



O uso da simulação para o estudo da viabilidade de alteração de *layout* em uma empresa do setor varejista

lochane Garcia Guimarães

Departamento de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Santa Maria

Leonardo Marques Caires

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Resumo: Este trabalho foi desenvolvido em uma grande empresa do setor varejista brasileiro, que possui sistema de serviço baseado no autoatendimento. Este sistema tem como premissa uma área de vendas bem estruturada, em que o cliente seja capaz de escolher os próprios produtos, com colaboradores atentos e disponíveis para atendimento personalizado caso o cliente solicite. Ou seja, a maioria dos clientes entra na loja, realiza suas compras e sai tendo contato apenas com um colaborador, o caixa que realizou a operação de pagamento. Este ponto foi fundamental para a escolha do processo que será analisado e simulado detalhadamente neste trabalho: as filas de caixas. Assim, objetivou-se neste estudo demonstrar a utilidade e o potencial da simulação computacional para auxiliar o processo de tomada de decisão em sistemas de filas de caixas, a fim de contribuir para minimização das filas formadas, promover maior equilíbrio na utilização dos atendentes e permitindo obter melhora no nível de serviço oferecido ao cliente. O estudo mostrou que sistema de disposição dos caixas atualmente utilizado é mais vantajoso para o cliente e para a empresa, refletindo na diminuindo o tempo de espera no sistema, pois reduz a ociosidade do operador. Além disso, o novo *layout* aponta dois diferenciais competitivos que evidenciam sua utilização: maior produtividade e melhor nível de serviço.

.Palavras-chave: Caixas de atendimento, Simulação, Teoria das filas..

The use of simulation to study the layout change feasibility at a company in the retail sector

Abstract: This work was developed into a large company in the Brazilian retail sector, which has service system based on self-service. This system is premised on a well-structured sales area, where the customer is able to choose the products themselves, with attentive and personalized service available to employees if the customer requests it. In other words, most customers enter the store, make your shopping and go out having contact with only one employee, the box that held the payment transaction. This point was crucial to the choice of process will be analyzed and simulated in detail in this paper: the boxes queues. Thus, the aim of this study demonstrate the utility and the potential of computer simulation to aid the decision-making process in boxes queuing systems in order to contribute to minimizing formed rows, promote greater balance in the use of attendants and allowing get improved service level to the customer. The study showed that the disposal system currently used boxes is more advantageous for the client and for the company, reflecting on reducing

the waiting time in the system because it reduces idleness operator. Moreover, the new layout highlights two competitive advantages that demonstrate their use: increased productivity and better service.

Keywords: Service boxes, Simulation, Theory of queues.

1. Introdução

O crescimento da concorrência e as alterações de comportamento e hábitos dos consumidores têm sido fundamentais na promoção das significativas mudanças no comércio varejista. A concorrência, crescente entre lojas de mesmo formato e entre diferentes tipos de lojas, tem levado as empresas à necessidade de implantar programas de redução de custos, de racionalização das operações e de diferenciação de serviços para atrair mais consumidores (SANTOS; GIMENEZ, 2002). Em um setor competitivo, processos estruturados e eficientes garantem ganho para o negócio, através do aumento de produtividade dos operadores. Análises que possam medir ociosidade e simular situações extremas de atendimento são fundamentais para garantir o nível de serviço desejado.

As filas, além de não serem agradáveis aos consumidores, do ponto de vista das empresas, podem representar um grande problema com a perda de negócios. Usualmente, a modelagem de sistemas pode ser feita por duas abordagens inteiramente diferentes entre si, a Teoria das Filas e a simulação, sendo esta última mais utilizada e caracterizada por ser uma técnica que permite representar o funcionamento de um sistema real com maior exatidão (PRADO, 2004).

A Teoria das Filas é uma ferramenta que permite analisar e dimensionar sistemas para evitar desperdícios e eliminar gargalos de operação. No varejo, a teoria das filas visa a obter um modelo de previsão do comportamento da demanda, para estabelecer parâmetros que mantenham a estabilidade do sistema, garantindo à gerência que não haverá situações de descontrole que evidenciem incapacidade da loja em atender os consumidores. Assim, uma fila controlada torna-se um fator de competitividade, podendo impactar diretamente no resultado financeiro e operacional da organização (GUIMARAES et. al, 2014).

