

Análise de custos de manutenção predial em uma universidade federal brasileira com uso do modelo de Suavização Exponencial Simples (SES)

Rafael Fernando Batista Martins

Mestrado em Administração Universitária pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Engenheiro na Secretaria do Patrimônio da União - SPU
Avenida Costa e Silva, S/N. Bairro Universitário. Campo Grande/MS CEP: 79.070-900
E-mail: rafael.fb.martins@ufms.br

Márcia Maria dos Santos Bortolocci Espejo

Doutorado em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo - FEA/USP
Professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS
Cidade Universitária, Av. Costa e Silva. Pioneiros/MS. CEP: 79.070-900
E-mail: marcia.bortolocci@ufms.br

RESUMO

Na UFMS existem cerca de 280 ordens de serviços emitidas, no período de 2018 a 2022, com serviços de manutenção predial realizados na Cidade Universitária, que foram classificadas e quantificadas na tentativa de traçar um prognóstico a partir de modelos estatísticos existentes. O objetivo deste trabalho foi verificar se o modelo de Suavização Exponencial Simples (SES) pode ser usado como ferramenta estatística para análise dos custos de manutenção predial em instalações educacionais de nível superior. Foi realizada a avaliação quanto à presença de *missings* e possíveis *outliers*, bem como uma decomposição da série temporal, com a utilização da ferramenta computacional RStudio, para se obterem os gráficos com os quais poderão ser avaliadas a tendência, a sazonalidade, e o erro associados. Como principal resultado, tem-se que é possível prever os custos de manutenção com uso do modelo de SES, de forma que o montante de custos previsto seja equiparado com os custos efetivamente demandados.

Palavras-chave: Manutenção predial. Série temporal. Orçamento Público. Análise de custos.

Building maintenance costs analysis in a brazilian federal university using the Simple Exponential Smoothing model (SES)

ABSTRACT

At UFMS there are around 280 Service Orders issued with building maintenance services and carried out in the University City, from 2018 to 2022. These orders were

classified and quantified in an attempt to establish a prognosis based on existing statistical models. The objective of this work was to verify if the Simple Exponential Smoothing (SES) model can be used as a statistical tool to analyze building maintenance costs in higher education institutions. An evaluation was carried out regarding the presence of missings and possible outliers, as well as a decomposition of the time series, using the RStudio computational tool, to obtain graphs with which the trend, seasonality, and associated error can be evaluated. As a main result it is possible to forecast maintenance costs using SES model, so that the amount of costs forecast is almost equal to the amount of costs effectively demanded.

Keywords: Building maintenance. Time-series. Public budget. Cost analysis.

Análisis de costos de mantenimiento de edificios en una universidad federal brasileña utilizando el modelo de Suavizado Exponencial Simple (SES)

RESUMEN

En la UFMS hay cerca de 280 Órdenes de Trabajo emitidas, de 2018 a 2022, con servicios de mantenimiento de edificios realizados en la Cidade Universitária, que fueron clasificados y cuantificados en un intento de hacer un pronóstico a partir de los modelos estadísticos existentes. El objetivo de este trabajo fue verificar si el modelo Simple Exponential Smoothing (SES) se puede utilizar como una herramienta estadística para analizar los costos de mantenimiento de edificios en las instalaciones de educación superior. Se realizó una evaluación cuanto a la presencia de datos faltantes y posibles valores atípicos, así como una descomposición de la serie temporal, utilizando la herramienta computacional RStudio, para obtener gráficos con los que se pudiera evaluar la tendencia, estacionalidad y error asociado. Como resultado principal, es posible predecir los costos de mantenimiento utilizando el modelo SES, de modo que la cantidad esperada de costos se equipare con los costos demandados.

Palabras clave: Mantenimiento de edificios. Series de tiempo. Presupuesto público. Análisis de costos.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, de acordo com Abreu (2012), predominam duas realidades no que tangem às práticas de manutenção das edificações: a quase ausência de manutenção, refletindo assim uma falta de cultura de conservação e preservação dos edifícios; e o uso de métodos inadequados de manutenção, ainda baseadas em ações de ordem corretiva ou preventivas insuficientes para gerar previsões que se antecipem a tomada de decisão sobre os eventos que inevitavelmente acometem as edificações ao longo do tempo.

Beltrão, Dorneles e Neves (2020) destacam que a utilização de metodologias de previsão, ou projeção, de custos de obras vem sendo aplicada em diversos países com objetivo de auxiliar no processo de contratações de obras públicas, sendo que a projeção de custos com qualidade e confiabilidade é essencial para o planejamento de toda a gestão e o processo de uso dos recursos federais, além de propiciar maior economicidade ao erário.

Especificamente, o modelo de Suavização Exponencial Simples (SES) pode contribuir para a análise da série temporal por ser um método adequado para previsão de dados que não possuem uma tendência ou padrão de sazonalidade muito bem definidos (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

Atualmente não existe uma metodologia bem definida para alocação dos recursos no custeio da manutenção e, conseqüentemente, incorre-se no risco de superestimar os valores alocados, causando ineficiência no uso dos recursos e superposição de contratos ao longo dos anos.

Nesse sentido, Amaral (2003) considera que as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) gastam em média 80% do orçamento com despesas de pessoal, enquanto o gasto com custeio (que inclui os serviços de manutenção) não chega a 2%.

Segundo Lordsleem e Morais (2019), os registros de manutenção devem ser mantidos para uma implementação efetiva de um programa de manutenção, enquanto Siqueira (2014) diz que manter os registros de uma forma organizada é uma importante ferramenta de planejamento e execução dos serviços de manutenção futuros.

Na Tabela 1 são apresentados os Orçamentos Gerais da União (OGU) e a parcela destinada à Educação, incluindo nesse caso os recursos distribuídos tanto ao Ensino Superior, quanto à Educação Infantil, Básica e Profissional (quando custeados pelo Governo Federal), para se ter uma ideia do vulto do orçamento da educação.

Tabela 1

Parcela do orçamento destinada à Educação no OGU (em R\$)

ANO	OGU	Educação	%	Varição (%)
2018	3,506 trilhões	78,04 bilhões	2,23	-1,97
2019	3,261 trilhões	81,75 bilhões	2,51	4,75
2020	3,564 trilhões	75,61 bilhões	2,12	-7,51
2021	4,180 trilhões	79,16 bilhões	1,89	4,70

Nota. Fonte: Andifes (2020).

