

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE PROCESSOS NO SETOR DE SERVIÇOS: ESTUDO DE UM RESTAURANTE FAST-FOOD

Augusto Da Costa Val Canabrava (Faculdade Ibmecc – MG) – acvcanabrava@gmail.com
Gisele Tessari Santos (Faculdade Ibmecc-MG e Instituto de Educação Tecnológica – IETEC)
giseletessari@yahoo.com.br

Resumo:

Para as empresas sobreviverem a longo prazo, tem que atender não só as necessidades do mercado como também as suas necessidades internas. Desta forma, as organizações necessitam de processos empresariais bem estruturados e eficientes, para assim oferecer um serviço de melhor qualidade aos seus clientes. Este artigo teve como objetivo desenvolver um modelo de simulação de eventos discretos para o processo de produção de uma loja de uma franquia de *fast-food* internacional de sanduíches. Foram coletados e analisados os tempos de cada etapa dos processos de produção. Os dados coletados foram inseridos no modelo desenvolvido e simulado no software Arena®. Os resultados da simulação foram analisados a fim de verificar a conformidade do processo em relação as medidas de desempenho e formular propostas de melhorias. Por meio da simulação, analisaram-se três diferentes cenários. Os resultados mostraram que as medidas de desempenho observadas na simulação do cenário 1 foram as maiores entre os três cenários. Já cenário 3 apresentou medidas de desempenho mais equilibradas. Como conclusão final, tem-se que a técnica de simulações de eventos discretos se mostrou adequada e eficaz para o estudo do comportamento da franquia analisada sendo uma importante ferramenta para auxiliar os gestores na tomada de decisão.

Palavras chave: Simulação de eventos discretos, gestão de processos, setor de serviço

COMPUTATIONAL SIMULATION AS A PROCESS MANAGEMENT TOOL IN THE SERVICE SECTOR: A FAST-FOOD RESTAURANT STUDY

Abstract

For companies to survive in the long run, they have to meet not only the needs of the market but also their internal needs. In this way, organizations need well-structured and efficient business processes, in order to offer a better-quality service to their clients. This article aimed to develop a discrete event simulation model of a production process of an international fast-food sandwich franchise store. The times of each step of the production processes were collected and analyzed. The data collected were inserted into the model developed and simulated in the Arena® software. The results of the simulation were analyzed to verify the conformity of the process with respect to performance measures and to formulate proposals for improvements. By the simulation, three different scenarios were analyzed. The results showed that the performance measures observed in the simulation of scenario 1 were the highest among the three scenarios. On the other hand, scenario 3 presented more balanced performance measures. As a final conclusion, the technique of discrete event simulations has proven to be adequate and efficient for the study of the analyzed franchise behavior, being an important tool to assist managers in decision making.

Key-words: Discrete event simulation, process management, service sector

1. Introdução

No mercado atual das empresas prestadoras de serviços e hospitalidade, devido ao alto número de companhias no mercado e altos custos fixos, constata-se uma crescente competitividade (BRUM, 2013). Para as empresas sobreviverem a longo prazo, tem que atender não só as necessidades do mercado como também as necessidades internas da empresa. Assim, as empresas têm que gerenciar seu negócio de maneira global considerando todas as variáveis internas e externas, recursos e fatores que afetam seu negócio (MÜLLER, 2003).

Para isso, as organizações necessitam de processos empresariais bem estruturados e eficientes (GONÇALVES, 2000). Ainda de acordo com autor, um processo pode ser caracterizado como um grupo de atividades que tem uma ou mais entradas que ao se atribuir valor às mesmas, obtém-se como resultado uma saída suficiente para atender um cliente específico. Assim, uma empresa que consegue utilizar as informações que possui e aprimorar seus fluxos processuais terá um maior ganho de produtividade e, conseqüentemente, de competitividade (DAVENPORT; SHORT, 1990; ALVES; DOS SANTOS e SCHMIDT, 2014).

No caso de restaurantes de comida rápida (fast-food), objeto de estudo deste trabalho, é de suma importância para a empresa entender e saber gerenciar a quantidade de recursos que é necessária para a atender os clientes de maneira eficiente a fim de entregar o produto na qualidade esperada e no tempo certo. Segundo Brum (2013), alguns fatores como uma demanda altamente volátil, a expertise dos funcionários e conhecer as obrigações e deveres legais do negócio são fatores críticos para se dimensionar a força de trabalho – recurso essencial da empresa.

Uma metodologia adequada para a gestão de processos e que permite que uma empresa consiga atingir rápida adaptação organizacional para uma mudança constante de requisitos do mercado e seus clientes é o *Business Process Management* (BPM) (NEUBAUER, 2009). O BPM não só tem sido utilizado para descobrimento, design, desenvolvimento e execução do processo como também para interação, controle, análise e melhoria dos processos (KOHLEBACHER, 2010).

