

ESTUDO DA DINÂMICA DAS FILAS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA UEA-AM

Nicholas Matheus Guimaraes Azevedo (UEA)

nm_guia@hotmail.com

Patricia Santos Alencar (UEA)

paty.skp@gmail.com

Alexandra Agatha Brito Paladino (UEA)

aabpaladino@hotmail.com

Renata da Encarnacao Onety (UEA)

ronety@uea.edu.br

Nadja Polyana Felizola Cabete (UEA)

poly.cabete@gmail.com



O artigo aborda a aplicação dos conceitos da teoria de filas para a melhoria da dinâmica de filas no Restaurante Universitário, situado na sede da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas- EST/UEA. O estudo foi composto de várias etapas, como a explicação do tema, coleta de dados para cálculo, designação dos fatores que ocasionam congestionamento no fluxo de pessoas e a formação de filas no recinto. Por fim, após a análise dos resultados obtidos, foi observado que o problema estava não somente na fila, mas também na forma do arranjo físico do restaurante. Foi, então, pensado e desenvolvido um novo arranjo físico como proposta de melhoria do serviço do restaurante, ao qual contemplasse maior fluidez no tráfego de pessoas e redução dos movimentos dos clientes do restaurante.

Palavras-chave: Teoria das Filas, Restaurante Universitário, Arranjo Físico

1. Introdução

As filas já são parte de nossas vidas, um processo quase intrínseco e que só cresce. Todos os dias nos deparamos com filas em supermercados, nos bancos, nos aeroportos e até quando vamos a algum lazer, como cinema e parques de diversão. Segundo definição do dicionário Aurélio de 2009, uma fila é uma fileira de pessoas que se colocam umas atrás das outras, pela ordem cronológica de chegada a um ponto de embarque e, ainda, uma estrutura de organização de dados na qual estes são recuperados na mesma ordem em que foram inseridos. No estudo de teoria das filas, essa seria uma das possíveis disciplinas de fila, com atendimento do tipo primeiro a entrar na fila é o primeiro a ser atendido (MOREIRA, 2007). BRONSON, 1985, define o sistema de filas como um conjunto de usuários, com um conjunto de atendentes e uma ordem pela qual os usuários chegam e são processados.

O aumento dos consumidores e a incapacidade do sistema em atender sua demanda podem ser fatores de formação de fila (ARENALES et al., 2007). No entanto, é importante salientar que a variabilidade nas taxas de chegada e nas taxas de atendimento também são relevantes para que uma fila seja criada (MOREIRA, 2007).

Observando-se um cenário próximo à nossa realidade, dentro da própria faculdade, optou-se por investigar quais razões levariam à formação de filas no Restaurante Universitário (RU). Instituído em 2011, o RU da Universidade do Estado do Amazonas tem como principal objetivo suprir a necessidade de uma alimentação de qualidade durante o horário de almoço dos alunos da Escola Superior de Tecnologia (EST) a preço acessível à comunidade acadêmica. O RU é administrado por empresa vencedora de processo licitatório em que o governo do estado subsidia o custo da alimentação. Por ter um custo que permite o acesso de muitos estudantes, a demanda deste serviço é alta. Atualmente são distribuídas na EST cerca de 700 refeições diariamente. Porém, no horário de pico, no intervalo de 12h às 13h, o serviço se torna mais lento e as filas maiores, seja na compra do vale-alimentação, seja na área de self-service. Isso gera desconforto aos alunos e servidores, principalmente àqueles que necessitam voltar aos seus postos de trabalho e salas de aula.

Gianesi e Corrêa (1994) ressaltam que o fornecedor do serviço deve gerenciar a formação de filas de modo que o cliente não espere tempo demais para ser atendido, sob pena de possibilitar a formação de um impacto negativo quanto à qualidade do serviço.

Dessa forma, este estudo busca analisar a dinamicidade das filas no Restaurante Universitário da Escola Superior de Tecnologia, com o objetivo de encontrar maneiras de obtenção de qualidade e produtividade do restaurante. Para que assim possamos encontrar meios que melhorem a satisfação dos clientes do restaurante e reduzam o tempo de espera dos mesmos, sem prejuízo ao operador.

2. Referencial Teórico

2.1. Teoria das filas

A teoria das filas é o ramo da pesquisa operacional que visa, através da análise estático-matemática mensurar o fenômeno das filas. Através dessa análise podemos entender quais são os mecanismos necessários para otimizá-la, de forma que viavelmente satisfaça o provedor do serviço e os clientes. As filas são de certo modo uma consequência natural das atividades de serviço, visto que as estratégias de nivelamento de capacidade não são totalmente eficazes e a formação de filas são geralmente inevitáveis (JOHNSTON e CLARK, 2002).

