

# ESTATÍSTICA E SIMULAÇÃO NUMA REDE DE RESTAURANTES

João Carlos Duarte Ferreira<sup>1</sup>

Edna Alves da Silva<sup>2</sup>

Gabriel Yochio de Oliveira<sup>3</sup>

Henrique Reis de Oliveira<sup>4</sup>

**Resumo:** A simulação e a estatística são ferramentas de suma importância para grandes empresas, mas não se limitam a negócios de grande porte, neste contexto foi realizado um estudo de caráter quantitativo e descritivo referente ao restaurante Flor da Clóvis e outros cinco restaurantes sob mesma administração. Este estudo descreve os processos de trabalho da rede e promove melhorias com o uso da simulação e estatística de forma simples, para isso, essa pesquisa realizou uma análise dos dados do restaurante e aplicando métodos matemáticos e estatísticos realizou simulações simples e propôs mudanças nos métodos de trabalho atuais da empresa. Ao longo da pesquisa foi possível concluir que mesmo as aplicações mais básicas dos métodos matemáticos e estatísticos podem trazer benefícios aos mais diversos setores da empresa, como o uso inteligente dos recursos humanos, a melhoria na organização de estoque e a gestão eficiente da compra e uso dos ingredientes de acordo com a demanda.

**Palavras-chave:** Eficiência; Gestão; Estoque.

**Abstract:** Simulation and statistics are extremely important tools for large companies, but are not limited to large businesses, in this context a quantitative and descriptive study was carried out regarding the Flor da Clóvis restaurant and five other restaurants under the same management. This study describes the work processes of the network and promotes improvements with the use of simulation and statistics in a simple way, for this, this research carried out an analysis of the restaurant's data and applying mathematical and statistical methods carried out simple simulations and proposed changes in the methods of current company work. Throughout the research it was possible to conclude that even the most basic applications of mathematical and statistical methods can bring benefits to the most diverse sectors of the company, such as the intelligent use of human resources, the improvement in the organization of storage and efficient management of purchase and use of ingredients according to demand.

**Keywords:** Efficiency; Management; Storage.

## Introdução

Desde o princípio, a sobrevivência e prosperidade de uma empresa depende principalmente da eficiência de seus processos e da gestão inteligente de seus recursos. (MAXIMIANO, 2015, p. 92). Essa realidade se torna ainda mais evidente na indústria alimentícia, onde a má gestão do estoque e dos recursos financeiros e humanos pode gerar prejuízos muitas vezes fatais para o desenvolvimento da empresa.

---

<sup>1</sup> Graduando em Ciência da Computação, pela Universidade Nove de Julho, Campus Vergueiro. joaoduarte308@uni9.edu.br

<sup>2</sup> Graduanda em Ciência da Computação, pela Universidade Nove de Julho, Campus Vergueiro. ednaalves@uni9.edu.br

<sup>3</sup> Graduando em Ciência da Computação, pela Universidade Nove de Julho, Campus Vila Maria. gabrielyochio@uni9.edu.br

<sup>4</sup> Graduando em Ciência da Computação, pela Universidade Nove de Julho, Campus Vila Maria. henriquereis2002@uni9.edu.br

Nesse contexto, a atualização dos meios de produção, novos métodos de gestão de estoque e outros recursos diversos devem ser testados constantemente a fim de manter a competitividade da empresa e diminuir cada vez mais os riscos, mas todas as mudanças geram um risco igualmente alto em sua implementação.

Para Belfiore e Fávero (2013), alterações nos processos produtivos revelam grandes riscos e incertezas, e por isso, recursos que possam diminuir esses riscos e influenciar na tomada de decisões como a simulação computacional têm sido cada vez mais visados.

Desta forma, este artigo tem como objetivo discutir a importância da estatística e da simulação para a indústria, tomando como exemplo uma rede de restaurantes, além de desmistificar suas funcionalidades e demonstrar o seu uso na solução de problemas reais.

## Referencial Teórico

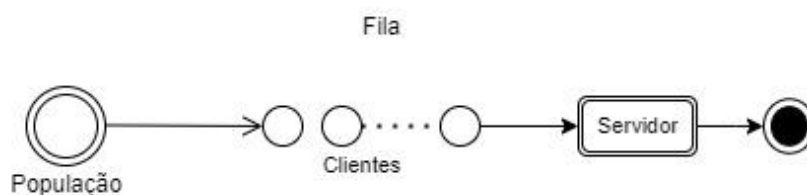
A fim de criar uma base teórica e científica que embase as conclusões finais deste artigo, algumas teorias e métodos devem ser explorados. Neste sentido, os seguintes temas devem ser abordados : Modelagem matemática e suas ferramentas e métodos de aplicação da probabilidade, estatística e simulação computacional em conjunto.

