



Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios
para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e
Economia da Construção e 4º Simpósio
Brasileiro de Tecnologia da Informação
e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

1 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPES DE MANUTENÇÃO PREDIAL SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DAS FILAS

Building maintenance teams dimensioning analysis from the perspective of Queueing Theory

Gabriela Alves Tenório de Moraes

Universidade Federal de Pernambuco | Recife, PE | gabriela.alvesm@ufpe.br

Adiel Teixeira de Almeida Filho

Universidade Federal de Pernambuco | Recife, PE | adielfilho@cin.ufpe.br

Rachel Perez Palha

Universidade Federal de Pernambuco | Recife, PE | rachel.palha@ufpe.br

RESUMO

A Teoria das Filas é uma ferramenta capaz de auxiliar na alocação de mão-de-obra e permitir a otimização de recursos. Esta pesquisa tem por objetivo analisar o desempenho do dimensionamento de equipes de manutenção predial subcontratadas na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com auxílio da Teoria das Filas. Para tal, a metodologia da pesquisa foi formada pelas etapas definição do problema, coleta e modelagem de dados e determinação dos parâmetros de desempenho do sistema de filas. Os resultados obtidos demonstraram a insuficiência da atual configuração do contrato de manutenção predial da UFPE para viabilizar o atendimento de solicitações de manutenção predial dentro de um prazo de tempo que não provoque o crescimento indefinido de solicitações em espera. Assim, fica clara a necessidade do uso de ferramentas teóricas para balizar o processo de contratação de equipes de manutenção predial e oferecer parâmetros técnicos estruturados que contribuam para a melhoria das atividades e satisfação da comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Gestão da manutenção predial; Equipes de manutenção predial; Gestão de Contratos; Teoria das filas; Universidades públicas.

ABSTRACT

Queueing Theory is a tool capable of helping to allocate labor and optimize resources. This research aims to analyze the performance of the dimensioning of subcontracted building maintenance teams at the Federal University of Pernambuco (UFPE) with the help of Queueing Theory. The research methodology consists of defining the problem, collecting and modeling data, and determining the performance parameters of the queueing system. The results demonstrated the insufficiency of the current configuration of the UFPE building maintenance contract to enable the fulfillment of building maintenance requests within a period that does not cause the unlimited growth of waiting requests. It is necessary to use theoretical tools to guide the process of hiring building maintenance teams and offer structured technical parameters that contribute to the activities' improvement and academic community satisfaction.

Keywords: Building maintenance management; Building maintenance teams; Queueing Theory; Public universities.

1 INTRODUÇÃO

A tomada de decisão é fundamental para as atividades de manutenção predial e tem papel central na gestão das edificações (SHAH ALI, 2009). Em universidades, a manutenção predial tem como peculiaridades a necessidade de constante atualização, devido às recorrentes mudanças durante a operação; e o acúmulo de dados de manutenção, que permite a criação de bases de dados para guiar a tomada de decisão (MA *et al.*, 2020). Porém, na perspectiva de Ma *et al.* (2020), as abordagens de tomada de decisão existentes nesse setor não levam em consideração tais peculiaridades. Somando-se a isto, poucos sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção oferecem funções de decisão, o que impulsiona escolhas inadequadas por parte dos gestores (LABIB, 2004; MA *et al.*, 2020; RASTEGARI *et al.*, 2016).

Conforme descrito por Zeng *et al.* (2014), problemas de decisão em diversos setores podem ser favorecidos pelo uso da Teoria das filas. Para os sistemas de construção, no entanto, o desenvolvimento da aplicação da Teoria das Filas ainda não reflete as características particulares destes sistemas, demandando avanços. Como destacado por Ham *et al.* (2020), a otimização de processos de trabalho em construção através do

¹MORAIS, G. A. T.; ALMEIDA FILHO, A.T.; PALHA, R.P. Análise do dimensionamento de equipes de manutenção predial sob a perspectiva da Teoria das Filas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. *Anais [...]*. Porto Alegre: ANTAC, 2023.

desenvolvimento do emprego da Teoria das Filas é focada na produtividade de recursos e tarefas. Os problemas que envolvem a alocação de recursos humanos são ainda considerados em um nível micro.

