



POR QUE A FILA NÃO ANDA?

WHY ISN'T THE QUEUE MOVING?

POR QUÉ NO SE MUEVE LA LÍNEA?

RESUMO

Dilema: Este caso para ensino aborda um problema gerencial vivenciado, durante a pandemia de COVID-19, pelos gestores e proprietários da Baixa Verde Loterias, uma casa lotérica situada no município de Santa Cruz da Baixa Verde, no interior do estado de Pernambuco. Em uma análise estratégica, é possível visualizar a ameaça que a crise sanitária representou para o negócio, uma vez que o cenário vigente à época estava fora do controle da empresa. Nessa circunstância, com o intuito de minimizar as adversidades encontradas, foram adotadas estratégias emergentes que os discentes estarão aptos a avaliar.

Objetivo Educacional: O caso tem como objetivo principal levar os discentes a elucidar soluções matemáticas, com base em dados coletados por meio de observação in loco e de entrevistas diretas com os gestores, a fim de aprofundar a discussão sobre o dilema que o envolve.

Contextualização: O caso retrata o desafio que os proprietários enfrentaram com os pagamentos na lotérica. João e Sanny tentam decidir uma solução mais eficaz para a melhoria de seus serviços.

Tema Principal: O caso visa à reflexão sobre dificuldades e desdobramentos enfrentados pelos proprietários. Por meio de questões subjetivas e objetivas, é possível tomar decisões mais assertivas sobre o funcionamento da lotérica.

Público: O caso pode ser utilizado nas áreas de Administração da Produção, Planejamento e Controle da Produção ou de Pesquisa Operacional.

Originalidade: O caso evidencia ferramentas que favorecem o ensino-aprendizagem dos discentes, pois, tradicionalmente, o assunto é lecionado sem a aplicação de metodologias ativas. Não há na literatura casos de ensino que envolvam Teoria das Filas; geralmente são estudos de caso.

Palavras-chave: Teoria das filas. Caso para ensino. Administração.

 **Pamela Ramos**

Doutora

Universidade Federal da Paraíba - Brasil
pamela.adelino@academico.ufpb.br

 **Matheus Petry**

Graduado

Universidade Federal da Paraíba - Brasil
mpetry@outlook.com.br

Submetido em: 28/05/2025

Aprovado em: 08/07/2026

Como citar: Ramos, P., & Petry, M. (2026). Por que a fila não anda? *Alcance (online)*, 33(2), 97-110. [https://doi.org/10.14210/alcance.v33n2\(maio/jun\).p97-110](https://doi.org/10.14210/alcance.v33n2(maio/jun).p97-110)





ABSTRACT

Dilemma: This Teaching Case addresses a management problem faced by the managers and owners of Baixa Verde Loterias, a lottery shop located in the city of Santa Cruz da Baixa Verde, in the interior of the state of Pernambuco, during the COVID-19 pandemic. In a strategic analysis, it is possible to visualize the threat that the health crisis represented for the business, since the scenario prevailing at that time was beyond the company's control. In this circumstance, in order to minimize the adversities encountered, emerging strategies were adopted that the students will be able to evaluate.

Educational Objective: The main objective of the case is to lead students to develop mathematical solutions using data collected from on-site observation and direct interviews with managers, with the purpose of deepening the discussion of the dilemma involved.

Contextualization: The case portrays the challenge that the owners faced in making payments at the lottery shop. João and Sanny try to decide on a more effective solution to improve their services.

Main Theme: The case aims to reflect on the difficulties and developments faced by the owners. Through subjective and objective questions, it is possible to make more informed decisions about the lottery's operations.

Audience: The case can be used in the areas of Production Management, Production Planning and Control or Operational Research.

Originality: The case highlights tools that favor student teaching and learning, since the subject is traditionally taught without the application of active methodologies. There are no teaching cases in the literature involving Queueing Theory; they are usually case studies.

Keywords: Queueing theory. Teaching case. Management.

RESUMEN

Dilema: Este caso práctico aborda un problema de gestión que experimentaron los gerentes y propietarios de Baixa Verde Loterias, una lotería ubicada en la ciudad de Santa Cruz da Baixa Verde, en el interior del estado de Pernambuco, durante

la pandemia de COVID-19. Mediante un análisis estratégico, se visualiza la amenaza que la crisis sanitaria representó para el negocio, ya que el escenario imperante en ese momento escapaba a su control. En esta circunstancia, para minimizar las adversidades, se adoptaron estrategias emergentes que los estudiantes podrán evaluar.

Objetivo educativo: El objetivo principal del caso es guiar a los estudiantes a la hora de elucidar soluciones matemáticas, utilizando datos recopilados mediante observación in situ y entrevistas directas con los gerentes, con el fin de profundizar en el debate sobre el dilema planteado.

Contextualización: El caso retrata el desafío que enfrentaron los propietarios al realizar pagos en la lotería. João y Sanny intentan encontrar una solución más eficaz para mejorar sus servicios.

Tema principal: El caso busca reflexionar sobre las dificultades y los desarrollos que enfrentan los propietarios. Mediante preguntas subjetivas y objetivas, es posible tomar decisiones más asertivas sobre la operación de la lotería.

Audiencia: El caso puede utilizarse en las áreas de Gestión de la Producción, Planificación y Control de la Producción o Investigación Operativa.

Originalidad: El caso destaca herramientas que favorecen la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, ya que la materia abordada se imparte tradicionalmente sin la aplicación de metodologías activas. No existen casos de enseñanza en la literatura que involucren la Teoría de Colas; generalmente son estudios de caso.

Palabras clave: Teoría de colas. Caso práctico. Administración.