Outra abordagem que tem sido utilizada para gestão de processos é o *Business Process Reengineering* (BPR) – reengenharia de processos empresarial. Esta metodologia tem como objetivo fundamental reexaminar e redesenhar os processos da empresa com a finalidade de atingir uma vantagem competitiva em qualidade, aumentar a capacidade de se adaptar às mudanças, melhorar custos, satisfação dos clientes, entre outras medidas de desempenho de processos críticos (DOOMUN; VUNKA JUNGUM, 2008). De acordo com Kettinger, Teng e Guha (1997), os consultores de BRP tem aplicado técnicas desenvolvidas em outros contextos tais como: implantação e desenvolvimento da função qualidade, técnicas de modelagem de processos, simulação de processos, modelagem de dados, diagramas de fluxo de processos, soluções criativas, *brainstorming*, dentre outras.

Uma das técnicas citadas por Kettinger, Teng e Guha (1997) é a simulação de processos de eventos discretos a qual será utilizada neste trabalho. A simulação de eventos discretos é uma técnica utilizada para a planificação e avaliação de novos projetos, bem como de sistemas existentes no que diz respeito a sua reconfiguração física, operação e controle. A simulação de eventos discretos compreende os modelos de simulação os quais as variáveis mudam em de maneira discreta em relação ao tempo, diferentemente de modelos contínuos (SAKURADA, 2009). Neste tipo de simulação, as variáveis como tempo de ciclo, tempo e tamanho de fila, chegadas e saídas, e recursos são alterados de acordo com os dados de entrada a fim de fornecer uma análise quantitativa dos diferentes cenários do sistema estudado em tempo real (KETTINGER, TENG E GUHA, 1997).

Podem-se destacar algumas vantagens da simulação de processos de eventos discretos como

possibilitar a simulação de diversos cenários sem de fato utilizar recursos reais para tal, conseguir reproduzir uma operação por um longo período de tempo sem precisar aguardar este período real, permitir de maneira mais fácil a identificação de problemas e gargalos no sistema real analisado, necessitar de investimentos baixos se comparado ao valor total do projeto, seja de implementação, desenho ou redesenho do processo, e por fim, permitir testar requisitos de uma máquina ou equipamento que será utilizada (BANKS, 2000).

A técnica de simulação de eventos discretos pode ser aplicada em diferentes áreas do conhecimento. Loureiro (2009) desenvolveu um modelo de simulação para avaliar o gerenciamento de uma operação de serviços em um parque de diversões. Já Mundim (2009) realizou um estudo de simulação de eventos discretos em uma usina de produção de cana de açúcar a fim de dimensionar e otimizar os recursos logísticos da planta da usina. Babashov et al. (2017), por sua vez, desenvolveram um modelo de simulação para um hospital especializado no tratamento de câncer (radioterapia) com o objetivo de reduzir os tempos de fila e aprimorar os processos de tratamento dos pacientes.

Ao se tratar do ramo de alimentação e serviço, que é a área de estudo deste trabalho, podem-se citar os seguintes trabalhos que utilizaram a simulação a fim de melhorar este tipo de processo: Alves et al. (2013), Frank, Baud-Naly e Caten (2007) e De Carvalho Oliveira e Favaretto (2013). Todos estes estudos foram desenvolvidos a fim de simular o funcionamento de restaurantes universitários com foco em suas restrições e gargalos. Os trabalhos utilizaram na simulação modelos discretos, estocásticos e dinâmicos.

Church e Newman (2000) utilizaram também a simulação para analisar alguns fatores críticos para um bom serviço de entregas de lanches rápidos, entre eles o tempo de espera para a compra e retirada do produto, tamanho da fila e as características dos clientes nas respectivas filas. Os autores mostraram que estes fatores são cruciais para alavancar o lucro das empresas do segmento, além de aumentar o nível de qualidade percebida pelo cliente. Assim, a partir do referido estudo, constata-se a importância de se utilizar *softwares* de simulação na otimização do serviço de empresas de *fast-food* a fim de melhorar o posicionamento dos produtos e da marca no mercado em que atua.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo de simulação de eventos discretos para o processo de produção de uma loja de uma franquia de *fast-food* internacional de sanduíches na qual o cliente tem o poder de customização do seu produto. Após o desenvolvimento do modelo, coletaram-se e analisaram-se as informações e tempos de cada etapa dos processos de produção. Os dados coletados foram inseridos no modelo desenvolvido o qual foi simulado no software Arena®. Os resultados da simulação foram analisados a fim de encontrar restrições não mapeadas inicialmente, tempos de fila, tempos de atendimento, gargalos de produção e verificar a adequação dos recursos utilizados nos processos de produção. A análise permitiu a verificação da conformidade do processo em relação aos parâmetros padrões estabelecidos pela rede de franquias e a formulação de propostas de melhorias, caso seja identificada a necessidade.

2. Metodologia

A lanchonete estudada tem um processo padrão de funcionamento. O cliente entra na loja e se direciona à fila de espera para fazer seu pedido. Enquanto aguarda, ele pode ir analisando qual pedido fazer de acordo com os quadros informativos posicionados acima do balcão de atendimento. Assim que chega à sua vez de atendimento, o cliente começa o processo de escolha dos ingredientes do seu sanduíche. O processo de montagem do sanduíche é feito de acordo com o ritmo de escolha do cliente junto ao atendente do momento.