## Teoria Das Filas

As filas estão presentes constantemente na vida cotidiana das pessoas, em qualquer local no qual necessitamos esperar por um serviço além de estarem dentro de processos lógicos, mecânicos e outros (GERÔNIMO, et al, 2018.). Taha (2008 p.247) definiu a teoria das filas como “um estudo que trata da quantificação do fenômeno da espera em filas usando medidas representativas de desempenho como o comprimento médio de uma fila, o tempo médio de espera em fila e a média de utilização da instalação”.

Foi desenvolvida com a finalidade de prever o comportamento das filas de modo a permitir o dimensionamento adequado de instalações, equipamentos e sua infraestrutura. Desta forma, o processo básico de filas é: entrada de clientes por uma fonte, espera na fila, atendimento e saída de clientes atendidos.

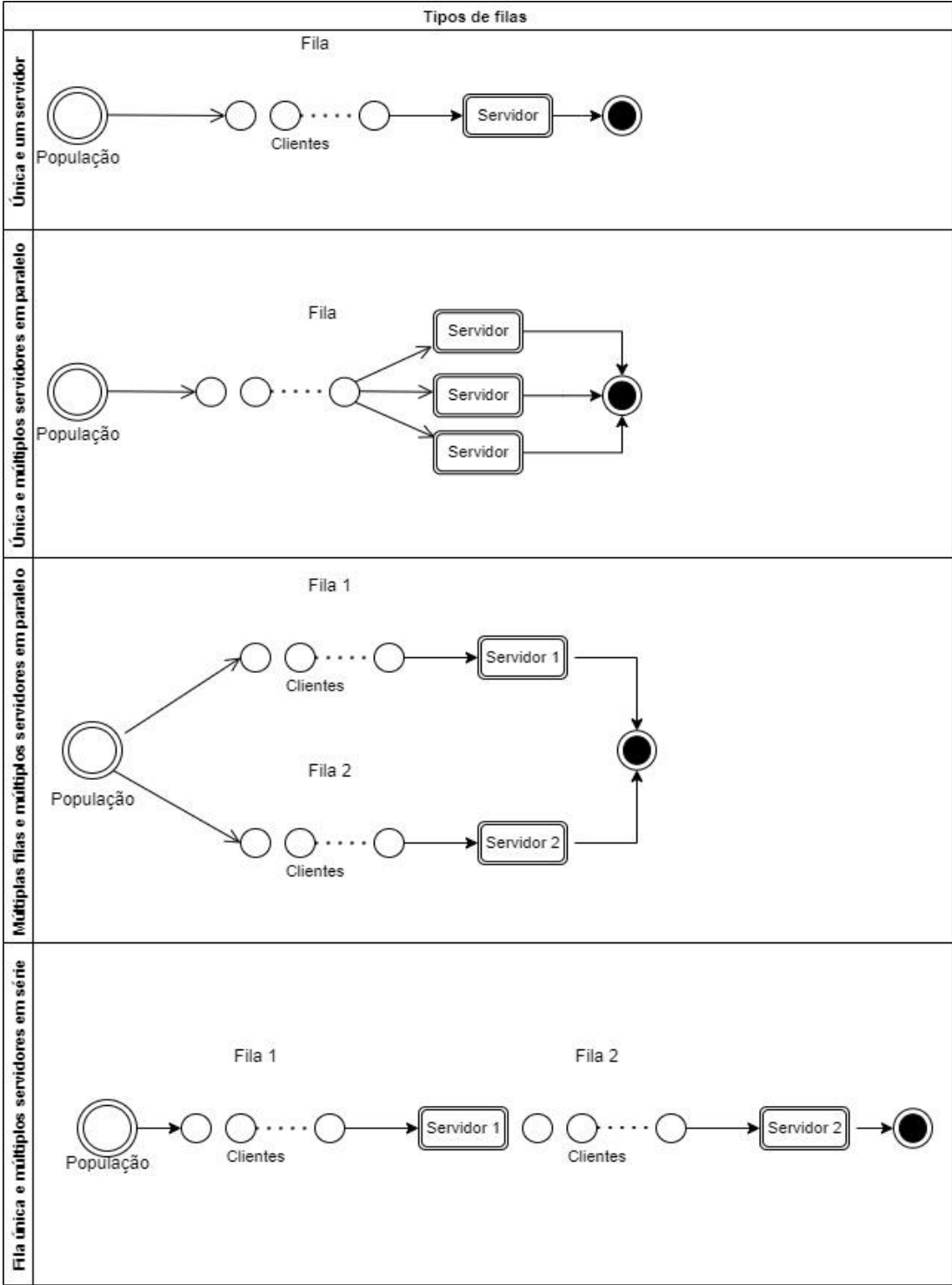
Figura 1



Fonte: Adaptado (MILANI, 2016, p. 4).

A Figura 1 demonstra o funcionamento de um sistema de filas básico, onde o cliente espera para ser atendido formando uma linha ou, se o sistema estiver vazio, ele poderá ser atendido imediatamente. Após o atendimento no servidor ser concluído, o cliente deixará o sistema.

