abaixo, leva em consideração estes indicadores:

$$\textit{CAPACIDADE PARA PLANEJAMENTO} = \textit{Capacidade Teórica Total} \times \textit{Utilização} \times \textit{Eficiência}$$

## 2.2 GESTÃO DE FILAS E FLUXOS

O conceito de filas, segundo compreensão de Lovelock e Wright (2002), reflete na representação de uma linha de pessoas, veículos, outros objetos físicos ou intangíveis que aguardam sua vez de serem atendidos. Os autores destacam que o processo de formação de filas ocorre quando o número dos que chegam excede a capacidade do sistema de atendimento e que geralmente esse processo está relacionado a problemas relativos à administração da capacidade. Para a resolução do problema de formação de filas, Schmenner (1999) compreende que há múltiplas formas de administrá-la:

- Aumentar a capacidade;
- Investir em controle estatístico da qualidade;
- Adotar outras medidas quaisquer que orientem a diminuição das variâncias de serviço.

O fornecedor do serviço deve gerenciar a formação de filas de modo que o cliente não espere tempo demais para ser atendido, sob pena de possibilitar a formação de um impacto negativo quanto à qualidade do serviço. Dessa forma, os serviços prestados devem ser oferecidos com o mínimo de garantia de qualidade para que o cliente tenha uma percepção mais positiva possível.

A experiência de esperar em uma fila é diretamente influenciada pelo ambiente na qual a fila está inserida, aliada ao tempo de espera. Por exemplo, alguém que está esperando parado numa fila à espera do dentista por 15 minutos, ouvindo um paciente que está sendo atendido gritar periodicamente. Este período é completamente desgastante e dará a impressão ao paciente que o período foi muito grande, bem maior do que o realmente transcorrido. No entanto, se a sala de espera tiver isolamento acústico com relação aos sons oriundos do consultório e o ambiente tiver revistas com temas interessantes e um televisor com programas que atraiam a atenção, para o paciente a espera não se torna tão traumatizante e pode passar relativamente despercebida, mesmo que o tempo transcorrido na sala de espera seja maior do que na situação anteriormente

descrita. Segundo Carrión (2007), as empresas tem observado este fato e ficado atentas com relação ao atendimento.

Muitas empresas, como a Walt Disney, por exemplo, começaram a cuidar minuciosamente os detalhes que envolvem a espera em uma fila. Ficar numa fila de espera que tenha movimento é menos tedioso que numa fila de espera sem mover-se. Somado a isto se os usuários podem ver e escutar aos que completaram seu tempo de espera, a antecipação cresce e a espera parece que vale a pena. Se os usuários que ingressam na fila de espera são informados que têm que esperar 15 minutos, pelo menos eles podem decidir se ficam ou não. Se ficarem e a demora for menor que os 15 minutos, eles ficariam gratamente surpreendidos.

Outra dimensão de quanto é relativo esperar é o sentimento de justiça, que é constantemente visto em sistemas onde existem múltiplas filas, como em um supermercado, onde o cliente pode considerar muito desagradável ver alguém chegar depois e ser atendido mais rápido. De acordo com Carrión (2007), este fato é inevitável e cabe à empresa disponibilizar em sua estrutura situações que façam com que o cliente sinta-se menos concentrado em “como está a fila ao lado”. Isto pode ser obtido através da colocação de gôndolas em produtos que atraiam a atenção, produtos como revistas, chocolates ou outros produtos de consumo, além de sistemas de TV ou som com programação atraente.

As filas em todo o mundo são um campo a ser trabalhado e aprimorado, visando à satisfação dos clientes, sem necessariamente, onerar os prestadores de serviço, podendo ainda gerar lucros. As empresas podem empreender ações na expectativa de reduzir os efeitos negativos destes sentimentos sem, todavia, modificar a verdadeira duração da espera.

Neste sentido, Maister (1985) apresentou oito proposições da psicologia que incitam à reflexão sobre como fazer o tempo de espera parecer menor, tornando a espera algo mais prazeroso, ou pelo menos, tolerável. Estas proposições são referenciadas por autores como Bateson e Hoffman (2001), Davis e Heineke (1994), Jones e Peppiatt (1996), Katz *et al* (1991), Lovelock e Wright (2001), Schmenner (1999), Taylor (1995) e Zeithaml e Bitner (2003) e são baseadas na equação abaixo e apresentadas a seguir.

$$\text{SATISFAÇÃO} = \text{Percepção} - \text{Expectativa}$$

- 1) **Tempo ocioso parece mais longo que tempo ocupado.** Para Taylor (1995), proporcionar, durante a espera, algo que os clientes possam fazer e, de preferência, algo benéfico e relacionado ao serviço, pode melhorar a experiência do cliente e influenciar de forma positiva a avaliação global do serviço;
- 2) Esperas **pré-processo parecem mais longas que esperas durante o processo.** O cliente precisa ter certeza de que sua chegada foi percebida;
- 3) Ansiedade **faz as esperas parecerem mais longas.** Schmenner (1999) sugere que se reassegure aos clientes que eles serão atendidos e que estão esperando em local certo;
- 4) Esperas **incertas são mais longas que esperas finitas e conhecidas.** Esta proposição sugere que os clientes devam receber informações sobre a duração da sua espera. Segundo Lovelock e Wright (2001) é o desconhecido que mantém os clientes impacientes;
- 5) **Esperas** inexplicadas **são mais longas que esperas explicadas.** Os clientes terão muito mais paciência quando souberem a causa da espera, especialmente se for justificável;
- 6) Esperas injustas são mais longas que esperas justas. A ordem de atendimento deve atentar para a equidade. Qualquer desvio da ordem “primeiro a chegar, primeiro a ser atendido” pode parecer injusto aos clientes devendo por isto ser explicado e justificado;
- 7) **Quanto mais valioso o serviço, por mais tempo o cliente esperará.** A tolerância de um cliente na espera depende do valor percebido no serviço;
- 8) **Esperas individuais parecem mais longas que esperas em grupo.** Em um grupo as pessoas consolam e transmitem uma sensação de conforto umas às outras, promovendo distrações que as faz esperarem por mais tempo.

Esta listagem de proposições identifica os princípios básicos para que gestores possam desenvolver estratégias eficientes para uma boa percepção do cliente durante a espera na fila. Outro fator também a ser analisado pelo fornecedor de serviços é a configuração do sistema de filas. Segundo Bateson e Hoffman (2001) esta configuração refere-se à abordagem quanto ao

número de filas, sua localização, necessidades de espaço e seu efeito sobre o comportamento do cliente. Podemos classificar as alternativas de configurações em:

- Fila única, atendente único, etapa única;
- Fila única, atendentes únicos em etapas sequenciais;
- Filas paralelas para múltiplos atendentes;
- Filas específicas para atendentes específicos;
- Fila única para múltiplos atendentes (fila do tipo “cobra”);
- Fila com aplicação de senha (os atendentes podem ser únicos ou múltiplos).

Cada tipo de fila permite vantagens e desvantagens próprias devido a várias possibilidades do processo de chegada do cliente, do processo de serviço, da disciplina e configuração da fila. O processo de melhor escolha e ajustamento desses fatores de problemas de filas de espera pode ser auxiliado através de simplificações por meios matemáticos, técnica denominada de Teoria das Filas.

### 2.3 TEORIA DAS FILAS

A concepção da Teoria das Filas é atribuída ao engenheiro dinamarquês Agner Krarup Erlang que, em 1909, analisou os painéis de controle telefônico da companhia telefônica dinamarquesa “Copenhagen Telephone Company” e teve que resolver um clássico problema de determinar quantos circuitos são necessários para providenciar um atendimento aceitável nas chamadas telefônicas (FOGLIATTI, 2007).