A primeira etapa é escolher o tamanho (15 ou 30 cm) e tipo de pão a ser utilizado. Após isso, o cliente deve escolher o(s) ingrediente(s) principal e o queijo de sua preferência. Nesta etapa também é possível adicionar algum elemento extra ao sanduíche. Após, o sanduíche segue para o forno, o qual é assado por 28 segundos. Após sair do forno, outro funcionário retira o(s) sanduíche(s) do forno e o coloca sobre a bancada da salada. Na sequência, o cliente deve escolher suas preferências de salada e molho para serem adicionadas ao sanduíche. O sanduíche é, então, cortado (caso seja a opção de 30cm) e embalado. Por fim, o cliente se direciona ao caixa, aonde outro funcionário lhe atende. Neste momento, o cliente pode escolher sua opção de bebida, acompanhamento e sobremesa. O freguês pode ainda escolher se vai levar o sanduíche para casa ou se comerá no próprio estabelecimento. Observa-se na figura 1 o fluxograma do modelo de simulação desenvolvido no Arena®.

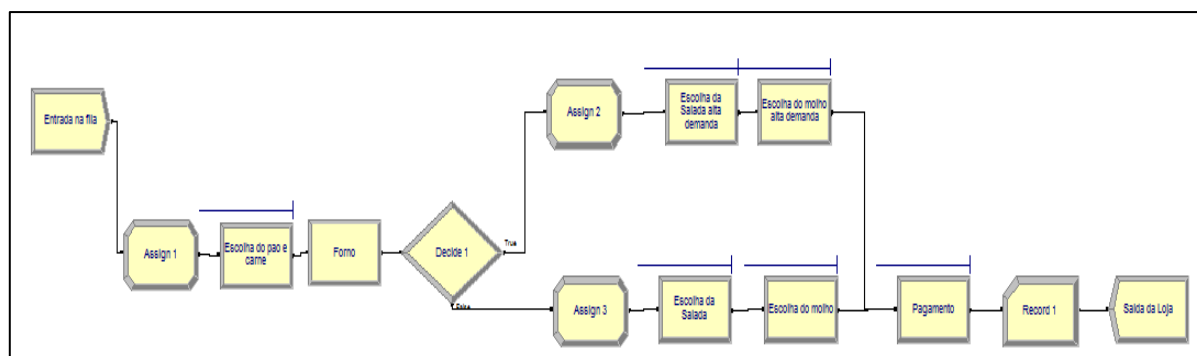


Figura 1 – Fluxograma do modelo desenvolvido para representar o processo de atendimento da Lanchonete

Ao se planejar a coleta de dados, constatou-se que as variáveis necessárias para se realizar o estudo eram: tempo entre chegadas de clientes, tempo de escolha do pão e carne e preparação para irem ao forno, tempo de escolha da salada e adição da mesma ao sanduíche, tempo de escolha dos molhos, tempo de pagamento (tempo no qual o cliente escolhe sua bebida e/ou sobremesa e realiza o respectivo pagamento de sua refeição).

Para conseguir mensurar estas variáveis, utilizou-se o método de cronometragem dos tempos de cada processo. Desta maneira, foi possível coletar uma amostra adequada para cada processo.

Após realizada a coleta dos dados, os dados foram analisados por meio do gráfico *boxplot* a fim de retirar os *outliers* moderados conforme metodologia proposta por Chwif e Medina (2007) e, posteriormente, realizou-se o teste de aderência para cada processo.

A próxima etapa foi a simulação de uma amostra piloto do modelo. Após esta simulação, os resultados foram analisados a fim de encontrar o número de replicações adequado para se obter resultados confiáveis. Considerou-se uma confiança de 95% para cada medida de desempenho analisada. Para se determinar o número de replicações (n) do modelo simulado, utilizou-se a equação disponibilizada por Rossetti (2008) e Chwif e Medina (2007).

Cabe destacar que o caso estudado é considerado um sistema terminal e, desta forma, não foi necessário o cálculo do tempo de *warm-up*.

Neste trabalho o modelo foi devidamente verificado a fim de saber se os parâmetros de entrada e a estrutura lógica do modelo respeita adequadamente a lógica do processo real. Quanto à validação, esta foi feita de maneira simplificada, apenas por meio de observação do pesquisador que conseguiu constatar que o número de clientes na fila do processo de escolha do pão e da carne e tempo do cliente no sistema tanto no sistema real quanto no simulado foram similares.

A partir do modelo desenvolvido, simulou-se 3 cenários diferentes considerando os dados de entrada do horário de pico da lanchonete, ou seja, o horário do almoço (12:00 às 13:30 - 5.400 segundos). No cenário 1, foram considerados 2 funcionários para a preparação do sanduíche, sendo 1 na montagem do tipo de pão, carne e queijo e o outro adicionando a salada e os molhos, além de 1 funcionário no caixa. Já no cenário 2, considerou-se o mínimo de funcionários para seu funcionamento, sendo 1 funcionário preparando os sanduíches completos e 1 funcionário no caixa. No cenário 3, apresentado na figura 1, foi utilizada uma lógica de que se a fila de espera para iniciar o pedido fosse maior do que 5 pessoas (alta demanda), seriam alocados 2 funcionários para a preparação dos sanduíches como no cenário 1; caso contrário, se a demanda for considerada baixa, somente 1 colaborador prepararia os sanduíches. Além disso, considerou-se 1 funcionário no caixa independente do tamanho da fila. Esse último cenário é o mais utilizado na loja da franquia analisada neste trabalho.

