

ANÁLISE DO CUSTO MÍNIMO DE ESPERA POR MEIO DE TEORIA DAS FILAS EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

Ana Caroline Lins de Oliveira (UNIFAVIP) carollynelins22@gmail.com

Caio Torres Dantas (UNIFAVIP) caiotdantas@gmail.com

Lucas Gomes de Lima (UNIFAVIP) lucasgomeslima94@hotmail.com

Jean Gomes Turet (UNIFAVIP) jeanturet@gmail.com

Resumo: No Brasil o ramo da confecção tem passado por intensas transformações nos últimos anos e tem se destacado no cenário têxtil, se tornando assim em um dos setores que se desenvolveu mais cedo no país. A teoria das filas é a teoria que cuida dos pontos que excedem a produção e dos tempos de espera que esses pontos acabam gerando, por tanto, a fila é formada quando o serviço não pode atender um grupo de clientes, ocasionando então a espera para ser atendido. O objetivo do presente trabalho é fazer uma análise do custo de espera que uma peça pode ter em filas, em uma pequena empresa no setor da confecção na cidade de Caruaru-PE. E por meio dessa análise é possível descobrir o número mínimo de operários que a empresa deve ter para que as peças não fiquem presas em filas, causando assim um custo maior para empresa, já que o custo de uma peça parada é maior do que o custo de um operador por cada peça unitária.

Palavras chave: Setor Têxtil, Teoria das Filas, Análise de Custo.

ANALYSIS OF MINIMUM WAITING COSTS THROUGH A CLOTHING COMPANY: A CASE STUDY

Abstract: In Brazil, the branch of clothing has undergone intense transformations in recent years and has stood out in the textile scene, thus becoming one of the sectors that developed earlier in the country. Queue theory is the theory that takes care of the points that exceed production and the wait times that these points end up generating, so the queue is formed when the service cannot serve a group of customers, thus causing the wait to be answered. The objective of this paper is to analyze the cost of waiting a piece can have in queues, in a small company in the clothing sector in the city of Caruaru-PE. And through this analysis it is possible to find out the minimum number of workers that the company must have so that the parts do not get stuck in rows, thus causing a higher cost to the company, since the cost of a stopped part is greater than the cost one operator for each unit part.

Key-words: Textile Industry, Queue Theory, Cost Analysis.

1. Introdução

A indústria têxtil trabalha transformando fibras em fios e fios em tecidos, que a posteriori se transformarão em peças de vestuário. Esse ramo tem passado por intensas transformações e por meio disso adquirido destaque no cenário brasileiro, sendo assim um dos setores a se desenvolver mais cedo no país e está também presente entre os principais países produtores de confecção.

Segundo a ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção), é nesse contexto que o Brasil detém a quinta maior indústria têxtil do mundo, com uma história que já dura mais de 200 anos, além de ser o quarto maior em confecção. O país, único da América do Sul a ocupar lugar de destaque no setor, responde por 2,4% da produção mundial de têxteis e por 2,6% da produção mundial de vestuário. Força produtiva que se destacou durante a revolução industrial brasileira, a indústria têxtil emprega, atualmente, 1,7 milhão de pessoas de forma direta. Destas, 75% são mulheres, o equivalente a 1,275 milhão de trabalhadoras no mercado.

A relação desse tema com a Teoria de Filas, se dá quando há ineficiência nos serviços prestados pelas empresas, onde dentre outros motivos, há alta demanda e baixo número de funcionários disponíveis para operação, sendo necessário um estudo sobre essa interação a fim de auxiliar na tomada de decisão para a resolução do problema.

As filas de espera são um evento bem recorrente nos nossos dias, seja em idas a bancos, postos de gasolina, supermercados ou outras formas de prestação de serviço. Em algumas empresas, acontecem congestionamentos de clientes, ou processos. Em especial no setor têxtil, onde normalmente se tem filas em alguns dos processos de confecção do produto.