Segundo Muniz, Guimarães e Campos (2009), a simulação oferece diversas vantagens que justificam sua utilização. Uma vez criado e validado o modelo, este pode ser utilizado inúmeras vezes para a análise de outros projetos e novas políticas. Guimaraes et. al (2014) acrescenta que, ao se utilizar os modelos computacionais, tem-se melhor visão de como o processo opera, uma vez que dentro do sistema alguns detalhes importantes passam despercebidos.

Este trabalho foi desenvolvido em uma grande empresa do setor varejista brasileiro, que possui sistema de serviço baseado no autoatendimento. Este sistema tem como premissa uma área de vendas bem estruturada, em que o cliente seja capaz de escolher os próprios produtos, com colaboradores atentos e disponíveis para atendimento personalizado caso o cliente solicite. Ou seja, a maioria dos clientes entra na loja, realiza suas compras e sai tendo contato apenas com um colaborador, o caixa que realizou a operação de pagamento. Este ponto foi fundamental para a escolha do processo que será analisado e simulado detalhadamente neste trabalho: as filas de caixas.

Assim, objetivou-se neste estudo demonstrar a utilidade e o potencial da simulação computacional para auxiliar o processo de tomada de decisão em sistemas de filas de caixas, a fim de contribuir para minimização das filas formadas, promover maior equilíbrio na utilização dos atendentes e permitindo obter melhora no nível de serviço oferecido ao cliente.

2. Revisão bibliográfica

A simulação consiste em um processo de experimentação, com um modelo detalhado de um sistema real para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno (ANZANELLO, 2013). Para expandir a capacidade de uma simulação, combina-se a esta ferramentas específicas que façam um estudo adicional das informações adquiridas, demonstrando de forma mais clara e precisa o comportamento do novo sistema com o objetivo de um tratamento mais amplo dos dados, fornecendo uma perspectiva mais próxima do real (MENEZES et. al, 2001).

Alexandre (2010) acrescenta que permite imitar um procedimento real em menor tempo e com menor custo, permitindo um melhor estudo do que acontecerá com a possibilidade de alterações e como consertar erros que gerariam grandes gastos. A simulação pode ser dividida em dois tipos: simulação discreta - utilizada em sistemas onde a mudança de estado se dá de forma descontínua, eventos que indicam o início e o fim das operações; e simulação contínua - utilizada em sistemas cujas variáveis mudam continuamente de valor (por exemplo, equações diferenciais).

Neste contexto, de acordo com Miyagi (2006) o comportamento de um sistema pode ser estudado através de um modelo de simulação, no qual geralmente utiliza diversos parâmetros sobre a operação do sistema. Uma vez desenvolvido e validado, o modelo pode ser usado para investigar uma grande variedade de questões sobre o sistema, e mudanças podem ser simuladas a fim de prever seu impacto no seu desempenho. A simulação ainda pode ser usada para estudar sistemas na fase de concepção, antes que sejam efetivamente implementados. A Figura 1 apresenta o procedimento para uma análise de sistemas por simulação conforme Miyagi (2006).