Especificamente em relação ao Ensino Superior brasileiro, os números são um pouco mais modestos, estando da ordem entre 42% e 45% da parcela do orçamento destinada à Educação no OGU. Isso significa que o Governo Federal direcionou cerca de metade dos recursos destinados à Educação para o Ensino Superior, por ano, no período de 2018 a 2021, e que não representa necessariamente um montante satisfatório, Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior [ANDIFES] (2020).

Na Figura 1 é compilado em forma de gráfico de barras os valores ano a ano, de 2018 a 2021, para Manutenção de Bens Móveis e Imóveis de 5 (cinco) universidades federais brasileiras.

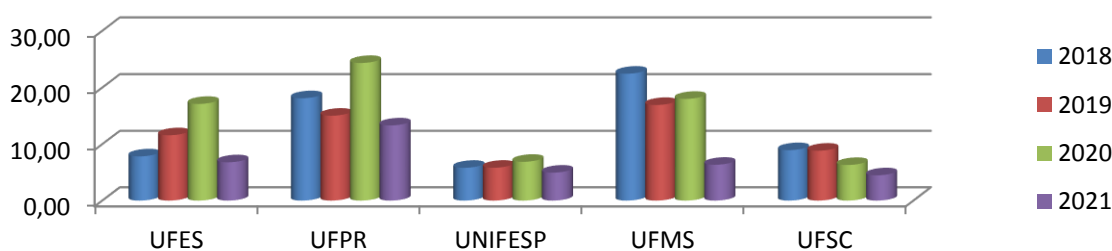


Figura 1. Manutenção de Bens Móveis e Imóveis (em R\$ milhões)

Fonte: Elaborada pelo autor.

Observa-se, porém, que não existe uma regularidade nos gastos ano a ano, entre as universidades elencadas, embora o ano de 2021 apresenta valores sempre menores comparados aos anos anteriores, em cada instituição, podendo ser atribuídos aos efeitos da pandemia de Covid-19 na vida universitária. Dessa forma, percebe-se que a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) apresenta gastos proporcionalmente muito maiores que a Universidade Federal de Santa Catarina, por exemplo, mesmo sendo uma instituição com população universitária

cerca de 46% menor e área construída 80% menor, nessa comparação com a universidade catarinense. Essa disparidade pode ser justificada pela ponderação de demandas na matriz de alocação dos recursos internos em cada universidade.

De acordo com Oliveira e Magalhães (2019), existem inúmeros fatores que influenciam na manutenção predial, tais como: uso de terceirização e alta rotatividade da mão de obra, a importância da avaliação das edificações para o processo decisório, ocorrência de orçamento insuficiente, gestão estratégica da manutenção e planejamento. Os maiores problemas referentes ao orçamento são os retrabalhos, as manutenções não planejadas e o planejamento deficiente, que impactam de forma negativa o processo de compra de materiais e contratação de serviços.

Murteira, Muller e Turkman (1993) destacam que as séries temporais são ditas sucessões cronológicas, sendo que uma sucessão cronológica é definida como um conjunto de observações feitas em pontos ou períodos cronologicamente sucessivos durante um determinado intervalo ou conjunto de intervalos. Esses conjuntos de dados observados sequencialmente ao longo do tempo, inclusive, podem ser constantes ou não (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

2 METODOLOGIA

Quanto à abordagem utilizada nesta pesquisa, pode-se dizer, que ela é do tipo quali-quantitativa, ou seja, possui simultaneamente uma abordagem qualitativa e quantitativa. Para Cooper e Schindler (2016), a pesquisa qualitativa inclui técnicas interpretativas que procuram descrever ou apreender o significado, e não a frequência, de certos fenômenos, e suas técnicas são usadas no estágio de levantamento ou na análise de dados em um projeto de pesquisa e, nesse caso, serão usadas para obter dados de uma instituição de ensino superior. Ao passo que, numa abordagem quantitativa, tenta-se fazer uma mensuração precisa de algo, procurando-se imergir no fenômeno a ser estudado, reunindo dados que descrevem algum fato, para se testar alguma teoria. Por exemplo, verificar a possibilidade de se prever os custos de manutenção com uso de técnicas estatísticas.

Vergara (2016) destaca que uma pesquisa é documental quando o levantamento de dados é feito em documentos internos de órgãos públicos ou

privados de qualquer natureza, sendo esses documentos, por exemplo: registros, anais, regulamentos, memorandos, balancetes, banco de dados e outros.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa não-experimental. Dessa forma, o fenômeno a ser pesquisado se processa dentro de um contexto observado, sendo que uma premissa adotada nesta pesquisa é a de que todos os sistemas de custo podem prever custos futuros.

A manutenção predial na UFMS é realizada efetivamente por meio da emissão de Ordens de Serviço (OS), elaboradas pela Secretaria de Manutenção (SEMAN), que representam os prazos e custos envolvidos em cada serviço de manutenção predial.

Foram reunidos na base de dados 10 (dez) grupos de serviços dentro das OS durante o período analisado, agrupados segundo a afinidade das características por tipo de serviço (por exemplo, desentupimentos e vazamentos de água e esgoto dentro do grupo “Hidráulica”), de maneira que se obtivessem os custos de cada grupo, e pela soma desses grupos, aferir o montante dos custos de manutenção, para cada bimestre.

Os subgrupos são apresentados a seguir: (1) Pinturas, de paredes, teto, piso, esquadrias e locação de andaimes; (2) Hidráulica, representada por peças, desentupimentos, vazamentos e demolições para possibilitar os serviços; (3) Forros, com remoção, demolição, troca e execução de novos elementos; (4) Esquadrias, compreendendo fechaduras, remoção e colocação de vidros, portas, instalação de guarda-corpo e corrimãos; (5) Pisos, com demolição, troca, recomposição e limpeza de revestimento cerâmico; (6) Telhados, com a troca de telhas, execução de impermeabilizações, manutenções gerais de telhados e calhas; (7) Divisórias, compreendendo colocação e retiradas de gesso acartonado (*drywall*), naval e vidro; (8) Calçadas, incluindo a demolição, recomposição, execução de acessibilidade e meio-fio; (9) Alvenaria, representada pela execução de panos de blocos, bancadas, argamassas e juntas.