Diante dos entraves associados a tomada de decisão no contexto da manutenção predial, sobretudo para o caso das universidades, o emprego da Teoria das Filas pode auxiliar na alocação de mão-de-obra e recursos. Assim, esta pesquisa objetiva analisar o desempenho do dimensionamento de equipes de manutenção predial subcontratadas na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com auxílio da Teoria das Filas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Teoria das Filas é uma técnica de planejamento que apresenta o estudo da espera em suas mais variadas formas e permite o estabelecimento de modelos matemáticos úteis para determinar indicadores de desempenho e balancear o custo dos serviços e o custo da espera do atendimento (HILLIER; LIEBERMAN, 2015). Dentro do contexto da Teoria das Filas, a unidade que demanda o serviço é denominada cliente e a unidade que oferece o serviço é denominada de atendente (BHAT, 2008). O número de clientes no sistema (comprimento da fila), o tempo que uma nova chegada espera para ser atendida (tempo de espera) e o percentual de tempo em que o atendente está continuamente ocupado ou ocioso (fator de utilização) são parâmetros de interesse para o estudo de sistemas de filas (BHAT, 2008).

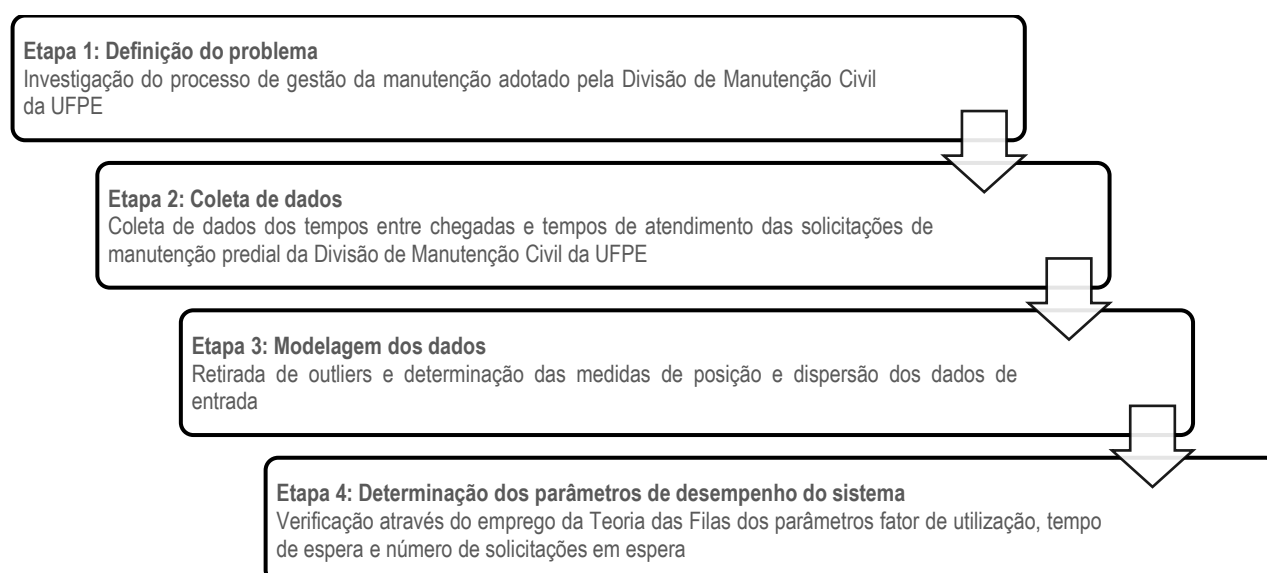
As distribuições dos tempos entre chegadas e dos tempos de atendimento podem ser representadas pelas letras M (distribuição exponencial ou Poisson), D (distribuição degenerada), Ek (distribuição de Erlang), G (distribuição geral), entre outras. O número de atendentes (s) pode ser qualquer número inteiro positivo. A estrutura convencional de identificação dos modelos de filas segue o formato distribuição de tempos entre atendimentos/distribuição de tempos de atendimento/número de atendentes (HILLIER; LIEBERMAN, 2015).

