



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

USO DE MODELO DE TEORIA DAS FILAS NA GESTÃO PÚBLICA: A ESCOLA VOLTADA PARA O ALUNO

USE OF QUEUE THEORY MODEL IN PUBLIC MANAGEMENT: THE SCHOOL GEARED TOWARDS THE STUDENT

Ramon Santana Curto¹, Euber Reis Maciel², Rosângela Machado Gambarine³, & Wellington Gonçalves^{4*}

^{1,4}Departamento de Engenharias e Tecnologia, Laboratório de Pesquisa Operacional, Logística e Transportes do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540, São Mateus.

^{2,3}Escola Municipal de Ensino Fundamental Bom Sucesso, Rua Gentil Otaviano fundão Santos, s/nº, Bairro Bom Sucesso II, CEP 29.943-700, São Mateus.

¹ramonsantanacurto@gmail.com; ²euber.reis@bol.com.br; ³rosangelagambarine@yahoo.com.br;

^{4*}wellington.goncalves@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido em: 25.03.2020

Aprovado em: 29.03.2020

Disponibilizado em: 04.04.2020

PALAVRAS-CHAVE:

Planejamento e gerenciamento de atividades; Análise de desempenho; Otimização; Processos determinísticos.

KEYWORDS:

Activity planning and management; Performance analysis; Optimization; Deterministic processes.

*Autor Correspondente: Gonçalves, W.

RESUMO

As filas estão presentes em nosso cotidiano, sendo um dos principais fatores que dificultam o atendimento adequado da população seja em atividades privadas e, principalmente nos serviços públicos. O atendimento às expectativas e ansiedades de usuários, em termos de gestão pública, nem sempre tem recebido a atenção devida. Dentro desse contexto, escolas apresentam diversos processos e atividades com recorrência de filas. Assim, o problema de formação de filas influencia negativamente o aprendizado, agindo inclusive na conduta de alunos. Considerando essas premissas e, a partir do apontamento de prioridade de resolução de atividades com esse potencial, nesse trabalho foi analisado o processo de formação de filas para servir merenda em uma escola. E, a partir disso,

foram analisados parâmetros de teoria das filas no ambiente operacional escolar relacionado a merenda. Os resultados sugerem que as condições locais e o número de servidores disponíveis, não eram suficientes para acolher a demanda e, com isso, em determinados momentos colaboradores tinham que se deslocar até outro ponto desse ambiente para concluir atendimentos, acarretando na ampliação da fila.

ABSTRACT

The queues are present in our daily lives, being one of the main factors that hinder the adequate service of the population, whether in private activities and, mainly in public services. Meeting the expectations and anxieties of users, in terms of public management, has not always received due attention. Within this context, schools have several processes and activities with recurring queues. Thus, the queuing problem negatively influences learning, even acting on the conduct of students. Considering these assumptions and, from the point of priority of solving activities with this potential, in this work, the process of forming queues to serve school lunches was analyzed. And from that, queue theory parameters in the school operating environment related to school meals were analyzed. The results suggest that the local conditions and the number of available servers were not sufficient to meet the demand and, therefore, at certain times employees had to travel to another point in this environment to conclude appointments, resulting in the expansion of the queue.



INTRODUÇÃO

Filas fazem parte do dia-a-dia dos indivíduos na sociedade moderna e, na maioria dos casos, por causarem desconforto para quem precisa esperar para ser atendido, se tornam indesejáveis. Segundo Cooper (1981), como não podem ser evitadas, as filas tendem ser toleradas, apesar dos atrasos e, de outras inconveniências que causam. Devido a estas inconveniências, que em sua maioria, fomentam gargalos em atividades e processos, se torna imprescindível compreender todo o entorno que envolve a formação das filas (Yang, Li & Huo, 2019).

Haghighinejad, et al., (2016) destacam que uma fila pode ser entendida como um processo no qual clientes chegam a um sistema para receber algum serviço e, a partir disso, saem desse sistema quando o serviço é concluído. Na opinião de Rashid, Hoseini, Gholamian & Feizabadi (2015), o termo clientes deve ser usado de forma genérica e, a partir disso, as variáveis podem ser designadas como pessoas, carros, navios, aviões, documentos, materiais em processo, dentre outros elementos. Para estes autores, o entendimento e visualização *in loco* deste conceito, é importante para compreensão do sistema que está sendo analisado.

Dentro desse contexto, Souza, Fernandes & Lopes (2017) enfatizam que a formação de filas é um problema presente nas escolas, o qual gera insatisfações nos alunos. Embora a formação de filas seja algo indesejado, Brito (2015), destaca que se organizadas de forma correta, podem auxiliar a melhora do modus operandi e aproveitamento escolar. Este autor destaca que as filas são necessárias para organizar as diversas atividades operacionais dentro da escola, no entanto, faltam soluções que permitam proporcionar condições adequadas de convivência junto à comunidade acadêmica.