O CASO DE ENSINO

Introdução

Era março de 2020, quando o mundo inteiro se encontrava em uma grave crise sanitária global provocada pelo coronavírus (SARS-CoV-2), responsável pela pandemia de COVID-19. Um cenário completamente atípico e desesperador. A alta transmissibilidade da doença implicou a implementação de medidas de distanciamento social e até mesmo a decretação de lockdown como formas de controle dos efeitos decorrentes da doença.



À vista disso, micro e pequenas empresas, principalmente, foram afetadas pela diminuição da demanda, que ocasionou a interrupção das atividades ou o encerramento definitivo. A economia no Brasil sofreu fortes impactos, como reflexo da desigualdade social, que aumentou consideravelmente e atingiu diretamente a população de baixa renda, que sobrevive em condições precárias e está exposta a diversos riscos e vulnerabilidades.

Em 2 de abril do mesmo ano, foi criada a Lei nº 13.982, que dispõe sobre parâmetros adicionais de caracterização da situação de vulnerabilidade social para fins de elegibilidade ao benefício de prestação continuada (BPC), além de estabelecer medidas excepcionais de proteção social, como o Auxílio Emergencial. A Caixa Econômica Federal (CEF), o Banco do Brasil (BB), as casas lotéricas e outros bancos eram responsáveis pela realização do pagamento do auxílio aos cidadãos que atendessem aos critérios previstos em lei.

Essa foi mais uma das medidas utilizadas para minimizar as consequências da pandemia de COVID-19, seja pela contenção da crise sanitária, por meio da manutenção do distanciamento, seja pela redução das desigualdades, seja pela possibilidade de circulação da economia, de modo que se pudesse evitar o agravamento do panorama vigente à época.

No dia 9 de abril, João, proprietário e gestor da Baixa Verde Loterias, se preparava para mais um dia de trabalho com Sanny, a sua esposa, apesar das circunstâncias que, por razões indiscutíveis, haviam diminuído o fluxo do negócio. Eles colocaram as máscaras, entraram no carro e seguiram em direção ao trabalho. Ao chegar lá, se depararam com uma situação inusitada sobre a qual Sanny questionou:

– O que está acontecendo?

Sanny estava ciente de que, naquele dia, começaria o pagamento da primeira parcela dos auxílios emergenciais. Entretanto, o motivo pelo qual ela ficou surpresa ao chegar ao trabalho foi a quantidade de pessoas que aguardavam na fila.

– Vamos conseguir atender todas essas pessoas? – perguntou Joana, a operadora de caixa.

O dia estava começando. Para aquela pergunta, ninguém ali presente ainda teria a devida resposta. Os pagamentos dependiam tanto do montante fornecido pelos bancos para este fim, que estava limitado, quanto do fluxo de caixa diário, que também estava reduzido em virtude das medidas de isolamento. Além disso, o estabelecimento não conseguia comportar todas aquelas pessoas lá dentro, e a fila só aumentava.

– Por que a fila não anda? – Comentavam alguns clientes enquanto esperavam atendimento.

Ao final do expediente, apesar do esforço para que todos os clientes fossem atendidos, as movimentações de caixa também não foram suficientes e, infelizmente, João precisou orientar os clientes a voltarem no dia seguinte. Zacarias, que estava na fila, retrucou:

– Não é possível! Estou há tanto tempo esperando.

Naquele dia, as portas foram fechadas e os colaboradores precisaram ir embora. Porém, todos se encontravam com um sentimento de impotência por não terem sido capazes de suprir aquela demanda, embora não faltasse vontade para isso. João e Sanny, no caminho para casa, não paravam de conversar sobre a situação e a necessidade de encontrar uma solução para ela.

– Por que a fila não anda? – Refletia o casal.

CONTEXTO DO CASO

A Baixa Verde lotéricas

A Clistenys Loterias iniciou suas atividades na cidade de Santa Cruz da Baixa Verde, no interior do estado de Pernambuco, em 24 de julho de 2002. Contudo, apenas em 14 de agosto de 2007 passou a ser chamada de Baixa Verde Loterias (Figura 1), quando foi adquirida por novos proprietários.



Figura 1
Baixa Verde Loterias



Fonte: Elaboração Própria (2024).

João, 61 anos, formado em Matemática, possui MBA em Gestão de Negócios e tem experiência como Gerente de Serviços do Banco do Brasil, sendo já aposentado. Sanny, 53 anos, formada em Letras, já havia sido gestora e proprietária de uma videolocadora e de um supermercado. O casal enxergou uma oportunidade de investimento, visto que a unidade lotérica está localizada em uma pequena cidade com cerca de 13 mil habitantes, a qual carece de bancos e, sendo assim, na época o estabelecimento era o único responsável pela realização dos mais diversos serviços bancários, os quais simplificavam o dia a dia da população.

O portfólio de serviços e produtos da Baixa Verde Loterias envolve a prestação de serviços transacionais – movimentação de conta (saldo, extrato, saque, transferência e depósito); recebimento de boletos, de contas, de faturas e de tributos; recarga de celular –, a prestação de serviços sociais – pagamento de bolsa família, de seguro-desemprego, de FGTS, de benefício do INSS, do PIS, do auxílio emergencial –, os

produtos negociais de relacionamento – abertura de conta-corrente e poupança; empréstimo; cartão de crédito; seguro; consórcio –, além dos jogos (mega-sena, lotofácil, quina, etc.).

Todo o material necessário para a condução do trabalho é provido por empresas intermediadas pela CAIXA e custeado por esta, como os volantes para os jogos, disponibilizados no período de sua realização, a manutenção dos equipamentos e as bobinas para os terminais, fornecidos conforme a necessidade do estabelecimento, quando informada pelos proprietários.

