

PRIORIZAÇÃO DE ORDENS DE SERVIÇO APLICANDO MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO: O AHP INTEGRADO AO PROMETHEE

SERVICE ORDER PRIORITIZATION APPLYING DECISION MAKING METHODS: AHP INTEGRATED WITH PROMETHEE

Luis Gabriel de Alencar* E-mail: Alves gabriel.alfs@urca.br

Frederico Romel Maia Tavares* E-mail: frederico.tavares@urca.br

Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça* E-mail: jeanne.sidrim@urca.br

Ana Karine Gomes Duarte* E-mail: karine.duarte@urca.br

*Universidade Regional do Cariri (URCA), Ceará, Brasil.

Resumo: O presente estudo de caso apresenta o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de gerenciamento de ordens de serviço em uma empresa provedora de *internet*, além da integração de recursos para priorização dessas ordens a partir da utilização de métodos de tomada de decisão multicritério. Dentre os métodos estudados, foram selecionados o método AHP e o método PROMETHEE. O método AHP é utilizado para os cálculos dos pesos dos critérios e o método PROMETHEE é aplicado em seguida para realizar os procedimentos de priorização das ordens de serviços utilizando os pesos obtidos anteriormente. O sistema foi desenvolvido e integrado a um algoritmo contendo os métodos de decisão para que as priorizações das OS tornem-se automáticas e sejam recalculadas a partir da criação de uma nova ordem de serviço. Os resultados da implementação do sistema foram obtidos por meio da análise das alterações e de entrevistas estruturadas realizadas com os principais funcionários sobre o impacto que o uso do *software* causou no seu cotidiano. Foi possível apontar melhorias, como aumento na organização empresarial e maior eficiência no atendimento dos clientes.

Palavras-chave: MDCA. AHP. PROMETHEE. Ordem de Serviço. Sistema de Gestão.

Abstract: This case study presents the development and application of a work order management system in an internet service provider company, as well as the integration of resources for prioritizing these orders through the use of multicriteria decision making methods. Among the methods studied, the AHP and PROMETHEE methods were selected. The AHP method is used to calculate the weights of the criteria and the PROMETHEE method is then applied to perform the prioritization procedures of the service orders using the weights previously obtained. The system was developed and integrated with an algorithm containing the decision methods so that the prioritizations of the service order become automatic and are recalculated when a new work order is created. The results of the system implementation were obtained through the analysis of the changes and structured interviews with key employees about the impact that the use of the software had on their daily lives. It was possible to point out improvements, such as an increase in business organization and greater efficiency in customer service.

Keywords: MDCA. AHP. PROMETHEE. Service Order. Management System.

1 INTRODUÇÃO

Todos os setores, incluindo manufatura, construção, químico, gestão de ativos de infraestrutura, extração de recursos e dentre outros, dependem de manutenção. O ato da manutenção inclui todas as etapas necessárias para garantir que uma peça do equipamento esteja em um estado que lhe permita executar uma função necessária com segurança e consistência. Este ato comumente, permaneceu como uma operação significativa do conhecimento humano, com as ordens de serviço descritas em texto servindo como os registros primários das atividades de manutenção realizadas (SEXTON *et al.*, 2018).

De acordo com Brundage *et al.* (2018), uma visão genérica de uma OS (Ordem de Serviço) é basicamente um conjunto de elementos. Estes podem ser os elementos de tempo calculados que representam a quantidade de tempo gasto na OS ao longo de vários períodos de tempo. Os elementos humanos que identificam as pessoas envolvidas e suas características na OS, como o operador, o técnico de manutenção e, em algumas situações, a pessoa que solicitou a ordem de serviço. Os elementos da máquina que são os componentes relacionados à máquina ou ao equipamento que precisa de manutenção. Os elementos de texto bruto que são compostos de explicações em texto livre que descrevem o problema, a causa e um relatório da OS. E, por fim, os elementos de *tag* que representam as ações realizadas e itens dentro de cada parte da OS, funcionando como um relatório do problema, efeito, causa ou solução.

Segundo Chen (2018), o planejamento de uma série de tarefas de manutenção para atender a certos requisitos é chamado de programação de ordens de serviço. A priorização e a programação são as duas fases mais importantes no gerenciamento de ordens de serviço. Para instalações industriais e negócios de manufatura, alguns pesquisadores usaram sistemas de categorização de equipamentos, modelos de programação de manutenção preventiva e sistemas de gerenciamento de ordem de serviço para priorizar as solicitações de reparo.

Claro (2013) ressalta que os gestores de empresas podem ter suas atividades complementadas com o uso de diversos sistemas de informação disponíveis, pois eles são essenciais para o apoio na tomada de decisões e atividades de trabalho que existem em diferentes níveis e funções organizacionais, sejam presenciais ou remotas. E quando se torna possível a integração desses diversos dados gerados

por várias fontes, onde possam ser transcritos em informações de fácil acesso como relatórios ou até mesmo para uma consulta simples, o processo de tomada de decisão torna-se extremamente saudável.