As filas constituem uma oportunidade de aprendizado na escola (Barbosa, 2013). Este autor sustenta esse argumento ao afirmar que embora num primeiro momento as filas podem ser vistas como problemas indesejados, estas quando diagnosticadas e, tenham um planejamento próprio para cada situação, e que, também sejam conduzidas e gerenciadas, podem ser um veículo eficaz de ensino e aprendizado.

Assim, de acordo com a literatura (Mihaiu, Opreana & Cristescu, 2010, Barbosa, 2013, Brito, 2015, Gumus, Bubou & Oladeinde, 2017), a formação de filas no ambiente operacional escolar, por influenciar a gestão de processos e de pessoas, e, ter uma relação direta com o aprendizado, necessita ser entendido como um importante problema a ser investigado. Segundo Harada (2017), existem diferentes momentos nos quais alunos enfrentam algum tipo de fila, tais como a formação inicial para adentrarem sala de aula; acesso a cantina durante intervalo; organização no momento do almoço para servir a merenda; solicitação de serviços (de secretaria, na biblioteca, de coordenação e, na direção) e; no horário de saída, são exemplos que ocorrem no cotidiano escolar.

Desta forma, considerando os argumentos expostos nesta seção, este trabalho teve como objetivo analisar parâmetros de desempenho de sistemas de filas que se formam no ambiente operacional escolar, proporcionando elementos que possam auxiliar a melhora de oferta dos serviços disponibilizados à comunidade. Como unidade de pesquisa foi utilizada uma Escola Municipal Ensino Fundamental (EMEF).



REVISÃO DA LITERATURA

Muitos sistemas de filas estão sujeitos a diferentes tipos de alterações das variáveis que compõe o sistema (Schwarz, Selinka, & Stolletz, 2016). No entanto, para estes autores o tempo é parâmetro do sistema que necessita de entendimento em diversas circunstâncias que dependem do mesmo, como a taxa de chegada ou o número de servidores.

Para Esmailnezhad & Fattahi (2016) filas são geralmente associadas a um excesso de demanda de um serviço, sobre determinada capacidade de um sistema. Estes autores ainda afirmam que isso ocorre devido a ocorrência de falhas no sistema de atendimento e, ausência de gestão da variabilidade no intervalo entre chegadas e saídas de clientes e, o tempo de atendimento desse sistema. No entanto, embora o cotidiano que envolva nossas vidas, possua situações que nos levam a formação de filas, segundo Gumus, et al., (2017), tal formação necessita ser acompanhada, diagnosticada e analisada, e, a partir disso, serem elaborados planejamentos que visem implementar soluções que minimizem os impactos gerados. Assim, associado aos impactos gerados pelas filas, de acordo com Komashie, Mousavi, Clarkson & Young (2015), há necessidades, dos sistemas presentes no cotidiano das pessoas apresentarem condições satisfatórias de eficiência, as quais devem ser percebidas por meio da eficácia dos resultados obtidos.

No Brasil, de acordo com Padovan, Oliveira, Rodrigues & Cervi (2016), as filas são um dos principais fatores que dificultam o atendimento da população nos serviços públicos. Para estes autores, as instituições necessitam ter discernimento de seus serviços prestados, de sua importância e das consequências que sua escassez de produtos e serviços pode causar aos usuários. Por outro lado, Mihaiu, et al., (2010) enfatizam a necessidade de observar e colocar em prática a “eficiência” e “eficácia” de sistemas de processos no âmbito das administrações públicas, assim como, têm sido tipicamente realizados no setor privado. De acordo com estes autores, embora raramente tenham sido adotadas medidas mitigadoras de filas no contexto operacional, em quase totalidade dos casos, as entidades públicas são designadas como ineficazes.

A excelência em gestão pública presume atenção prioritária ao cliente, com serviços que atendam as expectativas e ansiedades dos usuários (Assao, Westphal, Bógus, Lara & Cervato-Mancuso, 2014). Nascimento (2015), ressalta que a efetividade e desempenho destes serviços é percebida pelos usuários, com base em vivências próprias. Dentro desse contexto, Almeida (2015) aponta que a recorrência de filas nas escolas nos períodos de matrículas, a falta de vagas em determinadas escolas e a sobra de vagas em outras, são exemplos do cotidiano escolar, em que, os mesmos podem ser resolvidos por meio de um diagnóstico de cada situação, com métodos e técnicas e, também, um planejamento de ações com foco no usuário.