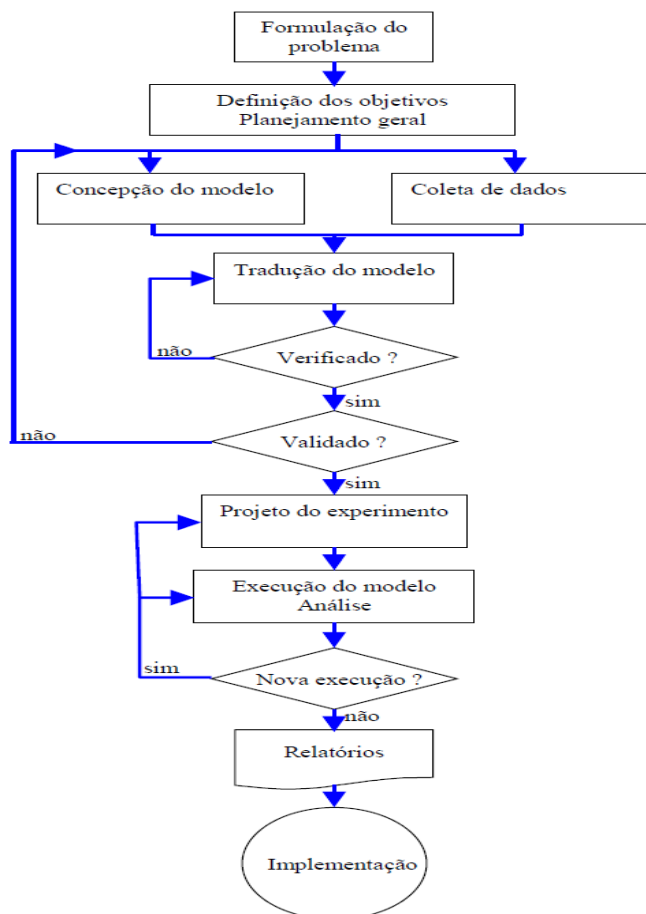


Figura 1- Procedimento para análise de sistemas por simulação

Ainda neste sentido, Miyagi (2006) salienta que um sistema de filas é caracterizado por uma população de elementos que deseja um serviço, pela natureza das chegadas dos elementos para execução dos serviços, pela natureza dos serviços a serem realizados, pela capacidade do sistema e pela disciplina de fila. A Figura 2 apresenta um sistema discreto de filas conforme Miyagi (2006).

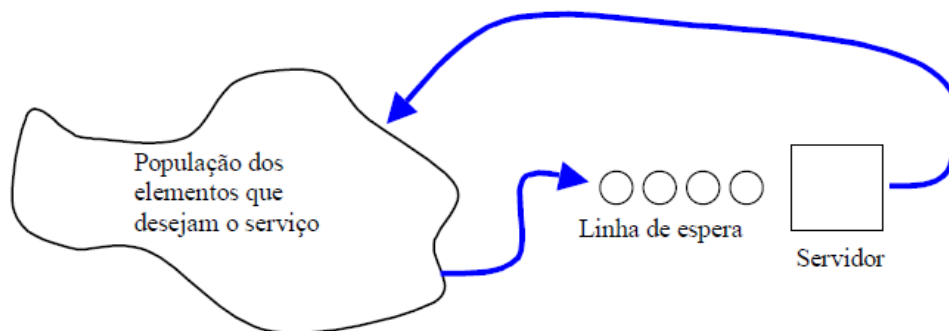


Figura 2 - Ilustração de um sistema discreto de filas

Este sistema de filas considera que a população é infinita, isto é, se um elemento desta população for para a fila de espera do serviço, não existe alteração na taxa de chegada de outros elementos que estejam precisando deste serviço. O tempo de serviço é definido de acordo com uma distribuição de probabilidades que é considerada constante. A capacidade do sistema é considerada infinita (o sistema inclui o elemento que está no servidor mais aqueles que estão esperando na fila). Os elementos são atendidos pelo servidor na ordem de chegada, procedimento conhecido como FIFO (first in, first out) (MIYAGI, 2006).

Hillier e Lieberman (2013) explicam que os sistemas de fila, logo após começarem a operar, se encontram em condição transiente (não estacionário), devido a sofrer um grande impacto da situação inicial do sistema e o tempo decorrido, entretanto conforme passa o tempo o sistema atinge o estado estacionário, facilitando assim a modelagem do problema. Ou seja, o comportamento dos dados se repete com um mesmo padrão ao longo do tempo permitindo a análise do cenário (ANDRADE, 2009).

Para Arenales (2007), os resultados da análise de sistemas de filas podem ser usados em modelos de otimização, por exemplo, minimizando a soma dos custos de oferecer um nível de serviço no sistema e a soma dos custos dos atrasos ou perdas de usuários. Enquanto os custos operacionais de oferecer o serviço aumentam com o aumento do nível de serviço, os custos devido aos atrasos sofridos pelos usuários diminuem.

3. Metodologia

No presente trabalho foram feitas simulações utilizando o modelo de um único servidor. Foi escolhido este modelo, pois os dados utilizados para os cálculos são de média de atendimento por loja, ou seja, de toda a equipe, e não por caixa. O objetivo principal era encontrar o modelo com menor ociosidade dos colaboradores que ocupam a posição de caixas, além de propor modelos que não ultrapassem 3 pessoas no sistema de atendimento por caixa, ou nenhuma fila. Todos os cálculos foram desenvolvidos no excel, utilizando as fórmulas propostas pelo modelo.