Conforme ANDRADE (1998) apud MORAES et al (2011), um sistema de filas é caracterizado por seis componentes. Os três primeiros são obrigatórios e os três últimos, se não informados, são considerados conhecidos:

- a) Modelo de chegada dos usuários ao serviço: o modelo de chegada é usualmente especificado pelo tempo entre as chegadas dos usuários/serviços. Pode ser determinístico, isto é, as chegadas ocorrem em intervalos de tempo exatamente iguais (tempo entre as chegadas é constante), ou ser uma variável aleatória, quando o tempo entre as chegadas é variável e segue uma distribuição de probabilidades presumivelmente conhecida. Além de sabermos se o modelo de chegada é determinístico ou é uma variável aleatória, precisamos também saber a taxa de chegada λ . A constante λ representa a taxa média de chegadas dos usuários por unidade de tempo.
- b) Modelo de serviço (atendimento aos usuários): o modelo de serviço é normalmente especificado pelo tempo de serviço, isto é, o tempo requerido pelo atendente para concluir o atendimento. Da mesma forma que o modelo de chegada, pode ser determinístico (constante) ou uma variável aleatória (quando o tempo de atendimento é variável e segue uma distribuição de probabilidades presumivelmente conhecida).

Neste último caso, valem as mesmas considerações feitas à distribuição de probabilidades associada ao modelo de chegada dos usuários ao serviço. A constante μ representa a taxa média de atendimentos por unidade de tempo, por atendente.

- c) Número de servidores: é o número de atendentes disponíveis no sistema.
- d) Capacidade do sistema: é o número de usuários que o sistema é capaz de atender. Inclui o número de usuários que estão sendo atendidos mais os que esperam na fila. Se este parâmetro não for informado, o sistema é considerado com capacidade ilimitada (∞).
- e) Tamanho da população: número potencial de clientes que podem chegar a um sistema. Pode ser finito ou infinito.
- f) Disciplina da fila: é o modo como os usuários são atendidos. A disciplina da fila pode ser:
 - FIFO (first in, first out): primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido;
 - LIFO (last in, first out): último a chegar é o primeiro a ser atendido;
 - ALEATÓRIO, isto é, os atendimentos são feitos sem qualquer preocupação com a ordem de chegada;
 - COM PRIORIDADE, quer dizer, os atendimentos são feitos de acordo com prioridades estabelecidas;

Se a disciplina da fila não for informada, é considerada de acordo com o modelo FIFO.

2.2. O posto de atendimento

Para Moreira (2007) é preciso entender que o posto de atendimento é a instalação ou sistema de instalações que servirá de suporte de atendimento da fila. Segundo o autor, temos que:

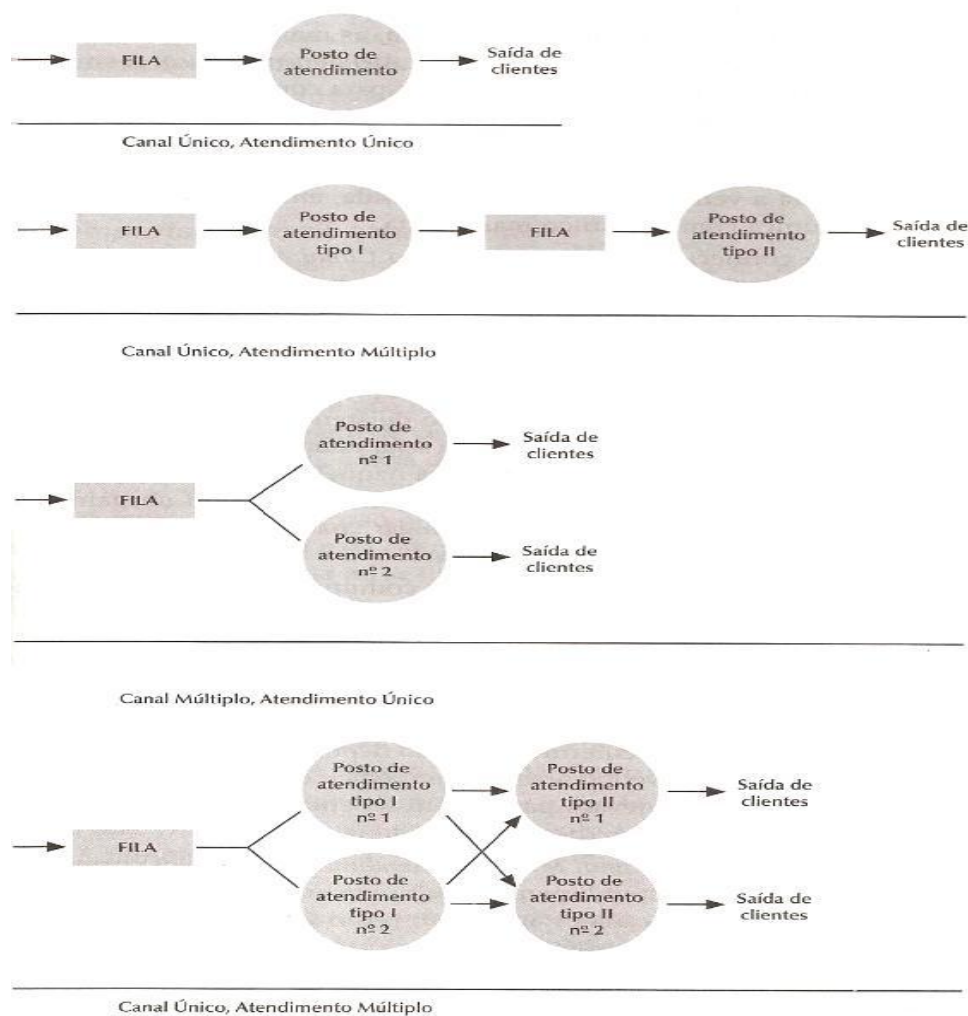
Uma fila é chamada de canal único quando existe uma única instalação de atendimento. Essa instalação pode consistir de um só posto, que realiza sozinho todo o atendimento, ou de vários postos em série, cada qual realizando uma parte do atendimento;

Uma fila é chamada de canal múltiplo se existirem duas ou mais instalações de atendimento em paralelo, cada qual atendendo de forma independente das demais. Cada instalação pode consistir de um posto isolado ou de vários postos em séries;

O atendimento é chamado de atendimento único se for realizado integralmente por um só posto de serviço; é chamado de atendimento múltiplo se forem necessários dois ou mais postos em sequência, cada qual responsável por uma parte do atendimento.