A escola nem sempre é um lugar de consenso e, este pensamento é ampliado por Schilling e Angelucci (2016), ao indicarem para a indisciplina, incivilidade e, talvez bullying, em torno da situação da formação de filas no ambiente escolar. Para essas autoras, nos locais da escola que possuem ou formam filas, necessariamente são lugares onde há conflitos. Apesar da educação no ambiente escolar ter se consolidado, no ponto de vista de Fernandes, Fonseca e Silva (2014), em muitas situações, as atividades escolares nem sempre produzem resultados sólidos. Estes autores destacam que esse problema é atribuído a uma série de fatores relacionados à educação



nacional, a deficiente formação de professores, como também, a precariedade em relação aos conhecimentos didáticos e técnicos para lidar com adversidades do cotidiano escolar, como a formação de filas.

Segundo Almeida (2014), o problema de formação de filas influencia diretamente o aprendizado e, conduta dos alunos dentro do ambiente escolar. De acordo com essa autora, atividades operacionais são entendidas como momentos específicos, como por exemplo a merenda, em que a refeição é entendida como uma situação social, cultural e fortemente ritualizada. Corroborando com esta visão, Nascimento (2015), ressalta que, no momento da distribuição da merenda escolar, devido a formação de extensas filas, diversos alunos deixam de merendar, para não ter que enfrentar a fila formada, preferindo aproveitar o intervalo reservado para o lanche e socialização.

Na opinião de Assao, et al., (2014), o problema de formação de filas pode ser gerenciável, desde que, tenha sido diagnosticado antecipadamente. Estes autores afirmam que se elaborados e, colocados em prática, planos de ação podem se tornar efetivos, trazendo resultados que impactam positivamente nos usuários.

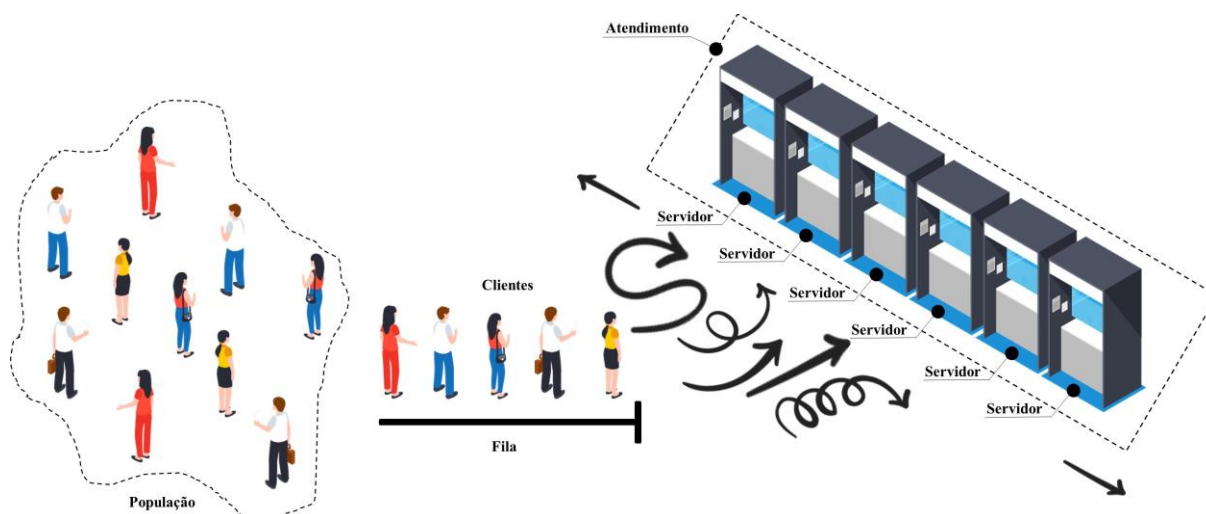
A teoria das filas tem sido empregada em várias problemáticas do cotidiano devido a sua amplitude de resolução e resultados. De acordo com Harada (2017), essa teoria é um campo de estudo da probabilidade, que foi desenvolvida para analisar a formação de filas, como forma de evidenciar antecipadamente o comportamento de sistemas que provêm atendimento às demandas em contínuo crescimento aleatório.

De acordo com Vilaplana, et al., (2014), é necessário que se entenda o problema a partir de um diagnóstico que indique como funciona o sistema a ser analisado. Para estes autores, o estudo de um problema que envolve teoria das filas deve iniciar com a descrição dos elementos que compõe o sistema de filas. Segundo Fogliatti & Mattos (2007), em qualquer circunstância que envolva a teoria das filas, é imprescindível que se tenha conhecimento a respeito dos elementos constituinte do sistema, das estruturas de serviços disponíveis e, a disciplina que rege a operacionalização de atendimento. Harada (2017) amplia essa visão, ao indicar que existem cinco elementos fundamentais constituintes dos sistemas de filas, os quais podem variar de formato (processo de chegada, fila de espera, serviço, capacidade do atendimento e disciplina de atendimento).