Os modelos de filas elementares são baseados no processo de nascimento-e-morte. Os nascimentos correspondem à entrada de clientes no sistema e a morte à saída de um cliente após finalização do atendimento. Neste processo, os nascimentos e as mortes acontecem de forma aleatória, cujas taxas médias irão depender do estado atual do sistema (λ_n e μ_n correspondem as taxas médias de chegada e de atendimento, respectivamente). Os modelos de filas baseados neste processo apresentam entrada de Poisson e tempos de atendimento exponenciais, ou seja, são do tipo M/M/s (HILLIER; LIEBERMAN, 2015).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa consiste em uma pesquisa de campo de natureza descritiva (MARCONI; LAKATOS, 2003) cuja estratégia de pesquisa utilizada é o estudo de caso (GIL, 2002). Para tal, a metodologia empregada para consecução do objetivo estabelecido é composta das etapas de definição do problema, coleta de dados, modelagem dos dados e determinação dos parâmetros de desempenho do sistema de filas (Figura 1).

Figura 1: Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2023).

A definição do problema foi realizada por meio de entrevistas não estruturadas aos gestores da Divisão de Manutenção Civil da UFPE. A partir destes diálogos, foi possível identificar de forma qualitativa o subdimensionamento das equipes executoras das solicitações de manutenção predial corretivas e a consequente retenção no atendimento destas solicitações. Além disso, foi constatada a ausência de planejamento e controle das atividades de manutenção predial bem como a insuficiência técnica do Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC) para fins de apoio à gestão da manutenção. Diante deste diagnóstico, se mostrou pertinente analisar o dimensionamento das equipes de manutenção predial sob a perspectiva da Teoria das Filas visando a redução de custos e o controle das empresas terceirizadas contratadas para execução dos serviços. Com base no problema definido, foi realizada a coleta dos dados das solicitações de manutenção predial recebidas pela Divisão de Manutenção Civil da UFPE. Também foram coletadas informações por meio do acesso à documentos internos da instituição, a exemplo dos contratos de prestação de serviços continuados de manutenção.

Inicialmente, foi realizada a retirada dos outliers dos conjuntos de dados de tempos entre chegadas e tempos de atendimento para cada um dos tipos de serviços de manutenção com base nos quais as solicitações estão classificadas, a saber: (1) instalações civis; (2) instalações elétricas; (3) instalações hidrossanitárias; (4) pintura; (5) forros; (6) cobertas; (7) marcenaria; (8) serralharia; (9) vidros. O tratamento dos dados foi desenvolvido de forma diferente para os tempos entre chegadas e tempos de atendimento, dado as peculiaridades de cada caso. Para os tempos entre chegadas foi realizada a análise individual dos dados e foram desconsiderados os períodos entre chegadas afetados por feriados nacionais, os quais provocaram em poucas situações o aumento discrepante dos tempos entre chegadas. Para o caso dos tempos de atendimento, foi empregado o método da amplitude interquartil. Após o tratamento dos dados, foram determinadas as medidas de posição (média, mediana, mínimo e máximo) e dispersão (desvio padrão e variância) para os tempos entre chegadas e tempos de atendimento de cada tipo de serviço.

Em seguida, para cada serviço propôs-se a determinação dos seguintes parâmetros de desempenho do sistema de filas: fator de utilização, número de solicitações de manutenção predial esperado no sistema de filas e valor esperado do tempo de espera na fila.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do caso de estudo

A Divisão de Manutenção Civil da UFPE possui, entre outras competências, a de promover a manutenção das edificações da instituição, sendo responsável pelo planejamento, contratação e fiscalização dos serviços de manutenção predial. Para lidar com o atendimento das demandas que lhes são pertinentes, a Divisão de Manutenção Civil é composta por oito profissionais que atuam de forma interna no recebimento, verificação e acompanhamento dos serviços de manutenção executados por empresas contratadas.