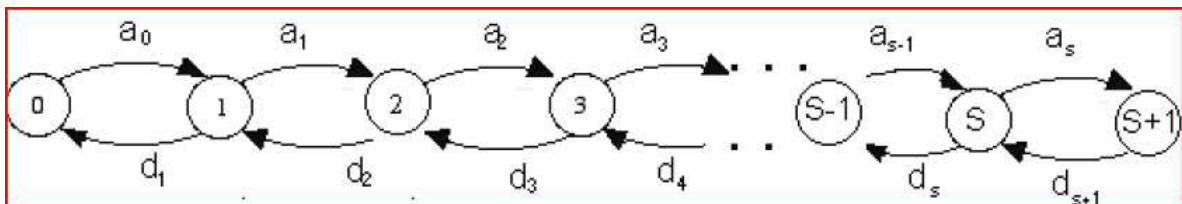
Seu raciocínio o ajudou a perceber que a matemática resolveria outro problema, isto é, quantos operadores de telefone são necessários para atender um número de chamadas telefônicas determinadas previamente. Vale destacar que nessa época a maioria das centrais telefônicas usava trabalhadores como operadores para gerenciar as chamadas telefônicas, conectando os fios telefônicos nas tomadas elétricas das placas com circuitos. A partir da Segunda Guerra Mundial a

Teoria das Filas foi aplicada a outros problemas de filas e uma das suas melhores aplicações é a análise do fluxo de automóveis nas rodovias dos Estados Unidos, permitindo analisar o número de pistão, número de semáforos, etc. a fim de otimizar o fluxo de tráfego (MOORE e WEATHERFORD, 2005).

Para Prado (2009), a Teoria das Filas tenta através de análises matemáticas detalhadas encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e seja viável economicamente para o provedor do serviço. Um sistema de filas pode ser descrito como clientes chegando, esperando pelo serviço, se não forem atendidos imediatamente, e saindo do sistema após serem atendidos. O termo cliente é usado de maneira geral e não implica necessariamente num cliente humano.

### 2.3.1 Características do Sistema de Filas

Um sistema de filas é a combinação das filas de espera e seus atendentes, onde o número de clientes no sistema é a primeira medida que deve ser analisada e seu número representa o estado do sistema. Na figura 01 os estados do sistema estão representados por pequenos círculos com o número indicando a quantidade clientes neste estado.



**Figura 01: Rede de Transição de Estados de um Sistema de Filas**

Fonte: Adaptada de Fogliatti (2007)

Segundo Fogliatti (2007), o estado zero é um estado vazio, quando não existem clientes e todos os atendentes estão ociosos. Nos estados de 1 até S, todos os clientes estão sendo atendidos e ninguém está na fila de espera. Para estados maiores que S, todos os atendentes estão ocupados e alguns clientes estão na fila de espera ( $d-s$ ). Os arcos ou setas representam eventos. Uma chegada denominada pela letra  $a$ , causa ao sistema “aumentar em um”; enquanto uma saída

denominada por  $d$  causa ao sistema “decrecer em um”. Usam-se subscritos nestas denominações para indicar que o processo associado pode depender do estado do sistema. Posto que ambos os tempos de chegada e atendimento sejam variáveis randômicas, o estado do sistema é um processo estocástico. Para sistemas estáveis, existem probabilidades em estados estáveis do número de clientes no sistema.

Segundo Prado (2009), a Teoria das Filas envolve fórmulas para calcular as probabilidades em estado estável de diferentes configurações do sistema de filas. A maioria delas requer que os tempos de chegada e os tempos de atendimento sejam governados pela distribuição exponencial de probabilidade. Resultados aproximados existem quando as distribuições não são exponenciais. Dadas as probabilidades em estado estável, se calcula uma variedade de variáveis que interessam ao operador de um sistema de filas. Estas englobam o valor esperado do número de clientes no sistema, o valor esperado do tempo que um cliente fica no sistema, a eficiência dos atendentes etc.

Para Fogliatti (2007) os elementos-chave de um sistema de filas são os clientes e os servidores. O termo clientes pode se referir a pessoas, partes, máquinas, aviões, processos de computador, entre outros. Servidores são caixas de banco, operadores de máquinas, controladores de tráfego, operadores de computador, etc. Outros termos importantes são:

- **População:** conjunto potencial de clientes pode ser finito ou infinito.
- **Capacidade do Sistema:** o limite do número de clientes que o sistema pode acomodar em um dado instante de tempo.
- **Processo de Chegada:** as chegadas podem ocorrer em tempos **programados** ou em tempos aleatórios, sendo que no segundo caso normalmente assume-se alguma distribuição de probabilidade. A distribuição Poisson é a mais comum.
- **Disciplina de Fila:** o comportamento da fila em reação ao seu estado atual ou a maneira como a fila é organizada pelo servidor.
- **Mecanismo de serviço (atendimento):** o tempo de atendimento (*service time*) pode ser constante ou ter uma duração randômica. O atendimento pode se dar através de um só canal ou através de múltiplos canais.

### 2.3.2 Modelos e Sistemas

Segundo Prado (2009) o termo modelo é empregado para significar a representação de um sistema. Andrade (2002) afirma que os modelos assumem um papel importante no processo de tomada de decisão por permitir algumas facilidades, tais como, (i) visualização da estrutura do sistema real em análise; (ii) representação das informação e suas relações; (iii) sistemática de análise e avaliação do valor de cada alternativa; e (iv) instrumento de comunicação e discussão com outras pessoas. Dependendo do propósito e da complexidade do problema investigado, a modelagem pode ser desenvolvida com a construção de um modelo entre os vários tipos existentes. Prado (2009) comenta que os modelos podem ser (i) icônicos; (ii) analógicos; (iii) simbólicos; (iv) matemáticos; (v) diagramático; ou (vi) entrada-saída.

Sob a ótica da Teoria das Filas, os modelos aplicados são do tipo matemático, pois a análise é feita com o uso de equações matemáticas que representam o problema de formação de fila em estudo. Com relação a sistemas, no âmbito da Teoria das Filas, Bronson (1985) afirma que um sistema de filas pode ser entendido como um processo de nascimento-morte com uma população composta de usuários a espera de atendimento e sendo atendidos, onde um nascimento ocorre quando um usuário chega ao estabelecimento de prestação de serviços e uma morte ocorre quando um usuário deixa este estabelecimento. Portanto, o estado do sistema é o número de usuários no estabelecimento.

No processo de atendimento podemos utilizar a distribuição exponencial para representar o tempo de atendimento do servidor em um modelo básico de formação de filas. Moore e Weatherford (2005) explicam que a distribuição exponencial apresenta três propriedades que baseiam a utilização desta distribuição: (i) falta de memória; (ii) representação de tempos curtos de serviço; e (iii) relação com a distribuição de Poisson.