Por fim, é apresentado um subgrupo denominado Diversos (10), compreendendo serviços que por sua especificidade de vulto e singularidade, não se enquadram nas categorias anteriores. Como exemplo, tem-se: revisão da passarela de madeira do Lago do Amor; pinturas de quadras poliesportivas; troca de carpete do Teatro Glauce Rocha; base nova do Paliteiro e a desmontagem parcial da antena da

Rádio UFMS (danificada por um vendaval que atingiu Campo Grande e quase metade do estado de Mato Grosso do Sul em 14 de outubro de 2021).

Na Figura 2, é apresentada a representatividade de cada grupo de serviços utilizados para elaboração da série temporal de custo da manutenção predial na UFMS, de maneira que podem ser verificadas as predominâncias dos grupos (1) Pinturas, (10) Diversos e (6) Telhados, respectivamente, correspondendo a 68,66% do total da alocação orçamentária da manutenção predial, no decurso do período analisado, em valores corrigidos.

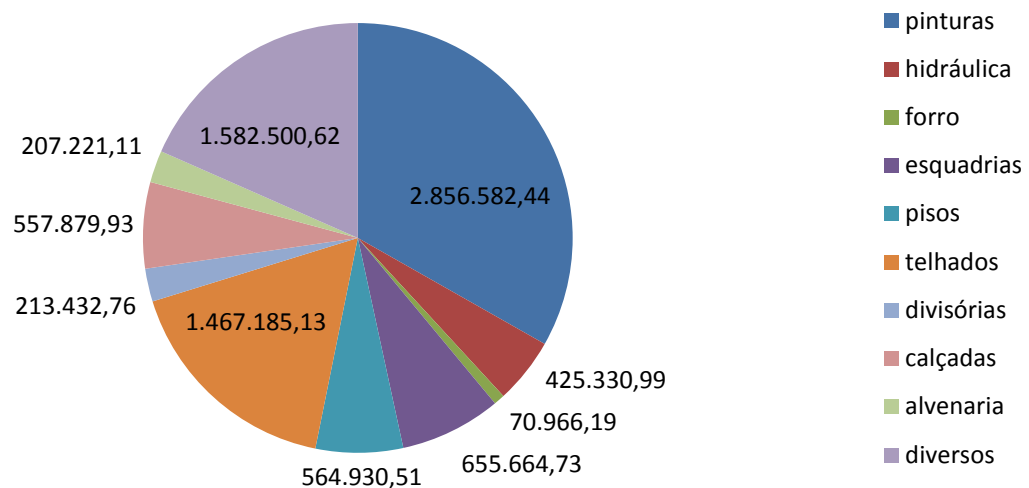


Figura 2. Representatividade por grupo de serviço (em R\$)

Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2018/2021).

Os custos de cada grupo foram corrigidos pela somatória dos percentuais do Índice Nacional de Custos da Construção (INCC), utilizando como mês de referência abril de 2022, levando-se em conta a data-base de utilização dos custos do SINAPI, por ano, que é por força de cláusula contratual, estipulada como a data de assinatura do contrato de prestação de serviço de manutenção.

É importante a execução dessa correção pelo índice oficial de inflação no setor de construção civil, elaborado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), para se evitem distorções observadas não tratáveis no gráfico de custo da manutenção predial no período de estudo.

O vulto corrigido das OS elaboradas nos contratos de 2018 a 2021 em manutenção predial perfaz o montante de R\$ 8.601.694,42 e são apresentados ano a ano na Tabela 2.

Tabela 2

Valores corrigidos pelo INCC por ano

ANO	VALOR (R\$)	ÍNDICE (%)	DATA-BASE
2018	3.068.695,49	35,51	JAN/2017
2019	3.202.635,04	30,14	JUN/2018
2020	429.428,98	21,77	JUL/2020
2021	1.900.934,91	15,01	JAN/2021

Nota. Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2018/2021).

Um total de 229 (duzentos e vinte e nove) Ordens de Serviços foram analisadas, de modo que se separassem os serviços por custos bimestrais, no período de 4 (quatro) anos, formando uma base de dados com 24 valores. Dessa forma, pode-se obter a soma do custo bimestral corrigido pelo INCC, ano a ano, dentro do período de observação, para montar uma base de dados passível de análise com uso de série temporal. Na Tabela 3, são apresentados os dados obtidos para formar a série temporal inicial a ser estudada, com os custos divididos por bimestre.

Tabela 3

Custo da manutenção predial 2018/2021 (em R\$)

ANO	BIMESTRE					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º
2018	-	634.049,73	444.308,26	1.212.428,50	556.722,74	221.186,25
2019	-	224.917,66	620.034,32	691.860,43	542.001,52	1.123.821,12
2020	-	-	-	57.818,66	110.455,68	261.154,64
2021	92.660,19	296.866,37	187.259,62	1.024.921,72	220.816,88	78.410,14

Nota. Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2018/2021).

Observa-se na Tabela 3 (que serve de base para elaboração do gráfico da Série 1) que os primeiros bimestres de cada ano geralmente não apresentam serviços sendo realizados, pois é o período do ano em que os contratos estão sendo finalizados e os recursos sendo colocados à disposição do setor de manutenção predial. A

exceção se faz pelo 1º bimestre de 2021, ano em que houve uma sobreposição de contratos devido ao prolongamento da vigência do contrato de 2020, devido ao atraso do início dos serviços pela liberação tardia dos recursos por parte do Governo Federal.

O estudo está restrito geograficamente às manutenções prediais realizadas na Cidade Universitária, localizada no Bairro Universitário do município de Campo Grande, por ser o maior campus da UFMS em área construída e em número de alunos, bem como deter o maior orçamento para manutenção predial e possuir um histórico de manutenção bem consolidado, desde o ano de 2018.

Na Figura 3, é apresentado o gráfico de custo da manutenção predial na UFMS. Esse gráfico será utilizado para a decomposição da série temporal, análise e tratamentos que permitam a avaliação quanto à possibilidade da previsão dos custos de manutenção predial. Para comparação da previsão com o resultado efetivo dos custos de manutenção predial, foram utilizados os 3 (três) bimestres iniciais do ano de 2022, ou seja, o 1º semestre.