3. Resultados e Discussões

3.1 Dados de entrada da simulação

As amostras dos tempos para cada parâmetro de entrada do modelo foram coletadas, analisadas e ajustadas conforme descrito na metodologia. O resumo dos resultados obtidos após a análise para cada parâmetro pode ser observado na Tabela 1.

De acordo com a tabela 1, nota-se que os testes estatísticos (Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov) apresentaram *p-value* maiores que 0,10 para pelo menos um dos testes, evidenciando que as distribuições encontradas para cada variável são consideradas válidas para representar os dados reais. É importante lembrar que o tempo de espera do forno foi considerado constante sendo igual a 28 segundos.

Variável	Quantidade de dados utilizados	Outliers retirados	Distribuição de probabilidade utilizada (segundos)	<i>p-value</i>	
				Teste Kolmogorov-Smirnov	Teste Qui-quadrado
Tempo entre chegadas	92	SIM	-0.001 + EXPO (98,4)	< 0.01	0.111
Tempo de escolha do pão e carne	114	NÃO	TRIA (22, 45,7, 180)	> 0.15	0.322
Tempo de escolha da salada	57	SIM	NORM (19, 7,44)	-	0.709
Tempo de escolha dos molhos	59	NÃO	-0.5+GAMM (5,71, 3,36)	-	0.672
Tempo de pagamento	73	NÃO	13 + WEIB (50,5, 1,2)	> 0.15	0.106

Fonte: Elaboração própria

Tabela 1 – Resumo da análise e ajuste dos parâmetros de entrada do modelo simulado

3.2 Cenário 1

Ao simular o modelo do cenário 1, calculou-se o número de replicações necessárias para uma confiança de 95% considerando as medidas de desempenho tempo médio do cliente no sistema e número médio de clientes na fila do processo de escolha do pão e da carne. Para isso, simulou-se, primeiramente, uma amostra piloto de apenas 10 replicações. Estas variáveis foram analisadas no módulo *Output Analyzer* com o objetivo de verificar se a precisão dos indicadores analisados era menor que 10% da média amostral. Esta análise foi feita nos 3 cenários simulados neste trabalho.

Para o cenário 1, o número ideal de replicações encontrado foi 200. Para este cenário, foi encontrado uma fila média no sistema de aproximadamente 2 pessoas, podendo variar

aproximadamente 1 para mais ou menos e chegando ao máximo de 7 pessoas. Já com relação ao tempo total do cliente no sistema, foi constatado um tempo médio de 410 segundos (6 minutos e 50 segundos). O máximo de tempo que um cliente ficou na fila durante a simulação foi 1.690 segundos (28 minutos e 10 segundos).

Cabe lembrar que este cenário foi simulado com 1 funcionário no setor de pão e carne, outro para adição de saladas e molhos e outro no caixa para realização de pagamentos.

No que diz respeito ao parâmetro tempo de espera na fila, o processo de escolha do pão e carne foi o único que apresentou espera na montagem do sanduíche como um todo. O tempo de espera encontrado na simulação foi de 169 segundos (2 minutos 49 segundos) em média, sendo que o processo de adicionar salada e molho tiveram em média tempos de fila de aproximadamente 0 segundos. O tempo de espera para pagamento foi em média de 25 segundos.

Quanto à medida de desempenho número de clientes na fila observou-se que em apenas um processo existiria fila neste cenário: escolha do pão e carne, com número médio de 2 pessoas na fila aproximadamente atingindo no máximo 14.

A taxa de ocupação dos recursos foi verificada a fim de identificar qual atendente ficaria mais ocioso ou ocupado. A partir dos resultados, observou-se que o funcionário com maior ocupação do seu tempo seria o atendente 1, responsável pela montagem do pão e da carne, tendo uma ocupação de 82,4% do seu tempo.

A partir da tabela 2, é possível comparar os tempos padrão disponibilizados no manual de operações da rede de franquia com os tempos obtidos na simulação. Estes tempos padrão foram estabelecidos considerando que se tem 3 funcionários a disposição, por isso a comparação foi realizada apenas com os resultados do cenário 1. Desta maneira, é possível notar que as maiores discrepâncias são nos processos de escolha do pão e carne e pagamento.

Processo	Padrão Franquia	Tempo médio (seg)		
		Cenário 1	Desvio Absoluto	Desvio Relativo
Escolha do pão e carne	37	250	213	576%
Forno	30	28	2	-7%
Escolha da salada	28	20	8	-29%
Escolha do molho	18	19	1	6%
Pagamento	37	85	48	130%
Total	150	402	252	168%

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2 – Comparação entre os tempos padrão da franquia e os resultados do cenário 1

Cabe destacar que o pesquisador, ao coletar os tempos, pôde perceber que uma parte desta diferença se dá por perguntas iniciais feitas pelo cliente em seu pedido, de forma que, assim, o início da montagem do seu sanduíche pode demorar mais impactando o tempo deste processo. Já quanto ao pagamento, foi observado que a demora para a escolha da bebida e forma de pagamento podem alterar significativamente o tempo deste processo.