Bronson (1985) caracteriza um sistema de filas pelos seguintes pressupostos para um modelo básico de formação de filas:

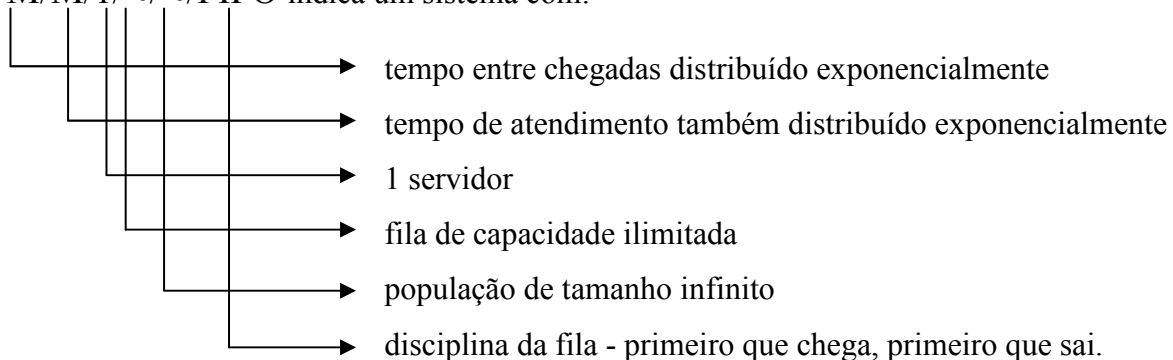
- **Modelo de chegada dos usuários:** As chegadas dos clientes a um sistema ocorrem na maioria das vezes de modo aleatório;



- **Modelo de Serviço:** Este modelo é normalmente especificado pelo tempo em que um atendente realiza o serviço para um usuário. A distribuição de probabilidade pode também descrever o processo de atendimento com base no tempo de serviço;
- **Capacidade do Sistema:** todo sistema pode ter sua capacidade caracterizada. Um sistema pode ser considerado com capacidade infinita ou finita. No primeiro caso, não há limite de entrada para os usuários no sistema. No sistema com capacidade finita, há limitação, seja ela física ou definida por fatores considerados pertinentes pela administração do estabelecimento;
- **Disciplina da fila:** os usuários quando dentro do sistema, podem ser atendidos segundo regras de prioridades que podem ser a seleção aleatória ou a utilização de regras específicas. A regra mais utilizada é a FIFO (*First In, First Out* – Primeiro que Chega, Primeiro que Sai), *mas, dependendo da situação*, outras podem ser utilizadas, como a LIFO (*Last In, First Out* – Último que Chega, Primeiro que Sai).

Após a caracterização do sistema, uma notação pode ser elaborada para melhor compreensão. A Notação de Kendall para a visualização de cada componente do sistema é a mais utilizada por ser mais fácil de ser trabalhada. A disposição de Notação de Kendall é  $A/B/C/K/M/Z$ , onde A descreve o processo de chegada; B descreve o processo de atendimento; C representa o número de servidores; K representa a capacidade do sistema; M define o tamanho da população de usuários do sistema; e, Z define a disciplina da fila. Caso M e Z não estejam especificados na notação, eles serão considerados como sendo  $\infty$  e FIFO, respectivamente. Abaixo, um esquema representando a notação de Kendall para o modelo M/M/1.

M/M/1/ $\infty$ / $\infty$ /FIFO indica um sistema com:



Neste estudo, serão empregados os modelos M/M/1 e o M/M/s descritos no capítulo a seguir e que se enquadram melhor no ambiente da empresa estudada.

### 2.3.3 Medidas de Desempenho de Sistemas de Filas

Toda avaliação tem por objetivo o estabelecimento de um julgamento qualitativo sobre o sistema avaliado. No entanto, a avaliação científica é feita sobre resultados quantitativos e deve ser, tanto quanto possível objetiva. Na prática, a avaliação de desempenho é o conhecimento da situação ou o estado do sistema atual. Tanto situações passadas, como situações atuais podem ser avaliadas para tornar possível a observação da evolução do sistema. Além disso, a observação do comportamento do sistema ajuda a entender o funcionamento do mesmo. Podem ser ainda avaliadas situações futuras, com a finalidade de previsão e planejamento. Em sistemas com filas, as seguintes variáveis são empregadas na definição e cálculo de desempenho:

$c$  : número de servidores do sistema

$\lambda$  : taxa média de chegada de clientes

$\mu$  : taxa média de atendimento (serviço) por servidor

$a$  : número de servidores necessários para o serviço

$\rho$  : taxa de utilização do servidor; é uma medida de congestionamento do servidor

se  $\rho < 1$  então não há congestionamento

se  $\rho = 1$  então sistema está em equilíbrio

se  $\rho > 1$  então há congestionamento

$Wq$  : descreve o tempo gasto por um cliente na fila

$Ws$  : descreve o tempo gasto por um cliente durante atendimento (serviço)

$W$  : descreve o tempo total de um cliente no servidor (fila + atendimento)

$L_q$  : descreve o número de clientes na fila

$L_s$  : descreve o número de clientes em atendimento (serviço)

$L$  : descreve o número total de clientes

### **Fórmulas genéricas:**

$$a = \lambda \cdot W_s$$

$$\rho = a/c = \lambda/c \cdot \mu$$

$$W = W_q + W_s$$

$$L = L_q + L_s$$

$$L = \lambda \cdot W$$

$$L_q = \lambda \cdot W_q$$

$$L_s = \lambda \cdot W_s$$

Para o caso M/M/1, as fórmulas específicas ficam:

$$\rho = \lambda \cdot W_s$$

$$W = W_s / (1-\rho)$$

$$W_q = \rho \cdot W$$

$$L = \lambda \cdot W = \rho / (1-\rho)$$

$$L_q = \lambda \cdot W_q = \rho^2 / (1-\rho)$$

$$P[L = n] = (1-\rho) \rho^n \quad \text{probabilidade do sistema ter } n \text{ clientes}$$

$$P[L \geq n] = \rho^n \quad \text{probabilidade do sistema ter } n \text{ ou + clientes}$$

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho o método adotado será o estudo de caso por permitir colher melhores evidências das situações encontradas antes e durante o estudo. O emprego da Teoria das Filas, também exige uma precisão maior nos dados coletados, o que só pode ser realizado mediante observações realizadas no próprio estabelecimento. Segundo Yin (2005), este método de pesquisa deve ser utilizado em situações onde são possíveis a realização de observações diretas.

O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados.

Segundo Severino (2000), o estudo de caso também permite uma melhor percepção das possibilidades a serem adotadas após a conclusão deste trabalho já que será possível perceber as diferenças entre o sistema utilizado atualmente e os modelos implementados durante o estudo.

A abordagem é quantitativa e envolveu informações relativas à velocidade de atendimento dos clientes, tempo entre a chegada e saída do sistema, número de clientes nas filas, tempo de espera em fila, entre outros, mas também, qualitativa, pois, independentemente do número de atendentes, algumas variáveis não podem ser colocadas numericamente, como um atendimento cordial, que propicie ao cliente um grau de satisfação maior ou o próprio ambiente, que sendo mais aconchegante ou limpo do que outros estabelecimentos pode alterar a percepção do cliente quanto à demora no atendimento.

Para mensurar as variáveis acima, foram utilizados dois modelos da Teoria das Filas. Estes modelos têm o objetivo de avaliar se o atual modo empregado pela instituição atende, de maneira ampla, os objetivos dos clientes e dos administradores, bem como buscar-se-á possíveis melhorias de alguma variável, seja reduzindo custos ou melhorando a eficiência do sistema.

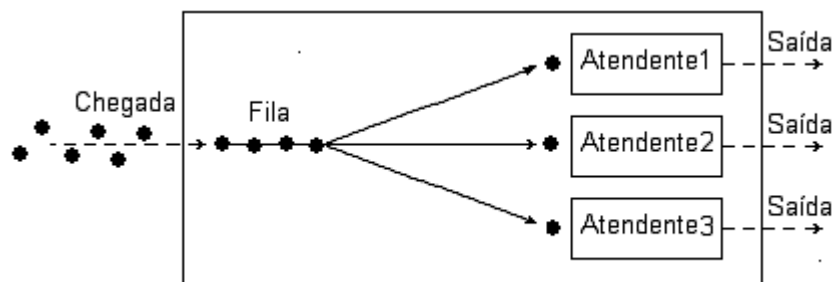
### 3.1 MODELO M/M/S

Este modelo é caracterizado por ter mais de um servidor e, conforme Prado (2009), para sistemas de filas com mais de um servidor, as chegadas e os tempos de atendimento se processam assim como no sistema M/M/1, segundo a distribuição de Poisson e Exponencial Negativa, respectivamente e o atendimento é feito por ordem de chegada.