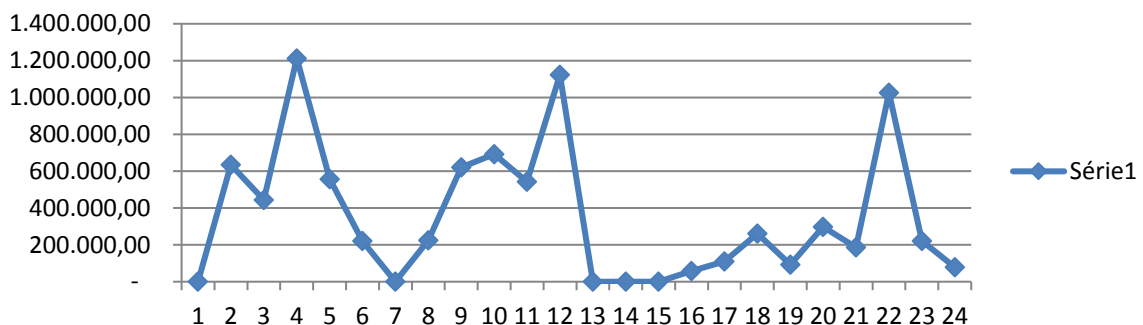


Figura 3. Série de custo da manutenção predial na UFMS

Fonte: Elaborada pelo autor no Excel.

A seguir, apresentam-se os gráficos resultantes da decomposição da série temporal de custo da manutenção predial (série 1) pelo modelo aditivo por meio do *software* RStudio. Deu-se preferência para o modelo aditivo pela presença de valores nulos na série original, o que comprometeria uma análise pelo modelo multiplicativo. Ademais, pelo fato da série 1 não possuir uma quantidade de dados amostrais em grande número (apenas 24 observações), subentende-se uma análise com a ausência do fator ciclo.

A primeira janela da Figura 4 representa a série temporal original, enquanto a segunda, terceira e quarta janelas representam, respectivamente, as componentes de tendência, sazonalidade e erro.

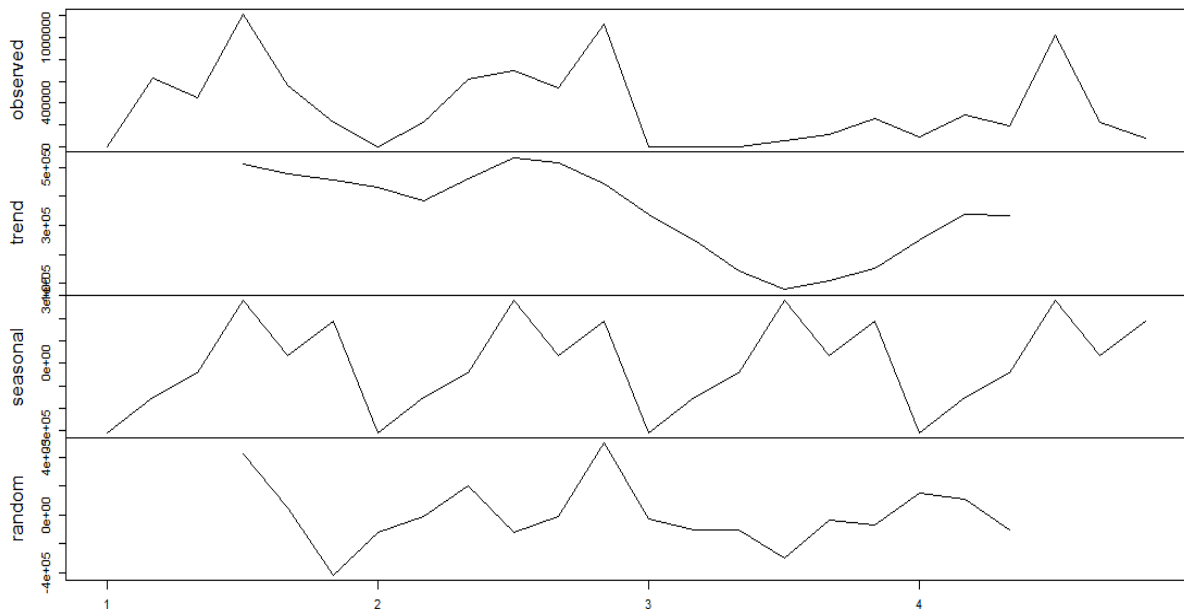


Figura 4. Decomposição da série temporal de custo da manutenção

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio.

Tendo-se, portanto, apenas uma variável para estudo, ou seja, o custo da manutenção predial no período especificado, sugere-se a aplicação de um modelo univariado.

Na parte prática do estudo foi realizada uma avaliação quanto à presença de *missings* (pontos faltantes), bem como um tratamento da base de dados quanto à presença de possíveis *outliers* (pontos discrepantes no gráfico), que podem comprometer a análise da série.

Nesse ponto, um esclarecimento se faz pertinente no que diz respeito à natureza dos custos hora analisados por meio da série temporal. Ocorre que os custos para cada bimestre, utilizados na série temporal, representam a soma das demandas dos serviços em manutenção predial, e não necessariamente os custos efetivamente efetuados pela SEMAN, ocasionados no momento das medições e pagamento de cada Ordem de Serviço.

Essa simplificação é útil, uma vez que seria necessário analisar as planilhas de pagamentos, que são da ordem de 3 ou 4 vezes o quantitativo das Ordens de

Serviço, pois as medições são geralmente feitas em parcelas para um mesmo serviço. Dessa maneira, um quantitativo enorme de tempo é economizado, não desmerecendo a análise estatística que se procede na parte prática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na UFMS, o processo de levantamento de demandas segue 3 (três) fluxogramas distintos e complementares. Prioritariamente, durante o período estudado, as demandas chegavam à SEMAN via sistema de solicitações da Pró-Reitoria de Administração e Infraestrutura (PROADI) por meio de *login* no *site* da Universidade. Dessa forma, somente os servidores e docentes tinham a possibilidade de solicitar serviços de manutenção. Na presente data, o serviço de solicitações foi modernizado e passou a utilizar um aplicativo colaborativo denominado COLAB, onde os usuários (incluindo o corpo discente) podem realizar solicitações de serviços na Cidade Universitária e no campus de Três Lagoas diretamente por meio do aplicativo no celular, mantendo-se o sistema eletrônico interno para os demais campi.