Figura 2



Fonte: Adaptado (MILANI, 2016, p. 5).

Conforme a Figura 2, existem quatro tipos de classificações para as filas: Fila única e um servidor, fila única e múltiplos servidores em paralelo, múltiplas filas e múltiplos servidores em paralelo e fila única e múltiplos servidores em série.

### **Teoria Dos Grafos**

Grafo é um sistema discreto que consiste de uma função vértice  $V(G)$ , uma função aresta  $E(G)$  e uma relação que associa cada aresta a 2 vértices, não necessariamente distintos, chamada ligação. Pode-se construir um grafo por meio da inserção de vértices em pontos pré-determinados que consigam explicitar o fluxo desejado e um ou mais traços (curvos ou não) unindo os vértices entre si.(FEOFILOFF *et al.*,2011 p.8).

O conceito de grafo é algo extremamente simples e intuitivo. Um grafo nada mais é que uma representação da interdependência entre elementos que são representados por nós. Elementos que atendem à relação imaginada são simbolicamente unidos através de um traço denominado aresta. Contudo, da mesma maneira que seu modelo possui uma interpretação gráfica muito confortável, tal desenho, em situações reais, nem sempre consegue formalizar perfeitamente a estrutura imaginada. Então é necessário também que o grafo seja definido analiticamente.

Além desses conceitos básicos, existem alguns termos e definições para os tipos de grafos:

**Grafo Trivial** - É um grafo com um único vértice e não tem arestas.

**Grafo Simples** - É um grafo não direcionado sem laços e sem arestas paralelas

**Grafo Completo** - É um grafo simples onde todos os vértices conectam-se uns aos outros

**Grafo Regular** - É um grafo onde todos os vértices possuem o mesmo grau

**Subgrafo** - É um grafo construído de tal forma que seus vértices e suas arestas estão contidos em outro grafo.

**Grafo Bipartido** - Um grafo é dito ser bipartido quando seu conjunto de vértices  $V$  puder ser particionado em dois subconjuntos  $V_1$  e  $V_2$ , tais que toda aresta de  $G$  une um vértice de  $V_1$  a outro de  $V_2$ .

**Grafo Conexo** - É um grafo onde existe um ou mais caminhos que nos levam a qualquer vértice do grafo independente de qual seja o ponto de partida.

**Grafo Desconexo** - É um grafo onde existe pelo menos um vértice que não pode ser conectado a outro por um caminho.

**Grafos Isomorfos** - Dois grafos são ditos isomorfos se existe uma função que faça o mapeamento de vértices e arestas de modo que estes grafos se tornem coincidentes

**Grafo Euleriano** - É um grafo que possui um ciclo que visita cada aresta apenas uma vez.

**Grafo Semi-Euleriano** - É um grafo que possui um caminho que visita cada aresta apenas uma vez.

**Grafo Planar** - É um grafo representado graficamente no plano de tal forma que não haja cruzamento de suas arestas. Caso contrário, o grafo é dito não-planar.

**Grafo Não Direcionado** - É um grafo onde não existe nenhuma orientação quanto ao sentido da aresta

**Dígrafo / Grafo Direcionado** - É um grafo que contém um direcionamento quanto ao sentido das arestas

## **Método de Monte Carlo**

A Simulação de Monte Carlo, também conhecida como Método de Monte Carlo ou uma simulação de probabilidade múltipla, é uma técnica matemática, que é usada para estimar os possíveis resultados de um evento incerto ou seja, de acordo com Taha (2008, p. 272), um modelo baseado em parâmetros estocásticos ou determinísticos em uma amostragem aleatória.

Desde o início, as Simulações de Monte Carlo avaliavam o impacto do risco em muitos cenários da vida real, como inteligência artificial, preços de ações, previsão de vendas, gerenciamento de projetos e precificação. Diferente de um modelo de previsão normal, a Simulação de Monte Carlo prevê um conjunto de resultados com base em um intervalo de

valores estimados em relação a um conjunto de valores de entrada fixos. Em outras palavras, uma Simulação de Monte Carlo cria um modelo de resultados possíveis, usando uma distribuição de probabilidade, como uma distribuição uniforme ou normal, para qualquer variável que tenha incerteza inerente. Ela, então, irá recalculá-los sucessivamente, cada vez usando um conjunto diferente de números aleatórios entre os valores mínimo e máximo. Em um teste típico de Monte Carlo, este exercício pode ser repetido milhares de vezes para produzir um grande número de resultados prováveis. (MOONEY, 1997, p. 4)

As Simulações de Monte Carlo também são utilizadas para previsões de longo prazo devido à sua precisão. À medida que o número de informações aumenta, o número de previsões também cresce, permitindo projetar resultados mais distantes no tempo e com maior precisão. Quando uma Simulação de Monte Carlo é concluída, ela produz diversos resultados possíveis com a probabilidade de ocorrência de cada resultado.