De forma mais específica, um assistente administrativo é responsável pelo recebimento e fechamento das solicitações no sistema, enquanto os demais profissionais atuam na gestão e fiscalização das contratações. Ainda que as atividades de manutenção preventiva façam parte das atribuições da Divisão de Manutenção Civil, estas não são executadas devido à escassez de mão-de-obra. De forma que o setor atua apenas no atendimento das solicitações de manutenção corretiva que são registradas no SIPAC.

Para atender às solicitações de manutenção, a Divisão de Manutenção Civil conta com uma contratação de serviços continuados de manutenção preventiva e corretiva de instalações elétricas, civis e hidrossanitárias com disponibilização de mão-de-obra em regime de dedicação exclusiva e fornecimento de materiais. O contrato teve início em 17 de novembro de 2021 e conta, em seu termo aditivo atual com 149 postos de trabalho. A versão inicial deste contrato apresentava 143 postos de trabalho.

Da Tabela 1, é possível verificar que atualmente ficam à disposição da Divisão de Manutenção Civil para a execução direta dos serviços de manutenção: 06 equipes de carpinteiro, 15 equipes de eletricitas, 15 equipes de encanadores, 01 equipe de gesseiro, 06 equipes de marceneiros, 09 equipes de pedreiros, 06 equipes de pintores, 02 equipes de serralheiros, 01 aplicador de manta asfáltica e 01 vidraceiro. Por uma equipe entenda-se a dupla formada por um profissional e um auxiliar. No período entre novembro de 2021 e novembro de 2022, no entanto, haviam 06 equipes de pedreiro.

A Divisão de Manutenção Civil não possui nenhuma ferramenta com embasamento técnico para auxiliar no dimensionamento dos postos de trabalho. As decisões são então tomadas com base na percepção dos

gestores em relação ao recebimento e atendimento das solicitações. Sendo fundamental destacar a insatisfação dos próprios gestores e da comunidade acadêmica em relação ao desempenho da manutenção predial na UFPE.

Tabela 1: Distribuição de postos de trabalho do contrato de prestação de serviços de manutenção

POSTOS DE TRABALHO	QUANTIDADE DE POSTOS		VALOR MENSAL INDIVIDUAL	
	NOV./21 A NOV./22	APÓS NOV./22	NOV./21 A NOV./22	APÓS NOV./22
Auxiliar de carpinteiro	06	06	R\$ 3.724,32	R\$ 4.150,87
Carpinteiro	06	06	R\$ 4.570,33	R\$ 5.096,68
Auxiliar de eletricista	15	15	R\$ 4.637,32	R\$ 5.158,33
Eletricista	15	15	R\$ 5.746,52	R\$ 6.398,34
Eletricista plantonista diurno	04	04	R\$ 5.510,60	R\$ 6.135,31
Eletricista plantonista noturno	04	04	R\$ 6.210,02	R\$ 6.921,14
Auxiliar de encanador	15	15	R\$ 4.656,42	R\$ 5.174,57
Encanador	15	15	R\$ 5.370,82	R\$ 6.128,36
Auxiliar de gesso	01	01	R\$ 3.724,32	R\$ 4.150,87
Gesso	01	01	R\$ 4.570,33	R\$ 5.096,68
Auxiliar de marceneiro	06	06	R\$ 4.174,22	R\$ 4.646,55
Marceneiro	06	06	R\$ 5.020,22	R\$ 5.592,37
Auxiliar de pedreiro	06	09	R\$ 3.724,32	R\$ 4.150,87
Pedreiro	06	09	R\$ 4.570,33	R\$ 5.096,68
Auxiliar de pintor	06	06	R\$ 4.174,22	R\$ 4.646,55
Pintor	06	06	R\$ 5.020,22	R\$ 5.592,36
Auxiliar de serralheiro	02	02	R\$ 4.174,22	R\$ 4.646,55
Serralheiro	02	02	R\$ 5.020,22	R\$ 5.592,36
Aplicador de manta asfáltica	01	01	R\$ 4.570,33	R\$ 5.096,68
Encarregado de eletricidade	02	02	R\$ 6.805,98	R\$ 7.588,75
Encarregado de hidráulica, civil e hidrossanitária	01	01	R\$ 5.629,81	R\$ 6.287,06
Encarregado geral	06	06	R\$ 5.629,81	R\$ 6.287,06
Engenheiro Civil	01	01	R\$ 20.154,85	R\$ 21.367,79
Engenheiro Eletricista	01	01	R\$ 26.007,54	R\$ 27.552,04
Almoxarife	02	02	R\$ 4.570,33	R\$ 5.096,69
Técnico em Edificações	05	05	R\$ 7.080,74	R\$ 7.923,96
Técnico em Segurança do Trabalho	01	01	R\$ 7.080,74	R\$ 7.923,96
Vidraceiro	01	01	R\$ 4.570,33	R\$ 5.096,68
Total	143	149	R\$ 749.550,07	R\$862.462,5