A segunda maneira de levantamento das demandas em manutenção é pela observação e análise do espaço edílico da Universidade pelos técnicos em manutenção predial lotados na SEMAN, que têm autonomia para avaliar a necessidade e propor alterações nos diferentes espaços físicos. Complementarmente, a terceira via de demandas de serviços em manutenção são os serviços propostos diretamente pela direção da PROADI, antecipando as necessidades de utilização e solicitações primordiais dos diversos setores que compõem a Cidade Universitária.

Portanto, são apresentados gráficos de barras que contêm a porcentagem representativa de cada um dos 10 grupos de serviços especificados, por bimestre e por ano, na tentativa de se identificar esses possíveis *outliers*. Os gráficos resultantes, acompanhados de uma breve análise, são apresentados nas Figuras 5, 6, 7 e 8, a seguir.

Análise de custos de manutenção predial em uma universidade federal brasileira com uso do modelo de Suavização Exponencial Simples (SES)

Rafael Fernando Batista Martins

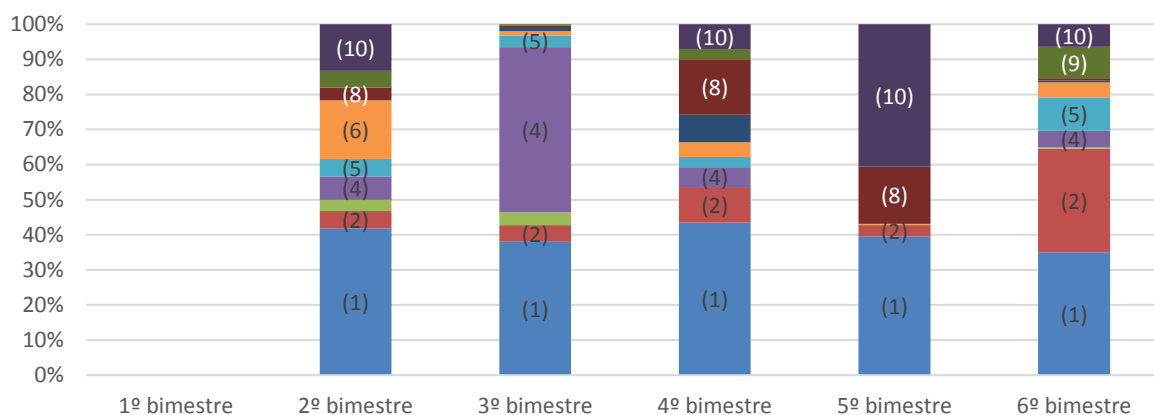


Figura 5. Distribuição dos custos por bimestre em 2018

Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2018/2021).

No ano de 2018, nota-se uma predominância ao longo do ano dos serviços de pinturas (1), acompanhados pela execução e recomposição de pisos (5) e calçadas (8), bem como a manutenção de telhados (6). Observa-se, contudo, uma forte alocação de recursos em esquadrias (4) no 3º bimestre, o que, após análise da OS nº 87 (Manutenção UFMS Restaurante Universitário) se verificou que corresponde à troca das portas e janelas por novos elementos em vidro temperado. Portanto, uma manutenção de melhoria, e não um *outlier*.

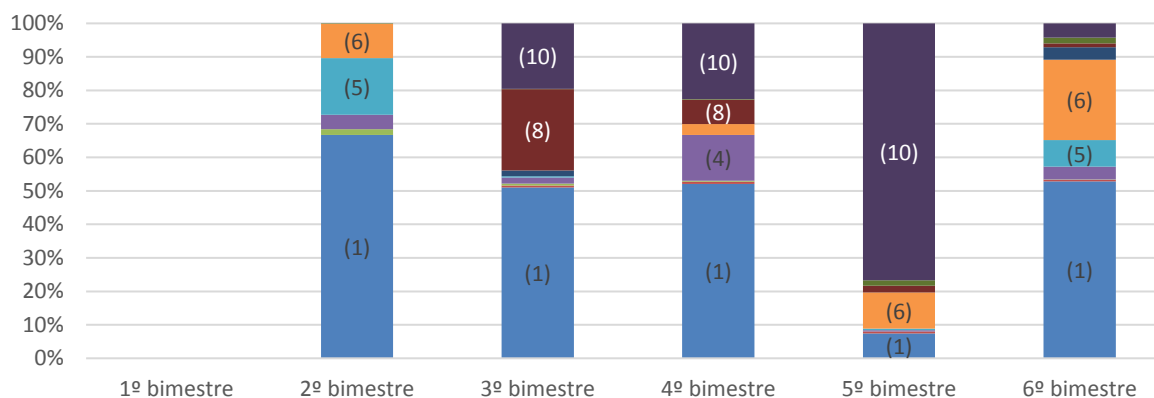


Figura 6. Distribuição dos custos por bimestre em 2019

Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2018/2021).

Para o ano de 2019, verifica-se uma continuidade dos serviços de pintura (1) e manutenção de telhados (6) e calçadas (8), com uma forte alocação de recursos em serviços diversos (10) no 5º bimestre. Após verificação, esse ponto discrepante se trata da OS nº 74 (Telhamento Novo FAENG) que prevê a retirada de 2.120 m² de

telhas de fibrocimento e troca por telha metálica termoacústica trapezoidal, serviço que até a presente data não foi executado. Portanto, trata-se de um *outlier* de R\$ 415.932,31 em custo com valor corrigido para abril de 2022.

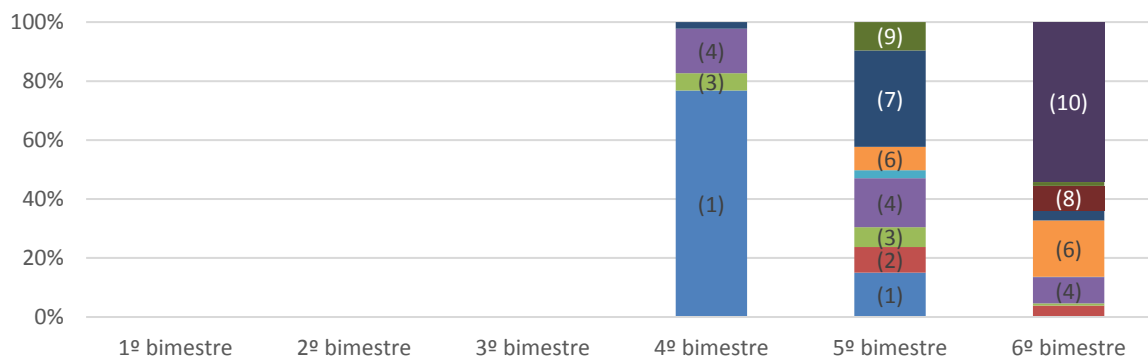


Figura 7. Distribuição dos custos por bimestre em 2020

Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2018/2021).