## **Metodologia**

Tendo como objetivo promover e analisar possíveis melhorias proporcionadas pelo uso da simulação, este artigo seguirá como um estudo de caso quantitativo e descritivo referente ao restaurante Flor da Clóvis e outros cinco restaurantes sob mesma administração, onde irá descrever os processos de trabalho e promover melhorias com o uso da simulação e estatística.

Para Pradanov e Freitas (2013, p. 127) este tipo de pesquisa deve traduzir em números os conhecimentos e conclusões gerados pelo pesquisador, para isso, serão usados métodos matemáticos e estatísticos além de softwares que facilitem o entendimento e reprodução dos métodos.

A escolha do estudo se deu com o objetivo de demonstrar a efetividade da simulação e da estatística como recursos para a melhoria dos métodos de trabalho e para a melhoria da eficácia do uso de recursos de uma empresa no ramo alimentício, tomando como exemplo o Flor da Clóvis, mas não limitando as suas conclusões e métodos a este estabelecimento em específico ou sequer a empreendimentos de mesmo porte.

O instrumento de pesquisa foi uma entrevista detalhada com Antônio Pontes Gomes, o dono e principal administrador dos restaurantes que são objeto de estudo, além de um formulário com dados financeiros disponibilizados pelo mesmo.

### **Restaurante Flor Da Clóvis**

A empresa estudada possui seis restaurantes no total, sendo que o primeiro da rede está sob essa gestão desde 1999.

Os restaurantes da rede trabalham com pratos artesanais, em sua maioria pratos típicos da culinária brasileira e a maioria dos profissionais colaboradores possui apenas conhecimento empírico sobre seus métodos de trabalho e sobre a gestão da empresa, tendo mudado suas abordagens e métodos por tentativa e erro até chegar no modelo de negócio atual.

### **Análise de dados do ambiente do Flor Da Clóvis**

Essa pesquisa tem como objetivo demonstrar como a matemática, a estatística e simulações computacionais podem ser de suma importância para uma empresa mesmo que sejam usadas em sua forma mais simples, para tal, primeiro devemos separar e analisar os dados de funcionamento da empresa atualmente para só então apresentar possíveis melhorias.

O Flor Da Clóvis e os demais restaurantes da rede têm dois métodos de atendimento: o método mais comum a restaurantes com garçons e atendimento em mesa e o método de lanchonete com atendimento em balcão e venda de salgados e lanches rápidos. O estoque dos restaurantes não funciona com um método específico, então a ordem em que os ingredientes são usados e a disposição dos itens no estoque são decididas de maneira empírica.

O movimento durante a semana é geralmente maior nos fins de semana entre a sexta-feira e o domingo onde os estabelecimentos trabalham mais com os pratos mais elaborados e com o atendimento dos garçons, e no resto da semana, a maior parte da clientela se dirige aos balcões buscando lanches rápidos. Também vale a pena citar que a compra dos ingredientes e o tamanho do estoque são decididos por experiência com a demanda, o que por vezes levou os estabelecimentos a encherem demais os estoques ou comprar poucos ingredientes.

### **Resultados e discussões**

Nessa fase do artigo serão analisados cada um dos métodos de trabalho da empresa individualmente e serão apresentadas melhorias embasadas em simulações do processo real.

Além de melhorias no processo atual, também serão analisados erros passados e os métodos que poderiam ter sido utilizados ao lidar com os mesmos.

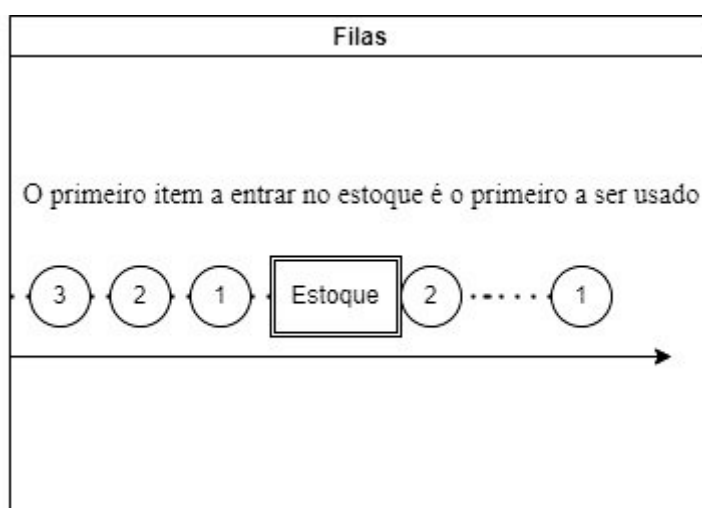
A primeira estrutura a ser analisada será a disposição dos funcionários entre atendimento, cozinha e estoque. Para otimizar a produtividade dos funcionários sem que seja necessário demitir ninguém, deve-se analisar três principais pontos : Movimento diário e probabilidade de alta demanda; Serviços de maior saída entre o atendimento em mesa e o atendimento em balcão; Organização e otimização do uso do estoque.