4. Estudo de caso

A empresa na qual este trabalho foi desenvolvido está entre as 10 maiores varejistas do Brasil, segundo o ranking do Ibevar, e é a segunda maior loja de departamentos do país. A rede é composta por lojas especializadas em moda orientada a estilos de vida. É uma empresa de capital aberto desde 1967, e em 2005 entrou no Novo Mercado da Bovespa, passando a ter 100% das ações em circulação. A empresa conta hoje com 217 lojas, 15 mil colaboradores e faturamento em torno de 3,5 bilhões por ano.

Os primeiros *layouts* de loja desta empresa tinham estilo “parede” de caixas, ou seja, ao fundo da loja junto à parede os caixas ficavam localizados e os clientes aguardavam atendimento em fila única. Os modelos seguintes foram planejados no estilo “ilhas”, com uma ilha central com atendimento em bilateral ou 2 ilhas com atendimento unilateral. Estes dois modelos são matematicamente equivalentes. Os *layouts* recentes seguem um estilo multifunção – os operadores não são mais segmentados em caixas e vendedores. Neste modelo, os pontos de venda são individuais e espalhados dentro da loja, sem operador fixo. Os colaboradores ocupam a área de vendas, fazem outras atividades e operam caixas quando surgem clientes, diminuindo a ociosidade.

O problema surgiu quando algumas concorrentes, bastante conhecidas no mercado por desenvolverem estudos de produtividade, inauguraram novas lojas no modelo antigo, estilo “parede”. Os representantes da empresa questionaram, então os modelos mais novos, se os mesmos eram realmente mais vantajosos. Por este motivo, o presente trabalho busca explorar os diferentes tipos de *layouts* para diferentes demandas.

Os modelos trabalhados serão o modelo de “parede” de caixas (modelo M1), o modelo de ilha dupla de caixas (modelo M2) e o modelo multitarefa (modelo M3). Foram simulados cenários com diferentes números de caixas propondo sempre comparações entre os *layouts* M1/M2 e M3, considerando sempre as diferentes demandas previstas de transações.

Ao todo, foram desenvolvidos estudos que correspondem a 8 faixas de metas para situações de uso de até 12 caixas, o que totalizou 96 simulações. Os dados utilizados para desenvolver as simulações estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados utilizados para desenvolver as simulações

Dados do problema			Tempo de transação		Estimativa		
			uma transação: 1,25 min.	es por hora: 60/NT			
Tip o	Metas estabelecidas para lojas do tipo “P”	Nº médio de transações (trasações/di a)	Nº de transações após as 17h		Tempo de Nº médio de Tempos de		
			Média por hora (λ)	Todas das 17 as 22 h.		caixa leva para fazer uma transação	s que um caixa faz por hora (unidades)
1	15.000	242	23	114	1,4	42,9	2,00
2	20.000	323	30	151	1,4	42,9	2,00
3	25.000	403	38	189	1,4	42,9	2,00
4	30.000	484	45	227	1,4	42,9	2,00
5	35.000	565	53	265	1,4	42,9	2,00
6	40.000	645	61	303	1,4	42,9	2,00
7	45.000	726	68	341	1,4	42,9	2,00
8	50.000	806	76	379	1,4	42,9	2,00

Utilizando dados experimentais apresentados na Tabela 1, verificou-se que um caixa leva, em média, 1,4 minutos para realizar uma operação, e que os tempos estimados de caminhadas entre a atividade de venda e de caixa para o modelo M3 é de 2 minutos. Para os modelos M1 e M2 considerou-se uma taxa de serviço de 0,95, e para o modelo M3 foi considerada uma taxa de serviço de 0,85, pois acredita-se que neste modelo o gasta-se mais tempo para substituir vendedores e para realizar login no sistema. Ao total, são 17 pessoas envolvidas nas tarefas de vendas e de operação de caixa. Os exemplos das tabelas utilizadas para os cálculos estão no Apêndice A. No desenvolvimento deste estudo pode-se concluir que o *layout* do tipo M3 é mais rentável em relação ao modelo antigamente utilizado (modelo M2), para o médio-longo prazo em qualquer uma das faixas de metas avaliadas. E isso é facilmente percebido pois em todas as 96 simulações há valores significativamente inferiores para os dados de "ociosidade da equipe", enquanto que o dado de "Número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa" praticamente permanece inalterado. Isto pode ser verificado no cálculo feito para 5 caixas, ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Simulação de número de clientes no sistema e ociosidade da equipe para 5 caixas para os modelos M2 e M3