O quadro de funcionários conta com duas operadoras de caixa, além dos proprietários, responsáveis pelo atendimento ao público em tudo o que se refere aos serviços prestados pela casa lotérica. O atendimento é oferecido de segunda-feira a sexta-feira, com horário de funcionamento nos turnos matutino e vespertino, entre as 8 horas e as 17 horas, para os quais ainda há um intervalo de 1 (uma) hora e 30 (trinta) minutos.



Os clientes da Baixa Verde Loterias são, em sua maioria, pessoas físicas, beneficiários do Bolsa Família, aposentados do INSS e aqueles que recorrem à lotérica para a abertura de conta poupança da CAIXA, para o pagamento de boletos e de convênios, ou para a realização de depósitos e saques. Durante o período pandêmico, o estabelecimento atendia, em média, 734 clientes diariamente, dos quais 100 (cem) eram, excepcionalmente, beneficiários do auxílio emergencial.

Os clientes têm suas necessidades atendidas sem precisar se deslocar para outras cidades, uma vez que é a única casa lotérica do município e o empreendimento é facilmente encontrado no centro de Santa Cruz da Baixa Verde – PE. São recebidos tanto os residentes da cidade quanto os de sítios adjacentes e, eventualmente, pessoas de outros lugares que não conseguiram realizar os serviços desejados nas lotéricas onde moram. Ademais, o atendimento prestado pela empresa, bem como a segurança e a garantia da Caixa Econômica Federal, também são motivos que levam os clientes a procurar a unidade.

Mais Ameaças

Em mais uma semana de trabalho, quando os gestores chegaram à lotérica, notaram que a fila estava ainda maior, as pessoas chegavam a cruzar o quarteirão. A concentração dos pagamentos de benefícios sociais em datas coincidentes era a causa da situação. O caos estava instaurado! Eles foram informados de que muitas daquelas pessoas não haviam ido embora para não perderem o lugar na fila. Havia passado a noite ali. Da igreja que fica próxima à casa lotérica, receberam a ligação de um padre:

– Como posso ajudar? Algumas pessoas passaram a noite debaixo da chuva. – Questionava padre Gilberto.

– Não esperávamos por isso. Estamos fazendo tudo o que está ao nosso alcance para resolver a situação. — Respondeu João.

Se já não fosse o bastante, a vigilância sanitária aparece no local, dado que as fiscalizações em bancos, lotéricas e outros estabelecimentos

foram intensificadas durante a pandemia de COVID-19, em combate à proliferação do coronavírus. Aquelas aglomerações nas filas não poderiam acontecer. Era imprescindível manter o distanciamento social adequado e utilizar corretamente as demais medidas preventivas de saúde. Caso contrário, o estabelecimento poderia ser multado ou até mesmo interditado.

Estratégias Emergentes

Devido à proporção do problema, principalmente em função do panorama pandêmico, a prefeitura da cidade se mobilizou e instalou tendas para que as pessoas não ficassem aguardando na chuva. Além de tudo, diante de todos os acontecimentos, João e Sanny tiveram alguns insights.

– Vamos entregar fichas! – falou Sanny.

Juntos começaram a produzir fichas, devidamente assinadas e carimbadas, nas quais eram informados o número e o horário provável de atendimento de cada beneficiário do auxílio emergencial. Essas fichas eram entregues pelos gestores ao final do dia, para que não fosse necessário ficar na fila até o dia seguinte. A quantidade produzida, de 100 (cem) fichas por dia, estava de acordo com a demanda diária potencial que a empresa teria capacidade de atender, no que se refere ao pagamento dos respectivos auxílios.

Os gestores acreditavam que, desse modo, seria possível evitar aglomerações e permitir que os clientes fossem para suas casas, em vez de passarem a noite nas ruas. No entanto, embora essa estratégia fosse utilizada, sempre apareciam clientes sem fichas, que esperavam receber o seu benefício em um último momento.

João, por ser matemático, teve a percepção de que havia uma forma mais eficaz de solucionar o problema, ou antecipá-lo em futuras ocorrências. Iniciou-se, então, a coleta de um conjunto de dados (Tabela 1) que serviria para estabelecer parâmetros de análise. Estes dados foram coletados por meio de observação direta e de vídeos de segurança do estabelecimento no primeiro semestre de 2024.



Tabela 1
Dados coletados

Servidores	<i>2servidores</i>
Número de clientes	<i>734clientes</i>
Tempo disponível para atendimento	<i>7h30min</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Dilema do caso

A Clistenys Loterias é responsável por proporcionar qualidade no serviço atrelado a um trabalho decente e, neste caso de ensino, pode-se constatar que as estratégias e ações que podem ser tomadas mudam totalmente a forma de operacionalização do serviço. Este caso para ensino pode ser implementado visando a qualquer tipo de serviço e produção que gere filas e exija controle, sejam bancos, supermercados, hospitais, farmácias, repartições públicas, salões de beleza, academias e a indústria.

Fechamento do caso

A gerência se encontra diante de um momento decisivo. Com os valores coletados, é preciso compreender a importância de gerenciá-los. Aspectos estratégicos, econômicos e organizacionais da tomada de decisão podem ser observados para sugerir outras formas de gerenciar o dilema deste caso. Como, por exemplo, agendamento, segmentação de atendimento, horários diferenciados, comunicação com clientes, parcerias institucionais e averiguação quantitativa.



NOTAS PARA ENSINO

As notas de ensino compreendem informações sobre o caso para o ensino que auxiliam os professores em sua aplicação. Os subtópicos dessa seção são relevantes, pois são escassos os casos no ensino de gestão da produção e, especificamente, de Teoria das Filas. Há sempre exercícios tradicionais, mas raramente há demonstração de aplicação prática. Há tempos específicos de condução, alternativas para análise e questões para reflexão devido à complexidade de resolução de algumas questões e ao nível de preparação dos discentes.