A taxa de utilização do sistema é calculada da seguinte forma, onde  $s$  é o número de servidores:

$$\rho = \lambda/s.\mu$$

Neste modelo, supõe-se que a capacidade de atendimento de cada um dos atendentes seja a mesma, ou seja, não existe uma variação significativa entre os atendimentos realizados. A figura 02 apresenta uma visão deste modelo.



**Figura 02: Sistema de Fila Única**  
Fonte: adaptada de Prado (2009)

Este modelo é empregado em estabelecimentos bancários por permitir uma maior sensação de justiça aos clientes atendidos, pois não causa a sensação de que a fila do lado é que anda.

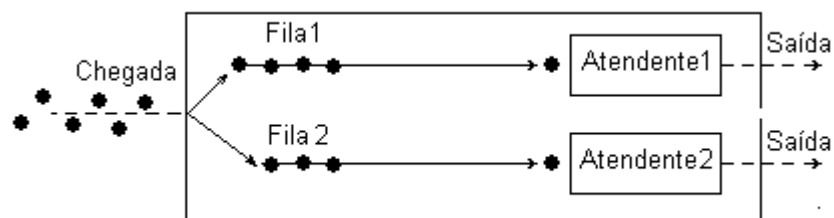
### 3.2 MODELO M/M/1

De acordo com Hilier e Lieberman (2006), o modelo M/M/1 caracteriza-se como um sistema constituído por uma única fila sendo atendida por um servidor, sem limite na capacidade do sistema e uma disciplina do tipo FIFO, onde o número de usuários que chegam na fila por minuto é descrito por uma distribuição de Poisson de parâmetro  $\lambda$  e o tempo de atendimento exponencialmente distribuído com parâmetro  $\mu$ . Segundo Fogliatti (2007), os valores de  $\lambda$  e  $\mu$  são a taxa média de chegada de usuários por unidade de tempo e a taxa média de atendimento por unidade de tempo, respectivamente.

A taxa de utilização do sistema é calculada da seguinte forma:

$$\rho = \lambda/\mu$$

Uma taxa de utilização menor que um, indica que o sistema opera com estabilidade, o que permite o estudo analítico do sistema de filas (ANDRADE, 2002). A figura 03 apresenta uma visão do funcionamento do sistema.



**Figura 03: Sistemas de Filas em Paralelo**

Fonte: adaptada de Prado (2009)

Este modelo é o empregado atualmente na empresa analisada e na maioria dos estabelecimentos onde os clientes chegam aos pontos de atendimento com carrinhos ou com cestos de compras como pode-se observar em Morabito (2000), que apresentou um estudo sobre um supermercado localizado no interior de São Paulo em que o sistema empregado era o de filas paralelas e independentes, o modelo M/M/1. Isso ocorre em virtude da falta de espaço para que

sejam formados outros tipos de fila de clientes, que no caso, chegarão com seus carrinhos de compras.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

O instrumento para coleta de dados foi uma planilha na qual foram recolhidas as informações sobre os intervalos de chegadas dos clientes, tempos de atendimentos e momentos de saídas do sistema, além, do número de atendentes. Estes dados foram inseridos em uma planilha pré-programada em Excel, elaborada por Mclain (2003) onde foram resolvidos os modelos (i) M/M/s e (ii) M/M/1.

### 3.4 COLETA DOS DADOS

As observações *in loco*, foram realizadas no Supermercado Bevilaqua Ltda, empresa situada no município de Faxinal do Soturno (RS), com mais de 40 anos no ramo e que conta com um total de cinco pontos de atendimento. A empresa não possui caixa rápido, pois segundo a informação da gerência em uma conversa informal isto se deve as características dos clientes atendidos que não adotaram a ideia quando da sua implementação em anos anteriores. Segundo o gerente, “*o consumidor de Faxinal do Soturno, por ser uma cidade pequena, não tem a cultura de caixas exclusivos para o atendimento rápido*”.

A loja vem sendo modernizada, com *check-outs* novos, consultores de preço eletrônicos e um ambiente grande, limpo e bem iluminado. Com relação aos caixas, o supermercado trabalha com três caixas fixos e dois que operam somente em horários onde há maior demanda. Como parâmetro, adotou-se que se as filas forem maiores do que quatro clientes um novo caixa deve passar a operar. Isto evita que alguns funcionários fiquem ociosos, mas mesmo trabalhando desta maneira, a administração do estabelecimento tem recebido reclamações quanto à demora no

atendimento em horários de grande fluxo de atendimento. A dúvida que surge para a gerência é se há a necessidade de um novo ponto de atendimento.

As coletas das amostras se deram em horários diferentes para tentar mensurar melhor quais são os horários de maior fluxo e os de menor fluxo. Foram coletados dados na Terça-Feira, Sexta-Feira e Sábado. A Terça-Feira foi escolhida por ser o dia de menor fluxo no mercado segundo o dirigente Os outros dias foram escolhidos por serem, ao contrário, dias de maior movimento.

Os horários também variaram, sendo constatado que, na parte da manhã, o maior movimento ocorre sempre a partir das 11h e, na parte da tarde, a partir das 16h. Mas o horário de maior fluxo de atendimento, invariavelmente, se dá entre às 17h e às 18h30min. Já os horários de menor movimento, ocorrem entre as 8h e 11h e na parte da tarde, das 13h30min e 17h.

A coleta dos dados foi feita conforme a tabela 01 nos dias 14, 17 e 18 de setembro de 2010, uma terça-feira, uma sexta-feira e um sábado respectivamente.

**Tabela 01: Horários de Coleta de Dados**

	<i>Dia 14.09.2010</i> <i>Terça-Feira</i>	<i>Dia 17.09.2010</i> <i>Sexta-Feira</i>	<i>Dia 18.09.2010</i> <i>Sábado</i>
Período de coleta de dados	08h às 10h	8h30min às 10h	8h às 9h30min
	11h às 12h	11h às 12h	11h às 12h
	13h30min às 15h	13h30min às 15h30min	13h30min às 14h30min
	17h às 18h	17h às 18h30min	17h às 18h10min.

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados coletados será feita através de planilhas de maneira a ordená-los para uma melhor aplicação dos modelos. Serão listados primeiramente os horários com maiores e



menores fluxos de clientes e os respectivos dados correspondentes aos intervalos de chegada e, com o emprego do software Sphinx e o uso do Excel, através de folha pré-programada extraída do trabalho de Mclain (2003), Anexo A, foram feitos cálculos computacionais para a resolução dos modelos.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise dos dados coletados e os resultados encontrados. Inicialmente é apresentado a situação atual do sistema e posteriormente o emprego dos modelos adotados.

### 4.1 SITUAÇÃO ATUAL DO SISTEMA

Para cada caixa do supermercado estudado foram coletados os instantes de chegadas dos consumidores na fila, início e término de serviços. A tabela 02 apresenta os intervalos médios entre as chegadas e os tempos médios de serviço prestados aos consumidores para cada caixa.