Simulação para 5 caixas				
Metas	Layout M2		Layout M3	
	Ociosidade da equipe	Número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa	Ociosidade da equipe	Número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa
15000	26%	0,06	0,26%	0,09
20000	25%	0,08	0,35%	0,13
25000	24%	0,11	0,42%	0,18
30000	23%	0,15	0,42%	0,24
35000	22%	0,19	0,42%	0,31
40000	21%	0,25	0,42%	0,41
45000	20%	0,32	0,42%	0,55
50000	18%	0,41	0,42%	0,75

Ressalta-se, porém, a importância de complementar os dados deste estudo com informações de aceitação do mercado junto a outros setores da empresa. Com estes dados de apoio, pode-se ter avaliar melhor a real viabilidade para a implementação deste modelo em toda a rede. Na Figura 3 são relacionadas as principais vantagens e desvantagens para os dois modelos de *layout* de loja (M2 e M3).

Figura 3 - Vantagens e Desvantagens para cada tipo de *layout* de loja

	PRÓS	CONTRAS
<p>M2 (operadores de caixas fixos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Condição de trabalho já conhecida e em operação nas lojas; → Custo inicial de operação mais baixos pois o método não exige treinamento diferenciado. → menor investimento inicial em número de equipamentos (estrutura fixa). 	<ul style="list-style-type: none"> → elevados índices de ociosidades dos operadores dos caixas e, conseqüentemente, da equipe. → tendência a haver custo maior na mão-de-obra de chão de loja no médio-longo prazo em função da menor eficiência da equipe;
<p>M3 (operadores de caixas que possuem a função de atendentes também)</p>	<ul style="list-style-type: none"> → insignificantes índices de ociosidades dos colaboradores; → tendência a haver custo menor na mão-de-obra de chão de loja no médio-longo prazo em função da maior eficiência da equipe; → Trabalho mais igualitário entre os componentes da equipe; 	<ul style="list-style-type: none"> → Condição de trabalho nova e com prática ainda desconhecida; → Envolve custo inicial de operação mais alto do que em M1/M2 visto que há necessidade de adaptação em um novo padrão de trabalho; → Necessidade de planejamento de novos padrões de treinamento da equipe envolvida; → investimento inicial em maior número de equipamentos (estrutura fixa).

Inicialmente sugeriu-se colocar até 12 pontos de caixas espalhados na loja para atendimento simultâneo. Entretanto, avaliando as ociosidades e números médios de atendimento simultâneos por caixa, chegou-se a conclusão que este número estava acima das reais necessidades calculadas. Tal fato está exemplificado na Tabela 3.

Tabela 3 - Simulações com diferentes números de caixas para o modelo M3

Simulação Sugerida			
Metas	Número de caixas	Número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa (pessoas)	Ociosidade estimada da equipe (%)
15000	3	0,09	0,25
20000	3	0,13	0,25
25000	3	0,18	0,25
30000	4	0,11	0,34
35000	4	0,14	0,34
40000	4	0,18	0,34
45000	5	0,12	0,42
50000	5	0,14	0,42

Percebe-se que o número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa é menor que 0,2, o que garante folga nos pontos de caixas. O sistema também garante folga para picos de demanda de pelo menos cinco vezes o volume de transações médias calculadas. Para as datas comemorativas, que historicamente apresentam picos de demanda bem elevados, sugere-se o uso de um ponto de caixa adicional como fator de segurança para cada faixa de metas. O número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa e a ociosidade da equipe para esta situação estão colocados na Tabela 4.