Já em 2020, nota-se um padrão atípico no lançamento das demandas em manutenção predial da SEMAN. Têm-se 3 (três) bimestres sem emissão de OS. O primeiro bimestre, assim como nos anos anteriores, trata-se de uma sazonalidade, em que os recursos são alocados somente após a liberação pelo setor responsável pelo ordenamento financeiro. Já no 2º e 3º bimestres ocorreu um bloqueio na liberação de recursos pelo Governo Federal, o que acabou resultando no ano com menor quantidade de recursos financeiros disponíveis. Nesse caso, pode-se considerar como *missings*, que serão tratados mais adiante nesta subseção.

Outro ponto importante a ser considerado nesse ano é a grande representatividade de serviços diversos (10) no 6º bimestre. Mais uma vez, reportando à Tabela 3 com os custos por OS, por bimestre e por ano, tem-se que se trata do serviço da execução da base nova do Paliteiro, apresentado no Quadro 3 como exemplo de EAP, e que perfaz o valor corrigido de R\$ 113.441,83 com 21,77% de ajuste.

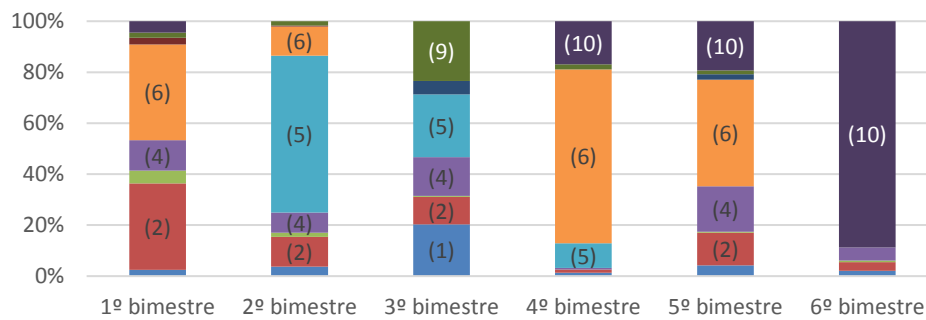


Figura 8. Distribuição dos custos por bimestre em 2021

Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2018/2021).

Finalmente, o ano de 2021 mostra uma boa dispersão em termos de diversidade na alocação dos recursos, sendo bem distribuídos entre os 10 (dez) grupos. Nota-se, porém uma maior preocupação com a manutenção de telhados (6), tendência que deve se manter no curto prazo na manutenção predial da UFMS, e diminuição proporcional da alocação dos recursos em pinturas (1). Ademais, tem-se no 6º bimestre uma grande porcentagem relacionada aos serviços diversos (10), com 88,7% do total das demandas no período. Após verificação, comprovou-se que se tratam dos serviços de manutenção e desmontagem parcial da antena de rádio, avariada após um vendaval ocorrido em meados de outubro.

Um momento importante que pode ser avaliado nesse contexto é o da realização do evento da 71ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), ocorrido em Campo Grande e sediado pela UFMS entre os dias 21 e 27 de julho de 2019, no qual se pode verificar ao longo do 3º bimestre daquele ano uma predominância na execução de pinturas (1) e calçadas (8), bem como uma forte alocação em diversos (10) com a realização de melhorias na Esplanada do Moreirão (local inicialmente previsto para localizar os espaços reservados aos expositores), com demanda corrigida na ordem de R\$ 589 mil para esse conjunto de serviços.

Passa-se então ao tratamento de pontos faltantes (*missings*) no gráfico da série 1, já devidamente corrigida com a exclusão do *outlier* identificado (OS nº 74 Telhamento Novo FAENG) existente no 5º bimestre de 2019. Para tanto, será utilizado o pacote *imputeTS* do R, especializado em atribuir valores a pontos faltantes em séries temporais univariadas. O método de imputação utilizado é o de amostra aleatória, ou *Random Sample Imputation*, pois nesse caso se presume que não há relação entre a

ausência do valor e qualquer outro valor, observado ou faltante. Esses dados faltantes são considerados um subconjunto aleatório do conjunto de dados, pois foram causados por um fator externo ao levantamento das demandas em manutenção predial pela SEMAN.

O gráfico resultante, com o preenchimento dos pontos faltantes no 2º e 3º bimestres de 2020 (R\$ 728.167,60 e R\$ 861.083,70, respectivamente), é apresentado na Figura 9, onde está plotada a série 2, que representa a série 1 ajustada para os *outliers* e *missings*.

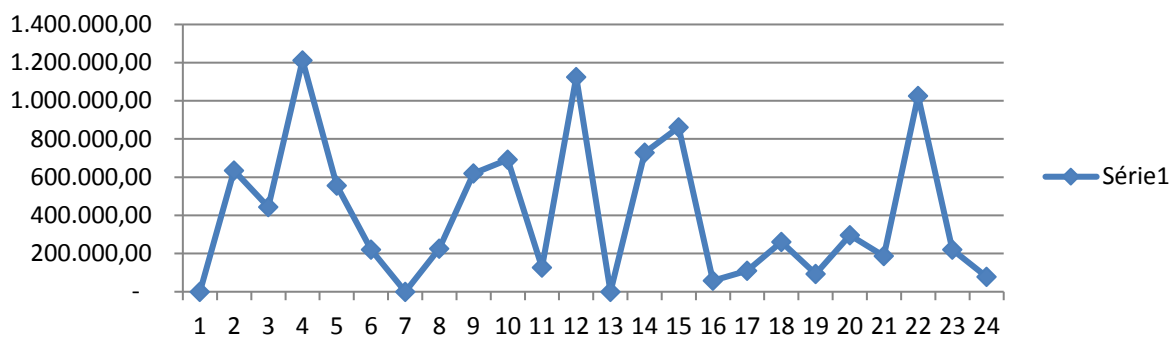


Figura 9. Série de custo da manutenção predial da UFMS ajustada

Fonte: Elaborada pelo autor no Excel.