Fonte: Adaptado de UFPE (2023).

4.2 Análise das solicitações de manutenção predial

A coleta dos dados foi realizada no dia 27 de fevereiro de 2023. As solicitações utilizadas para determinar os parâmetros de entrada do sistema de filas foram registradas no período entre 01 de novembro de 2021 e 30 de novembro de 2022. Nesse contexto, 17.479 solicitações foram incluídas na análise. A Tabela 2 apresenta a distribuição das solicitações de acordo com a classificação de tipo de serviço.

Tabela 2: Distribuição das solicitações por categoria

TIPO DE SERVIÇO	CATEGORIA SIPAC	OCORRÊNCIAS	PERCENTUAL
Instalações elétricas	Elétrica	4984	28,51%
Instalações hidráulicas	Hidráulica	4104	23,48%
	Marcenaria	2889	16,53%
Instalações Civas	Coberta/Carp.	1380	7,90%
	Pintura	1575	9,01%
	Civil	1137	6,50%
	Vidraceiro	650	3,72%
	Serralharia	413	2,36%
	Aplicador Forros	347	1,99%

Fonte: Autoria própria (2023).

Contratualmente, a empresa de manutenção responsável pela execução dos serviços é obrigada a atender um mínimo de 70% das solicitações. Atualmente, aproximadamente 90% das solicitações estão registradas como “finalizadas”, ou seja, já tiveram sua execução teoricamente concluída. Essa taxa de atendimento, no entanto, vai na contramão da percepção dos usuários e dos próprios gestores da DMC em relação à dificuldade no atendimento de demandas.

Para determinar os tempos entre chegadas a serem utilizados como parâmetros de entrada do sistema de filas estruturado nesta pesquisa, inicialmente, foi realizado o tratamento dos dados. Na sequência, foram determinadas as estatísticas descritivas de posição e dispersão. A Tabela 3 detalha as estatísticas básicas para os tempos entre chegadas e tempos de atendimento.

Tabela 3: Estatísticas dos tempos entre chegadas e tempos de atendimento por tipo de serviço

PARÂMETROS / SERVIÇOS	ELÉTRICA	HIDRÁULICA	MARCENARIA	COBERTA	PINTURA	CIVIL	VIDRACEIRO	SERRALHARIA	FORROS
Tempos entre chegadas									
Nº de solicitações	4984	4104	2889	1380	1575	1137	650	413	347
Média	0,079	0,096	0,136	0,274	0,244	0,335	0,585	0,879	0,997
Desvio Padrão	0,380	0,425	0,502	0,711	0,685	0,768	1,091	1,309	1,531
Variância	0,144	0,181	0,252	0,505	0,469	0,589	1,187	1,709	2,337
λ (Chamados por dia)	12,650	10,469	7,370	3,651	4,091	2,984	1,711	1,138	1,003
Tempos de atendimento									
Nº de solicitações	4378	3363	2090	1142	1107	922	484	319	275
Média	12,823	17,172	25,843	54,544	62,205	48,591	52,329	54,310	27,327
Desvio Padrão	11,389	12,542	22,256	56,518	48,697	51,648	45,622	53,629	28,104
Variância	129,674	157,263	495,092	3191,469	2369,233	2664,600	2077,080	2867,035	786,969
μ (atendimentos por dia)	0,078	0,058	0,039	0,018	0,016	0,021	0,019	0,018	0,037