Resumo do Caso

Este Caso para Ensino aborda um problema gerencial vivenciado pelos gestores e proprietários da Baixa Verde Loterias, uma casa lotérica situada no município de Santa Cruz da Baixa Verde, no interior do estado de Pernambuco, durante a pandemia de COVID-19. Em uma análise estratégica, é possível visualizar a ameaça que a crise sanitária representou para o negócio, uma vez que o cenário vigente à época estava fora do controle da empresa. Nessa circunstância, com o intuito de minimizar as adversidades encontradas, foram adotadas estratégias emergentes. Sob a perspectiva da Teoria das Filas,

são elucidadas soluções matemáticas, com base em dados coletados por meio de observação in loco e entrevistas diretas com os gestores, com o propósito de aprofundar a discussão sobre o dilema “Por que a fila não anda?”. O caso pode ser utilizado nas áreas de Administração da Produção, Planejamento e Controle da Produção ou Pesquisa Operacional, tendo em vista o conteúdo explorado, que integra as respectivas disciplinas. Foram realizadas entrevistas com os colaboradores da empresa e são apresentadas as soluções subjetivas e objetivas para o caso.

Palavras-chave: Teoria das filas. Caso para ensino. Administração.

Objetivos Educacionais

O Índice de Sustentabilidade de Limpeza UrbanPara o contexto, a Teoria das Filas possui diferentes aplicações que podem auxiliar no gerenciamento eficaz da capacidade produtiva, por meio de modelos de filas que, por intermédio de fórmulas matemáticas, evidenciam como o sistema de filas equivalente deve operar em condições específicas.

No Quadro 1 a seguir, pode-se encontrar as associações entre tarefas e objetivos educacionais.

Quadro 1

Associações entre tarefas e objetivos educacionais

Objetivos Educacionais	Tarefas
a) Tomadas de decisão mais assertivas e análises menos superficiais, visto que ações instintivas podem ocasionar erros, riscos e prejuízos.	Através da construção de estratégia de decisão para qual abordagem de administração escolher para solucionar o caso.
b) A aplicabilidade do método permitirá reflexões e discussões acerca dos dilemas que afligem os gestores ao encarar a formação de longas filas nos empreendimentos.	Percepção de que a análise quantitativa faz-se necessária para a robustez da tomada de decisão.
c) Assim como sobre as possibilidades encontradas no estudo da Administração da Produção para solucionar situações organizacionais similares.	Percepção de que a Administração da Produção tem abordagens mais objetivas que focam na construção de uma visão real da implementação de dados para a otimização do processo.
d) Discernir sobre a importância de métodos quantitativos para a tomada de decisões.	Constatação do uso associado com abordagens qualitativas e quantitativas.
e) Avaliar os trade-offs entre custo, capacidade, qualidade do serviço e satisfação dos clientes, possibilitando o início de discussões gerenciais mais amplas.	Avaliação de fatores diversos que contribuem para a solução do caso.



Perfil dos alunos

O caso foi desenvolvido para aplicação, preferencialmente em diferentes níveis de formação, tanto na graduação quanto na pós-graduação, dependendo do enfoque e dos objetivos da disciplina. Abaixo estão os perfis de alunos que podem se beneficiar da leitura e análise desse caso: Entretanto, não há impedimento para que seja aplicado também com praticantes em treinamentos empresariais na área correspondente.

a) Estudantes de Administração, Ciências Contábeis e Economia.

Nível: graduação e pós-graduação.

Motivo: O caso aborda temas fundamentais de pesquisa operacional e, especificamente, Teoria das Filas. Os alunos de administração podem explorar o impacto de uma boa gestão, que se reflete diretamente na qualidade do serviço prestado.

Disciplinas: Pesquisa Operacional e Planejamento e Controle da Produção

b) Estudantes de Engenharia de Produção e Ciência da Computação

Nível: Graduação.

Motivo: O caso permite a análise de problemas práticos de produção e operações em um estabelecimento comercial, destacando a importância de previsões e simulações de diversos cenários, que podem modelar a estrutura matemática necessária à análise de sensibilidade.

Disciplinas: Pesquisa Operacional e Planejamento e Controle da Produção

Esses perfis de alunos se beneficiam do estudo do caso porque ele oferece uma visão prática e aplicada de conceitos teóricos, conectando a tomada de decisão estratégica à realidade cotidiana de uma empresa. Isso permite o desenvolvimento de habilidades analíticas e práticas voltadas à resolução de problemas complexos em diversos contextos.

Fontes de dados

Os dados obtidos neste Caso para Ensino foram coletados por meio de entrevistas não

estruturadas, presenciais, realizadas com os gestores e proprietários – Sanny e João – no período de 2 de outubro de 2023 a 5 de abril de 2024. Outrossim, as redes sociais auxiliaram na troca de informações, fotos e vídeos, que contribuíram para o desenvolvimento do caso, e a observação in loco permitiu visualizar e conhecer o funcionamento do estabelecimento, bem como seu fluxo de atendimento em um dia normal de trabalho. Isso posto, é importante salientar que algumas informações foram adaptadas para facilitar a compreensão e a análise dos fatos.