O comportamento da fila depende diretamente da demanda e da estrutura disponível para atendimento. Jáuregui, Pérez, González & Ripalda (2017) destacam que, a estrutura dos serviços da fila consiste no fluxo de usuários a serem atendidos. Portanto, para estes autores, o usuário necessariamente terá que passar por uma fila única, múltiplas filas ou, alguma combinação entre ambas (Figura 1). A escolha do formato depende, de acordo com Fogliatti & Mattos (2007), do volume de clientes atendidos e, em parte, das restrições impostas por exigências sequenciais que regem a ordem em que o serviço deve ser executado.



Figura 1. Ilustração de um modelo de fila típica.



Fonte: Autores.

A disciplina de atendimento é a ordem pela qual os clientes são atendidos, para Cunha, et al., (2016), essa abordagem oferece mais do que parâmetros de definição de comportamento, a mesma permite que sejam realizados planejamentos para atendimento a partir das características da chegada de usuários. De acordo com estes autores, podem ocorrer os seguintes critérios: FIFO (*First In First Out*), em que o primeiro a entrar na fila é o primeiro a ser atendido; LIFO (*Last In First Out*) quando o último a entrar na fila é o primeiro a ser atendido; SIRO (*Served In Random Order*) na qual a ordem no atendimento é escolhida de maneira aleatória e; PRI (*PRIority*) que é o momento em que se estipula uma prioridade de atendimento.

Os serviços prestados definem a configuração do sistema, que, segundo Vilaplana, et al., (2014), corresponde ao número de servidores ou postos de atendimento a serem disponibilizados aos usuários, o tipo de atendimento (individual ou por lote). Estes autores ainda destacam que a partir do estudo de utilização do sistema é possível analisar a distribuição que representa o tempo de atendimento (determinística ou aleatória), além da taxa de serviço, que corresponde ao número médio de clientes que podem ser atendidos por cada servidor por unidade de tempo.

Para Fogliatti & Mattos (2007), intervalos de tempo no estudo de problemas relacionados a teoria das filas permitem realizar importantes reflexões a respeito das chegadas e, tempos entre clientes, além da duração do atendimento recebido. De acordo com estas autoras, um modelo clássico de filas pode ser expressado por meio da utilização de uma distribuição exponencial dos intervalos de tempo entre as chegadas de usuários em filas, sendo também, representado pelo número de vezes que um evento ocorre em um processo (distribuição de Poisson).

Ao investigarem um sistema submetido ao regime de filas, Longaray, Santos, Munhoz & Castelli (2016) verificaram que os intervalos de tempo relacionados com os serviços, seguem uma distribuição do tipo Erlang. Segundo esses autores, quando há um servidor (estação de atendimento) e, a distribuição é uma Erlang com parâmetro k , é caracterizado um modelo conhecido como *Markovian/Erlang/single server model* (M/E/1). E, esse modelo corresponde



ao modelo básico em que o sistema possui uma distribuição de chegadas Poisson, com tempos de atendimento que possuem uma distribuição exponencial, com um único servidor e, com isso, a capacidade do sistema e da população é infinita e, a disciplina de atendimento é FIFO.

Modelos de fila de espera podem também ser representados pela notação de Kendall, de acordo com Vilaplana, et al., (2014), essa notação é a mais utilizada na literatura a, qual é expressa da seguinte maneira: $A / S / m / K / N / Q$, em que: A denota a distribuição do tempo entre chegadas sucessivas (processo de chegada); S representa a distribuição do tempo de serviço (processo de atendimento); m é o número de servidores em paralelo; K é a capacidade do sistema; N é o tamanho da população e, Q corresponde a disciplina de atendimento.

Fogliatti & Mattos (2007) afirmam que, a teoria das filas tem um papel essencial na análise e planejamento de serviços, e também, na otimização quanto ao uso do espaço. De acordo com estas autoras, essa teoria ao utilizar processos estocásticos em sua formulação e, se valer da matemática aplicada para analisar fenômenos de formação de filas, permite obter evidências a respeito do que dispor aos usuários (como por exemplo: número de pontos de atendimento, mão-de-obra, tempo do usuário na fila, equipamentos, infraestrutura, dentre outras características específicas que podem ser parametrizadas a partir dos resultados obtidos).