**Tabela 02: Intervalos Médios entre Chegadas e Tempos Médios de Serviço dos Consumidores nos Caixas**

<i>Caixa</i>	<i>Intervalo Médio Entre as Chegadas (min)</i>	<i>Tempo Médio de Serviços (min)</i>	<i>Tempo Médio de Espera (min)</i>
01	3,8	3,0	11,25
02	4,8	3,7	12,96
03	4,1	3,1	9,37
04	5,1	3,9	12,82
05	4,7	3,4	9,05
Média	4,67	3,53	11,05
Desvio Padrão	0,42	0,35	2,13

A média geral dos intervalos médios entre chegadas nos caixas é 4,67 minutos ou 0,21 chegadas por minuto em cada caixa. A média geral dos tempos médios de serviço nos caixas é 3,53 minutos, ou 0,28 atendimentos por minuto em cada caixa. Ressalta-se que os caixas 04 e 05 só entram em operação quando as filas dos demais caixas estão com tamanho superior a 4 clientes, portanto, os indicadores destes caixas são extraídos nos horários de maior movimento. Como supermercado trabalha com o sistema de caixas operando em paralelo, ou seja, um modelo

M/M/1, de posse destes dados e o uso da folha pré-programada Mclain (2003), foram obtidos os parâmetros de análise da fila, apresentados na tabela 03.

**Tabela 03: Parâmetros de Análise**

<i>Parâmetros</i>	<i>Caixa 01</i>	<i>Caixa 02</i>	<i>Caixa 03</i>	<i>Caixa 04</i>	<i>Caixa 05</i>	<i>Unidades</i>
$\lambda$	0,26	0,21	0,24	0,20	0,21	Cientes/min.
$\mu$	0,33	0,27	0,32	0,26	0,29	Cientes/min.
Taxa de utilização (%)	78,79	77,78	75,00	76,92	72,41	%
Tamanho médio da fila	2,92	2,72	2,25	2,56	1,90	Cientes
Tempo médio de espera na fila	11,22	12,96	9,38	12,82	9,05	Minutos
Número médio de clientes no sistema	3,71	3,5	3,00	3,33	2,62	Cientes
Tempo médio no sistema	14,28	16,67	12,5	16,67	12,5	Minutos

A partir destes dados pode-se analisar que um caixa é mais utilizado que outro, fazendo com que a taxa de utilização do caixa 01 seja de 78,79%. O fato pode ser explicado devido ao fato dos clientes entrarem normalmente no caixa 01 que é o mais próximo da saída do supermercado, após os clientes terem percorrido as gôndolas do mercado e continuarem numa sequência até o último caixa, que fica próximo do local onde usualmente as pessoas adentram ao estabelecimento. Estes dados não interferem no estudo, mas é importante destacar devido à diferença encontrada.

O estabelecimento trabalha com os 3 primeiros caixas de maneira fixa e aciona os caixas 04 e 05 a partir do momento que as filas estão com 4 clientes cada. Segundo o gerente, isso deve ao fato de historicamente o cliente do supermercado ficar irritado com a demora e com o tamanho da fila a partir deste número.

#### 4.2 MEDIDAS DE DESEMPENHO DO ATUAL SISTEMA

Conforme observado no capítulo 2, a capacidade efetiva de um sistema é o limite da produção real, o qual pode ser considerado como sendo a produção máxima possível de um

processo. No caso de um serviço, o máximo que um gestor pode exigir é que o servidor esteja ocupado, durante todas as horas de serviço, com os afazeres da sua função.

Para o gerente do supermercado, a empresa solicita que o funcionário respeite os intervalos de descanso e o intervalo para almoço, mas também exige que durante os outros momentos, o funcionário deva estar, na medida do possível, exercendo a sua função sem grandes intervalos ou interrupções.

No caso do supermercado em estudo, que possui um total de 5 caixas, contratados para trabalhar 8 horas por dia, o tempo disponível para atender ao público é de 40 horas por dia.

A capacidade efetiva permite visualizar o limite máximo de atendimentos que poderá ser realizado pela empresa na atual configuração. Para obter o número máximo de atendimento que cada caixa pode efetuar em um intervalo de tempo foram utilizados os dados coletados em horários de pico, em especial Sábado, entre às 10h e às 12h que é, segundo o gerente, o horário de maior movimento. Neste período, os caixas atenderam, em média, um cliente a cada 3,00 minutos, o que permite dizer que a cada hora, são atendidos 20 clientes.

O número máximo de clientes que poderão ser atendidos pelo sistema é de 800 clientes/dia ou 100 clientes por hora, com os cinco caixas operando no máximo da sua capacidade de serviço. Este número não é fixo, podendo ocorrer alguma variação, dependendo de fatores externos como tipo de compra efetuado no dia. Um exemplo é o que ocorre nos finais e inícios de cada mês, período em que as compras são maiores e fazem com que o período de atendimento seja igualmente elevado. Os dados levantados são uma média de todos os atendimentos registrados no período da coleta.

Neste estudo, foi utilizado como parâmetro de eficiência o índice de utilização dos caixas respeitando este limite máximo de clientes que podem ser atendidos. Como o objetivo dos administradores é ter o funcionário sempre trabalhando, de maneira contínua, a maior parte do tempo sem aumentar o tamanho das filas, utilizaremos este índice mensurar se o sistema não está sendo subproveitado ou se está sobrecarregando os servidores.

Mantendo a capacidade de atendimento de cada caixa, quanto maior for a taxa de utilização dos servidores, maior será a eficiência do serviço desde que as filas não se tornem grandes demais ou que tragam descontentamento para os clientes, este índice é apresentado na tabela 04.

**Tabela 04: Taxa de Utilização dos Caixas no Atual Sistema**

<i>Caixa</i>	<i>Taxa de utilização dos caixas (%)</i>
01	78,79
02	77,78
03	75,00
04	76,92
05	72,41
Média	74,60
Desvio Padrão	1,88

A taxa de utilização dos caixas sofre uma pequena variação, não significativa demonstrada pelo desvio padrão de 1,88, fato este que se deve aos clientes optarem normalmente por caixas com menores filas. Para efeito do índice de eficiência, será utilizado a média, ou seja, na atual configuração do sistema, os caixas permanecem 74,60% do tempo ocupados em suas atividades, portanto são atendidos, aproximadamente, 600 clientes por dia no supermercado, ficando uma ociosidade de 200 atendimentos.

#### 4.3 EMPREGO DOS MODELOS $M/M/s$ E $M/M/1$

Esta seção analisa os resultados obtidos a partir da amostra coletada, com a aplicação dos modelos (i)  $M/M/s$  de fila única e o modelo de  $m$  sistemas (ii)  $M/M/1$ , paralelos e independentes, comparando com o modelo atualmente empregado no supermercado. A tabela 05 apresenta o número médio de consumidores no sistema e o tempo médio de espera em fila obtidos com cada um dos dois modelos, quando adotada a utilização dos cinco caixas.

**Tabela 05: Número Médio de Consumidores no Sistema e Tempo Médio de Espera em Fila com os Modelos M/M/5 e M/M/1**

	<i>Modelo (i) – M/M/5</i>	<i>Modelo (ii) – M/M/1</i>	<i>Amostra</i>
Número médio de consumidores no sistema	5,13	3,14	3,00
Tempo médio de espera no sistema	4,89	14,28	14,29
Número médio de consumidores por caixa	1,03	2,38	2,25
Tempo médio de espera em fila	1,32	10,84	10,71
Taxa de utilização dos caixas	75%	74,60%	74,60%

Esta tabela mostra que o modelo (ii) apresenta resultados semelhantes aos encontrados na amostra, isso se deve ao fato de que o modelo adotado pelo mercado é o de filas paralelas. Já o modelo (i) tem resultados bem diferentes, por fazer com que toda a força de trabalho seja canalizada para atender a demanda, não ficando um caixa mais sobrecarregado do que outro. Porém, este modelo empregaria os 5 caixas em tempo integral, o que o torna mais dispendioso e sua taxa de utilização dos servidores é de 75,00%, pouco superior à taxa encontrada atualmente.