Questões para discussão em sala

1. Qual era a taxa de utilização do sistema da Baixa Verde Loterias?
2. Qual a probabilidade de que não houvesse nenhum cliente na casa lotérica?
3. Qual era o número médio de clientes aguardando em fila na casa lotérica?
4. Qual era o tempo médio que um cliente aguardava em fila na casa lotérica?
5. Qual era o número médio de clientes no sistema da casa lotérica?
6. Qual era o tempo médio de espera no sistema da casa lotérica?
7. Como o acréscimo de mais um servidor impactaria na taxa de utilização do sistema?
8. Quais os potenciais fatores que levariam a fila a aumentar após a contratação de um novo servidor?
9. Com relação aos aspectos psicológicos dos indivíduos, ao esperar no ambiente das filas, seria possível ter incluído elementos externos que contribuíssem para minimizar a percepção negativa dos clientes, acerca do tempo de espera?
10. O que poderia interferir na decisão de um cliente sobre permanecer ou não na fila?
11. Como tais questões poderiam ajudar um gestor a resolver um problema com filas de atendimento?

Pode-se supor o tamanho como infinito ou finito (de modo que a fonte de entradas também seja dita ilimitada ou limitada).



Como os cálculos são bem mais fáceis no caso infinito, normalmente parte-se dessa hipótese, mesmo quando o tamanho real for um número finito relativamente grande. Ela deve ser assumida como hipótese implícita em qualquer modelo de filas que não afirme o contrário. O caso finito é mais difícil de analisar analiticamente, pois o número de clientes no sistema de filas

afeta o número de possíveis clientes fora do sistema a qualquer momento (Hillier & Lieberman, 2013, p. 751).

Nessa perspectiva, parece necessário assumir que as chegadas ao sistema de filas (Tabela 2), em consonância com a distribuição de Poisson, ocorriam aleatoriamente e independentemente do número de clientes já presentes, isto é, o tamanho da fonte de entradas era infinito.

Tabela 2
Chegadas ao sistema de filas

Taxa média de chegadas de clientes (λ)	$\frac{734\text{clientes}}{450\text{minutos}} = 1,63\text{clientesporminuto}$
Tempo médio decorrido entre chegadas ($1/\lambda$)	$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1,63\text{clientes}} = 0,61\text{minuto}$

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Além disso, na casa lotérica o atendimento ocorria normalmente de forma breve, todavia, eventualmente, poderia ser mais demorado. “Uma distribuição exponencial de tempos de atendimento seria bastante plausível para esse tipo de situação de atendimento” (Hillier; Lieberman, 2013, p. 759).

Corrêa e Corrêa (2022, p. 328) observam

ainda que em filas de pessoas, há uma regra ética básica e comumente aceita de FIFO (First In First Out), ou seja, o primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido. Conforme essa disciplina da fila, os clientes da Baixa Verde Loterias que aguardavam na fila eram selecionados para o atendimento (Tabela 3). Os servidores atendiam em média 367 clientes cada um.

Tabela 3
Atendimento

Tempo médio de atendimento ($1/\mu$)	$\frac{450\text{minutos}}{367\text{clientes}} = 1,22\text{minutosporcliente}$
Taxa média de atendimento (μ)	$\frac{1}{\mu} = 1,22$ $\mu = \frac{1}{1,22}$ $\mu = 0,82\text{clienteporminuto}$

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

“Os modelos M/M/s podem ser entendidos como o modelo geral de filas” (Virgillito, 2018, p. 320). O modelo adotado no caso foi o M/M/2, com chegada e atendimento exponenciais e número de servidores responsáveis pelo atendimento da fila igual a 2 (dois).

Revisão da Literatura

“Um dos problemas com o qual nos deparamos frequentemente são as filas de diversos tipos” (Virgillito, 2018, p. 303). A Baixa Verde

Loterias, durante a pandemia de COVID-19, enfrentou a formação de longas filas, em virtude da sazonalidade da demanda, provocada pela concentração de pagamentos destinados aos beneficiários naquele período, principalmente, o Auxílio Emergencial.

Conforme Eghbali, Mousavi e Salimian (2023), a teoria das filas é essencial para gerenciar longos tempos de espera e níveis de pessoal, além de otimizar a operacionalização do sistema. Logo, a usabilidade da Teoria das Filas poderia



ter subsidiado o processo decisório dos gestores da casa lotérica desde o princípio, antes de qualquer solução subjetiva, como o sistema de fichas, embora este tenha sido útil como medida de contingência.

Segundo Bodnar et al. (2018, p.2) “o objetivo da teoria das filas é estabelecer uma relação entre a natureza do fluxo da aplicação, o desempenho de determinados canais, o número de canais e a eficiência do serviço”. As filas não foram limitadas em termos do número de itens que podem ser armazenados simultaneamente, e sim de como os processadores conseguem otimizar o fluxo (Zabielska et al., 2023).

“A existência de filas é mau sinal da ótica do serviço ao cliente e bom sinal da ótica estrita da utilização de recursos” (Corrêa & Corrêa, 2022, p. 334). O estabelecimento contava com 2 (duas) operadoras de caixa, que conseguiram manter o sistema em equilíbrio. Este, por sua vez, se manteve ocupado por, aproximadamente, 99,39% do tempo e a sua probabilidade de ficar ocioso era de apenas 0,3%.

Por outro lado, 163 clientes permaneciam no sistema de filas da casa lotérica por 1 hora, 40 minutos e 18 segundos até, finalmente, concluírem o atendimento. Desse tempo de permanência, apenas 1 minuto e 14 segundos corresponderam ao tempo médio de atendimento. A teoria de filas é uma representação matemática de entidades de espera, na qual indicadores, como o comprimento médio da fila, o tempo médio de espera, o comprimento máximo da fila e o tempo médio de espera, são avaliados a longo prazo para analisar a eficiência do sistema (Ala, Yazdani, Ahmadi, Poorianasab & Attari, 2023).