De acordo com Fogliatti (2007), a teoria das filas consiste na modelagem analítica de processos ou sistemas que resultam em espera e tem como objetivo determinar e avaliar quantidades, denominadas medidas de desempenho, que expressa a produtividade/operacionalidade desses produtos, e de posse destas informações buscar meios para minimizar os impactos negativos das esperas nos processos.

Com isso, o artigo possui como objetivo geral de através de análises do custo de espera que uma peça pode ter em filas, propor modificações na estrutura organizacional do processo de confecção a fim de minimizar os custos de espera no sistema envolvido, por meio da avaliação dos resultados gerados por meio de fórmulas matemáticas, ajustadas ao padrão específico de cada processo, a partir da utilização da teoria das filas. Pelo mesmo método também será possível saber o número de operadores necessário para que o sistema não fique com um grau de ociosidade ou ocupação muito alta, o que levava ao custo mínimo.

2. Estudos Relacionados

2.1 Teoria das filas

Segundo Chiavenato (2002,p.289) “a teoria das filas é a teoria que cuida dos pontos de estrangulamentos e dos tempos de espera, ou seja, das demoras verificadas em algum ponto de Serviços.” A fila é formada quando o serviço não pode atender um grupo de clientes, ocasionando então a espera para ser atendido, tendo sua formação caracterizada por 6 elementos:

1	Modelo de chegada	Tempo entre as chegadas dos usuários/serviços
---	-------------------	---

2	Modelo de serviço	Tempo para concluir o atendimento requerido/atendente
3	Número de servidores	Número de atendentes disponíveis no sistema.
4	Capacidade do sistema	Número de usuários que o sistema é capaz de atender.
5	Tamanho da população	Número potencial de clientes que podem chegar ao sistema
6	Disciplina de filas	Modo como os usuários são atendidos

Fonte: Autoral

Tabela 1 - Características de Filas

De acordo com Andrade (2011), na teoria das filas existem indicadores que podem ser usados para mensurar a eficiência da prestação do serviço, entre os quais se destacam: tempo médio de um usuário na fila, tamanho médio da fila, tempo gasto pelo usuário na fila desde a chegada até o momento da saída, tempo em porcentagem da ociosidade ou congestionamento no ponto de atendimento.

2.2 Modelo comparativo

Para melhor comparação entre trabalhos correlatos ao tema desenvolvido, apresenta-se um resumo, em quadro, dos principais trabalhos utilizados como referência.

Referência	Descrição
Neto, Sales, Santos e Leitão (2017).	Propuseram analisar, por meio de técnicas de simulação computacional, o processo de produção de uma pequena indústria de confecção de lingerie. Foi utilizado o software Arena para avaliar o tempo médio que os sutiãs Skin permaneceram em fila em cada etapa de produção, assim como também foi observado o tempo médio gasto para execução da tarefa em cada estágio.
Bortoluzzi, Rafael (2013).	Buscaram analisar através de técnicas de simulação computacional o processo de produção de uma pequena indústria de confecção. A partir deste uma variação no modelo foi realizada para estudar uma configuração com duas máquinas de costura. Os resultados obtidos pela simulação demonstraram que a utilização, no processo de produção, de mais uma máquina de costura apresentou um acréscimo de 100 calças em relação ao cenário atual.

During G.A(2017)	Apresentaram diferentes técnicas de representação bem como formas de modelagem de um sistema à eventos discretos através do emprego de técnicas de filas. Ainda, utiliza-se também a representação por autômatos a fim de descrever o comportamento de máquinas modeladas a associar este a restrições para a elaboração de um controle supervisorio, utilizado para validar a modelagem criada por filas.
-------------------------	--