Para começar a organizar a disposição dos funcionários, primeiro é preciso definir a melhor estrutura para a organização do estoque. Como citado anteriormente, a empresa atualmente não possui um método específico para organizar os itens no estoque, então deve-se definir tanto a ordem de saída dos itens quanto a disposição deles no armazenamento.

A ordem de saída dos itens no estoque precisa visar a minimização de desperdícios, para tal, a estrutura de filas FiFo (“*First in, first out*” ou em português, “primeiro a entrar, primeiro a sair”) deve ser utilizada, enquanto a estrutura de pilhas LiFo (“*Last in, first out*” ou em português, “Último a entrar, primeiro a sair”) deve ser evitada ao máximo.(DUARTE,2015).

Como exemplificado na figura 3, o tempo de permanência dos produtos no estoque usando a estrutura de filas é igualado, já que o primeiro item a entrar no estoque é também o primeiro item a sair para consumo, e se seguida rigorosamente, essa estrutura pode minimizar os riscos de produtos estragarem.

Figura 3

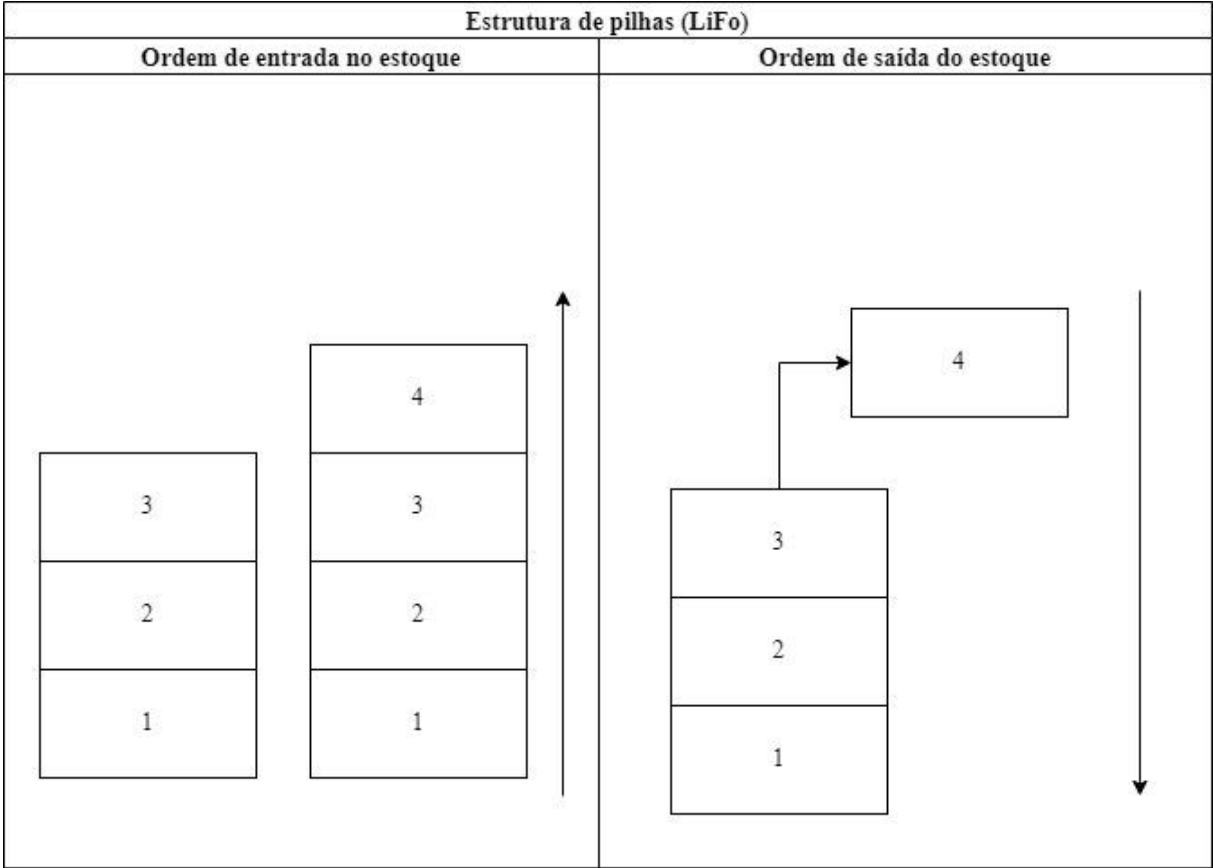


Fonte: Elaborado pelos autores.



Ao contrário da estrutura de filas, a estrutura de pilhas exemplificada na figura 4 faz com que o primeiro produto a entrar no estoque seja o último a ser utilizado, aumentando assim os riscos de desperdício.

Figura 4



Fonte: Elaborado pelos autores seguindo a descrição de Duarte(2015.).

Definida a melhor estrutura de entrada e saída dos produtos em estoque, o próximo passo é definir a disposição dos itens no estoque, priorizando os itens com maior saída.