A rede de franquia ao estabelecer estes tempos padrão também considera que eles podem variar devido aos equipamentos disponíveis e a habilidade dos funcionários. Portanto, os gestores devem ficar atentos a esta diferença já que é um indicativo de que os funcionários precisem passar por um treinamento de aperfeiçoamento de habilidades, ou até mesmo aumentar a equipe de funcionários, de maneira que os tempos se aproximem dos estabelecidos pela franquia,

principalmente no processo de escolha de pão e carne. Um cenário com maior número de funcionários do que o adotado pela unidade analisada não foi foco de estudo neste trabalho.

3.3 Cenário 2

Para o cenário 2, o número ideal de replicações encontrado foi de 270, quantia essa que atendeu os requisitos estatísticos pré-definidos.

A simulação deste cenário mostrou que o número médio de pessoas na fila do processo de escolha do pão e da carne é de aproximadamente 5. O valor máximo de pessoas na fila seria de aproximadamente 18. Já quando se trata do tempo total do cliente no sistema, a média é considerada de 1340 segundos (22 minutos e 20 segundos), além de ser no máximo 4460 segundos (74 minutos e 20 segundos).

Destaca-se, que neste cenário, diferentemente do cenário 1, considerou-se apenas 1 funcionário para montar todo o sanduíche e 1 funcionário para receber os pagamentos dos clientes no caixa.

A medida de desempenho tempo médio de espera na fila apresenta um valor bem parecido para todos os processos de montagem do sanduíche. O maior tempo de fila identificado na simulação foi no processo de montagem da salada, sendo 490 segundos (8 minutos e 10 segundos) em média. Diferentemente do cenário anterior, o processo de montagem do pão e carne tem o 3º menor tempo de fila, sendo que em média 445 segundos (7 minutos e 25 segundos).

O número de clientes na fila representa uma medida de desempenho importante, determinando muitas vezes se os clientes vão ou não permanecer no estabelecimento para comprar sua refeição. No cenário discutido, o primeiro processo em que o cliente tem contato é o de escolha do pão e da carne. Este processo apresentou em média uma fila de 5 pessoas, podendo chegar em no máximo 32 pessoas.

Neste cenário, apenas 2 funcionários são utilizados, fato que faz com que a taxa de ocupação média do atendente do sanduíche seja alta com 96,3% do seu tempo ocupado. Isto acontece, pois, o mesmo realiza todos os processos de montagem do produto. Já o funcionário 3, que se localiza no caixa, não apresenta uma ocupação significativa do seu tempo, sendo que tem apenas 35,1% de ocupação do seu tempo disponível. Esses resultados indicam a necessidade de mais um atendente para ajudar o atendente 1, responsável pela montagem do sanduíche, equilibrando, assim, a sua taxa de ocupação e reduzindo o tempo total do cliente no sistema.

3.4 Cenário 3

Novamente, calculou-se do número de replicações para a confiança de 95% chegando-se a aproximadamente 200 replicações.

Neste cenário, o tamanho médio da fila foi de aproximadamente 4 pessoas. Além de poder atingir um número máximo de aproximadamente 10 pessoas na fila. Já o tempo total do cliente no sistema tem uma média de 915 segundos (15 minutos e 15 segundos). Neste caso, o máximo que um cliente poderia esperar na fila seria em torno de 2.490 segundos (41 minutos e 30 segundos).

Vale ressaltar que, neste cenário, a quantidade de funcionários que preparam os sanduíches é diferente caso seja constatado uma alta ou baixa demanda, de acordo com o descrito na metodologia.

Em relação ao tempo médio de espera na fila, é possível notar que o processo de escolha do pão e carne apresenta o maior tempo de fila, demorando 351 segundos (5 minutos e 51 segundos) em média para ser iniciado. Ao considerar a variação do número de funcionários que preparam os sanduíches de acordo com a demanda, é notável que quando se inclui um funcionário no

processo de montagem da salada e molho, os tempos de fila dos mesmos se reduzem a quase 0 segundos, demonstrando que quando há alta demanda estes processos não terão fila. Em contrapartida, quando há baixa demanda e, conseqüentemente, somente 1 funcionário para realizar todos os processos de montagem dos sanduíches, houve a formação de uma fila de 256 (4 minutos e 16 segundos) e 298 segundos (4 minutos e 58 segundos) para os processos de adição de salada e molhos, respectivamente.

Em relação à medida de desempenho número de clientes na fila, é possível perceber o mesmo padrão apresentado acima, de modo que a maior média de pessoas na fila se encontra no processo de escolha do pão e carne, com média de aproximadamente 4 pessoas e máximo de 22. Além disso, as filas para os outros processos quando há alta demanda são consideradas inexistentes, pois ao invés de apenas 1 funcionário ter de realizar todo o processo de montagem, a adição de salada e molhos é feita exclusivamente por um segundo funcionário incluído no sistema.