Fonte: Autoral

Tabela 2 – Comparação de autores

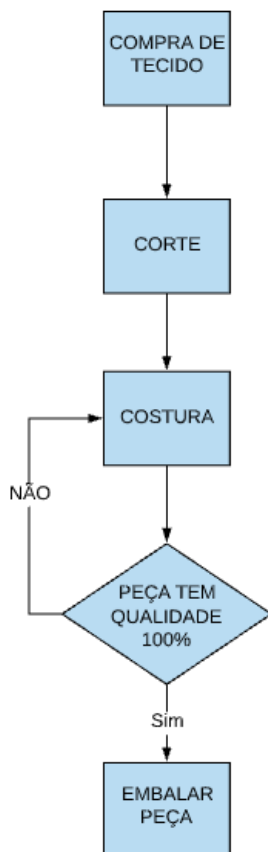
2.3 Custos

De acordo com Koliver (2009, p. 31) “os custos correspondem ao Valor de mutação patrimonial qualitativa, ocorrida no ciclo operacional interno de uma entidade”. Assim, entendemos como custos, todo tipo de gasto em função da produção total. É importante destacar que as confecções, na maioria das vezes, não possuem um controle específico de custos, assim, desconhecem os parâmetros que influenciam diretamente no preço do produto final. Os custos são classificados como:

- Os custos diretos são aqueles identificados diretamente ao produto fabricado conforme o processo produtivo da companhia, exemplificando lhe como a matéria-prima, a embalagem (FERREIRA, 2003).
- Os custos indiretos aqueles que são apropriados aos produtos através de rateio e estimativa em virtude da não precisão da composição dos mesmos, exemplificando como custos indiretos o aluguel e o seguro da fábrica, os salários dos operários e entre outros (SILVA, 2008).
- Conforme Silva (2008), os custos variáveis variam de acordo com a produção em determinado estágio de tempo, sendo o caráter variável que se apresenta como determinante para sua formulação e compreensão.
- De acordo com Ferreira (2003), diferentemente dos custos variáveis, os custos fixos não são afetados pelas alterações da atividade. os custos fixos não variam independentemente da produção.

3. Modelo Proposto

Para a realização do estudo a empresa escolhida atua no setor de confecção e fica no Nordeste de Pernambuco, onde em seu processo, o gestor identifica um desbalanceamento na linha de produção, mas especificamente no setor de costura, que interfere diretamente nos custos de produção, pois gera ociosidade naquele setor, além de interferir no fluxo dos produtos em processo, gera um desperdício de recursos. O fluxograma a seguir tras uma representação visual de como o processo é feito pela empresa e a ordem que cada atividade é executada.



Fonte: Autoral

Fluxograma 1 – Processo de fabricação

Para o levantamento dos dados e desenvolvimento do estudo de caso foi avaliado o processo de confecção das peças, o qual se dá início primeiramente pela confirmação do pedido e passa pelos processos de corte para depois chegar ao de costura. Em seguida passa pela preparação, finalização e expedição. Sendo o processo de costura o escolhido para o estudo. Ele é dividido nas seguintes seções: Na primeira seção os funcionários aplicam as Palas, Preparam a frente e ombrom as camisas; na segunda seção preparam e rebatem as golas, e por fim realizam o fechamento e abanhado das mangas e barras. O setor de costura conta com a colaboração de 3 funcionários, os quais operam juntos por seção.

Para a coleta dos dados foram levadas em consideração 5 semanas, onde a partir das observações realizadas na empresa, foram avaliadas a chegada de lote (demanda média) e tempo de produção da peça, por funcionário. Posteriormente após a coleta dos dados, foram realizados cálculos matemáticos, referenciados pela teoria das filas, onde foi possível encontrar a ocorrência de gargalos no sistema, pela alta demanda e baixa disponibilidade de operadores no sistema, o que estava gerando uma perda na produtividade, ao mesmo tempo que gerava custos relacionados pela espera de cada produto na fila.

Os cálculos realizados para determinar as probabilidades no processo produtivo foram elaborados através de uma planilha para o modelo em questão (M/M/S), com o intuito de possibilitar que o processo flua de melhor maneira, reduzindo as filas e minimizando os custos associados a elas.