Como não é objetivo da administração do estabelecimento manter 5 caixas operando em tempo integral, surge a necessidade de empregar o modelo com um número menor de atendentes. Portanto, efetuou-se uma comparação com o modelo (i) empregando 4 caixas e uma taxa de atendimento igual à encontrada na amostra, ou seja, um ritmo de atendimento de um cliente a cada 3,53 minutos ou 0,28 clientes/minuto.

**Tabela 06: Número Médio de Consumidores no Sistema e Tempo Médio de Espera em Fila com o Modelo M/M/4**

	<i>Modelo (i) – M/M/4</i>	<i>Modelo (ii) – M/M/1</i>
Número médio de consumidores no sistema	16,72	3,14
Tempo médio de espera no sistema	15,92	14,28
Número médio de consumidores por caixa	4,18	2,38
Tempo médio de espera em fila	12,36	10,84
Taxa de utilização dos caixas	93,75%	74,60%

O sistema M/M/4 apresenta números inferiores aos apresentados pelo modelo (ii), que representa o atual modelo empregado pelo mercado. Apesar do modelo (i) ter um nível de utilização dos caixas de 93,75%, o número médio de consumidores no sistema torna este sistema inviável, já que o limite máximo da fila seria de 6 consumidores devido ao espaço físico disponível para uma fila única e neste sistema, o número médio de consumidores seria de 16,72

#### 4.4 MEDIDAS DE DESEMPENHO DO MODELO M/M/S

De posse dos dados é possível avaliar o desempenho do modelo quanto ao nível de utilização dos servidores. A tabela 07 apresenta os resultados encontrados para cada um dos modelos sem a avaliação da inclusão de um servidor extra. Esta avaliação leva em conta que a fila não pode ter mais do que 04 clientes no modelo M/M/1 e no máximo 6 clientes no modelo M/M/5, pois não existe a possibilidade de um número maior de clientes com seus carrinhos dentro da estrutura física atual do supermercado.

**Tabela 07: Tempo de Utilização dos Caixas nos Modelos**

	<i>Modelo (i) – M/M/5</i>	<i>Modelo (i) – M/M/4</i>	<i>Modelo (ii) – M/M/1</i>
Média	75,00%	93,75%	74,60%

Pode-se observar que no modelo (i) M/M/5 o tempo médio de utilização dos caixas é pouco superior ao do modelo (ii) empregado atualmente, isso se deve ao fato de que este modelo emprega os cinco caixas em tempo integral. Já no modelo (i) M/M/4, o tempo médio de utilização dos caixas é superior aos outros dois empregados, permitindo um melhor aproveitamento da mão-de-obra, mas como visto anteriormente, torna-se inviável pelo grande número de consumidores no sistema. O modelo (ii) M/M/1 tem um tempo de utilização dos caixas menor, mas como as filas são independentes, isto permite a redistribuição da mão-de-obra ociosa em outros setores do supermercado.

#### 4.5 ANÁLISE DOS MODELOS EM FUNÇÃO DOS HORÁRIOS DE ATENDIMENTO

As coletas de dados foram efetuadas em intervalos de tempo variados para representar, de maneira mais fidedigna possível, as variações que ocorrem no fluxo de clientes. A tabela 08 apresenta as médias dos intervalos de chegadas conforme o horário de atendimento.

**Tabela 08: Intervalo de Chegadas em Função dos Horários de Coleta**

<i>Horário</i>	<i>Intervalo de chegadas</i>	<i>Clientes/minuto</i>
8h30min. às 10h	8,15	0,12
11h às 12h	4,43	0,23
13h30min. às 15h30min.	5,48	0,18
17h às 19h	3,70	0,27
Média	4,54	0,23
Desvio padrão	0,89	0,05

Estes dados confirmam a informação anterior de que os horários de maior movimento são das 11h às 12h e das 17h às 19h e, portanto, podem representar o maior volume de chegada de clientes no estabelecimento. A tabela 09 mostra uma análise mais detalhada dos modelos apresentados, no horário de atendimento compreendido entre as 11h e às 12h.

**Tabela 09: Número Médio de Consumidores no Sistema e Tempo Médio de Espera em Fila no Horário das 11h às 12h**

	<i>Modelo (i) – M/M/4</i>	<i>Modelo (i) – M/M/5</i>	<i>Modelo (ii) – M/M/1</i>
Número médio de consumidores no sistema	-	6,85	4,60
Tempo médio de espera no sistema	-	5,96	20,00
Número médio de consumidores por caixa	-	1,37	3,78
Tempo médio de espera em fila	-	2,38	16,43
Taxa de utilização dos caixas	-	82,14%	82,14%

Na tabela 09, o modelo (i) M/M/4 tem dados nulos porque se torna um modelo inválido por ter uma taxa de atendimento inferior a taxa de chegadas. Já o mesmo modelo, com 5 servidores, teria um resultado muito superior ao apresentado pelo modelo (ii). O tamanho da fila é muito próximo do limite determinado anteriormente. As taxas de utilização em ambos os modelos é de 82,14%.

A tabela 10 traz os dados no horário compreendido entre as 17h e 19h, que é o horário com maior atendimento do supermercado. Nesta tabela, não foi incluído os resultados do modelo (i) M/M/4 porque, assim como no horário das 11h às 12h ele tem uma taxa de atendimento



inferior a taxa de chegadas e por isso, não poderia ser empregado sem ocasionar um aumento da fila constantemente.

**Tabela 10: Número Médio de Consumidores no Sistema e Tempo Médio de Espera em Fila no Horário das 17h às 19h**

	<i>Modelo (i) – M/M/5</i>	<i>Modelo (ii) – M/M/1</i>
Número médio de consumidores no sistema	29,45	13,00
Tempo médio de espera no sistema	21,81	50,00
Número médio de consumidores por caixa	5,89	12,07
Tempo médio de espera em fila	18,24	46,42
Taxa de utilização dos caixas	96,43%	96,43%

Podemos observar que o modelo (ii) apresenta números muito diferentes do observado nos dados médios da amostra e muito aquém do que acontece na realidade observada durante a coleta dos dados. Isso se deve ao fato de os caixas trabalharem mais concentrados e de maneira mais rápida no período. No caso analisado, atenderam, a um ritmo de um cliente a cada 3 minutos, ou 0,33 clientes por minuto, durante as observações. Essa variação, aparentemente pequena, produz um resultado muito diferente. Por exemplo, com este ritmo de serviço, o tempo na fila de espera reduz para 13,65 minutos, o que é bem mais condizente com a realidade. A taxa de utilização destes modelos é de 96,43%.

#### 4.6 NÚMERO DE ATENDENTES EM FUNÇÃO DO HORÁRIO DE ATENDIMENTO

Como a demanda varia conforme o horário de atendimento e os modelos de fila única não são práticos, já que o modelo (i) M/M/5 não é a melhor opção com uma taxa de chegadas menor por deixar muitos atendentes ociosos e o modelo (i)M/M/4 não comportar as taxas de chegada dos horários de maior movimento, é útil verificar o número de postos de atendimentos que devem ser mantidos, segundo o  $\lambda$  para o modelo (ii) M/M/1. Para isso, fixou-se o tamanho máximo da fila em 4 clientes que é o tamanho máximo que a gerência considera para não haver insatisfação

dos clientes. Os resultados obtidos na tabela 11 podem ser usados pela gerência do supermercado para dispor dos servidores em outras atividades quando a demanda permitir.