Quanto à taxa de ocupação média de cada um dos 3 funcionários considerados neste cenário, percebe-se que como o funcionário 2 só entra no processo caso a fila para a escolha do pão e carne seja maior ou igual a 5 pessoas, a taxa de ocupação deste atendente fica por volta de 13%, algo que se comparada aos 96% do atendente 1 mostra uma discrepância considerável. Já o atendente 3, não possui uma demanda tão alta de atendimento, apresentando uma taxa de ocupação de 50%. Como falado anteriormente, este processo não apresenta filas consideráveis.

Por fim, criou-se, neste cenário, um contador após o processo decisório para avaliar qual seria em média a quantidade de sanduíches que seriam preparados no período de alta demanda e de baixa demanda. Notou-se por esta medida que a fila de escolha do pão e carne poucas vezes ficou maior que 5 pessoas, momento o qual no processo decisório é incluído o segundo funcionário no processo. Dessa maneira, a quantidade média de sanduíches preparados no período de baixa demanda foi bem superior ao de alta demanda sendo em média 17 e 7, respectivamente.

3.5 Comparações entre os cenários

Ao comparar os cenários de simulação quanto a taxa de ocupação média, conforme mostrado na tabela 3, é possível notar que os cenários 2 e 3 apresentam ocupação quase idêntica em relação ao funcionário 1. Isso pode ser justificado pelo fato que na saída do modulo de decisão, a maior parte dos sanduíches foi preparada no período de baixa. Ainda sobre esta tendência, é perceptível que no cenário 3, o atendente 2 tem uma ocupação bastante baixa, considerada ociosa, enquanto o atendente 1 está trabalhando quase em capacidade máxima. Cabe lembrar que no cenário 2 o segundo atendente não está disponível. É possível notar também, que o cenário 1 possui taxas de ocupação melhores distribuídas em relação aos cenários 2 e 3, sendo que possui 3 funcionários trabalhando na linha, independente da demanda.

Recurso	Média de ocupação (%)		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Atendente 1	82,4%	96,3%	96,3%
Atendente 2	37,1%	-	13,0%
Atendente 3	58,7%	35,1%	50,0%

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 – Taxa de ocupação média dos atendentes

Apesar do número médio de ocupação dos cenários 2 e 3, ser praticamente o mesmo em relação ao atendente 1, é notável que o tempo total médio do cliente no sistema é maior no cenário 2. Este dado pode ser justificado pelo fato de que em nenhum momento no cenário 2 o atendente 2 está disponível para dar continuidade a montagem do sanduíche, assim o atendente 1 é responsável por todo este processo até o momento de ser embalado. O tempo total médio no sistema é 32% menor no cenário 3 comparado ao cenário 2. Ainda de acordo com o tempo no sistema, o cenário 1 se mostra o mais eficiente, já que apresenta um tempo total no sistema menor, sendo em média de 410 segundos (6 minutos e 50 segundos). Este cenário apresenta tempo no sistema 123% menor se comparado ao 3º, sendo que ambos apresentam a sua disposição o atendente 2, porém no caso do cenário 3 este funcionário só é requerido caso a demanda seja alta.

Observando a quantidade média de sanduíches que entram e saem da linha de produção na tabela 4, nota-se que os cenários 2 e 3 apresentam quantidades bem diferentes. O segundo cenário, tem uma saída de 31 sanduíches aproximadamente, diferente do cenário 3 em que saem do sistema aproximadamente 45. Esta diferença de produtividade é notada devido a diferença de disponibilidade de recursos entre os cenários. Enquanto o terceiro possui 2 atendentes, sendo um deles responsável por adicionar salada e molho quando demandado, o segundo tem apenas 1 funcionário a disposição para realizar a montagem completa dos sanduíches.

Nos três cenários, o número de sanduíches que entraram no sistema é praticamente o mesmo, aproximadamente 56, já que os intervalos entre chegadas de clientes são os mesmos.

De acordo com a tabela 4, pode-se observar que o cenário 1 apresentou melhor eficiência de produção, mas foi necessária uma maior quantidade de recursos – 3 funcionários trabalhando em horário integral. Já o terceiro cenário apresentou a segunda melhor eficiência, utilizando 2 funcionários em tempo integral e 1 colaborador trabalhando sob demanda. E por último, o cenário 2 apresentou a menor eficiência dos três, porém utilizou somente 2 funcionários em tempo integral. O fato de se ter um funcionário realizando todo o processo de fabricação do sanduíche, retratado no cenário 2, tende a ser um indicativo de perda de qualidade dos mesmos, uma vez que este teria que apresentar uma alta agilidade e atenção ao preparar os pedidos dos clientes em períodos de alta demanda.

Cenários	Média (un)		WIP
	Entrada no sistema	Saída do Sistema	
1	56,6	52,0	4,2
2	55,84	31,4	14,1
3	55,88	44,7	8,85

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4– Quantidade de sanduíches do sistema

Em relação aos tempos médios de fila dos processos, foi possível constatar que o cenário 2 apresentou os maiores tempos de fila. Este fato se deve ao cenário não ter a sua disposição o atendente 2. O cenário 1, que por sua vez tem a sua disposição uma maior quantidade de funcionários, apresentou fila somente nos processos de escolha do pão e carne e na realização do pagamento.