Se houver uma combinação das situações acima descritas, resultarão em quatro situações diferentes, conforme figura abaixo

FIGURA 1 – As quatro situações básicas de fila



Fonte: MOREIRA (2007), pag. 311

2.3. Medidas de desempenho

Como forma de aferir o comportamento do sistema de filas, associa-se medidas de desempenho como tempo médio de espera dos clientes na fila, tempo médio de chegada de

clientes, probabilidade de encontrar o sistema lotado, entre outras. Dessa forma, a teoria das filas tenta, através de análises matemáticas detalhadas, encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente (ou linha de produção) e seja viável economicamente para o provedor do serviço (MORAES et al, 2011).

Usaremos as seguintes nomenclaturas para este estudo:

- a) λ =taxa média de chegada dos clientes;
- b) μ =taxa média de atendimento;
- c) ρ =taxa de utilização do sistema. Pode ser entendida como:
 - a porcentagem de tempo em que o sistema está sendo utilizado;
 - a probabilidade de que o sistema esteja sendo utilizado;
 - a probabilidade de que um cliente que chega tenha de esperar para ser atendido.
- d) NF= Número médio de clientes na fila. Corresponde ao tamanho médio da fila.
- e) NS = Número médio de clientes no sistema. São contados tanto os clientes que estão na fila, quanto os que estão em atendimento.
- f) TF= Tempo médio de espera na fila;
- g) TS= Tempo médio de espera no sistema.

Lembramos que a taxa de chegada (λ) tem que ser menor que a taxa de atendimento (μ) para que as fórmulas sejam válidas.

As fórmulas usadas para um modelo de canal único são:

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

$P(0) = 1 - \rho$ → probabilidade de não haver clientes na fila

$$NF = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$NS = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$$TF = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$TS = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

2.4. Arranjo físico

O arranjo físico é a forma como estão dispostos os equipamentos, máquinas e as pessoas envolvidas no processo produtivo. Um arranjo físico bem planejado permite a integração máxima deste conjunto, obtendo um processo bem arranjado, com máximo desempenho e de rápida fluidez.

Segundo Slack (2009) o projeto do arranjo físico deve iniciar-se com a avaliação extensiva dos objetivos com que o arranjo físico está tentando alcançar. Entretanto, isto é apenas o ponto de partida do que é um processo de múltiplos estágios que levam ao arranjo físico final de uma operação. Portanto, juntamente do estudo de teoria das filas, é importante avaliar o arranjo físico do ambiente, pois esse fator pode ser determinante para uma melhor organização do ambiente, que, muitas vezes, parecer ser afetado apenas pelas suas filas.

Há cinco princípios básicos segundo PEINADO (2007) que devemos seguir para que haja um bom arranjo físico:

- Segurança: todos os processos que podem representar perigo para funcionários ou clientes não devem ser acessíveis a pessoas não autorizadas.
- Saídas de incêndio devem ser claramente sinalizadas e estarem sempre desimpedidas.
- Economia de movimentos: deve-se procurar minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformados. A extensão do fluxo deve ser a menor possível.
- Flexibilidade de longo prazo: deve ser possível mudar o arranjo físico, sempre que as necessidades da operação também mudarem.

- Princípio da progressividade: o arranjo físico deve ter um sentido definido a ser percorrido, devendo-se evitar retornos ou caminhos aleatórios.
- Uso do espaço: deve-se fazer uso adequado do espaço disponível para a operação levando-se em conta a possibilidade de ocupação vertical, também, da área da operação.

3. Metodologia

A pesquisa proposta baseia-se no método indutivo, utilizando a estratégia de estudo de caso exploratório. Este é um estudo de caso único nos quais todos os resultados são válidos para a situação em estudo (TURRIONI e MELLO, 2011).

O trabalho foi norteado pelas seguintes etapas:

- 1º. Análise bibliográfica sobre o tema
- 2º. Acompanhamento da dinâmica do restaurante
- 3º. Contagem dos clientes em fila
- 4º. Cálculo das taxas de atendimento e chegada
- 5º. Desenvolvimento de novos métodos alternativos
- 6º. Definição de melhoria para o serviço

3.1. O restaurante universitário

A Escola Superior de Tecnologia possui um grande volume de alunos e servidores, principalmente no turno matutino e vespertino. Por se tratar de uma universidade que trabalha com diversos cursos em turno integral é evidente a grande necessidade de haver um local com fácil acesso a alimentação, principalmente no horário de almoço.