Durante a semana, entre a segunda e a quinta-feira, a maior saída é de salgados e lanches rápidos que são mantidos nos balcões, cujos principais ingredientes são os frios e laticínios como mortadela, queijos, presuntos e apresuntados além de pães, farinha, massas prontas, óleo para fritura e outros ingredientes para recheio como linguiça, frango e carne bovina.

Entre os pratos mais complexos que tem sua maior saída nos fins de semana entre a sexta-feira e o domingo (Os dias com maior demanda), o carro chefe do Flor da Clóvis tem sido por muitos anos a feijoada, cujos principais ingredientes são o feijão preto e carnes

suínas. Definidas as prioridades entre os ingredientes, a estrutura do estoque pode seguir as estruturas exemplificadas nas figuras 5 e 6 que tem como base o sistema FiFo.

Figura 5

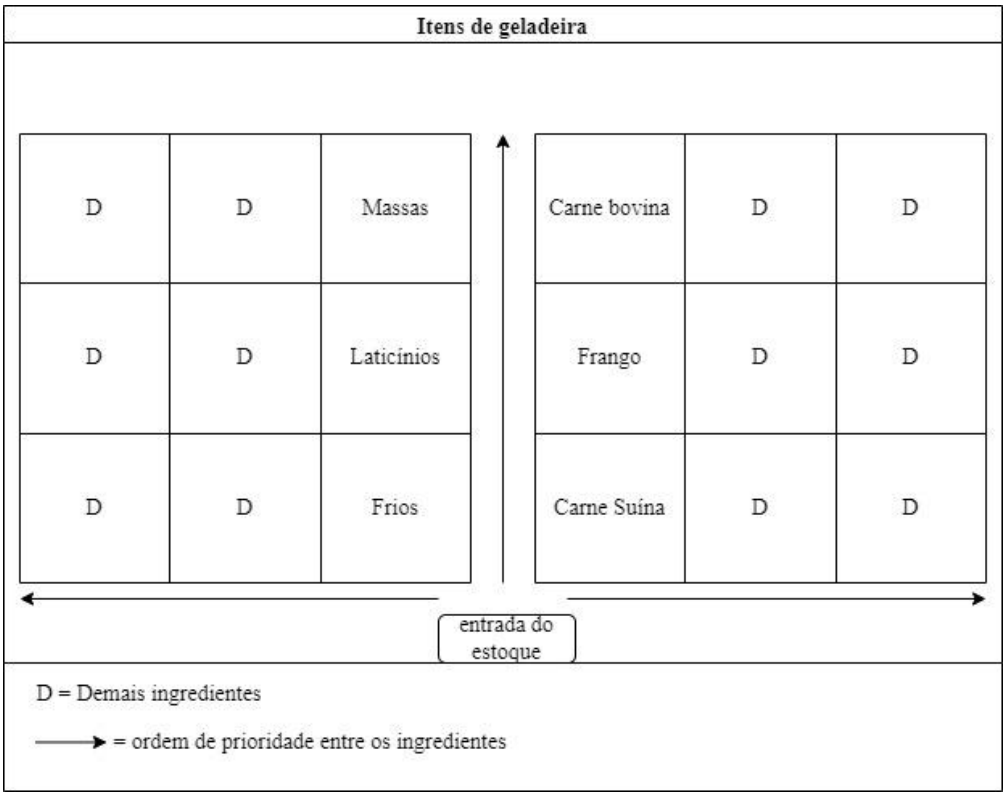
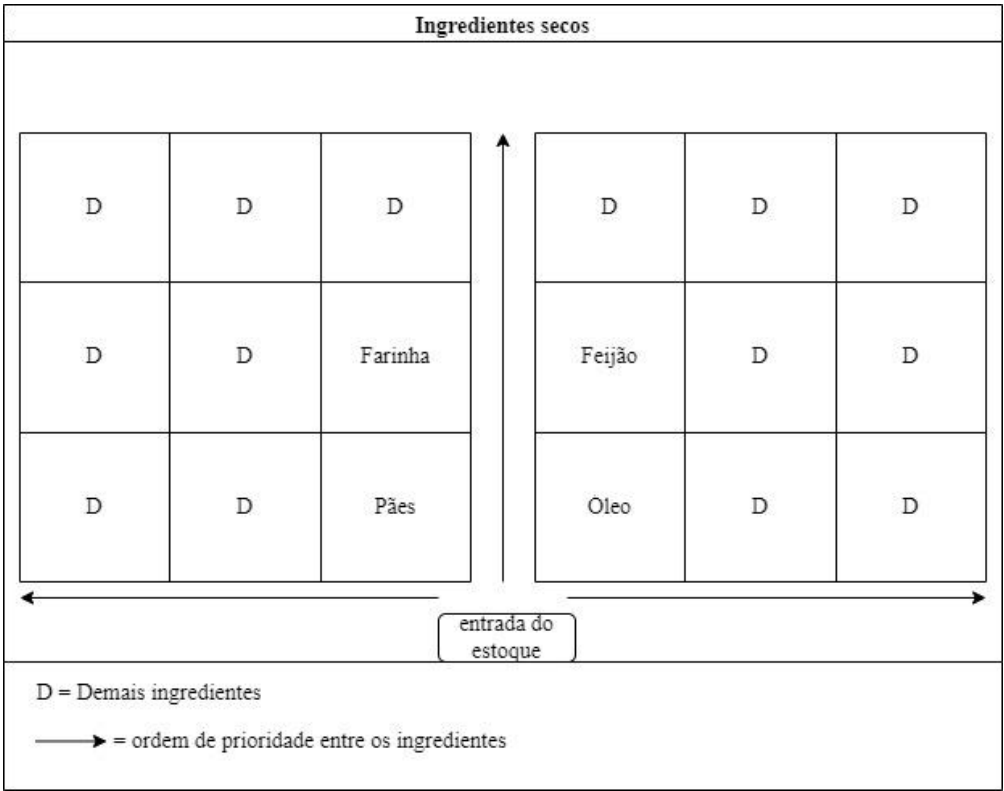