Fonte: Autoria própria (2023).

Para os tempos de atendimento das solicitações, observa-se que os serviços de elétrica foram o que apresentaram o menor tempo de atendimento que apresentou uma taxa média de aproximadamente 13 dias para o atendimento de uma solicitação (Tabela 3). O serviço de pintura, em contrapartida, apresentou o maior tempo para atendimento de uma solicitação com uma média de 62 dias (Tabela 3).

4.3 Estruturação do sistema de fila

Para determinação dos parâmetros de desempenho, adotou-se o modelo de fila M/M/s, tal qual utilizado por Kim, Ham e Kim (2021) e Ham et al. (2020) para dimensionar equipes de trabalho. Para o modelo M/M/s, a condição de estado estável é dada pela ocorrência de um fator de utilização (ρ) inferior à 1. Se a taxa média de chegadas é maior ou igual ao produto entre o número de atendentes e a taxa média de atendimentos, de modo que a taxa média de chegada exceda a taxa média de terminos de atendimento máxima; a fila cresce sem limites. Assim, a Tabela 4 apresenta os valores do coeficiente de utilização para os parâmetros de entrada coletados. Observa-se que para o caso em estudo, as filas de todos os tipos de serviço crescem indefinidamente, não sendo possível determinar os parâmetros de desempenho da fila via aplicação do modelo M/M/s da Teoria das Filas.

4.4 Discussões

Os resultados obtidos evidenciam que apesar das análises desenvolvidas pelos gestores da manutenção da UFPE, que avaliam apenas o número de solicitações finalizadas; demonstrarem um elevado nível de atendimento, a análise do sistema via Teoria das Filas constata a insuficiência da atual configuração do contrato de manutenção da Divisão de Manutenção Civil para viabilizar o atendimento de solicitações dentro

de um prazo de tempo que não provoque crescimento indefinido de solicitações em espera. Este cenário se mostra alinhado à insatisfação da comunidade acadêmica com a execução das atividades de manutenção predial e ajuda na identificação de gargalos.

Tabela 4: Fator de utilização por tipo de serviço

Serviço / Parâmetro	Número de atendentes (s)	Taxa média de chegada (λ)	Taxa média de atendimento (μ)	Fator de utilização (p)
Elétrica	15	12,650	0,078	10,812
Hidráulica	15	10,469	0,058	12,033
Marcenaria	6	7,370	0,039	31,496
Coberta	6	3,651	0,018	33,806
Pintura	6	4,091	0,016	42,615
Civil	6	2,984	0,021	23,683
Vidraceiro	1	1,711	0,019	90,053
Serralharia	2	1,138	0,018	31,611
Forros	1	1,003	0,037	27,108

Fonte: Autoria própria (2023).

Foi entender também por quê a análise por percentual é insuficiente para representar o estado de atendimento das solicitações. Percebe-se, por exemplo, que os serviços de pintura e marcenaria, recebem percentuais de solicitações equivalentes à 6,52% e 5,63%, respectivamente, do total de solicitações de manutenção registradas no período de janeiro de 2018 a fevereiro de 2023. Além disso, ambos os tipos de serviço dispõem de um total de 06 equipes de trabalho para executar as demandas. Em contrapartida, os tempos médios de atendimento das solicitações para os serviços de marcenaria e pintura são de 25,843 e 62,205 dias, respectivamente. Logo, fica clara a importância das análises por tempo de atendimento a fim de que seja dada a devida importância às diferentes complexidades de cada tipo de serviço que geram diferentes necessidades de tempo para atendimento das solicitações.