Ao comparar o processo de pão e carne do cenário 1 e 3, foi possível notar um aumento na espera de 108%. Analisando a diferença entre o cenário 1 e 2, a discrepância de espera se torna ainda maior, aumentando em 164%. Os cenários que possuem a possibilidade de ter somente 1

funcionário montando o sanduíche do início ao fim, possuem um aumento de tempo na fila considerável.

Ao se tratar de tempo na fila para a montagem de salada em período de baixa demanda, observou-se variação de -48% entre os cenários 2 e 3. Quanto a escolha dos molhos em momentos de baixa demanda, a variação foi de -37%.

Em relação a fila para a realização do pagamento é perceptível que os cenários 1 e 2 apresentaram tempos similares, mas ao compará-los com o cenário 3 esta variação na espera aumentou para 73% e 64%, respectivamente.

Foi observado na tabela 5, que número médio de clientes na fila segue a mesma tendência do tempo de fila. O cenário 2 apresentou o maior número de pessoas na fila, podendo-se destacar que o processo de escolha do pão e carne tem em média 5 pessoas na fila aproximadamente. Já o cenário com menor fila é o de número 1, tendo aproximadamente 2 pessoas na fila em média, para o mesmo processo. Os processos em período de alta demanda não apresentaram fila, uma vez que dois funcionários estavam disponíveis para a montagem dos sanduíches. Nos períodos de baixa demanda, ao se comparar os cenários 2 e 3, observou-se uma redução considerável do número de clientes na fila do processo de adição da salada e molho. O número médio na fila reduziu 67% e 55%, para salada e molho, respectivamente.

O processo do caixa não apresentou nenhuma pessoa esperando na fila para efetuar o pagamento.

Processo	Média (un)			Desvio Relativo entre Cenários (%)		
	Cenário	Cenário	Cenário	1 e 2	1 e 3	2 e 3
	1	2	3			
Escolha do pão e carne	1,8	4,8	3,8	162%	104%	-22%
Escolha da Salada alta demanda	0,0	-	0,0	-	0%	-
Escolha da Salada baixa demanda	-	4,2	1,4	-	-	-67%
Escolha do molho alta demanda	0,0	-	0,0	-	0%	-
Escolha do molho baixa demanda	-	3,3	1,5	-	-	-55%
Pagamento	0,3	0,2	0,4	-35%	52%	132%

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5 – Número médio de clientes na fila

Comparando as medidas de desempenho entre os cenários, é possível perceber uma relação de custo-benefício considerando a percepção de qualidade dos clientes. Enquanto no cenário 1 é apresentada uma eficiência de produção elevada, com menores tempos e números de pessoas nas filas, a quantidade de recursos utilizada é maior, gerando assim maiores custos. Cabe destacar que mesmo este cenário, com maior quantidade de recursos disponíveis, não conseguiu atingir a meta de tempo para o processo de escolha do pão e carne e de pagamento disponibilizados pela rede de franquias.

Já no cenário 2, a quantidade de recursos utilizada é menor dentre os cenários, apresentando os maiores tempos e tamanhos de filas, além de uma produção inferior. Neste cenário, o gestor deve ficar atento, uma vez que, a fim de eliminar as grandes filas, o atendente tenderá a agilizar o processo de montagem do sanduíche o que pode afetar a qualidade do produto final.

Em contrapartida, o cenário 3 mostrou um maior equilíbrio se comparado aos cenários 1 e 2, já que apresentou medidas de desempenho intermediárias. Conforme constatado anteriormente, o atendente 2 no cenário 3, apresentou baixa taxa de ocupação (13%) no período de pico de demanda do estabelecimento, analisado neste estudo. Este fato é um indicativo de que este

funcionário deva ser contratado por tempo parcial, já que ele foi pouco demandado neste período. Esta mudança geraria, então, uma redução no custo com pessoal para a franquia analisada sem afetar de maneira significativa a produtividade e qualidade de produção dos sanduíches.

4. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo de simulação de eventos discretos para uma franquia internacional de *fast-food* de sanduíches, a fim de identificar e analisar restrições não mapeadas inicialmente. A partir da simulação realizada, analisou-se como as medidas de desempenho dos processos de montagem dos sanduíches se comparavam com a realidade de atendimento para identificar a necessidade de adequação ou mudança nos processos e recursos do estabelecimento, de maneira a melhorar o processo como um todo. Para isto, foram simulados e analisados três diferentes cenários.