Tabela 4 - Situação sugerida com um ponto de caixa extra

Metas	Número de caixas	Número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa (pessoas)	Ociosidade estimada da equipe (%)
15000	4	0,05	0,26
20000	4	0,07	0,34
25000	4	0,09	0,34
30000	5	0,07	0,42
35000	5	0,08	0,42
40000	5	0,10	0,42
45000	6	0,08	0,50
50000	6	0,09	0,50

Percebe-se que, para lojas com faixas de metas de até R\$25.000,00, é recomendada a utilização de 4 pontos de caixas. Já para lojas com metas entre R\$25.000,00 e R\$40.000,00 seriam necessários 5 pontos de caixas. E, para lojas com metas de vendas acima de R\$40.000,00, recomenda-se a colocação de 6 pontos de caixas.

5. Considerações finais

O estudo mostrou que os sistemas antigos de *layout* (M1 e M2) não apresentam nenhuma vantagem em relação ao M3. Conclui-se que o sistema de disposição dos caixas atualmente utilizado é mais vantajoso para o cliente, pois diminuem o tempo de espera no sistema, e para a empresa, pois reduz a ociosidade do operador. Este resultado aponta dois diferenciais competitivos de M3: maior produtividade e melhor nível de serviço.

A empresa varejista possui atualmente 217 lojas e menos de 20 delas operam no novo modelo (M3). Isto porque este novo *layout* surgiu há menos de 2 anos, e acreditava-se que era vantajoso apenas para empresas com faturamentos anuais abaixo de 12 milhões. Este trabalho quebra esta limitação de faturamento e mostra que para qualquer faixa de demanda (simulada conforme meta/dia) o M3 é mais rentável.

Para estudos futuros, é possível medir o ganho em implantar M3 em todas as lojas, e qual seria o tempo de retorno do investimento. Outra questão ainda não mensurada é o período de adaptação do colaborador multifunção. É possível, por exemplo, que com mais responsabilidades o colaborador se sinta mais engajado no trabalho. Este trabalho foi de extrema importância para resolver um problema recente da empresa e abriu caminhos para que novos estudos sejam conduzidos.

Referências

- ALEXANDRE, R. F. **Modelagem, simulação da operação e otimização multiobjetivo aplicada ao problema de despacho de veículos em minas a céu aberto**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. (Dissertação de Mestrado).
- ANZANELLO, M. Simulação da Produção. Porto Alegre: Apostila de pós-graduação em Engenharia de Produção, 2013.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional - Métodos e Modelos para Análise de Decisões**. 4ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

- ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa Operacional para cursos de engenharia**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- CATEN, C. S. t. Controle Estatístico do processo. Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. Porto Alegre: UFRGS, 2013.
- GUIMARAES, J. M. V.; PONTES, H. L. J.; PAULINO, G. P.; ALBERTIN, M. R. *Melhoria no atendimento dos caixas numa empresa varejista utilizando teoria das filas: um estudo de caso*. In: XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Curitiba, PR: 2014.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**, 9ª edição. Porto Alegre: AMGH, 2012.
- MIYAGI, P. E. **Introdução à simulação discreta**. Apostila de aula, USP, 2006.
- MENEZES, R. P. B.; MUNIZ, P. H. P.; NETO, A. R. B.; LEPIKSON, H. A. Modelagem de sistemas integrados de manufatura por simulação dinâmica discreta. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção Salvador: **Anais...** do ENEGEP, 2001.
- MUNIZ, L. R.; GUIMARÃES, I. F. G.; CAMPOS, M. S. Aplicação da simulação computacional para análise do tráfego no cruzamento central da cidade histórica de Mariana – MG. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2009. Salvador: **Anais...** Salvador, 2009.
- PRADO, D. **Teoria das Filas e da Simulação**. 2ª edição. Belo Horizonte: INDG Tecs, 2004. 125 p.
- SANTOS, A.; GIMENEZ, L. C. P. **Reestruturação do comércio varejista e de supermercados**. BNDE. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9642/2/BS%2009%20Reestrutura%c3%a7%c3%a3o%20do%20com%c3%a9rcio%20varejista_P_BD.pdf>. Acessado em 20/09/2019.