**Tabela 11: Número de Postos de Atendimento em Função da Taxa de Ingresso, Limitando-se a Fila a 4 Clientes**

$\lambda$ (Taxa de Ingresso)	Postos de Atendimento
$\lambda < 0,49$	2
$0,50 < \lambda < 0,71$	3
$0,72 < \lambda < 0,95$	4
$0,96 < \lambda < 1,19$	5
$1,20 < \lambda < 1,44$	6

Os dados acima mostram que o supermercado poderá ter em operação até 2 caixas desde que identificada uma taxa de ingresso menor do que 0,49 clientes por minuto. Isso permite ao supervisor/administrador evitar, seja o acúmulo de consumidores nas filas, seja a ociosidade dos servidores.

Esse acompanhamento deve ser constante para poder surtir o efeito desejado pela administração da empresa, ou seja, satisfazer as necessidades dos clientes por um atendimento de qualidade e reduzir o custo com operacional. Segundo Morabito (2000) este controle pode ser eletrônico, como o realizado em um supermercado nos Estados Unidos, permitindo uma maior precisão o que diminuiria a possibilidade de criar filas grandes ou permitir ter mão-de-obra ociosa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi aplicada a Teoria de Filas para analisar o desempenho do sistema de filas em caixas de supermercados. Foram empregados dois modelos: (i) representa o sistema por meio de um modelo  $M/M/s$  de fila única, onde  $s$  é o número de caixas em operação e (ii) representa o sistema por meio de  $m$  modelos  $M/M/1$ , paralelos e independentes. Para avaliar o desempenho destes modelos, foi realizado um estudo de caso no Supermercado Bevilaqua Ltda, empresa que atua no interior do estado do Rio Grande do Sul.

Segundo Morabito (2000), os modelos (i) e (ii) são simples e não demonstram com exatidão o que ocorre nas filas de um supermercado durante o horário de atendimento por não incluírem, por exemplo, em suas variáveis e em suas fórmulas, como calcular as mudanças de filas que podem vir a ocorrer a partir do momento que um consumidor percebe que a fila ao lado está menor ou fluindo de maneira mais rápida. Para este estudo, esse fator não foi levado em consideração porque o objetivo era determinar se um dos modelos se adequava melhor à situação encontrada e se era possível determinar o número necessário de caixas para efetuar o atendimento no estabelecimento estudado.

Os resultados mostraram que o modelo (ii) é uma representação do atual modelo adotado, com pequenas variações nos dados apresentados pela empresa e o modelo (i) apresenta características bem distintas, podendo apresentar resultados muito satisfatórios para os clientes apesar de alguns inconvenientes para a sua implementação.

Os inconvenientes deste modelo (i) são, em primeiro lugar, o da própria adoção da fila única, algo difícil de executar por exigir um grande espaço e em segundo lugar, no caso do modelo com 5 atendentes, no horário de atendimento de menor movimento o modelo se torna mais oneroso por ter todos caixas atuando em tempo integral nesta atividade. Este mesmo modelo com 4 atendentes fixos, apresenta resultados bons, até o momento em que a demanda atinge valores maiores nos horários de pico. Nestes instantes, este modelo acaba se tornando inválido por não poder atender a demanda, pois sua taxa de atendimento é inferior à taxa de chegada dos clientes.

Conforme a tabela 11, o administrador do supermercado pode deslocar a mão-de-obra ociosa para efetuar outra atividade sem comprometer o atendimento de qualidade que deseja. Isso exigirá um controle sobre a demanda que se for bem feito, evitará desgastes com os clientes e manterá os servidores com uma taxa de ocupação alta.

A maior limitação encontrada no estudo foram as amostras que não englobam todos os momentos do período de atendimento sendo possível haver pequenas distorções nos dados referentes a este serviço.

Outros experimentos são necessários para explorar um projeto que contemple a análise de curvas de *trade-off* entre medidas de desempenho do sistema e a necessidade de contratar um novo servidor caso ocorra um aumento na demanda ou um estabelecimento que trabalhe com guichês de atendimento rápido, o que mudaria a característica dos consumidores atendidos.

Como a empresa analisada possuía poucos guichês de caixa, um estudo com um maior número destes seria necessário para perceber se existem condições de avaliar um modelo de fila única em sistemas de maior dimensão. Outra estudo necessário seria um com modelos mais elaborados que incluam variáveis como a troca de filas ou a desistência dos consumidores devido a demora no atendimento, estudo semelhantes ao realizado por Moabito (2000).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

BATESON, John E. G.; HOFFMAN, K. Douglas. **Marketing de serviços**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 495p.

BRONSON, Richard. **Pesquisa Operacional**. São Paulo: McGraw-Hill, 1985.

CARRIÓN, Edwin Arturo, Teoria das filas como ferramenta para análise de desempenho de sistemas de atendimento: Estudo do caso de um servidor da UECE - **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2007.

CORRÊA, C. A.; CORRÊA, H. L. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços - uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CRUZ, Gustavo da; VERNA, Hécio von Borell du. **Planejamento da Capacidade Produtiva: fundamental para o sucesso da gestão dos empreendimentos turísticos**, Etur, Julho 2007.

Disponível em <<http://www.etur.com.br/conteudocompleto.asp?idconteudo=12917>>. Acesso em: 15 set. 2010

DAVIS, M. M.; HEINEKE, J. Understanding the roles of the customer and the operation for better queue management, **International Journal of Service Operations e Production Management**. USA, v. 14, n.5. 1994.

FOGLIATTI, Maria Cristina; MATTOS, Néli Maria Costas. **Teoria de Filas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007

FRAGA, Marinette Santana *et al.* **Unidade de Esforço de Produção e Utilização do Plano-Sequência**. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 6., 2006, São Paulo.

Disponível em: <<http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos62006/175.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2010

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

JONES, Peter; PEPPIATT, Emma. *Managing perceptions of waiting times in service queue*. **International Journal of Service Industry Management**. v. 7, n.5. 1996.

KATZ, Karen L.; LARSON Baire M.; LARSON Richard C. Prescription for the waiting-in-line blues: entertain, enlighten and engage. **Sloan Management Review**. v.32, winter. 1991.

LOVELOCK, Christopher; WRIGHT, Lauren. **Serviços: marketing e gestão**. São Paulo: Saraiva, 2001. 416p.

MAISTER, David H. **The psychology of waiting lines. The Service Encounter: Managing Employee/Customer Interaction in Service Business**, Eds. John A. Czepiel, Michael R. Solomon e Carol F. Suprenant. Lexington, MA: Lexington Books, p. 113-23. 1985.

Disponível em: <[www.davidmaister.com](http://www.davidmaister.com)> Acesso em: 05 set. 2010.

McCLAIN, John O. **Queue.XLS: A Teaching Spreadsheet for Queuing Theory**. Ithaca, NY, Cornell University, 2003.

Disponível em: <<http://forum.johnson.cornell.edu/faculty/mcclain/Software/Queue.htm>> Acesso em: 05 set. 2010

MORABITO, R. e LIMA, F. C. R. “**Um modelo para analisar o problema de filas em caixas de supermercados: um estudo de caso**”, *Pesquisa Operacional*, v.20, n.1. 2000.

MOORE, Jeffrey H.; WEATHERFORD, Larry R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRADO, Darci. **Teoria das Filas e da Simulação**. v.2. 4. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial. Série Pesquisa Operacional, 2009.

ROSA, F.; KAMAKURA, W.A. **Pesquisas de satisfação de clientes e efeito halo: interpretações equivocadas?** In: ENANPAD, 25., 2001, Curitiba. Anais... Campinas: ANPAD, 2001. CD-ROM.