O Restaurante Universitário (RU) da unidade foi criado pela instituição de ensino no ano de 2011 a fim de facilitar o acesso a uma alimentação de qualidade aos alunos. A descrição dos serviços do restaurante em seu site diz que:

“O Restaurante Universitário da UEA, localizado na Escola Superior de Tecnologia (EST) e ponto de distribuição na Escola Superior de Saúde (ESA) deverão atender as necessidades da comunidade

universitária, com a venda de alimentos, de forma higiênica, eficiente e eficaz, propiciando aos seus usuários atendimento satisfatório.”

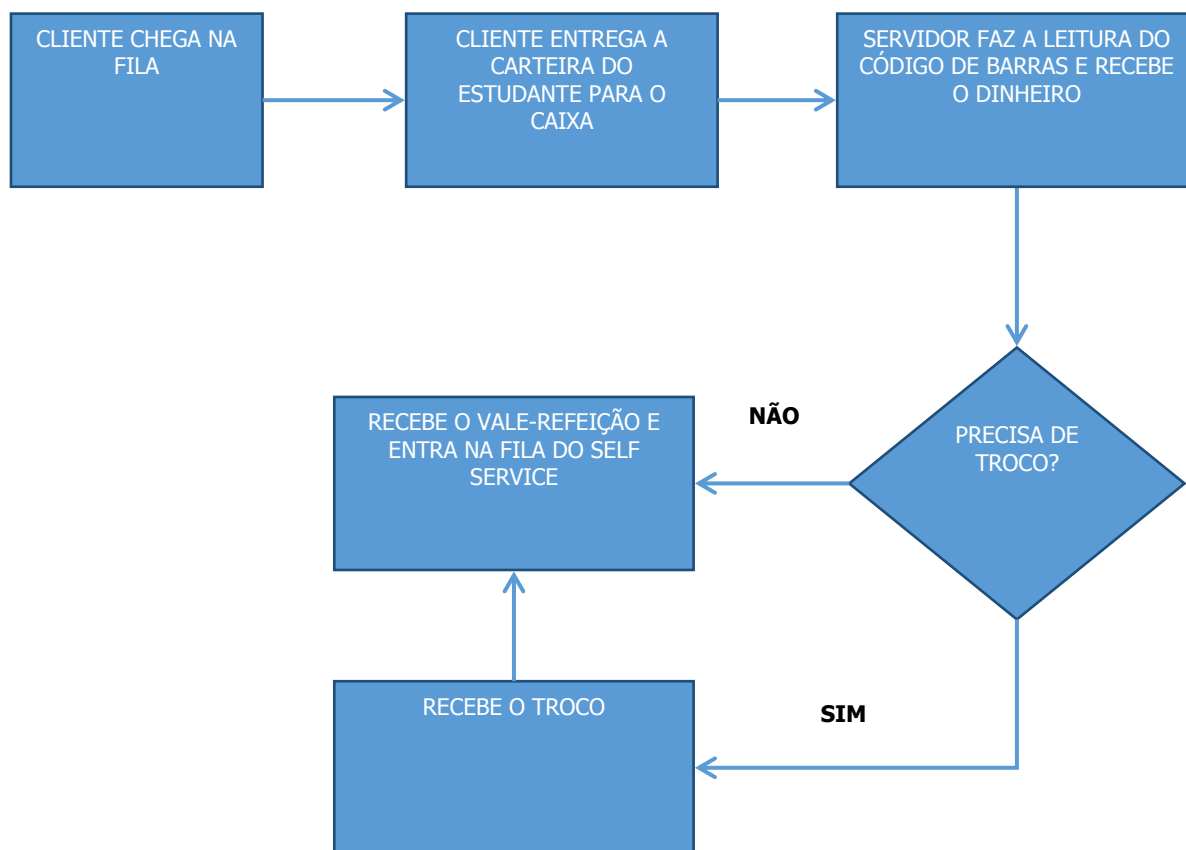
Entretanto, esse serviço não apresentou total excelência na qualidade de seus serviços. As reivindicações principais da comunidade se fazem referentes à qualidade da comida e das longas filas no horário de pico, horário este em que os alunos estão saindo das salas de aula.

O RU oferece atualmente o desjejum e o almoço, a valores de R\$0,50 e R\$0,80 respectivamente. Após avaliação do processo detectou-se que o problema principal está na oferta do almoço no horário de pico, pois a organização como está atualmente o RU não permite a criação de um fluxo correto entre a compra do vale-almoço e o servir das guarnições.