Para auxiliar no processo de tomada de decisão, muitos métodos foram desenvolvidos. Os métodos AHP, ANP, MAUT, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE e TOPSIS são os métodos de tomada de decisão multicritério mais populares e possuem *softwares* para facilitar o seu uso.

Ishizaka (2019) afirma que o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método extremamente útil, pois possui a vantagem da construção de uma hierarquia de critérios, o que proporciona aos usuários um melhor enfoque em critérios e subcritérios específicos na alocação dos pesos.

Os métodos de classificação parcial PROMETHEE I e a classificação completa PROMETHEE II, são métodos de tomada de decisão multicritério desenvolvido por Brans. O método PROMETHEE tem lidado com algumas aplicações bem-sucedidas em vários campos. O sucesso deste método deve-se principalmente às suas características matemáticas e especialmente à sua facilidade de uso. A estrutura de preferência do PROMETHEE é baseada em comparações de pares. Neste caso, é considerado o desvio entre a avaliação das duas alternativas nos critérios dados, onde o objetivo é reduzir ao máximo o número de incomparabilidade (BRANS; SMET, 2016).

Justifica-se a presente pesquisa através do desenvolvimento e aplicação de um *software* para o gerenciamento e a priorização das ordens de serviço utilizando a metodologia AHP-PROMETHEE como um facilitador para fornecer o nível de preferência das ordens de serviços, sendo o método AHP utilizado para o cálculo dos pesos dos critérios selecionados, para assim ser feita a integração dos pesos com o método PROMETHEE II para o ranqueamento e preferência das alternativas, permitindo uma melhoria no controle dos funcionários, e assim, proporcionando menos atrasos e uma maior eficiência no suporte técnico ao cliente.

A competitividade do mercado gera um grande impulso entre as empresas, fazendo com que elas invistam em inovação e também no seu principal desafio de manter-se no mercado, o uso de boas estratégias, não só ajuda na permanência no mercado, como também garante maior competitividade. É possível perceber que existe a demanda do uso de ferramentas tecnológicas que entreguem soluções

organizacionais para uma empresa que está crescendo. Dessa maneira, buscou-se reunir dados de modo a responder à seguinte questão de pesquisa: quais os principais benefícios da utilização do método multicritério de tomada de decisão AHP integrado ao PROMETHEE II na priorização de ordens de serviço em um sistema de gerenciamento?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas de Gestão

Silva (2018) descreve que, com o avanço da tecnologia, operações que antes eram feitas manualmente podem ser realizadas por computador, resultando na validação de campos e ferramentas que facilitam o trabalho dos técnicos da área de manutenção. Quando se trata de elementos organizacionais, um sistema de gerenciamento de ordens de serviço projetado corretamente pode fornecer uma maior segurança e confiabilidade de dados, bem como um trabalho eficiente e uma maior produtividade do local.

2.2 Métodos de Tomada de Decisão Multicritério

Em inúmeras áreas, a tomada de decisão multicritério é uma etapa inevitável. Os modelos são criados por cientistas para melhor compreender e descrever uma condição, eles também podem ser utilizados por razões mais ou menos práticas. Regularmente, é essencial comparar as coisas em tais modelos, principalmente para determinar se há uma ordem entre as alternativas ou se eles são aproximadamente semelhantes. De candidatos a programas de computador, de procedimentos médicos e prospecções e apostas, de serviços prestados a processos de fabricação, todos esses são exemplos de alternativas que podem ser consideradas na análise de decisão multicritério (MORETTI *et. al.*, 2016).

Para Roy (2016), mesmo quando um único tomador de decisão recebe a tarefa de solucionar uma análise decisória de um único critério, é incomum que essa pessoa tenha um único objetivo em mente. Como resultado, quando a análise decisória ocorre em um processo de tomada de decisões com várias partes interessadas, um único critério bem definido considerado aceitável por todas

alternativas para conduzir o processo é extremamente incomum. Esse procedimento geralmente é irracional. Cada alternativa tem um papel mais ou menos definido, prevalecendo seus próprios objetivos e sistemas de valores.

O conceito de “alternativa” refere-se à situação em que a modelagem é tal que duas ações possíveis separadas não podem ser implementadas simultaneamente. Essa exclusão mútua surge de uma abordagem de modelagem que trata sobre o objetivo da decisão ou a direção para a qual a análise de decisões está orientada de maneira geral. Muitos autores assumem implicitamente que as alternativas são mutuamente exclusivas por definição. No entanto, tal teoria não é necessária de forma alguma. Em muitas situações práticas de tomadas de decisão, pode ser mais adequado usar uma abordagem de modelagem diferente que permite que mais de uma alternativa seja executada simultaneamente (ROY, 2016).

2.2.1 Método AHP

Segundo Saaty (2016), o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método de medição relativa em escalas absolutas de critérios físicos e intangíveis com base na opinião de especialistas, bem como medições e dados atuais. A principal preocupação da matemática do AHP é como medir os intangíveis. Como a tomada de decisão é tão diversa, o AHP tem sido usado principalmente para decisões de vários objetivos, critérios e partes.