ABORDAGEM METODOLÓGICA

Neste trabalho a abordagem metodológica foi utilizada como método de estudo dos fenômenos, sendo empregada a teoria das filas por meio da simulação (Lima, Anholon, Rampasso & Quelhas, 2016). Como unidade de estudo para essa abordagem, foi selecionada a Escola Bom Sucesso da rede pública de ensino, localizada no município de São Mateus (ES). Esta escolha ocorreu devido à localização dessa escola ser em uma das áreas de alta vulnerabilidade social, definidas com base no Programa Ocupação Social do Governo do Estado do Espírito Santo.

A combinação dos dados foi realizada por triangulação, que, segundo Venkatesh, Brown & Bala (2013), permite combinar métodos e técnicas com o objetivo de concentrar resultados. Na opinião destes autores, essa forma de combinação proporciona um entendimento mais abrangente dos fenômenos estudados.

Assim, para tal realização, inicialmente ocorreu o levantamento de processos operacionais que geravam filas e, envolvessem, de alguma forma, toda comunidade acadêmica da escola selecionada (Figura 2). Esse levantamento ocorreu por meio de um *survey* – o qual contou com uma população de 15 colaboradores (direção; professores e outros colaboradores), que utilizou um questionário estruturado, o qual foi realizado sem a identificação de quaisquer participantes. O tratamento e análise de consistência de dados, se deu por meio de planilhas eletrônicas. Após esse levantamento, se fez um diagnóstico a fim proporcionar conhecimento sobre características e condicionantes e, também, de parâmetros sobre esses processos operacionais (processo de formação das filas; características e comportamentos de usuários; atributos de espaços físicos; elementos componentes dos processos operacionais: fila única e um servidor; fila única e múltiplos servidores em paralelo; múltiplas filas e múltiplos servidores em paralelo; fila única e múltiplos servidores em série e; disciplina de filas).



A coleta de dados relacionada ao desempenho dos processos selecionados, aconteceu por meio de observações e registros de elementos e parâmetros de formação de filas (número de clientes; tempo disponível para atendimento; taxa de chegadas de clientes; taxa de atendimento; intensidade do tamanho da fila; número de provedores disponíveis; número esperados de clientes que aguarda atendimento; tempo médio de espera de um cliente na fila; probabilidade de n clientes na fila; probabilidade de 0 clientes na fila; ociosidade; tempo de congestionamento). Na sequência, houve a realização de tratamento de dados, a fim de identificar possíveis ocorrência de *missing values* e de *outliers*. Como não existiram tais ocorrências, não teve necessidade de retirada de tais elementos da amostra, e posterior verificação de consistência de dados.

Consequentemente, a partir da obtenção dos dados, os quais foram consistentes, estes foram analisados em termos de parâmetros de desempenho sob a ótica da teoria das filas. E, desta forma, determinadas as distribuições de probabilidades que regem os sistemas, assim como, o número de atendimentos ou, da duração de cada atendimento na fila, por exemplo. Para operacionalização das aplicações computacionais, foi utilizado o software de simulação ProModel® versão demo e, também, planilhas eletrônicas.

Figura 2. Síntese operacional do desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento de processos operacionais foi realizado por meio de uma *survey* e, o instrumento de coleta de dados apresentou um alfa de Cronbach no valor de 0,93, que, de acordo com Bland & Altman (1997) é considerado com consistência interna adequada, podendo com isso, ser considerável satisfatório. Nessa amostragem, não foram detectados *missing values* e, tão pouco *outliers*, para um nível de confiança de 90% e erro amostral de 10%. Os resultados dessa *survey* apontaram como principal ponto de geração de filas o momento de servir a merenda (Figura 3a e Figura 3b). Esses resultados corroboram com a visão de Campos,



Encarnação e Silva (2019) em que, o fornecimento da alimentação escolar é direito de todos os alunos matriculados nas escolas públicas. E, por esse motivo, necessita de extrema atenção quanto ao seu gerenciamento.

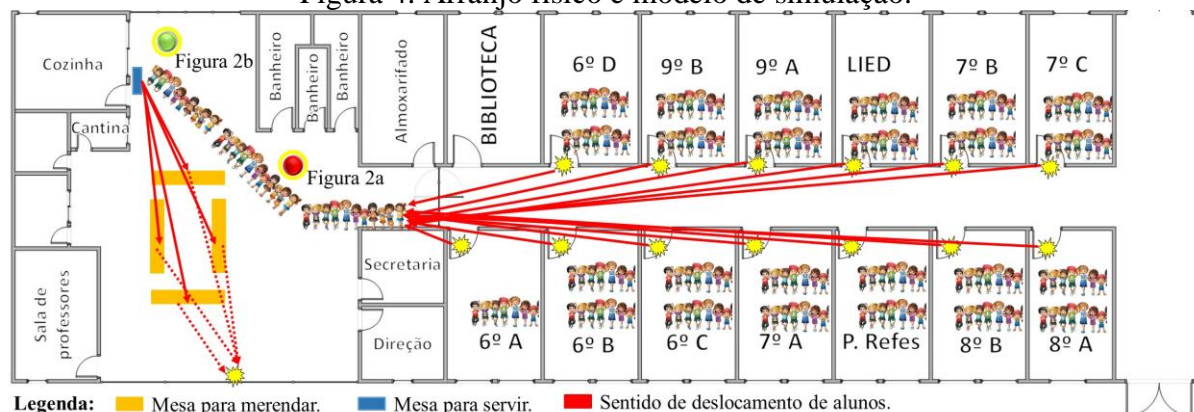
Figura 3a. Área de atendimento. Figura 3b. Configuração operacional do sistema.