3.2. Descrição do processo

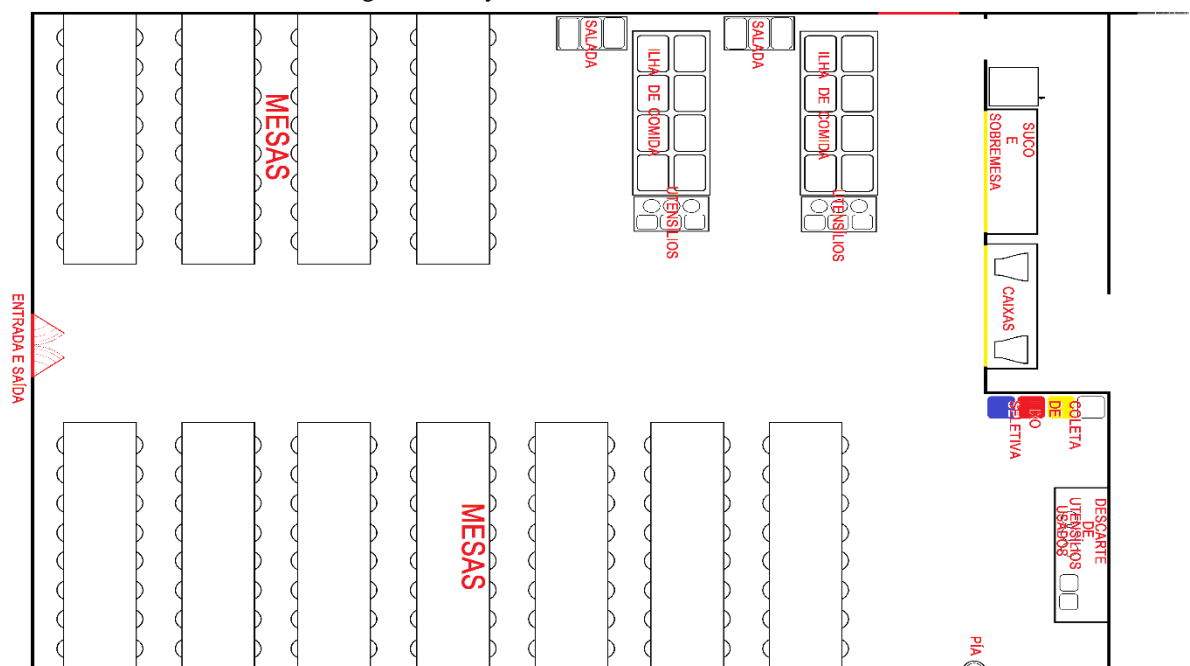
O processo escolhido para análise através de análise *in loco* fora o de compra dos vale-refeição pelos clientes do Restaurante Universitário, ao qual podemos ver no fluxograma abaixo:

Figura 2 – Fluxograma do processo de compra do vale-refeição



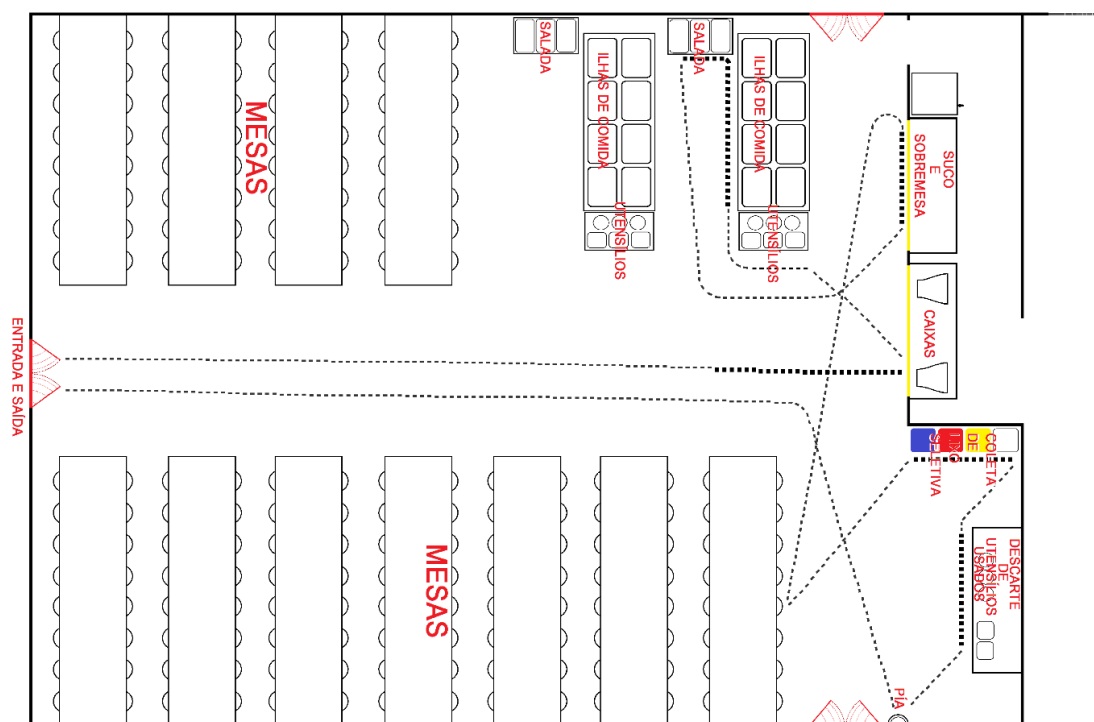
Atualmente o arranjo físico do restaurante está organizado da seguinte maneira:

Figura 3 – Layout atual do restaurante



Na figura abaixo podemos ver, através do tracejado, como é o processo de clientes no restaurante.

Figura 4 – Movimentação feita pelo cliente no restaurante universitário



Primeiramente, o cliente ao chegar ao restaurante e se dirige ao caixa onde faz a compra do vale-refeição conforme anteriormente explicado no fluxograma. Em seguida o cliente entra em uma das quatro filas do *buffet* (duas para cada ilha) e ao final da ilha ele entrega o vale-refeição à assistente e escolhe uma das opções de prato principal do dia. O próximo passo é a ilha de saladas e depois se tem a opção de pegar ou não o suco e/ou sobremesa. Feito isso, o cliente escolhe uma das mesas para se sentar. Depois de feita sua refeição o cliente tem que levar seu prato para o setor do lixo e deixar os pratos para a lavagem e finaliza o processo saindo do restaurante.