Almeida (2013) descreve que para a construção dos pesos dos critérios e também para a determinação das melhores alternativas, o AHP emprega uma abordagem hierárquica, fazendo a comparação de alternativas para cada critério usando uma técnica de comparação de pares. Isso é realizado por uma avaliação em uma escala semântica de cinco níveis, fornecida de forma aberta, com um total de nove níveis, caso o tomador de decisão não tenha absoluta certeza, são avaliados valores intermediários entre os cinco níveis. Além disso, os critérios são comparados entre si. Para todas as avaliações, a abordagem usa escalas de razão que permitem a avaliação de discrepâncias no julgamento dos valores determinados pelo decisor.

Quadro 1 – Escala de Comparação do Método AHP

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena	Este critério tem uma contribuição levemente maior em relação ao critério que está sendo comparado.
5	Importância normal	Este critério tem uma contribuição normalmente maior em relação ao critério que está sendo comparado.
7	Importância grande	Este critério tem uma contribuição fortemente maior em relação ao critério que está sendo comparado.
9	Importância extrema	Este critério tem uma contribuição extremamente maior em relação ao critério que está sendo comparado.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre os dois adjacentes julgamentos	Valores que podem ser utilizados caso o julgamento entre os dois critérios não tenha se encaixado em nenhuma das opções acima.

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

No entanto, com os resultados dos julgamentos, caso algum seja contraditório, a história muda drasticamente, porém, devemos aceitar julgamentos conflitantes por razões válidas. Por exemplo, em um determinado esporte, a equipe A vence a equipe B, e a equipe B vence a equipe C, mas a equipe C vence a equipe A. Se não tolerarmos a inconsistência, como permitiremos tal evento em nosso objetivo de tentar descrever o mundo real? Até agora, regulamos a inconsistência, que é um componente normal da tomada de decisões, presumindo axiomáticamente que ela não deveria existir, especialmente no contexto de transitividade. Somente quando a inconsistência é de uma ordem de magnitude inferior a 10%, os julgamentos podem ser considerados como aceitáveis na medição, caso contrário, a inconsistência distorce o resultado por um erro significativo equivalente ou superior à medição real (SAATY, 2016).

2.2.2 Método PROMETHEE

O método PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) não atribui uma utilidade absoluta a cada alternativa, seja globalmente ou por critérios. A estrutura de preferências do PROMETHEE é

construída em comparação com pares. A divergência entre as avaliações de duas alternativas sobre um determinado critério é levada em consideração nesta situação. Pequenos desvios farão com que o tomador de decisão atribua uma pequena preferência à melhor escolha, ou mesmo nenhuma preferência se considerar que a divergência é menor, porém, quando é visto que a divergência será maior, consequentemente teremos uma preferência maior (BRANS; SMET, 2016).

Segundo Almeida (2013), o método PROMETHEE apresenta-se como uma solução ideal para esses tipos de situações, por tratar-se de um método *outranking* (sobreclassificação). Isto significa que ele é baseado na comparação de para a par entre as alternativas, então não necessitam de uma análise para definir uma pontuação de cada critério, o que facilita a comparação entre elas. Cada critério deve receber seu peso [$w_k = (1, 2, \dots, n)$] para referir-se a sua importância, e deve-se normalizar variar de 0 a 1. A partir desses pesos obtidos, o $\pi(a, b)$ - que representam o grau de *outranking* da alternativa (a) sobre a alternativa (b) – é obtido a partir da seguinte equação.

$$\pi(a, b) = \sum_{k=1}^n P_k(a, b) \cdot w_k \quad (1)$$

Onde a soma dos pesos dos critérios, deve obedecer a Equação 2:

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1 \quad (2)$$

Agora, é necessário ranquear as n alternativas, onde existem dois fluxos: o fluxo de sobreclassificação de saída e o de entrada:

- Fluxo de sobreclassificação de saída $\phi^+(a)$ para a opção a, conforme é demonstrado na equação 3:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (3)$$

- Fluxo de sobreclassificação de entrada $\phi^-(a)$ para a opção a, conforme é demonstrado na equação 4:

$$\phi^{-}(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (4)$$

2.2.2.1 PROMETHEE I

No PROMETHEE I são obtidas duas pré-ordens: a $\phi^{+}(a)$ como pré-ordem decrescente e $\phi^{-}(a)$ como pré-ordem crescente. Essas duas pré-ordens produzem uma classificação parcial, a partir de três relações:

- Preferência (a P b) se:

$$\phi^{+}(a) > \phi^{+}(b) \text{ e } \phi^{-}(a) \leq \phi^{-}(b); \text{ ou}$$

$$\phi^{+}(a) = \phi^{+}(b) \text{ e } \phi^{-}(a) < \phi^{-}(b);$$

- Indiferença (a I b) se:

$$\phi^{+}(a) = \phi^{+}(b) \text{ e } \phi^{-}(a) = \phi^{-}(b);$$

- Incomparabilidade (a R b) se:

$$\phi^{+}(a) > \phi^{+}(b) \text{ e } \phi^{-}(b) < \phi^{-}(a); \text{ ou}$$

$$\phi^{+}(b) > \phi^{+}(a) \text{ e } \phi^{-}(a) < \phi^{-}(b).$$

Nessas circunstâncias, a classificação do PROMETHEE I deve ser feita com cautela, pois não decidirá qual alternativa é melhor. Cabe ao tomador de decisão aceitar a responsabilidade por suas ações (ALMEIDA, 2013).