Fonte: Autores.

Na sequência, ao ser realizado um diagnóstico na operação do sistema de servir merenda (Figura 4), foi possível conhecer a taxa de utilização ($\rho = 30,12$), a taxa de chegada de alunos ($\lambda = 1205$), taxa de atendimento dos recursos ($\mu = 20$). Para Silva, et al., (2016) esses parâmetros caracterizam um sistema com elevada procura, sendo ainda enfatizado que, isso se deve ao tipo de cardápio na maioria dos casos. Para se chegar a esses parâmetros foram efetivados registros e observações de elementos de formação de filas, sendo realizados em uma terça-feira no turno da manhã. Esta escolha ocorreu por indicação da direção da escola, tendo por motivo o dia em que a demanda por merenda era a mais elevada.

Figura 4. Arranjo físico e modelo de simulação.



Fonte: Autores.

Considerando o arranjo físico estudado (Figura 4), Ribeiro & Negri (2019) destacam que, a merenda escolar tende a possuir elevada aceitabilidade, havendo necessidade de considerar as variáveis que incidem sobre a unidade de pesquisa. Dentro desse contexto, apoiando estes autores, foi possível observar que, restrições sociais locais interferem na seleção e procura da merenda por parte de alunos.

Após a obtenção de elementos e parâmetros com vistas a realização de simulação, estes foram calibrados para corresponder adequadamente a simulação de cenários (Wahed, Faghri & Li, 2017). A partir disso, uma abordagem iterativa foi usada e, em cada interação, o processo de simulação foi executado com a realização de correspondência entre os valores de saída com os



parâmetros obtidos inicialmente (Campos, et al., 2019). E, desta forma, estes parâmetros foram avaliados – a cada iteração, se os mesmos foram ajustados para melhorar a correspondência do modelo ao *status* atual da unidade de pesquisa. O cenário atual ocupa 63,2% do tempo total de alimentação (8'), sendo, 5,6' aguardados em fila (ω_q). Assim, foram criados cenários com o software ProModel®.

Assim, considerando as condições locais para possíveis adequações (planejamento, operação, gestão e arranjo físico), a minimização do tempo de fila pode ser alcançada com a adição de uma mesa de servir, com outros dois colaboradores durante 6' e, uma outra para alimentação, reduzindo com isso, o ω_q para 45%, ou seja, 2,7'. Esse resultado foi possível a partir da observação e entendimento do comportamento dos estudantes in loco, em que, as preferências alimentares e sua relação com o tempo para realização a refeição estão diretamente ligados. Isso, vai ao encontro dos apontamentos do trabalho de Greenwood & Fonseca (2018) que, estabelecem uma relação direta entre a decisão por participar ou não da refeição, considerando que o horário é um fator importante.

É importante destacar que, por ocasião da efetivação de registros e, das observações de elementos de formação de filas, se contactou a presença de diversos grupos de alunos, os quais, via de regra, formam opiniões isoladamente a respeito da participação ou não na merenda. Este posicionamento é apontado por Silva, Amparo-Santos & Soares (2018), ao destacarem que os escolares são agentes de seus próprios processos identitários. Esses autores ainda destacam a existência dessa formação com relação a alimentação escolar, com processos (de sujeição, de resistência e de construção ativa de identidade alimentar) em que são agregados valores entre o tradicional e o moderno, o local e o global, dentre outros aspectos.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, consideramos o uso de uma abordagem metodológica por meio da teoria das filas para modelar fluxos de tráfego de pessoas no processo de formação de filas para servir merenda em uma escola. Discutimos conceitos e contextualizações que proporcionam a formação de filas nesse processo e, a partir disso, verificado por simulação diferentes cenários que possam auxiliar na minimização da expectativa de perda total de tempo no sistema analisado.

Acreditamos que o modelo de simulação apresentado oferece uma boa aproximação dos dados empíricos e, propõe uma análise inicial na modelagem do tempo de servir merenda para o caso da escola em estudo. É apropriado e recomendado continuar melhorando o modelo proposto no futuro, incrementando e ajustando novos conceitos e variáveis, os quais permitam ampliar as reflexões.