Nas Figuras 10 e 11, são apresentadas a Série 2 ajustada por meio do modelo de SES, e a Série 2 com previsão de 3 passos à frente utilizando o modelo de SES, respectivamente, sendo que o parâmetro intervalo de confiança adotado utilizou-se do nível de 95% de confiança.

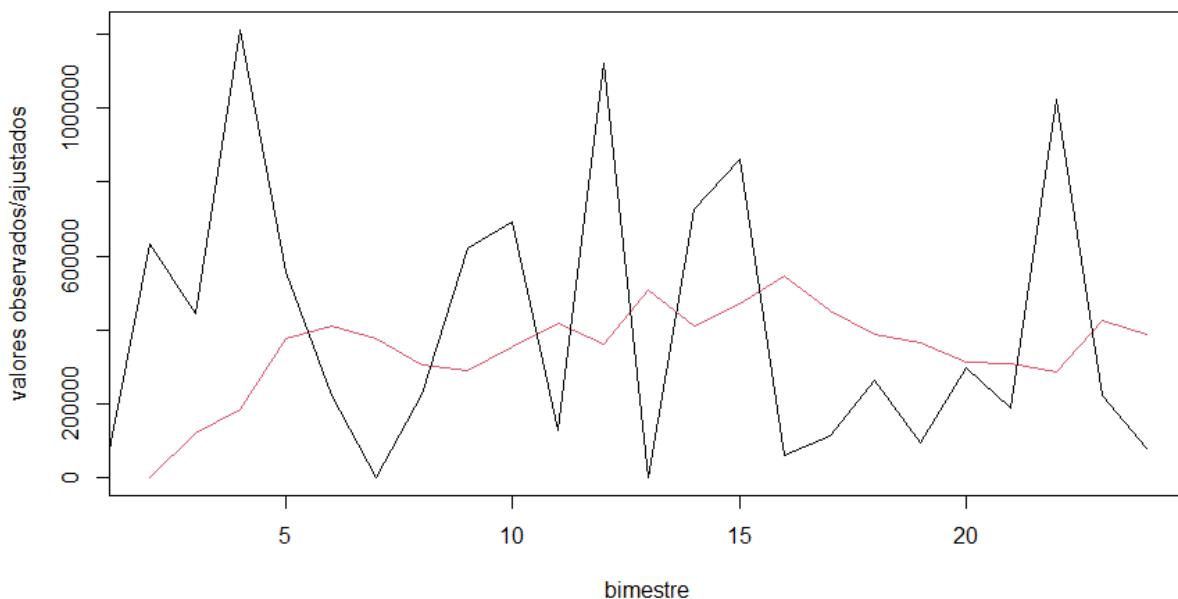


Figura 10. Série 2 ajustada por meio do modelo de SES

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio.

Observa-se, portanto, um padrão de comportamento que é obtido por meio da suavização exponencial da série, sendo que o valor previsto no programa para os 3 primeiros bimestres de 2022, quer seja R\$ 407.303,50 se aproxima em muito à média apresentada na série para os 24 bimestres analisados, ou seja, R\$ 424.622,70.

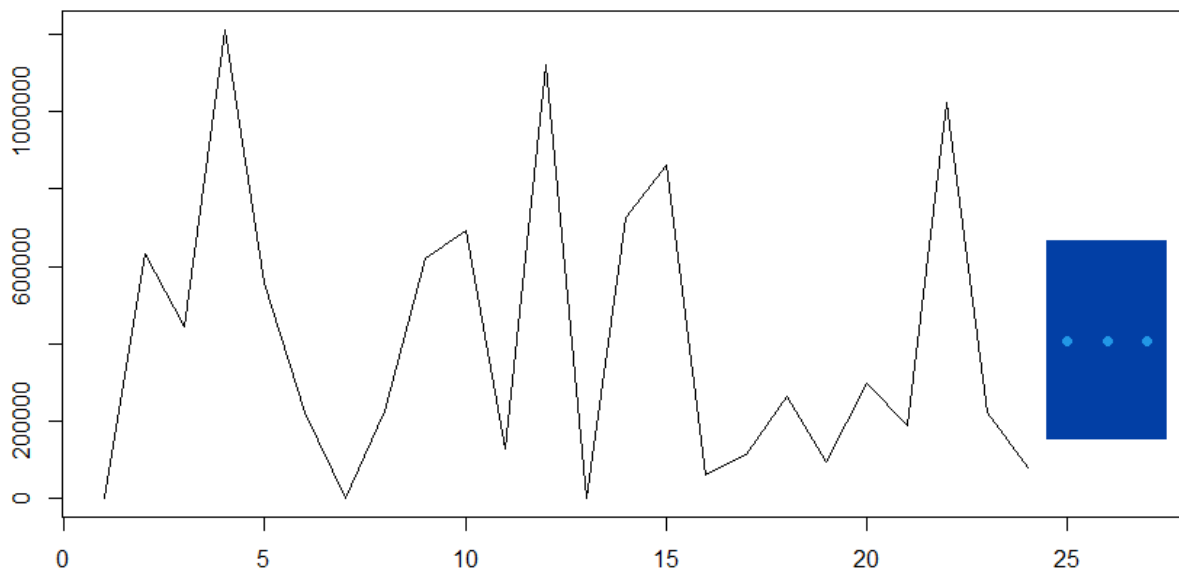


Figura 11. Série 2 com previsão de 3 passos à frente utilizando o modelo de SES

Fonte: Elaborada pelo autor no RStudio.

Com isso, tem-se para a previsão da série de custo da manutenção predial da UFMS ajustada (série 2), o valor de R\$ 407.303,50 que é constante devido ao tipo de modelo de suavização utilizado. Para o intervalo do nível de confiança especificado, tem-se como limite superior o valor de R\$ 1.158.587,00 e como limite inferior R\$ - 303.980,40. Os valores foram comparados com os valores realizados na manutenção predial para os 3 primeiros bimestres.