2.2.2.2 PROMETHEE II

O PROMETHEE II consiste na classificação completa das alternativas, onde o tomador de decisão solicita esse tipo de classificação. É definido pelo fluxo líquido $\phi(a)$, que é obtido a partir de:

$$\phi(a) = \phi^{+}(a) - \phi^{-}(a) \quad (5)$$

De acordo com $\phi(a)$, as escolhas são ranqueadas de forma decrescente, estabelecendo uma pré-ordem das alternativas, de acordo com as relações:

- Preferência (a P b) se $\phi(a) > \phi(b)$;
- Indiferença (a I b) se $\phi(a) = \phi(b)$.

Deve-se observar que a ocorrência da relação de indiferença é muito pouco provável, o que leva geralmente a consideração de que o PROMETHEE II estabelece uma ordem completa (ALMEIDA, 2013).

2.3 Priorização de Ordens de Serviço

Mota (2020) demonstrou em um estudo de caso em uma empresa de transporte e logística que a importância dos itens e suas ordens de reparo devem ser avaliadas regularmente, uma escolha que é rotineira e consome o tempo dos funcionários desde o nível operacional até o estratégico. Como tais julgamentos podem ser duplicados, a abordagem de análise de decisão multicritério na priorização de ordens de serviço que considera as opiniões dos funcionários de diferentes níveis hierárquicos foi apresentada para aliviar o fluxo de informações e compatibilizar essa escolha com o objetivo da organização.

Foi percebida uma certa adaptabilidade dos tomadores de decisão em resposta às mudanças em suas estruturas decisórias ao longo do processo de escolha, com dois deles afetando os critérios do modelo mencionados por outros tomadores de decisão, ampliando sua análise. Além disso, foi feita uma mudança de objetivo de um dos critérios do tomador de decisão, o que acabou evidenciando um ajuste dessa política pactuado pelos demais (MOTA, 2020).

No estudo de Freitas (2018), sua proposta foi certificada pela instituição após incluir o monitoramento do prazo de entrega, e serviu para regular e priorizar suas ordens de serviço. Como resultado, pode-se observar a utilização dessa ferramenta para o monitoramento das ordens de serviço, pode ser reproduzida em diferentes modelos de priorização multicritério. Juntamente, foi possível perceber que todas as iniciativas enfrentam uma variedade de obstáculos, com muitos ajustes, e que isso não significa que o projeto falhou, mas sim que evoluiu para se tornar algo mais bem-sucedido.

3 METODOLOGIA

O presente estudo possui como uma finalidade de pesquisa aplicada, com natureza descritiva e exploratória conforme Miguel *et al.* (2012) que a define da seguinte forma: “A pesquisa descritiva é dirigida ao entendimento da relevância de certo fenômeno e descreve a distribuição do fenômeno na população.” E aponta a pesquisa exploratória da seguinte forma: “A exploratória ocorre nos estágios iniciais de uma pesquisa sobre um dado fenômeno, quando o objetivo é adquirir uma visão inicial sobre um tema e fornecer base para *survey* mais detalhada.”

A pesquisa foi realizada pelo método hipotético-dedutivo, com os resultados sendo apresentados de forma qualitativa, onde foram obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica, seguida por um estudo de caso único, que segundo Miguel *et al.* (2012) é compreendida como: “[...] um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos)”. Miguel *et al.* (2012) ainda afirma que: “A utilização de um caso único tem a vantagem de permitir um maior aprofundamento e maior riqueza na coleta de dados”.

Primeiramente, constatou-se a necessidade da elaboração de uma base teórica, obtida a partir de livros, artigos científicos e revistas, nas bases de dados *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*. Em seguida, com base nos desprovimentos na área de controle das ordens de serviço apresentados pela própria empresa, tornou-se necessário a elaboração de um sistema de gerenciamento de ordens de serviço onde foi preciso o uso da tecnologia da informação para a construção desse sistema.

Foi utilizada a metodologia de decisão AHP-PROMETHEE, onde a determinação dos pesos de cada critério é feita a partir do método AHP, utilizando a escala de comparação de Saaty (1990), e logo após, todos os pesos são atribuídos no cálculo do PROMETHEE, onde foi feita a análise de cada critério para que fosse determinada sua função de preferência, tornando assim possível obter o *ranking* das alternativas usando o método PROMETHEE II, onde conseqüentemente é obtida a priorização das ordens de serviço.