4. Aplicações e Resultados

O desenvolvimento do presente trabalho foi dado a partir de uma visita a empresa na qual foi estudado os processos de fabricação de 5 modelos de camisas masculinas infantis para coleta dos dados e observação dos métodos de costura utilizado pelos operadores da empresa. Por ser uma empresa que adota a metodologia de fabricação puxada, as camisas só são fabricadas de acordo com a demanda da semana, nas quais são enviadas por lotes ao setor de costura da empresa. Atualmente a empresa conta com 3 operadores de máquina de costura para a demanda de pedidos semanais.

Foram coletados basicamente dois dados para análise da fila: primeiro a quantidade de peças que são enviadas semanalmente por lote, de acordo com a demanda da empresa; e segundo o tempo em horas que leva para o lote enviado ser finalizado pelos operadores. Levando em consideração que os operários trabalham de 8 horas por dia, de segunda a sábado, e que cada camisa leva em média 10 minutos para serem finalizadas. Os dados foram apresentados na Tabela 3.

Semana	Quantidade por lote	Tempo de costura por lote
1	950	52:47:00
2	1000	55:34:00
3	950	52:47:00
4	800	44:27:00
5	1050	58:20:00

Fonte: Autoral
Tabela 3 – Coleta de dados

Com o número da média de demandas por semana da empresa foi possível calcular a taxa de chegada das peças ($\lambda = 950$ peças por semana) e a taxa de atendimento/costura das peças ($\mu = 288$ peças por semana e por operador). Como o $\mu < \lambda$ já é possível concluir que o sistema está gerando fila em algum momento e que a produção tem gargalos em seu processo produtivo.

Para uma maior complexidade do estudo e para detectar o gargalo da produção foi feito uma análise do número ótimo de operadores que devem ser disponibilizados ao setor de costura para se chegar ao custo mínimo. Segundo Hillier e Lieberman (2005), o custo por fazer um cliente esperar na fila pode fazer com que haja perda da produtividade, que acaba resultando em uma perda de lucro. Por tanto, essa perda de lucro é o valor do custo de espera ($E(TC)$) associado a filas. Para se chegar ao resultado foi necessário formular a função objetivo, onde:

$E(TC)$ = custo total esperado por peça;

$E(SC)$ = custo de costura esperado por peça;

$E(WC)$ = custo de espera estimado por peça.

$$\text{Minimizar } E(TC) = E(SC) + E(WC)$$

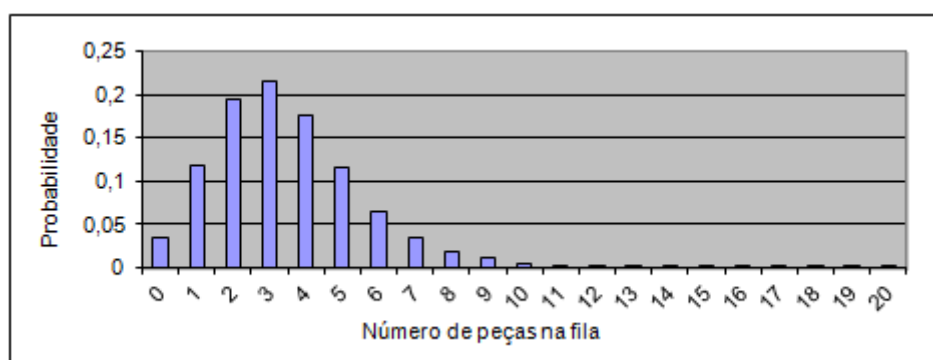
O custo total das peças para a empresa é cerca de R\$ 12,20 a unidade, por tanto, o $C_s = R\$12,20$. Enquanto o valor pago aos operadores por peça sai a R\$ 3,20, e assim, $C_w = R\$ 3,20$. Por tanto, agora será calculado o número operadores que minimizará o custo para a empresa, através da fórmula:

$$\text{Minimizar } E(TC) = R\$12,20 S + R\$3,20 L$$

S	ρ	L	$E(SC) = C_s S$	$E(WC) = C_w L$	$E(TC) = E(SC) + E(WC)$
1	3,2986	∞	R\$ 3,20	∞	∞
2	1,6493	∞	R\$ 6,40	∞	∞
3	1,0995	∞	R\$ 9,60	∞	∞
4	0,8246	6,31563	R\$ 12,80	R\$ 77,05	R\$ 89,85
5	0,6597	3,91223	R\$ 16,00	R\$ 47,73	R\$ 63,73
6	0,5497	3,47264	R\$ 19,20	R\$ 42,37	R\$ 61,57
7	0,4712	3,35067	R\$ 22,40	R\$ 40,88	R\$ 63,28