Os resultados obtidos por meio das simulações e análises dos cenários propostos permitem concluir que:

- a) No cenário 1 as medidas de desempenho observadas na simulação obtiveram os menores valores entre os três cenários - menores números de fila e o menor tempo de sistema. Este cenário foi considerado o mais produtivo também. Ao comparar os resultados da simulação com os tempos padrão estabelecidos pela franquia, constatou-se que maiores tempos nos processos de escolha de pão e carne e pagamento. Este fato é um indicativo de necessidade de realizar treinamentos de aperfeiçoamento dos funcionários, de maneira a aumentar a habilidade dos mesmos, ou até o aumento da equipe de colaboradores no processo a fim de se aproximar dos tempos padrão estabelecidos pela rede. As mudanças propostas teriam como objetivo aumentar a produtividade e a lucratividade do empreendimento.
- b) O cenário 2 foi o que apresentou o pior desempenho dos três estudados. Obtiveram-se os maiores números de pessoas e tempos na fila. Além disso, teve a pior produtividade comparado aos outros cenários. Apesar desse cenário apresentar o menor custo com pessoal por considerar apenas dois funcionários, os gestores devem ficar atentos já que o atendente pode tender a agilizar o processo de montagem do sanduíche afetando a qualidade do produto final o que seria uma ameaça à sustentabilidade do negócio.
- c) No cenário 3 as medidas de desempenho obtidas foram mais equilibradas e com valores intermediários quando comparadas aos outros dois cenários. A análise desta simulação mostrou que a utilização de um funcionário contratado em tempo parcial para o horário de pico, sendo requisitado em momentos de maior demanda, traria benefícios à linha de produção reduzindo em 32% o tempo médio do sanduíche no sistema e aumentando a produtividade de sanduíches saindo do sistema em aproximadamente 13 unidade se comparado ao cenário 2, sem correr o risco de comprometer a qualidade do produto final. Isto mostra que mesmo realizando pequenas alterações de alocação de recursos, é possível trazer benefícios à produção e custo da unidade estudada.

Como conclusão final tem-se que a técnica de simulações de eventos discretos se mostrou adequada e eficaz para o estudo do comportamento do sistema analisado sendo uma importante ferramenta para auxiliar os gestores na tomada de decisão.

Referências

- ALVES, R. et al.** *Simulação da dinâmica operacional de um pequeno restaurante universitário: um estudo de caso.* Anais do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador – BA, 08 a 11 de outubro de 2013.
- ALVES, R.; DOS SANTOS, J.A.A.; SCHMIDT, C.; PIZARRO, A.** *Aplicação dos princípios da teoria das restrições e de técnicas de simulação na gestão da dinâmica operacional de um pequeno restaurante: um estudo de caso.* Revista Espacios, v. 35, p. 21, 2014.
- BABASHOV, V. et al.** *Reducing Patient Waiting Times for Radiation Therapy and Improving the Treatment Planning Process: a Discrete-event Simulation Model (Radiation Treatment Planning).* Clinical Oncology, v. 29, n. 6, p. 385-391, 2017.
- BANKS, J.** *Introduction to simulation.* Proceedings of the Winter Simulation Conference. Atlanta, 2000.
- BRUM, L.** *Simulação da capacidade da força de trabalho: estudo de caso em um restaurante.* Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia de Produção. Rio Grande do Sul 2013.
- CHURCH, I.; NEWMAN, A. J.** *Using simulations in the optimisation of fast food service delivery.* British Food Journal, v. 102, n. 5/6, p. 398-405, 2000.
- CHWIF, L.; MEDINA, A.C.** *Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações.* 2ª ed. São Paulo, SP: Ed. dos Autores, 2007.
- DAVENPORT, T. H.; SHORT, J. E.** *The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign.* MIT Sloan Management Review, v. 31, n. 4, p. 11, 1990.
- DE CARVALHO OLIVEIRA, N. M.; FAVARETTO, F.** *Análise das filas de um sistema de serviços utilizando simulação a eventos discretos.* Anais do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador – BA, 08 a 11 de outubro de 2013.
- DOOMUN, R.; VUNKA JUNGUM, N.** *Business process modelling, simulation and reengineering: call centres.* Business Process Management Journal, v. 14, n. 6, p. 838-848, 2008.
- FRANK, A. G.; BAUD-NALY, V. F.; CATEN, CST.** *Avaliação de possíveis melhorias do processo de atendimento a clientes de um restaurante universitário mediante simulação.* SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XIV, Bauru, p. 1-11, 2007.
- GONÇALVES, J. E. L.** *As empresas são grandes coleções de processos.* Revista de administração de empresas, v. 40, n. 1, p. 6-9, 2000.
- KETTINGER, W. J.; TENG, J.T.C; GUHA, S.** *Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools.* MIS quarterly, p. 55-80, 1997.
- KOHLBACHER, M.** *The effects of process orientation: a literature review.* Business Process Management Journal, v. 16, n. 1, p. 135-152, 2010.
- LOUREIRO, S. A.** *Uso integrado de métodos de simulação de eventos discretos e contínuos na resolução de problemas logísticos em parques de diversão.* Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Campinas. Campinas. 2009.
- MÜLLER, C. J.** *Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações).* Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- MUNDIM, J.U.C.** *Uso de simulação de eventos discretos para o dimensionamento de frota para colheita e transporte de cana-de-açúcar.* Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.
- NEUBAUER, T.** *An empirical study about the status of business process management.* Business Process Management Journal, v. 15, n. 2, p. 166-183, 2009.
- ROSSETTI, M. D.** *Simulation modeling and Arena.* 2nd. ed. Hoboken, NJ: John Wiley, 2008.
- SAKURADA, N. et al.** *Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços.* Gestão & Produção, v. 16, n. 1, p. 25-43, 2009.