A implantação do sistema foi feita com a instrução do dono da empresa que ficou responsável por admitir um funcionário responsável para o controle dos técnicos e cadastramentos das ordens de serviço no sistema, assim como a

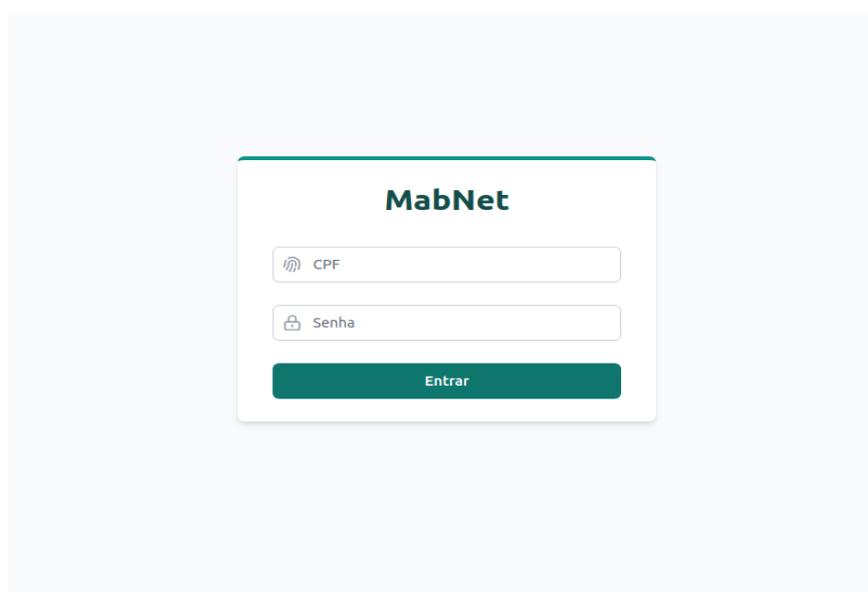
alteração nos julgamentos dos critérios caso seja necessário. Logo após, foi feita a instrução dos técnicos para o uso do sistema, capacitados à atribuição e averiguação da prioridade de ordens de serviço.

Além da coleta de dados obtidos no referencial teórico, foi realizada uma coleta no estudo de caso com o objetivo de verificar os principais benefícios e dificuldades do uso do sistema, onde foi elaborada a partir da interpretação das alterações que ocorreram na empresa com o uso do sistema, além da obtenção da opinião dos entrevistados sobre qual o impacto que o uso do *software* causou no seu cotidiano, assim elaboradas conclusões e discussões sobre a análise das respostas obtidas.

4 PROTÓTIPO DESENVOLVIDO

O sistema foi desenvolvido com padrões responsivos, ou seja, existe tanto na versão para computadores, como também uma versão mobile, onde funciona como uma PWA (*Progressive Web App*). A tela de acesso ao sistema que permite o início da sessão tanto de um técnico como também de um administrador do sistema é vista na Figura 1.

Figura 1 – Tela de acesso ao sistema



Fonte: Os autores (2021).

Outra parte do sistema desenvolvido é uma tela de listagem de usuários cadastrados. Esta é essencial, pois permite a visualização de todos os funcionários que tem acesso ao sistema, tanto técnicos como de administradores. Também é possível utilizar a área de pesquisa para procurar um determinado funcionário. Nessa tela, também é possível fazer a gestão dos usuários e ações como editar, excluir e ver detalhes. A tela de listagem pode ser vista somente por usuários que possuem cargo de administrador.

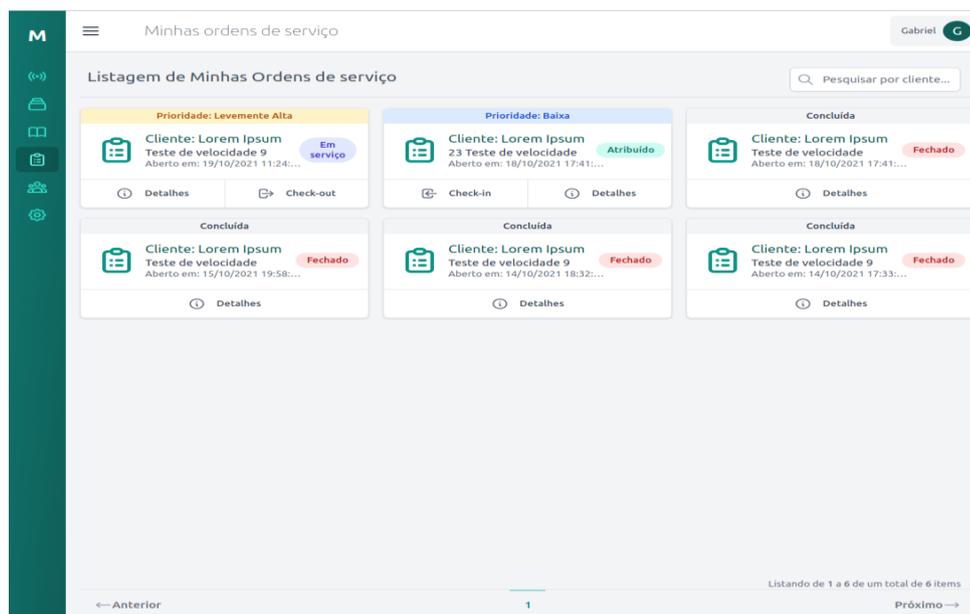
Mais uma tela apresentada é a tela de cadastro de técnicos, onde é utilizada para o cadastro de um novo usuário ao sistema. Essa tela também é reutilizada para a edição de usuário. Na edição, existe a possibilidade de troca de cargo desse usuário que, inicialmente, possui o cargo de técnico para o cargo de administrador.