Fonte: Autoral
Tabela 4 – Custo mínimo

A Tabela 4 apresenta os dados gerados pela ferramenta Excel através de cálculos do modelo de filas M/M/S como os valores de $S = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ e 7 . Como no $S = 1, 2$ e 3 a utilização do sistema (ρ) foi maior do que 1 essas opções são descartadas, por não atenderem a demanda das costuras semanais. No entanto, todas as outras opções são viáveis, porém, o menor custo total esperado com o valor mínimo de operadores é o $S = 6$ com $E(TC) = R\$ 61,57$. Com isso o sistema passaria de um sistema onde atualmente não consegue atender a demanda de seus clientes, para um sistema como teria o custo mínimo de espera por peça.



Fonte: Autoral
Gráfico 1 – Probabilidade de peças na fila

O Gráfico 1 apresenta visualmente a probabilidade em porcentagem do número de peças na fila quando $S=6$, ou seja, quando o número de operadores trabalhando for igual a 6, o custo com a espera das peças na fila será mínimo. Com isso o gráfico mostra as maiores

probabilidades que são de ter 1, 2, 3, 4 ou 5 peças em fila, com uma porcentagem maior que 10%. E uma probabilidade de aproximadamente 22% para a quantidade de 3 peças na fila.

5. Conclusão

Conforme proposto no início, as modificações do processo organizacional foram realizadas com base nos cálculos e análise de filas, os parâmetros utilizados foram coletados em uma confecção no agreste pernambucano localizada na cidade de Caruaru-PE.

O estudo de filas ainda é algo muito recente, principalmente quando aplicado à confecção. Os artigos correlatos foram pesquisados a fim de comparar o método em relação à redução dos gargalos. Assim, a metodologia utilizada apresentou significância em relação aos outros trabalhos, desse modo, foi possível identificar que a confecção estudada não consegue atender a demanda de seus clientes.

Conclui-se que através dos cálculos realizado pela ferramenta do Excel a redução dos custos total esperado por peça na fila é possível, através da aplicação da teoria das filas, assim, reduzindo o tempo do processamento das roupas através da diminuição das filas, consequentemente atendendo aos pedidos dos clientes.

Referências

Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>> Acesso em: 07 nov. 2019.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional:** métodos e modelos para análises de decisões. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

BORTOLUZZI, R. **ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: UM ESTUDO DE CASO.** Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1695/1/MD_COENP_%202013_1_19.PDF>. Acesso em: 15/09/2019.

CHIAVENATO, I. (2002) **Teoria Geral da Administração.** 6ª. ed. Rev.e atualizada. Rio de Janeiro: Campus.

DURING, A, D. **Modelagem e Validação de Componentes de um Sistema Fabril por Teoria de Filas.** Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172725/001059766.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>>. Acesso em: 10/09/2019.

FERREIRA, Ricardo J. **Contabilidade de Custos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ferreira, 2003.

FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. **Teoria de filas.** Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

HILLIER, Frederick; LIEBERMAN, Gerald. **Introduction to Operations Research.** 8. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2005.

KOLIVER, Olívio. **Contabilidade de Custos**. Curitiba: Juruá, 2009

NETO, A. SALES, E. SANTOS, L. LEITÃO, V. **ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÃO SOB O PONTO DE VISTA DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**.

Disponível em: < <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1088/743>> Acesso em: 10/09/2019.

SILVA, Antônio Carlos Ribeiro. **Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade: orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.