RUSSOMANO, V. H. **PCP: Planejamento e Controle da Produção**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SCHMENNER, Roger W. **Administração de operações em serviços**. São Paulo: Futura, 2002. 422p.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

STEVENSON, WILLIAM J. **Administração das Operações de Produção**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TAYLOR, Shirley. Waiting for service: The relationship between delays and evaluations. **Journal of Marketing**, USA, v.58, n.2, p. 56-69, april. 1994. .

\_\_\_\_\_. The effects of filled waiting time and service provide control over the delay on evaluations of service. **Journal of the Academy of Marketing Science**. USA, v.23, n.1, p. 38-48. 1995.

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZEITHAML, Valarie A.; BITNER, Mary Jo. **Marketing de serviços: a empresa com foco no cliente**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. 536p.

## ANEXO A - FOLHA PRÉ-PROGRAMADA EXCEL – McCLAIN (2003)

### Filas de capacidade infinita de estado estacionário,

Model is OK

#### Informações básicas:

Número de servidores,  $S = 5$   
 Taxa de Chegada,  $\lambda = 1,15$   
 Taxa de Serviço de cada servidor,  $\mu = 0,28$

#### A fila de espera:

**Q:** Probabilidade de mais de **4** consumidores esperando  
**T:** Probabilidade de mais de **5**

Número médio consumidores na fila ( $Nq$ ) = **2,742**  
 Tempo Médio de Espera ( $Tq$ ) = **2,3846**  
 = **22,3%**

unid.-tempo espera = **17,08%**

#### Serviço:

Utilização dos servidores em média = **82,14%**  
 Número médio de clientes sendo atendidos ( $Ns$ ) = **4,1071**

#### Sistema Total (fila de espera mais os clientes a serem atendidos)

Número médio de clientes no sistema ( $N$ ) = **6,849**  
 Tempo médio de espera no sistema ( $Tq + Ts$ ) = **5,9561**

#### Uma opção: Várias classes de clientes

Classe	Fração	(Ignore)	$Nq (k)$	$Tq (k)$
Maior prioridade=				
1	<b>0,2</b>	0,83571	<b>0,117</b>	<b>0,5095</b>
2	<b>0,8</b>	0,17857	<b>2,625</b>	<b>2,8534</b>
3	<b>0</b>	0,17857	<b>0,000</b>	<b>0,0000</b>
4	<b>0</b>	0,17857	<b>0,000</b>	<b>0,0000</b>



## ANEXO B – INTERVALOS DE CHEGADAS

- **08h30min. às 10h - 03 caixas**

03:13 – 02:17 – 02:13 – 02:18 – 02:32 – 01:52 – 02:23 – 02:45 – 01:45 – 01:33 – 01:22 – 02:25 –  
 03:17 – 01:58 – 02:47 – 02:59 – 03:27 – 03:22 – 02:14 – 02:33 – 02:57 – 03:25 – 02:22 – 01:42 -  
 03:20 – 02:58 – 03:25 – 02:48 – 02:45 – 01:23 – 02:28 – 02:11 – 02:08

- **11h às 12h – 05 caixas**

00:85 – 00:78 – 00:83 – 00:88 – 00:09 – 01:11 – 00:62 – 00:77 – 00:65 – 01:15 – 00:83 – 00:85 –  
 00:92 – 01:04 – 01:55 – 00:83 – 00:88 – 01:71 – 01:63 – 00:54 – 00:58 – 00:47 - 00:67 – 00:42 –  
 00:33 – 00:45 – 00:58 – 00:32 – 00:35 – 00:66 – 00:34 – 00:28 – 00:15 – 00:12 – 00:89 – 00:48 –  
 00:36 – 00:67 – 00:59 – 01:07 – 01:83 – 01:71 – 01:80 – 01:11 – 01:14 – 01:84 – 01:58 – 01:27 –  
 01:23 – 01:19 – 01:12 – 01:84 – 00:88 – 00:79 – 01:05 – 01:18 – 01:01 – 00:89 – 00:85 – 00:79 –  
 00:65 – 00:57 – 00:78 – 00:87 – 00:33 – 00:25 – 00:88

- **13h30min. às 15h30min – 03 caixas**

02:07 – 02:83 – 02:71 – 02:80 – 02:11 – 02:14 – 02:84 – 02:58 – 01:27 – 02:23 – 02:19 – 01:12 –  
 02:84 – 01:88 – 01:79 – 02:05 – 01:18 – 01:01 – 01:89 – 02:85 – 01:79 – 01:65 – 01:57 – 01:78 –  
 01:87 – 02:33 – 00:25 – 02:83 - 00:85 – 02:78 – 01:83 – 00:88 – 01:09 – 02:11 – 01:62 – 01:77 –  
 01:65 – 02:15 – 01:83 – 00:85 – 02:92 – 01:04 – 03:55 – 00:83 – 03:88 – 02:71 – 02:63 – 02:54 –  
 01:58 – 01:47 - 00:67 – 02:42 – 00:33 – 00:45 – 03:58 – 03:32 – 00:35 – 00:66 – 02:23 – 02:02 –  
 01:14 – 01: 23 – 03:33 – 01:07 – 01:21

- **17h às 19h – 05 caixas**

00:32 – 00:35 – 00:66 – 00:34 – 00:28 – 00:15 – 00:12 – 00:89 – 00:48 – 00:36 – 00:67 – 00:59 –  
 00:07 – 00:83 – 00:71 – 00:80 – 00:11 – 00:14 – 00:84 – 00:58 – 00:27 – 00:23 – 00:19 – 00:12 -  
 00:84 – 00:88 – 00:79 – 00:05 – 00:18 – 00:01 – 00:89 – 00:85 – 00:79 – 00:65 – 00:57 – 00:78 –  
 00:87 – 00:33 – 00:02 – 00:88 – 00:07 – 00:83 – 00:71 – 00:80 – 00:11 – 00:14 – 00:84 – 00:58 –  
 00:27 – 00:23 – 00:19 – 00:12 – 00:84 – 00:88 – 00:79 – 00:05 – 00:18 – 00:01 – 00:89 – 00:85 –  
 00:79 – 00:65 – 00:57 – 00:78 – 00:87 – 00:33 – 00:25 – 00:83 - 00:85 – 00:78 – 00:83 – 00:88 –  
 00:09 – 00:11 – 00:62 – 00:77 – 00:65 – 00:15 – 00:83 – 00:85 – 00:92 – 00:04 – 00:55 – 00:83 –  
 00:88 – 00:71 – 00:63 – 00:54 – 00:58 – 00:47 - 00:67 – 00:42 – 00:33 – 00:45 – 00:58 – 00:32 –  
 00:35 – 00:66 – 00:23 – 00:02 – 00:14 – 00: 23 – 00:33 – 00:07 – 00:21 – 00:13– 00:17 – 00:13 –  
 00:18 – 00:32 – 00:52 – 00:23 – 00:45 – 00:45 – 00:33 – 00:22 – 00:25 – 00:17 – 00:58 – 00:47 –  
 00:59 – 00:27 – 00:22 – 00:14 – 00:33 – 00:57 – 00:25 – 00:22 – 00:42 – 00:20 – 00:58 – 00:25 –  
 02:48 – 02:45 – 01:23 – 02:28 – 02:11 – 02:08 – 00:66 – 00:34 – 00:28 – 00:15 – 00:12 – 00:89 –  
 00:48 – 00:36 – 00:67 – 00:59 – 01:07 – 01:83 – 01:71 – 01:80 – 01:11 – 01:14 – 01:84 – 01:58 –  
 01:27 – 01:23 – 01:19 – 01:12 – 01:84 – 00:88