A entidade de ordens de serviço possui informações como: cliente a ser atendido, descrição do que deve ser feito, endereço do atendimento, data de abertura e outras informações. Entretanto, existe um único campo que controla o estado da ordem de serviço – chamado de *status* – e os estados da ordem de serviço. Foram divididos em 4 estados conforme solicitado pelo responsável da empresa, esses estados são:

- **Aberto:** a ordem de serviço foi criada, porém, nenhum técnico ainda está responsável por ela.
- **Atribuído:** a ordem de serviço recebeu um técnico que será responsável por realizar os procedimentos solicitados nela;
- **Em Serviço:** o técnico responsável iniciou o atendimento da ordem de serviço. No sistema, o técnico pode realizar essa ação ao fazer o “*check-in*” da ordem de serviço;
- **Fechado:** a ordem de serviço está concluída e o técnico fez o “*check-out*” com um relatório do que foi feito.

Na tela de listagem de ordens de serviço são listadas apenas as ordens de serviço que estão atribuídas ao técnico que está conectado, facilitando no momento de buscar detalhes ou realizar o *check-in* ou *check-out* de suas ordens de serviço.

Figura 2 – Tela de listagem das ordens de serviço do usuário conectado.



Fonte: Os autores (2021).

Outra tela representa o *Dialog* de detalhes de uma ordem de serviço. Essa caixa de informações pode ser vista quando o usuário clica no botão de detalhes de uma determinada ordem de serviço, nesta tela é possível ver informações do que será feito, assim como o estado da ordem.

O *Dialog* de confirmação de *check-in* de uma ordem de serviço solicita ao usuário uma comprovação da troca de estado da ordem de serviço de “Atribuído” para “Em Serviço”. A partir do momento em que o técnico está em serviço em uma ordem, ele não pode realizar o *check-in* em outra.

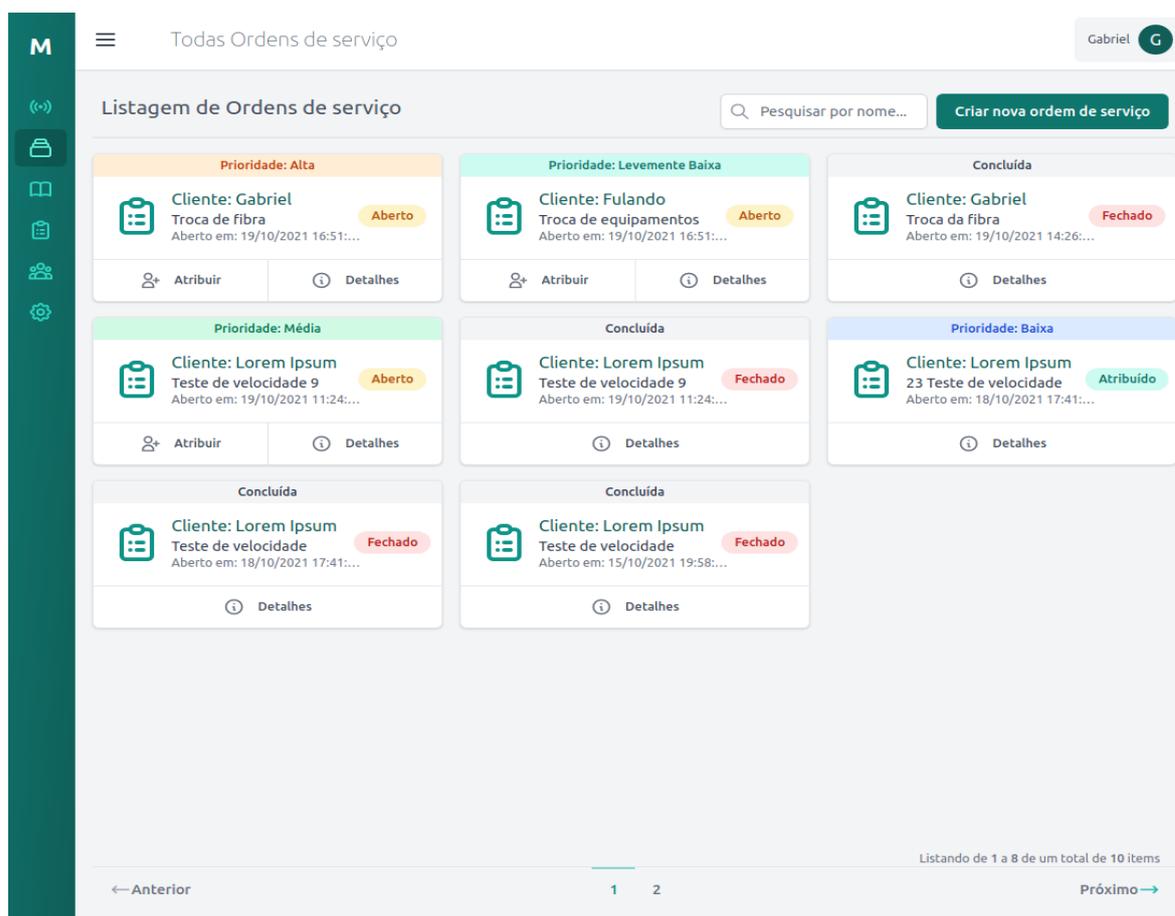
Já no *Dialog* de confirmação do *check-out*, o técnico é solicitado a fornecer um relatório do que foi realizado no atendimento da ordem de serviço. Após a confirmação do relatório, a ordem de serviço troca de estado de “Em Serviço” para “Fechado”, assim, conclui-se o atendimento daquela ordem.