Concluimos que a modelagem geral é se aproxima da realidade da escola e, também, as proposições apresentadas são factíveis de serem realizadas. Mais precisamente, o modelo parece aproximar corretamente as saídas de salas de aula e, as chegadas para servir a merenda, mas, a ausência de sazonalidade na chegada de alunos denota e, sua relação com a variação de cardápio, é um ponto de melhoria a ser inserido no modelo. Essas conclusões sobre a qualidade da aproximação são baseadas em um único portfólio de informações, e é possível que o modelo



proposto neste trabalho se encaixe melhor com outros portfólios de outras escolas que possuam comportamentos e espaços geográficos diferenciados. Desta forma, acreditamos que o modelo proposto deve ser aprimorado futuramente para adicionar flexibilidade e, também, modelar características específicas do processo de servir merenda com mais precisão.

Os parâmetros de teoria das filas calculados a partir do modelo foram usados para gerar diversas estatísticas importantes. O conceito de tempo de espera foi explorado como principal alvo de melhoria do sistema. Isso nos permitiu observar que alguns alunos seguem um padrão de aproximação e comportamento após serem servidos e, outros aleatoriamente, se reinseriam no processo ou apenas ocupavam desordenadamente espaços destinados a merenda.

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho pode ser adaptada a diferentes situações e cenários. Os resultados obtidos podem auxiliar na formulação de propostas, melhorias e, de mitigação de diferentes congestionamentos. A partir disso, gestores públicos passam a contar com um importante arcabouço com parâmetros que auxiliam o planejamento, controle e gerenciamento de filas.

Além do auxílio à gestão pública como ferramenta e instrumento balizador, a realização deste trabalho, também contribuiu com a escola que serviu de unidade de pesquisa, sendo um importante elemento na redução da evasão escolar, por mostrar não somente acessibilidade ao ensino superior, como também, elevar autoestima dos discentes. Outro importante apoio, está no despertar do interesse pela iniciação científica, por meio da oportunidade de vivenciar práticas da engenharia de produção no ambiente escolar, com momentos de reflexão e de aprendizado.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)/ Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) e, a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - Editais: FAPES-CNPq nº 13/2018 - Programa de Iniciação Científica Júnior (PICJr) e FAPES nº 21/2018 - Universal.

REFERÊNCIAS

Almeida, L. F. (2015). *Zoneamento escolar em Rio Branco - AC: democratização do acesso e segregação socioespacial*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

Almeida, S. S. (2014). *O cotidiano da merenda escolar: análise da experiência em uma escola da Rede Pública Estadual do Ensino do município de Vitória de Santo Antão/PE*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, PE, Brasil.

Assao, T. Y., Westphal, M. F., Bógus, C. M., Lara, B. R., & Cervato-Mancuso, A. M. (2014). Alimentação escolar: o que o desenho infantil revela. *Journal of Human Growth and Development*, 24(1), 98-105.

Barbosa, L. M. R. (2016). Homeschooling no Brasil: Ampliação do direito à educação ou via de privatização? *Educação & Sociedade*, 37(134), 153-168.

Bland, J. M., & Altman, D. G. (1997). Statistics notes: Cronbach's alpha. *Bmj*, 314(7080), 572.