Figura 6

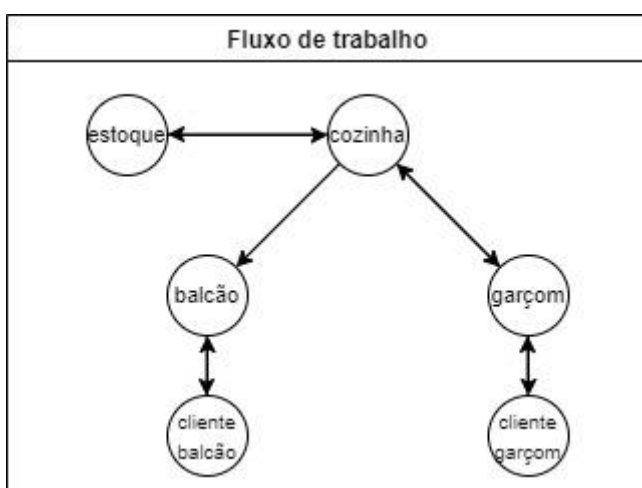


Fonte: Elaborado pelos autores.

Analizadas as demandas diárias e como a clientela se comporta em relação aos serviços oferecidos, além de organizar o estoque da melhor maneira, agora é possível observar a disposição dos funcionários e decidir como eles devem se ocupar em cada situação.

Tomando como exemplo o Flor da Clóvis, existem oito funcionários em serviço (com exceção do gerente) e eles estão dispostos em uma pessoa para cuidar do estoque, três na cozinha, um no balcão e três garçons. Efetuado o atendimento, o balconista entrega o pedido diretamente ao cliente já que os produtos vendidos no balcão já estão dispostos lá, mas quanto as mesas, após anotar o pedido o garçom deve informar o pedido a cozinha que por sua vez pedirá os ingredientes faltantes ao estoque para só então preparar o prato. A figura 7 é um grafo que representa o fluxo de trabalho.

Figura 7



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tendo em mente a disposição atual dos funcionários, é possível ajustar seus postos de trabalho de acordo com o tipo de demanda para extrair o máximo de eficiência. Durante a semana, o fluxo de clientes que optam por atendimento em mesa é muito menor em comparação aos fins de semana, nesse caso, muitas vezes os garçons ficam ociosos o que gera prejuízos logísticos e financeiros, portanto, transferir um ou até dois garçons do atendimento para a gestão de estoque formalmente nos dias de menor demanda aumenta a eficácia da organização do estoque além de distribuir melhor as tarefas, facilitando assim, o trabalho nos dias de maior demanda.

O último assunto a ser tratado é a produção de salgados para obter uma maior margem de lucro e o abastecimento do estoque.

Vamos tratar da produção de salgados já que os mesmos são feitos com antecedência e por isso, é muito importante fazer uma boa projeção de vendas para evitar desperdícios e prejuízos, mas, o método usado também pode ser aplicado aos pratos mais complexos. Os quadros 1,2 e 3 são planilhas que demonstram os custos de produção e os resultados de simulações com vários perfis de produção em relação a diferentes níveis de demanda usando o Método de Monte Carlo descrito por Mooney(1997), tomando como exemplo a coxinha que é o salgado de maior saída (Vale ressaltar que os resultados das simulações são aleatórios, por isso, as planilhas apenas seguem o exemplo de maior incidência ).