Existe, ainda, uma tela de listagem de ordens de serviços abertas. Essa tela pode ser visualizada por todos os usuários e fornece ao técnico uma visão das ordens que ainda não foram atribuídas a nenhum outro técnico. Também é possível visualizar detalhes sobre determinada ordem de serviço e até mesmo se auto encarregar dela. Caso ele selecione a opção “Encarregar-se”, ele se torna o técnico

responsável por aquela ordem de serviço e a mesma troca de estado de “Aberto” para “Atribuído”.

Também é possível acessar uma tela de listagem de todas as ordens de serviço. Essa tela é uma forma de monitorar as ordens de serviço que estão ativas e, inclusive, verificar o registro de todas as ordens de serviço que já foram concluídas. Essa tela pode ser vista somente por usuários administradores, onde existe a opção de atribuição de uma ordem que esteja em estado “Aberto” para algum dos técnicos. Permite, ainda, a pesquisa de uma determinada ordem de serviço pelo nome do cliente, facilitando na hora da busca no registro de ordens concluídas.

Figura 3 – Tela de listagem de todas as ordens de serviço



Fonte: Os autores (2021).

A tela de cadastro de ordem de serviço é bem simplificada para que a central de atendimento tenha facilidade em fazer o seu cadastro. Nesta tela, são preenchidos somente dados essenciais para a localização do cliente e para a priorização da ordem de serviço.

Há, também, uma tela de listagem de técnicos em serviço. Essa tela ajuda no monitoramento dos técnicos pois pode ser observado todos os técnicos que estão com uma ordem de serviço no estado de “Em Serviço”.

O *Dialog* de detalhes do técnico que está em serviço, isso facilita muito no monitoramento do técnico, pois pode-se obter informações sobre qual cliente o técnico está atendendo no momento, qual a localização do técnico, qual a descrição do técnico está fazendo e o horário em que foi iniciado o atendimento.

A tela de configurações de importância dos critérios foi desenvolvida exclusivamente para fornecer a liberdade do responsável da empresa a determinar e alterar a qualquer momento quais serão os critérios mais importantes para a priorização das ordens de serviço. Nessa tela, pode-se fazer comparações com os critérios, onde automaticamente, os pesos dos critérios são calculados e salvos nos sistemas, desde que o nível máximo da razão de consistência seja obedecido.

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1. Priorização das Ordens de Serviço

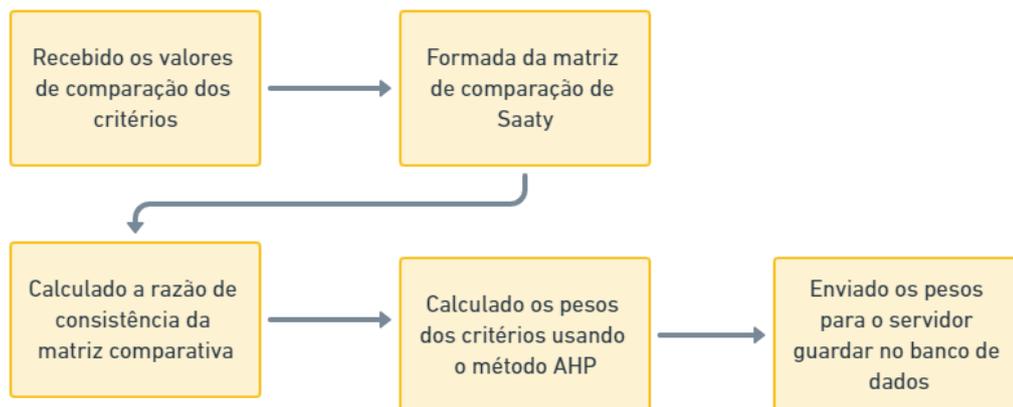
Os critérios de priorização das ordens de serviço foram obtidos com base no conhecimento empírico do responsável pela empresa, junto a pesquisas e revisões teóricas de trabalhos relacionados, onde foi possível definir os seguintes critérios:

- **Data de Abertura:** a data em que a ordem de serviço foi aberta é um critério quantitativo. O objetivo desse critério é ser minimizado, ou seja, deve-se selecionar as ordens de serviço que estão a mais tempo abertas;
- **Gravidade:** o nível de urgência ou severidade da ordem de serviço é um critério qualitativo. Esse critério possui cinco possíveis valores que podem ser atribuídos à gravidade de uma ordem de serviço que são: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. O objetivo desse critério é ser maximizado, ou seja, deve-se selecionar as ordens de serviço que possuem o maior nível de gravidade ou urgência;

- **Prazo:** a quantidade prognosticada de dias úteis para que a ordem de serviço seja concluída é um critério quantitativo. A unidade de medida desse critério é basicamente a quantidade de dias. O objetivo desse critério é ser minimizado, ou seja, deve-se priorizar as ordens de serviço que tenham o prazo mais curto.