Ao calcular a taxa de utilização do sistema da Baixa Verde Loterias, com o acréscimo de mais um servidor, percebe-se que ele teria ficado mais folgado, dado que a sua utilização média seria de aproximadamente 66,26%. Por consequência, o tempo de espera dos clientes reduzir-se-ia.

Em contraste, é válido destacar que, apesar de se tratar de uma estratégia eficaz, porquanto a prestação de serviços teria ocorrido com redução do tempo de espera para o atendimento, poderia ser ineficiente se a elevação dos custos, ocasionada pelo aumento do número de servidores, fosse superior às condições da

empresa. “Fornecer capacidade de atendimento em excesso para operar o sistema envolve custos elevados. Porém, não fornecer capacidade de atendimento suficiente resulta em espera excessiva e todas as suas lamentáveis consequências” (Hillier & Lieberman, 2013, p. 750). Sob esse viés, a aplicabilidade da Teoria das Filas no caso mostra-se significativa para a obtenção de uma visão sistêmica da situação e para a percepção da importância desses modelos analíticos na gestão da capacidade produtiva.

Análise e discussão do caso

Nesta seção, todas as soluções matemáticas encontradas foram fundamentadas nas fórmulas do capítulo sobre Teoria das Filas do livro Pesquisa Operacional: métodos de modelagem quantitativa para a tomada de decisões, de Salvatore Benito Virgillito (2018).

1) Qual era a taxa de utilização do sistema da Baixa Verde Loterias? Ver Equação 1 a seguir.

$$U = \frac{\lambda}{s\mu} \quad (1)$$

$$\frac{1,63}{2 \times 0,82} = 0,993902439 \cong 99,39\%$$

Nos sistemas de filas, a taxa de utilização do sistema menor que 1 ($U < 1$) é uma condição necessária para que o sistema atinja o equilíbrio. Na Baixa Verde Loterias, a utilização média do sistema foi de 0,993902439. Isso implica que o sistema ficava ocupado por aproximadamente 99,39% do tempo de operação, ou seja, estava praticamente fora de controle, mas possivelmente a eficiência das funcionárias auxiliou no equilíbrio do sistema.

2) Qual é a probabilidade de que não haja nenhum cliente na casa lotérica? Ver Equação 2 a seguir.

$$P_0 = \left(\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda}\right) \right)^{-1} \quad (2)$$

$$= \left(\frac{\left(\frac{1,63}{0,82}\right)^0}{0!} + \left(\frac{\left(\frac{1,63}{0,82}\right)^1}{1} \times \frac{2 \times 0,82}{2 \times 0,82 - 1,63} \right) \right)^{-1}$$

$$= (1 + 326)^{-1} = 0,003058103 \cong 0,3\%$$



Hillier e Lieberman (2013, p. 763) argumentam que os modelos de filas mais elementares partem do pressuposto de que as entradas e saídas do sistema de filas ocorrem de acordo com o processo de nascimento e morte. Enquanto o nascimento diz respeito à chegada de um novo cliente, a morte refere-se à partida de um cliente já atendido. Uma vez definida a taxa de utilização do sistema (U), pode-se determinar a probabilidade de o sistema estar vazio (P_0), isto é, de não haver nenhum cliente chegando à fila ou sendo atendido. Portanto, em apenas 0,3% do tempo, a Baixa Verde Loterias tinha probabilidade de deixar seu sistema ocioso.

3) Qual era o número médio de clientes em fila na casa lotérica? Ver Equação 3 a seguir.

$$L_q = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{s+1}}{(s-1)! \left(s - \frac{\lambda}{\mu}\right)^2} \quad (3)$$

$$\frac{0,003058103 \times \left(\frac{1,63}{0,82}\right)^{2+1}}{(2-1)! \left(2 - \frac{1,63}{0,82}\right)^2}$$

$$161,5106138 \cong 161 \text{ clientes na fila}$$

"Número médio de clientes na fila: corresponde ao tamanho médio da fila (sem contar os clientes que estejam sendo atendidos)" (Moreira, 2017, p. 317). Verifica-se que, na Baixa Verde Loterias, enquanto 2 clientes eram atendidos, havia mais 161 clientes, aproximadamente, aguardando o atendimento na fila (L_q).

4) Qual era o tempo médio que um cliente aguardava em fila na casa lotérica? Ver Equação 4 a seguir.

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (4)$$

$$\frac{161,5106138}{1,63}$$

$$99,08626613 \cong 99,08 \text{ ou } 1 \text{ h } 39 \text{ min na fila}$$

"Tempo médio que o cliente espera na fila: sem contar o tempo de atendimento" (Moreira, 2017, p. 317). Percebe-se que, na Baixa Verde Loterias, antes do cliente ser efetivamente atendido, ele precisava aguardar em fila (W_q) por 1h39min04s em média.

5) Qual era o número médio de clientes no sistema da casa lotérica? Ver Equação 5 a seguir.

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (5)$$

$$161,5106138 + \frac{1,63}{0,82}$$

$$163,4984187 \cong 163 \text{ clientes no sistema}$$

"Número médio de clientes no sistema: engloba os clientes que estão na fila e os que estão sendo atendidos" (Moreira, 2017, p. 317). Estima-se que, na Baixa Verde Loterias, o número médio de clientes no sistema de filas (L) durante a pandemia de COVID-19 foi de 163.

6) Qual era o tempo médio de espera no sistema da casa lotérica? Ver Equação 6 a seguir.