De um total de 54 (cinquenta e quatro) novas OS disponíveis analisadas - de modo que se separassem os serviços por custos bimestrais no período de 1 (um) semestre - forma-se uma nova base de dados com 3 valores bimestrais para o ano de 2022. Dessa forma, julga-se desnecessário obter a soma do custo corrigido por inflação ou deflação pelo INCC, dentro do período de observação, tomando como base o mês de abril de 2022, visto que a diferença percentual bimestral seria irrisória. Assim, pode-se simplesmente montar a base de dados passível de comparação a partir da previsão com uso de série temporal pelo modelo SES.

Foi identificado um *outlier* na OS nº 68 (Brinquedoteca) de valor R\$ 70.456,17 localizado no 3º bimestre do corrente ano, sendo que esse serviço executado como manutenção na antiga sede da Vigilância da Cidade Universitária na verdade deveria ser tratado como obra, com projeto e licitação próprias para a finalidade de uso a que se destina.

Na Tabela 4 são apresentados os custos da manutenção predial no 1º semestre 2022, que se encontram dentro do limite superior e inferior obtidos para a previsão da série de custos da manutenção predial, para um intervalo de confiança $c=95\%$.

Tabela 4

Custo da manutenção predial no 1º semestre de 2022 (em R\$)

ANO	BIMESTRE		
	1º	2º	3º
2022	232.352,13	259.535,56	613.254,15

Nota. Fonte: Banco de dados de manutenção predial da UFMS (2022).

Observa-se que os valores de custos realizados para os 3 bimestres de 2022 se encontram relativamente próximos do valor previsto na previsão da série 2, de R\$

407.303,50 (uma diferença máxima para mais de 50,6% no caso do 3º bimestre) sendo que todos os valores se encontram dentro do intervalo de confiança adotado e, portanto, satisfeita a premissa de que o modelo SES escolhido se ajusta adequadamente para previsão em função das características da série 2 analisada.

A discrepância observada no comparativo dos custos previstos e realizado, para o caso do 1º, 2º e 3º bimestres de 2022, é de R\$ 116.768,66 representada por uma diferença de uma centena de milhares de reais, aproximadamente. Dessa maneira, a soma dos valores previstos corresponde à soma dos valores realizados, para 1º semestre de 2022, sendo os valores considerados efetivamente previstos.

4 CONCLUSÃO

Para o caso do modelo SES utilizado, levando-se em conta inclusive trabalhos similares, por exemplo Carmona (2019), observa-se que o valor previsto geralmente se aproxima do valor médio aferido entre todos os valores da série temporal analisada. Observa-se que o montante de custo efetivamente demandado no 1º semestre de 2022, com os devidos tratamentos de *missings* e *outliers* (R\$ 1.105.141,84) é 90,44% do montante previsto para o mesmo período, pelo modelo SES, quer seja R\$ 1.221.910,50. Com isso, responde-se a questão de pesquisa, sendo provado que é factível prever o custo da manutenção predial da UFMS com o emprego do modelo de SES.

Assim sendo, um importante fator é adicionado ao planejamento da gestão orçamentária da universidade, pois atualmente ou a qualquer tempo, com o advento de cortes frequentes nos orçamentos das IFES por parte do Governo Federal, não é garantido que um empenho financeiro consolidado seja totalmente executado, sendo que os orçamentos, alocados por meio de Atas de Registros de Preços podem ser modificados e reajustados ao longo do ano, e a previsão dos custos da manutenção por meio estatístico ajudaria no processo de realocação interna dos recursos orçamentários, de forma que se mantivessem viáveis os serviços de manutenção predial no curto prazo (1 semestre), com uma possível justificativa técnica, por exemplo.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação da mesma metodologia para verificar se os custos de manutenção elétrica seguem o mesmo

padrão de previsão de custos que a manutenção predial, por meio de análise estatística.

Outra sugestão para um trabalho futuro é que, num horizonte de mais 4 (quatro) anos, com início no primeiro bimestre de 2022, seja refeita a previsão dos custos de manutenção predial, dessa vez se utilizando de custos efetivamente realizados para 48 (quarenta e oito) bimestres, tornando possível dessa forma uma análise estatística por um modelo de previsão de série temporal mais sofisticado, um modelo ARIMA, por exemplo, de modo que possam ser capturadas evidências de não estacionaridade, sazonalidade e ciclo na nova série temporal.

REFERÊNCIAS

- Abreu, W. G. (2012). Identificação de práticas sustentáveis aplicadas às edificações. (*Dissertação de Mestrado*). Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói, Rio de Janeiro.
- Amaral, N. C. (2003). *Financiamento da educação superior: Estado x Mercado*. São Paulo, Editora UNIMEP.
- Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (2020). *Série histórica do orçamento geral da União (OGU)*. Recuperado de: <https://www.andifes.org.br/?p=85000>. Acesso em: 31 mar. 2022.
- Beltrão, L. M., Dorneles, G. C., & Neves, C. E. (2020, novembro). Análise de séries temporais na projeção de custos de infraestrutura rodoviária: um estudo de caso utilizando custos médios gerenciais. *Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Brasil, 67.
- Carmona, P. H. (2019). Previsão dos custos de produção por intermédio de séries temporais. (*Dissertação de Mestrado*). Universidade Estadual Paulista, UNESP, São Paulo, SP.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2016). *Métodos de pesquisa em Administração*. Porto Alegre, Bookman.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice*. Melbourne, Australia, OTexts.
- Lordsleem Júnior, A. C., & Morais, G. A. (2019). Building maintenance management activities in a public institution. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(1), 85-103.

Murteira, B. J., Muller, D. A., & Turkman, K. F. (1993). *Análise de Sucessões Cronológicas*. Portugal, McGraw Hill.

Oliveira, A. G., & Magalhães, R. S. (2019, novembro). Gerenciamento da manutenção em universidades públicas federais: revisão bibliográfica. *Simpósio de Engenharia de Produção: Desafios da Engenharia de Produção no Contexto da Indústria 4.0*. Bauru, SP, Brasil, 26.

Siqueira, R. A. (2014). Estudo comparativo entre a manutenção predial preventiva (NBR 5674) e a manutenção real praticada pelos síndicos dos edifícios residenciais em Brasília. (*Trabalho de Conclusão de Curso*). Centro Universitário de Brasília, Brasília.

Vergara, S. C. (2016). *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo, Atlas.

Data de Submissão: 05/10/2023

Data de Aceite: 19/05/2024