Notamos que o processo não está organizado, as disposições dos equipamentos e pessoas dentro do restaurante geram tumultos e encontro de filas. Há apenas um canal de entrada e saída que é a porta principal. As duas portas laterais encontram-se fechadas e não são usadas. Ao serem

os funcionários questionados o porquê disso, eles nos afirmam que não há a necessidade de mantê-las abertas.

Durante as observações também se pode aferir que os funcionários designados para caixa não atendem exclusivamente a esta função, determinadas vezes eles saem dos seus postos e vão cumprir outras tarefas. Isto obriga os clientes a entrarem na fila do outro caixa, gerando acúmulo de clientes.

4. Resultados e discussões

4.1. Cálculo das medidas de desempenho

Conceitualmente idealizamos que este modelo de filas é de canal único pois, após uma breve análise de como é a dinâmica do comportamento das filas no restaurante percebeu-se que um dos caixas não funciona em todos os momentos e as filas tendem a se tornar única, o que torna os dados muito variáveis e de difícil análise.

O restaurante atende para almoço de 11h às 14h e tem capacidade máxima total de atender 700 refeições diárias previstas em contrato com a universidade. Foi escolhida para análise dentro do horário de atendimento a faixa de 12h às 12h40. A disciplina da fila do caixa é FIFO (primeiro a entrar, primeiro a sair).

A contagem foi realizada durante cinco dias dentro da faixa analisada. No entanto, não demonstra totalmente a realidade do restaurante, haja vista que o comportamento dos clientes é muito variável se levarmos em conta as semanas em que há avaliações, o início do período e o término, feriados, entre outros fatores.

Este estudo obteve os seguintes dados nos dias contados:

Tabela 1 – Contagem de clientes chegando

<i>Dia</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Clientes chegando	203	185	184	240	175

Dentro desses dados consideramos que como o RU atende 180 minutos por dia e tem capacidade de atender no máximo uma população de 700 pessoas, logo a taxa de chegada será:

$$\lambda = \frac{700 \text{ pessoas}}{180 \text{ min}} = 3,8 \text{ pessoas/min}$$

Desprezou-se o valor da coleta do dia 4, (240), por considerar que ele está além do valor médio das demais coletas. Considerando que a amostragem é pequena, porém, para efeitos didáticos em função do tempo limitado, são suficientes para validar o estudo sobre a teoria das filas. A média nesses quatro dias é de 186,75 e o tempo estudado é de 40min, teremos então:

$$\lambda = \frac{186,75 \text{ pessoas/min}}{40 \text{ min}} = 4,66 \text{ pessoas/min}$$

Na tabela abaixo vemos a quantidade de clientes chegando por minuto após a observação *in loco*:

Tabela 1 – Média de clientes sendo atendidos

<i>Dia</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Clientes sendo atendidos/min	5	4,6	4	6	4,2

A média de clientes que foram atendidos durante os cinco dias fora de 4,76, que é a taxa de atendimento (μ). Nota-se que esta taxa é maior que a taxa de chegada, o que valida as equações para o estudo do modelo de canal único.

A taxa de utilização do sistema será:

$$\rho = \frac{4,66}{4,76} = 0,97 \text{ ou } 97\%$$

A probabilidade de que não haja nenhum cliente esperando ou sendo atendido:

$$P(0) = 1 - \rho = 1 - 0,97 = 0,03 \text{ ou } 3\%$$

O número médio de clientes esperando na fila para serem atendidos:

$$NF = \frac{4,66^2}{4,76(4,76 - 4,66)} = \frac{21,71}{0,476} = 45,6 \text{ clientes}$$

O número médio de clientes esperando na fila ou sendo atendidos:

$$NS = \frac{4,66}{4,76 - 4,66} = \frac{4,66}{0,1} = 46,6 \text{ clientes}$$

O tempo médio que um cliente espera na fila para ser atendido:

$$TF = \frac{4,66}{4,76(4,76 - 4,66)} = \frac{4,66}{0,476} = 9,78 \text{ min}$$

O tempo médio que um cliente demora no sistema:

$$TS = \frac{1}{4,76 - 4,66} = 10 \text{ min}$$

Analisando os resultados obtidos é notório que a fila dos caixas não está em perfeito funcionamento. A taxa de ocupação do sistema ρ é menor que 1, o que indica que o sistema não está congestionado, mas ainda assim há filas. Como o valor obtido é de 97%, podemos afirmar que o sistema está à beira do colapso, indicando que é incapaz de sofrer uma alta na demanda o que impactaria sua produtividade. O número médio de clientes na fila nos demonstra que os dois caixas atendendo não são suficientes para atender a demanda no horário analisado. O tempo médio de espera do cliente demonstra que o problema está nas filas, pois como o cliente demora a ser atendido há um acúmulo, fazendo com o que o mesmo espere para o atendimento ser realizado e prolongando a fila.