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (6)$$

$$99,08626613 + \frac{1}{0,82}$$

$$100,3057783 \cong 100,30 \text{ minutos ou } 1 \text{ h } 40 \text{ min no sistema}$$

"Tempo médio que o cliente espera no sistema: contando o tempo de fila mais o tempo de atendimento" (Moreira, 2017, p. 317). Infere-se que um cliente da Baixa Verde Loterias concluía o seu atendimento, como um todo, após 1h40min18s de permanência no sistema de filas (W).

7) Caso houvesse mais um servidor na casa lotérica, qual teria sido a taxa de utilização do sistema? Ver Equação 7 a seguir.

$$U = \frac{\lambda}{s\mu} \quad (7)$$

$$\frac{1,63}{3 \times 0,82} = 0,662601626 \cong 66,26\%$$

"Pode-se mudar o número de servidores para reduzir o tempo de espera nas filas" (Corrêa & Corrêa, 2022, p. 334). Sendo assim, caso a Baixa Verde Loterias tivesse acrescentado mais um servidor, a utilização média do sistema (U) teria sido de, aproximadamente, 66,26%. O sistema de filas continuaria em equilíbrio, mas operaria com folgas, não obstante, a probabilidade de que um cliente precisasse esperar para ser atendido, ao chegar no estabelecimento, seria reduzida.

8) Quais são os fatores potenciais que poderiam levar a fila a aumentar após a contratação de um novo servidor?



O aumento do número de servidores poderia implicar um novo aumento da demanda, caso o resultado daquele fosse a redução do tempo de espera, pois os clientes teriam uma nova percepção da qualidade e da agilidade do serviço. À vista disso, aumentar a capacidade pode não ser a solução para o problema das filas de espera.

9) O que influenciaria a decisão de um cliente de permanecer ou não na fila?

Segundo Sabbaghtorkan, Batta e He (2025), havendo ou não servidor disponível quando um cliente chega, ele poderá entrar na fila ou sair do estabelecimento, conforme suas próprias decisões. Esperas sem explicação ou sem previsão de atendimento são menos toleradas do que as explicadas ou com prazo conhecido pelos clientes. Estes, quando se ocupam ou atribuem maior valor ao serviço, toleram melhor o tempo de espera.

10) Pensando nos aspectos psicológicos dos indivíduos, ao aguardar em filas, poderiam ser incluídos elementos externos que contribuíssem para reduzir a percepção negativa do tempo de espera?

Ter a sensação de que “o tempo está passando mais rápido” é comum para muitas pessoas quando os níveis de dopamina no organismo, que influenciam essa percepção, estão elevados. Em conformidade com Soutschek, Jetter e Tobler (2023), acredita-se que a dopamina desempenhe um papel crucial na tomada de decisões de custo-benefício, mas, até agora, não há consenso sobre o papel preciso da dopamina nessa tomada de decisão. Dessa forma, a criatividade nas decisões gerenciais, que pode induzir o cérebro dos consumidores a entender e encarar a fila como algo mais benéfico do que frustrante naquele momento, devido à busca pelo resultado almejado, é fundamental para o gerenciamento de um negócio.

11) Como as questões ajudariam o gestor a resolver o problema?

A estimativa de probabilidades, no que concerne ao tamanho médio, ao tempo médio de permanência e à utilização ou à ociosidade de um sistema de filas, é essencial para subsidiar decisões racionais que possibilitem a otimização

dos fluxos. Ao empregar a modelagem em sistemas que envolvem tempo de espera e determinar medidas de desempenho que viabilizem a análise da produtividade por meio da Teoria das Filas, torna-se possível a tomada de decisão, seja ela em nível de conscientização da condição atual do processo ou mesmo em projetos de melhoria no sistema observado.

Plano de ensino

A estratégia do Caso para Ensino, como metodologia ativa, permite atenuar a distância percebida entre os ambientes acadêmico e organizacional, por meio da integração entre teoria e prática, o que favorece o processo de ensino e aprendizagem. Normalmente, este caso poderia ser precedido pela exposição dos conhecimentos teóricos pelo docente e, logo após, pela sua devida aplicação prática, visando estimular a capacidade de argumentação, comunicação e gestão dos alunos diante do problema gerencial.

Etapas sugeridas para a execução do procedimento metodológico:

Etapa 1: Aula expositiva do conteúdo e apresentação do caso referente;

Etapa 2: Brainstorming ou Brainwriting com equipes de alunos, para a manifestação da potencialidade criativa destes, por meio do compartilhamento espontâneo de alternativas para a problemática.

Ademais, para resultados mais fidedignos, a abordagem do docente pode considerar outras intervenções, tais como o uso de disciplinas discriminantes nos sistemas de filas, o que foi uma limitação na exploração do caso supracitado. Hillier e Lieberman (2013, p. 752) salientam que “normalmente, para modelos de filas adota-se o critério dos primeiros a chegar serão os primeiros a serem atendidos”. No entanto, a regra deixa de ser aplicada quando chegam nas filas de atendimento pessoas idosas, gestantes, pessoas com crianças de colo, entre outras que demandam atendimento prioritário. Como consequência, o desempenho médio do sistema também pode ser afetado por essas disciplinas de sequenciamento.



Guia para aplicação do caso

O Quadro 2 a seguir apresenta o tempo estimado para a aplicação do caso, servindo de

guia para o professor durante essa etapa do ensino.

Quadro 2
Tempo de aplicação do caso

Atividade	Tempo de aplicação
Leitura prévia do caso	Antes da aula
Aplicação de Kahoot ou Mentimeter como revisão do conteúdo	30 minutos
Explicação da dinâmica inserindo o caso para ensino no contexto do assunto	15 minutos
Leitura individual e criteriosa do caso para ensino	30 minutos
Separação em grupos para discussão do caso e resoluções de problemas	30 minutos
Aplicação de conceitos teóricos (teoria das filas)	30 minutos
Correções dos cálculos de teoria das filas	15 minutos
O professor fará um debate de conclusão das atividades	30 minutos
Tempo Total em Aula	3 horas

Fonte: Elaboração Própria (2025).