Um ponto de alerta observado diz respeito aos elevados tempos para atendimento das solicitações com o mínimo observado de aproximadamente 13 dias para os serviços de elétrica e o máximo de 62 dias para os serviços de pintura. Adotando como base os serviços de elétrica, a garantia da execução de apenas um serviço por dia promoveria a obtenção de um fator de utilização de 84,33%, um número de 15 solicitações de manutenção esperados no sistema e um valor esperado do tempo de espera na fila de 0,2 dias. Logo, observa-se a necessidade da criação de métricas diárias de atendimento de solicitações a fim de alavancar as taxas de atendimento de solicitações.

Cabe por fim evidenciar que o SIPAC apresenta limitações para o uso como uma ferramenta de gestão da manutenção e que somado a isto há falhas no processo de registro de informações no sistema. De forma que se entende que o uso de um software dedicado à gestão da manutenção poderia contribuir para a melhoria do entendimento da gestão da manutenção na UFPE e que há a necessidade de mudança de práticas por parte dos solicitantes e dos gestores da manutenção a fim de contribuir para o melhor funcionamento da gestão da manutenção. Logo, as falhas relacionadas ao registro de solicitações e as práticas de atendimento, que são afetadas pela indisponibilidade de recursos, identificadas na DMC tornam os dados extraídos do SIPAC questionáveis. Neste cenário, o conhecimento a priori de especialistas pode ser útil na determinação dos parâmetros da fila.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação sistemática da Teoria das Filas associada a análise de dados e a gestão da manutenção predial permite auxiliar no planejamento de rotinas de manutenção e na alocação de recursos, uma vez que os parâmetros obtidos pelo seu emprego fornecem embasamento técnico para justificar as decisões dos gestores. Os resultados obtidos nesta pesquisa reforçam a necessidade do uso de ferramentas teóricas para balizar o processo de contratação de equipes de manutenção predial, uma vez que a análise puramente atrelada ao percentual de atendimento de solicitações não implica em um nível desempenho satisfatório e permite crescimento indefinido de solicitações em espera para atendimento.

REFERÊNCIAS

- BHAT, U. N. **An Introduction to Queueing Theory: Modeling and Analysis in Applications**. Boston: Birkhauser, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HAM, N. et al. Optimal BIM staffing in construction projects using a queueing model. **Automation in Construction**, v. 113, 1 maio 2020.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to operations research**. Tenth ed. New Yor: McGraw-Hill Education, 2015.
- KIM, W. G.; HAM, N.; KIM, J. J. Enhanced subcontractors allocation for apartment construction project applying conceptual 4d digital twin framework. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 21, 1 nov. 2021.
- LABIB, A. W. A decision analysis model for maintenance policy selection using a CMMS. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 10, n. 3, p. 191–202, 2004.
- MA, Z. et al. Data-driven decision-making for equipment maintenance. **Automation in Construction**, v. 112, 1 abr. 2020.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- RASTEGARI, A.; GTO, V.; MOBIN, M. **Maintenance Decision Making, Supported By Computerized Maintenance Management System**. 2016 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS). **Anais...**2016.
- SHAH ALI, A. Cost decision making in building maintenance practice in Malaysia. **Journal of Facilities Management**, v. 7, n. 4, p. 298–306, 25 set. 2009.
- UFPE. **Consulta do Processo 23076.024390/2020-70**. Disponível em: <https://sipac.ufpe.br/public/jsp/processos/processo_detalhado.jsf?id=1003612>. Acesso em: 23 fev. 2023.
- ZENG, Z. et al. Antithetic Method-Based Particle Swarm Optimization for a Queueing Network Problem with Fuzzy Data in Concrete Transportation Systems. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 29, n. 10, p. 771–800, 1 nov. 2014.