Quadro 1

Ganhos	
Venda Normal	12
Venda Promoção	6
Custos	
Produção	8
Falta	5

Quadro 2

				Cenário	Demanda	Probabilidade
				Alta	30	0,015
					60	0,045
					90	0,075
					120	0,06
					150	0,03
					180	0,015
				Média	30	0,045
					60	0,09
					90	0,135
					120	0,1125
					150	0,045
					180	0,0225
				Baixa	30	0,0375
					60	0,0625
					90	0,0875
					120	0,0375
					150	0,0125
					180	0,0125
				Demanda	Probabilidade	Acumulada
				30	0,0975	0,0975
				60	0,1975	0,28
				90	0,2975	0,5775
				120	0,21	0,8175
				150	0,0875	0,935
				180	0,05	1

Quadro 3

Lucro					
30	60	90	120	150	180
-360	180	720	600	480	360

Fonte: Elaborado pelos autores (Planilhas desenvolvidas no Google Planilhas).

Por fim, o quadro 4 usa como exemplo a estocagem dos ingredientes necessários para a produção desses salgados, mas o modelo pode ser aplicado levando em conta todos os ingredientes usados para cada um dos pratos disponíveis no menu do restaurante de acordo com suas respectivas demandas.

Quadro 4

Política de produção diária	90		
Equivalente em duzias	7,5		
Equivalente em duzias usado	8		
Ingredientes para a dúzia de coxinhas		Abastecimento de estoque (Diário) em duzias	
Farinha de trigo (em gramas)	500	Farinha de trigo	4000
Leite (em mililitros)	800	Leite	6400
Peito de frango (em gramas)	500	Peito de frango	4000
Tomate (em unidades)	2	Tomate	16
Cebola (em unidades)	1	Cebola	8
Farinha de rosca (em gramas)	200	Farinha de rosca	1600

Fonte: Elaborado pelos autores (Planilhas desenvolvidas no Google Planilhas).

## Conclusão

Seguindo o objetivo deste estudo, foi possível analisar os diversos pilares do funcionamento de um restaurante e propor melhorias pontuais em cada um dos processos de trabalho, utilizando com sucesso a matemática, a estatística e simulações computacionais de forma simples para chegar aos objetivos.

No decorrer da pesquisa, foi possível chegar a conclusão de que os métodos empíricos podem sim chegar a modelos eficientes, mas, aliados a teoria e a tecnologia mesmo que de forma bem simples, é possível chegar a um outro patamar de eficiência e organização.

As simulações computacionais, a matemática e a estatística comprovaram ao longo deste estudo que são ferramentas eficazes para melhoria do ambiente de trabalho mesmo em suas formas mais simples, e foi possível chegar a conclusão de que, métodos mais complexos podem ser usados para outros ramos, portes empresariais e também para projeções futuras mais complexas.

Por fim, é possível afirmar que é de suma importância para empresas de todos os portes buscarem por novas tecnologias e métodos de negócio, e que a inovação pode trazer resultados significativos mesmo nos negócios mais simples, facilitando o trabalho, auxiliando a gerar mais lucros e evitando desperdícios.

## Referências

Maximiano, A. C. A. **Fundamentos da Administração**: introdução à teoria geral e aos processos da administração 3a ed. LTC,Rio de Janeiro,(2015).

Belfiore, P., Fávero, L. P. **Pesquisa operacional**: para cursos de engenharia. ELSEVIER,Rio de Janeiro,(2013).

Gerônimo, M.S., Pereira, A.C.S., Mesquita, A.L.G.,Santos II, A.B., & Moreira, A.V.G. **O uso da simulação computacional para melhoria nos processos produtivos**: uma aplicação da teoria de filas com o uso de simuladores. v. 16, n. 3, p. 167-180, Exacta, São Paulo, (2018).

Taha, H. A. **Pesquisa Operacional**: uma visão geral 8a ed. Pearson Prentice, São Paulo,(2008).

Milani, M. O., Mendonça, F. C. **Aplicação de Teoria das Filas para modelagem e análise de desempenho no setor de recursos humanos de uma indústria alimentícia**. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, Brasil. [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_231\\_350\\_28955.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_231_350_28955.pdf).(2016).

Feofiloff, P., Kohayakawa, Y; Wakabayashi, Y. **Uma introdução sucinta à teoria dos grafos**. Salvador: II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática. (2004).

Mooney, C. Z. **Monte Carlo Simulation Series**:quantitative applications in the social sciences 116a ed. Sage Publications,California,(1997).

Pradanov, C. C., Freitas, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Rio Grande do Sul: Feevale.(2013).

Duarte, F. **Saiba o que é FIFO, LIFO, FEFO, PEPS e UEPS, sua relação e aplicação**. São Paulo: <https://pt.linkedin.com/pulse/saiba-o-que-%C3%A9-fifo-lifo-> (2015).

Brasil. **Simulação de Monte Carlo Para a Produção de coxinhas e abastecimento do estoque**. São Paulo: Planilhas Google, 2022. Disponível em:  
<[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XJCsLANDE0WcL\\_MzBDXFO0L9MyHGy03jUM1sxYtNaVM/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XJCsLANDE0WcL_MzBDXFO0L9MyHGy03jUM1sxYtNaVM/edit?usp=sharing)>.