Portanto, cada etapa da aplicação é relevante para a compreensão do caso. Primeiramente, a leitura é trivial, pois, sem ela, não é possível compreender as percepções do caso. A aplicação de um questionário online serve justamente para averiguar a profundidade do conhecimento sobre o conteúdo a ser aplicado na resolução do caso. A explicação geral do caso é necessária para que os discentes compreendam, de forma conjunta, como solucioná-lo. A separação em grupos propicia uma discussão mais intimista, que pode divergir dos demais ou trazer novos olhares para a solução do caso. A aplicação do caso é necessária para descrever as opções debatidas em grupo. A

correção das análises qualitativas e quantitativas para a resolução correta do caso. E, por fim, o debate final do docente sobre a conclusão das atividades, para que esta seja compreendida e validada.

O Quadro 3 apresenta uma sugestão de rubrica de avaliação, utilizada para definir os critérios e os pontos relevantes na atribuição de notas na análise do caso, caso o estudo de caso seja usado como complemento da nota final de uma disciplina (Azevedo, Machado, Araújo & Silva, 2024).

Quadro 3
Sugestão de Rubrica de Avaliação

Critério de avaliação	Definição	Pontuação máxima
Diagnóstico do problema	Identificação clara dos fatores que levam à deficiência no controle do tamanho das filas	1 ponto
Proposta de soluções	Qualidade das sugestões e execuções de cálculos corretos	1 ponto
Aplicação de conceitos teóricos	Capacidade de utilizar conceitos de teoria das filas e aspectos comportamentais	1 ponto
Viabilidade e detalhamento	Apresentação de alternativas de resoluções com simulação de troca ou acréscimo de novos parâmetros	1 ponto
Clareza e organização	Estrutura clara e coerente das respostas, incluindo síntese das informações e coerência na apresentação das ideias.	1 ponto
Pontuação Total		5 pontos

Fonte: Elaboração Própria (2025).



As pontuações são atribuídas conforme o Quadro 3 sugere para que as respostas em contextos diferentes, sejam validadas de forma justa para todos os discentes. O docente pode apresentar seus critérios de avaliação antes ou até mesmo após a correção do caso.

REFERÊNCIAS

- Ala, A., Yazdani, M., Ahmadi, M., Poorianasab, A., & Attari, M. Y. N. (2023). An efficient healthcare chain design for resolving the patient scheduling problem: queuing theory and MILP-ASA optimization approach. *Annals of Operations Research*, 328(1), 3-33. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05287-5>
- Azevedo, I, Machado, A. G. C., Araújo, H. S. V. R. & Silva, G. C. (2024, 16 a 18 de setembro). Transformação à vista ou a prazo? O caso da 'Nordeste Eletro'. [XLVIII Encontro da ANPAD – EnANPAD], Florianópolis - SC, Brasil.
- BRASIL. Lei nº 13.982, de 2 de abril de 2020. Altera a Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993, para dispor sobre parâmetros adicionais de caracterização [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l13982.htm.
- Bodnar, B. E., Ochkasov, O. B., Bodnar, E. B., Hryshechkina, T. S., & Ocheretnyuk M. V. (2018). SIMULATION OF LOCOMOTIVE REPAIR ORGANIZATION BY THE METHODS OF QUEUE SYSTEMS THEORY. *Science and Transport Progress*, (5(77), 28–40. <https://doi.org/10.15802/stp2018/147740>
- Corrêa, H. L. & Corrêa, C. A. (2022). Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 480 p.
- Eghbali, S. K., Mousavi, S. M., & Salimian, S. (2023). Designing blood supply chain networks with disruption considerations by a new interval-valued fuzzy mathematical model: M/M/C queueing approach. *Computers & Industrial Engineering*, 182, 109260. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109260>
- Hillier, F. S. & Lieberman G. J. (2013). Introdução à pesquisa operacional. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 1023 p.
- Moreira, D. A. (2017). Pesquisa operacional: curso introdutório. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 356 p.
- Sabbaghtorkan, M., Batta, R., & He, Q. (2025). Adding servers to reinforce facilities in a spatially distributed queueing system. *Computers & Operations Research*, 173, 106862. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2024.106862>
- Soutschek, A., Jetter, A., & Tobler, P. N. (2023). Toward a unifying account of dopamine's role in cost-benefit decision making. *Biological Psychiatry Global Open Science*, 3(2), 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.bpsgos.2022.02.010>
- Virgillito, S. B. (2018). Pesquisa operacional: métodos de modelagem quantitativa para a tomada de decisões. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 366 p.
- Zabielska, A., Jacyna, M., Lasota, M. & Nehring, K. (2023). Evaluation of the efficiency of the delivery process in the technical object of transport infrastructure with the application of a simulation model. *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 25(1), 1. <https://doi.org/10.17531/ein.2023.1.1>

Bibliografia Recomendada

Como indicações, para estudo e compreensão da temática discutida, vale ressaltar a obra de Frederick S. Hillier e Gerald J. Lieberman, tal como a de Salvatore Benito Virgillito. A primeira – Introdução à Pesquisa Operacional (2013) –, por ser referência na área para cursos de Administração e Engenharia de Produção, e a segunda – Pesquisa Operacional: métodos de modelagem quantitativa para a tomada de decisões (2018) –, por apresentar diversos casos e exercícios sobre Teoria das Filas, os quais auxiliaram no desenvolvimento das soluções matemáticas deste Caso para Ensino.