APÊNDICE A – EXEMPLO DE TABELAS COMPARATIVAS UTILIZADAS PARA OS CÁLCULOS

dado do problema		Projeção	$\mu =$ operações / h	dado do problema		$\rho = \lambda / \mu$	oc. = 1 - (atend. Caixa)		ut. méd = (n° caixas * util méd) / n° func..	$L = (\lambda / (\mu - \lambda))$	$L' = (\lambda / (\mu - \lambda))$ / n° caixas	$W = 1 / (\mu - \lambda)$	$Wq = \rho W$
tipo	Metas estabelecidas para lojas do tipo "P"	Número de caixas para layout do tipo M1 e M2	N° médio de operações que a equipe de caixas <u>pode fazer</u> por hora - unidades - Tx serv. = 0,95 p/ mud. de op. (μ)	número de funcionários		Utilização média dos caixas (p)	ociosidade		Utilização média do tempo da equipe na função de operador do caixa	Número médio de clientes no sistema de atendimento (L)	Número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa	tempo médio despendido no sistema, incluindo o atendimento - minutos - (W)	Tempo médio de fila - minutos - (Wq)
				somente p/ vendas	somente p/ caixas		do op. do caixa	da equipe					
1	15000	1	41	16	1	56%	44%	3%	3%	1,26	0,32	0,056	0,03
2	20000	1	41	16	1	74%	26%	2%	4%	2,91	0,73	0,096	0,07
3	25000	1	41	16	1	93%	7%	0%	5%	13,27	3,32	0,351	0,33
4	30000	1	41	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula cliente	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. posit	expon. posit
5	35000	1	41	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula cliente	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. posit	expon. posit
6	40000	1	41	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula cliente	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. posit	expon. posit
7	45000	1	41	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula cliente	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. posit	expon. posit
8	50000	1	41	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula cliente	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. posit	expon. posit

dado do problema	Projeção	$\mu = (\text{operações} / \text{h})$ * tx serviço	dado do problema	$\rho = \lambda / \mu$	ttp = tempo estim 1 op * n° méd. operações	ttp / (n° func * 5 horas * 60 minutos)	atend = 1 - (ρ + t.caminhadas)	oc. = 1 - (atend. Caixa + vendas)	ut. méd = (n° caixas * util méd) / n° func..	ut. méd '=1- (util.caixa+ociosidade)	$L = (\lambda / (\mu - \lambda))$	$L' = (\lambda / (\mu - \lambda)) / \text{n° caixas}$	$W = 1 / (\mu - \lambda)$	$Wq = pW$
------------------	----------	---	------------------	------------------------	--	--	--------------------------------------	-----------------------------------	--	--------------------------------------	-----------------------------------	---	---------------------------	-----------

tipo	Metas estabelecidas para lojas do tipo "P"	Número de caixas para layout do tipo M3	N°médio de operações que a equipe <u>pode</u> fazer por hora nos caixas disponíveis - unidades - Tx serv. = 0,85 p/ mud. de op. (μ)	número de funcionários		Utilização média do tempo de cada funcionários que está operando o caixa no próprio caixa (p)	tempo total pedidos em caminhadas entre o setor dos caixas até o de atendimento e vice-versa - acumulado de todos usuários dos caixas		média do tempo de cada funcionários que está operando o caixa terá a disposição para atendimento	ociosidade		Utilização média do tempo <u>da equipe</u>		Número médio de clientes <u>no sistema de atendimento</u> (L)	Número médio de clientes no sistema de atendimento por caixa	tempo médio despendido no sistema, incluindo atendimento (minutos) (W)	Tempo médio de fila (minutos) (Wq)
				na função de vendas	na função de caixas		minutos	percentual		que op. o caixa	da equipe	função de op. do caixa	na função de atendente				
1	15000	1	36	16	1	62%	73	1%	36%	1%	0,08%	3,67%	94,90%	1,66	1,66	0,07293	0,05
2	20000	1	36	16	1	83%	73	1%	15%	1%	0,08%	4,89%	93,68%	4,93	4,93	0,16290	0,14
3	25000	1	36	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. Posit	expon. Posit
4	30000	1	36	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. Posit	expon. Posit
5	35000	1	36	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. Posit	expon. Posit
6	40000	1	36	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. Posit	expon. Posit
7	45000	1	36	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. Posit	expon. Posit
8	50000	1	36	16	1	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	acumula clientes	expon. Posit	expon. Posit