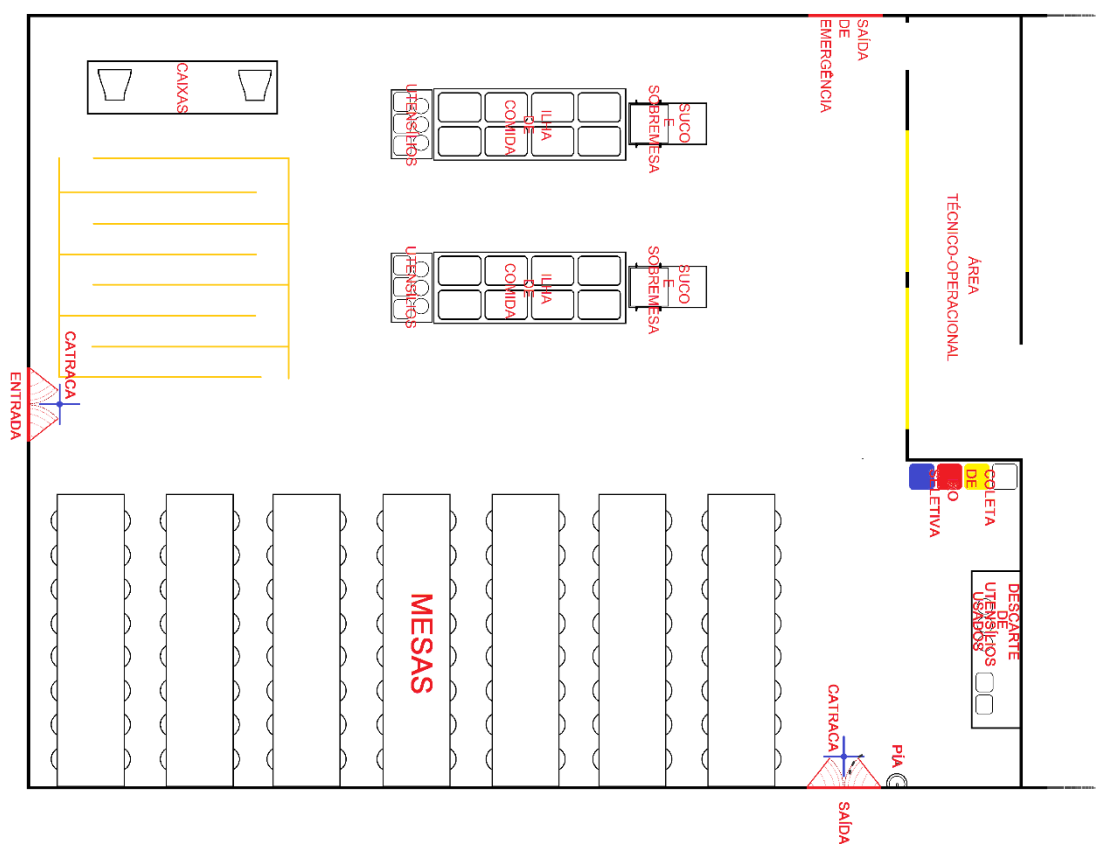
3.2.4. Soluções Alternativas

A disposição das máquinas e equipamentos dentro do restaurante impedem a ocorrência de um fluxo correto dos clientes e como a fila do caixa é longa devido à demora de atendimento, acaba gerando esbarrões, impedimento da passagem para o cliente se dirigir a mesa, além do problema das longas distâncias entre os pontos principais do restaurante (como o setor de suco e lixeiras).

Observa-se também que só há um canal de entrada e saída que é a porta frontal. Como as portas laterais do edifício estão fechadas, caso ocorra um princípio de incêndio ou algo similar poderá ocorrer tumulto e conseqüentemente acidentes. Se faz de extrema importância que o prédio receba um plano de prevenção contra acidentes, inexistente no momento.

Na figura abaixo podemos ver uma sugestão de modelo de um novo layout que contempla os princípios básicos de arranjo físico sugerido por PEINADO (2007):