- Brito, L. T. (2015). Gênero no espaço escolar: normatizações e deslocamentos cotidianos. *Caderno Espaço Feminino*, 28(1), 72-89.
- Campos, C. C. S., da Encarnação, E., & da Silva, A. M. (2019). Simulação discreta aplicada à distribuição da alimentação escolar: estudo de caso em uma escola pública. *South American Development Society Journal*, 5(14), 290.
- Cooper, R. B. (1981). *Introduction to Queueing Theory* (2nd ed.). New York: Elsevier North Holland.
- Cunha, B. B., Costa, W. F., Brito, C. K. S., Soares, R. T. C., & Silva, A. C. P. (2016, outubro). Estudo de caso sobre teoria das filas em uma secretaria escolar do Estado do Pará. *Anais do XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*, João Pessoa, PB, Brasil, 1-9.
- Esmailnezhad, B., & Fattahi, P. (2016). Formation of manufacturing cell using queuing theory and considering reliability. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 27(2), 121-139.
- Fernandes, A. G. S., Fonseca, A. B. C., & Silva, A. A. (2014). Alimentação escolar como espaço para educação em saúde percepção das merendeiras do município do Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(1), 39-48.
- Fogliatti, M. C., & Mattos, N. M. C. (2007). *Teoria de Filas*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Greenwood, R. L., & Fonseca, A. B. (2018). Alimentação na escola: significados e possibilidades do comer e da comida para a promoção dos direitos humanos. *Revista Interdisciplinar de Direitos Humanos*, 6(1), 103-127.
- Gumus, S., Bubou, G. M., & Oladeinde, M. H. (2017). Application of queuing theory to a fast food outfit: a study of blue meadows restaurant. *Independent Journal of Management & Production*, 8(2), 441-458.
- Haghighinejad, H. A., Kharazmi, E., Hatam, N., Yousefi, S., Hesami, S. A., Danaei, M., & Askarian, M. (2016). Using queuing theory and simulation modelling to reduce waiting times in an Iranian emergency department. *International journal of community based nursing and midwifery*, 4(1), 11-26.
- Harada, D. Y. B. (2017). *Entendendo as Filas de Espera: Uma Abordagem para o Ensino Médio*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, Brasil.
- Jáuregui, G. R. R., Pérez, A. K. G., González, S. H., & Ripalda, M. D. (2017). Analysis of the emergency service applying the queueing theory. *Contaduría y Administración*, 62(3), 733-745.
- Komashie, A., Mousavi, A., Clarkson, P. J., & Young, T. (2015). An integrated model of patient and staff satisfaction using queuing theory. *IEEE journal of translational engineering in health and medicine*, 3, 1-10.
- Longaray, A. A., Santos, A. C., Munhoz, P. R., & Castelli, T. M. (2016). Análise da disciplina de filas no atendimento ao cidadão em agências da previdência social: um estudo de caso. *Revista de gestão em sistemas de saúde*, 5(1), 105-119.
- Mihaiu, D. M., Opreana, A., & Cristescu, M. P. (2010). Efficiency, effectiveness and performance of the public sector. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 4(1), 132-147.



- Nascimento, M. C. P. S. (2015). *Alimentação escolar em três escolas públicas no município de Itapetinga - BA: uma contribuição para educação ambiental*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil.
- Padovan, A. G., Oliveira, P. A., Rodrigues, S. A., & Cervi, R. G. (2016). Aplicação da Pesquisa Operacional para análise do atendimento em agência da Previdência Social. *Tekhne e Logos*, 7(3), 16-28.
- Rashid, R., Hoseini, S. F., Gholamian, M. R., & Feizabadi, M. (2015). Application of queuing theory in production-inventory optimization. *Journal of Industrial Engineering International*, 11(4), 485-494.
- Ribeiro, L., & Negri, S. T. (2019). Aceitabilidade de alimentação escolar em escola da rede estadual de ensino de Pelotas/RS. *Revista Científica da Saúde*, 1(1), 1-13.
- Schilling, F., & Angelucci, C. B. (2016). Conflitos, violências, injustiças na escola? Caminhos possíveis para uma escola justa. *Cadernos de Pesquisa*, 46(161), 694-715.
- Schwarz, J. A., Selinka, G., & Stolletz, R. (2016). Performance analysis of time-dependent queueing systems: Survey and classification. *Omega*, 63, 170-189.
- Silva, E. O., Amparo-Santos, L., & Soares, M. D. (2018). Alimentação escolar e constituição de identidades dos escolares: da merenda para pobres ao direito à alimentação. *Cadernos de Saúde Pública*, 34, e00142617.
- Silva, M. V., Nascimento, M. C. P. S., de Oliveira, J. B., & Fontan, G. C. R. (2016). Avaliação da adesão e aceitabilidade dos cardápios do Programa de Alimentação Escolar em escolas municipais de Itapetinga-BA: indicadores de desperdício de alimentos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 20(1), 73-85.
- Souza, A. S., Fernandes, I. N., & Lopes, F. S. (2017). Experiências de consumo de crianças de diferentes contextos socioeconômicos retratadas em desenhos. *Revista do Instituto de Ciências Econômicas*, 14(2), 63-72.
- Vilaplana, J., Solsona, F., Teixidó, I., Mateo, J., Abella, F., & Rius, J. (2014). A queuing theory model for cloud computing. *The Journal of Supercomputing*, 69(1), 492-507.
- Yang, G., Li, M., & Huo, L. (2019). Decision Support System Based on Queuing Theory to Optimize Canal Management. *Water Resources Management*, 33(12), 4367-4384.
- Lima, V. C., Anholon, R., Rampasso, I. S., & Quelhas, O. L. (2016). Aplicação da teoria das filas em serviços bancários. *Revista Produção Online*, 16(1), 210-241.
- Venkatesh, V., Brown, S. A., & Bala, H. (2013). Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems. *MIS quarterly*, 37(1), 21-54.
- Wahed, M. A., Faghri, A., & Li, M. (2017). An innovative simulation model for the operations of a multipurpose seaport: a case study from Port of Wilmington, USA. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 12(2), 151-164.