Figura 5 – Novo arranjo físico

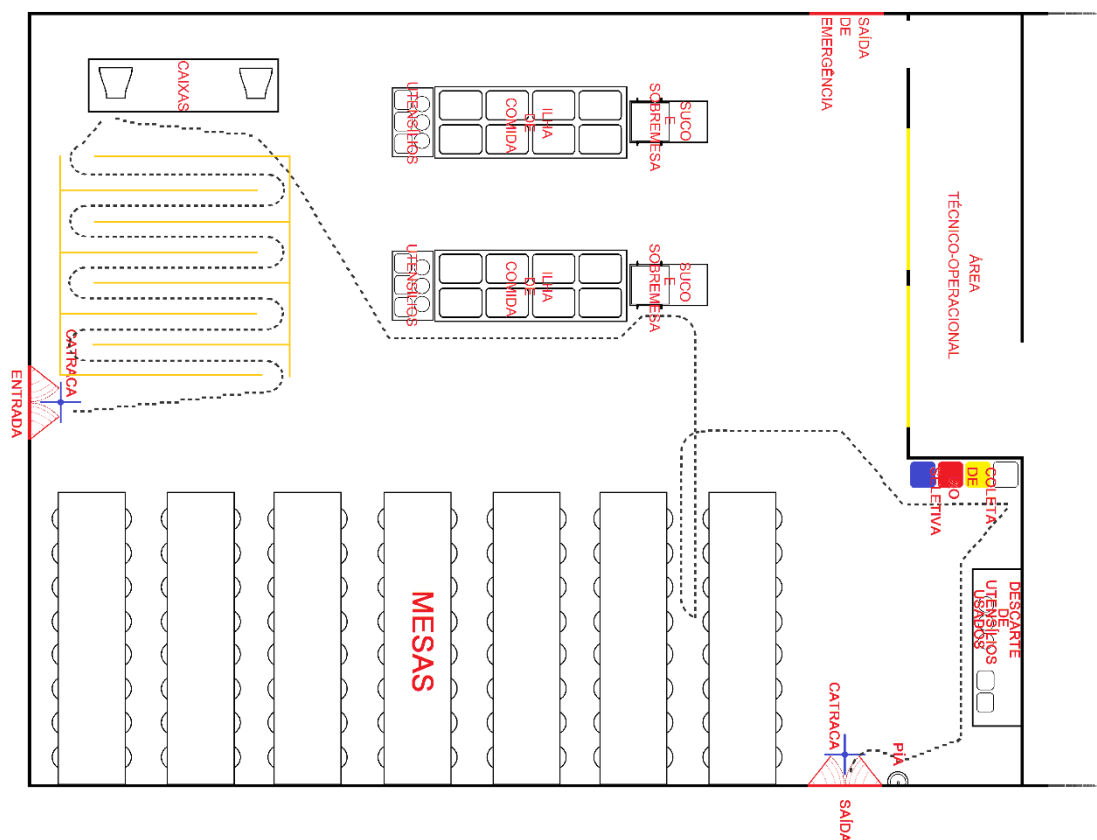


No novo arranjo físico proposto o restaurante é organizado de forma para que um lado seja oferecido o almoço e de outro sejam dispostas as mesas. Os clientes do restaurante ao entrarem pela porta frontal, seguirão à sua esquerda onde estarão localizados os caixas 1 e 2. A fila desse sistema será disposta em estilo cobra, que ocupa menos espaço e tem capacidade para manter organizado um fluxo de alta demanda. Ao saírem dos caixas os clientes escolhem uma das quatro filas nas duas ilhas de comida. A salada que antes ficava ao final será posta à frente junto à ilha e não mais separada. Ao final o cliente já terá à disposição o suco e/ou sobremesa do dia. Em seguida, ele poderá se dirigir as mesas. Ao término de sua refeição o

mesmo se dirige ao setor de lixo e sai pela porta lateral. Sugere-se, que sejam postos na entrada e saída catracas, impedindo que os clientes saiam pela porta de entrada ou vice-versa.

Na figura abaixo vemos que o fluxo ficará mais fluido em comparação ao arranjo anterior, economizando movimentos de clientes dentro do restaurante e evitando encontro de filas:

Figura 6 – Fluxo de pessoas no novo arranjo físico



É importante salientar que esta é apenas uma sugestão para fins didáticos deste estudo. Posteriormente, com base neste trabalho, poderão ser contemplados outros projetos como a validação desse novo layout através de técnicas de simulação e análise dos custos de investimento que irão surgir com a reforma do restaurante.

5. Conclusão

Usando de técnicas de modelagem através da teoria das filas foi feito o cálculo das medidas de desempenho da fila do caixa do restaurante. Através destas medidas vemos que o gargalo do restaurante está nas filas. Durante a execução deste estudo notou-se principalmente a falta de organização do arranjo físico; os caixas não atendem somente à esta função, diversas vezes eles saem do posto e fazem outros serviços, gerando o acúmulo de clientes na fila; o fluxo de clientes está atualmente todo bagunçado, gerando excesso de movimentos do usuário dentro do espaço físico do restaurante; e falta de um planejamento para prevenção de acidentes.

Para otimizar o processo produtivo do restaurante há diversas soluções que podem ser postas em prática, satisfazendo ambas as partes envolvidas. No entanto, para fins deste estudo propõe-se a mudança do arranjo físico. O novo arranjo físico prioriza o fluxo de usuários do restaurante, economizando movimentos e organizando as filas do restaurante. Este novo arranjo físico posteriormente poderá ser melhor avaliado e até validado em um dia de teste ou simulado artificialmente.

Este estudo poderá ser mais aprofundado com outros projetos posteriormente. A qualidade do serviço restaurante só será melhorada com maiores investimentos e adequações à sua demanda, ficando à alta direção da empresa e à universidade essa escolha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução a Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisão**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

ARENALES, M. *et al.* **Pesquisa operacional**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRONSON, R. **Pesquisa operacional**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

DOILE, Luiz Fernando Pacheco. **Teoria das Filas – Analisando o fluxo de atendimento e o número de atendentes em um supermercado**. 2010. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/29741/000779029.pdf?sequence=1>>. Acessado em 05 de Maio de 2015.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio**. 4ª ed. Curitiba: Positivo, 2009.

JOHNSTON, R.; CLARK, G. **Administração de operações de serviço**. São Paulo: Atlas, 2002.

MORAES, Flávio Gomes *et al.* **Introdução à Teoria das Filas**. Disponível em: <<http://www.sbm.org.br/docs/coloquios/CO-2.06.pdf>>. Acessado em 28 de abril de 2015.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. 2ª Ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**. UNIFEI, 2011. Disponível em < http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Especializacao/PQE-37%20-%20Metodologia%20de%20Pesquisa/Apostila_Completa_Especializacao_2011.pdf>. Acessado em 1º de Maio de 2015.