Um algoritmo de ajuda que utiliza o método AHP para o cálculo dos pesos dos critérios foi desenvolvido e integrado ao sistema, fazendo com que a comparação dos critérios selecionados fique a critério do responsável da empresa, desde que ele respeite o limite da razão de consistência. Com isso, os pesos calculados automaticamente poderão ser alterados a qualquer momento dependendo das necessidades da empresa, e serão salvos no sistema para serem utilizados no método PROMETHEE.

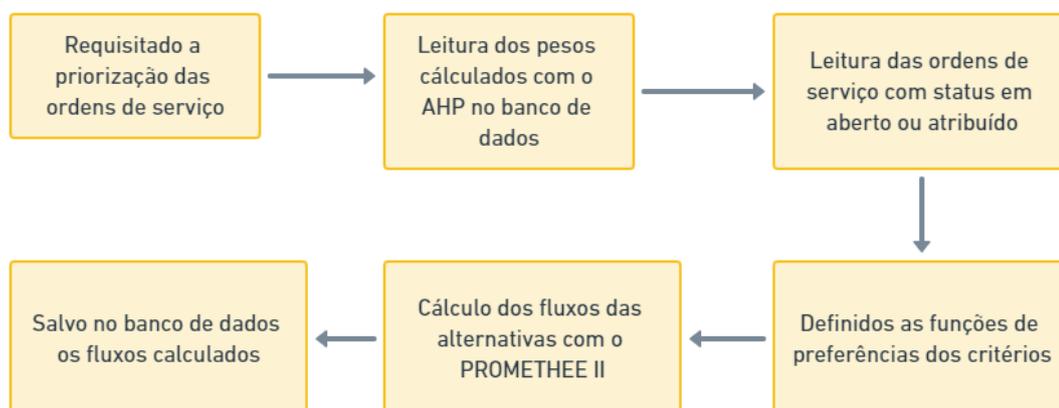
Figura 4 – Fluxograma do algoritmo de cálculo de pesos dos critérios



Fonte: Os autores (2021).

Outro algoritmo também desenvolvido faz o cálculo dos métodos PROMETHEE I e PROMETHEE II, integrando-os ao sistema. O ranqueamento das ordens de serviço é feito toda vez em que uma ordem de serviço é criada ou toda vez que um técnico solicita a listagem de ordens de serviços abertas. Esse ranqueamento permite como alternativa somente ordens de serviço que estão com o estado em aberto ou atribuídas a um técnico, pois não há necessidade de ranquear ordens de serviço em andamento ou já concluídas.

Figura 5 – Fluxograma do algoritmo de priorização das ordens de serviço



Fonte: Os autores (2021).

Com o ranqueamento realizado, obtém-se apenas os fluxos de cada alternativa, que são apenas valores que oscilam entre -1 e 1. Essa informação de um número que oscila entre -1 e 1 torna-se de difícil compreensão para os técnicos que não possuem o conhecimento no método de tomada de decisão PROMETHEE. Por esse motivo, as ordens de serviços recebiam um rótulo que define o seu grau de importância, onde foram divididos em nove níveis:

- **Extremamente Baixa:** caso $\phi(a) \leq -0.78$;
- **Muito Baixa:** caso $\phi(a) > -0.78 \cup \phi(a) \leq -0.56$;
- **Baixa:** caso $\phi(a) > -0.56 \cup \phi(a) \leq -0.33$;
- **Levemente Baixa:** caso $\phi(a) > -0.33 \cup \phi(a) \leq -0.11$;
- **Média:** caso $\phi(a) > -0.11 \cup \phi(a) \leq 0.11$;
- **Levemente Alta:** caso $\phi(a) > 0.33 \cup \phi(a) \leq 0.33$;
- **Alta:** caso $\phi(a) > 0.33 \cup \phi(a) \leq 0.56$;
- **Muito Alta:** caso $\phi(a) > 0.56 \cup \phi(a) \leq 0.78$;
- **Extremamente Alta:** caso $\phi(a) > 0.78$.

5.2 Estudo de Caso

O procedimento de coleta de dados para o estudo de caso foi realizado por meio da análise da opinião sobre qual o impacto que o uso do *software* causou no cotidiano da empresa, onde foram questionados ao responsável da empresa e aos quatro técnicos que utilizaram o sistema. Os indivíduos em questão foram entrevistados duas semanas após o uso do sistema, onde o responsável da empresa deu sua opinião individualmente e os técnicos deram suas opiniões coletivamente.

O responsável pela empresa afirma aprovar a forma como o sistema prioriza as ordens de serviço automaticamente, dessa maneira fica mais fácil visualizar quais são as ordens que precisavam de atendimento urgente, e isso acaba reduzindo as preocupações em relação às reclamações de clientes sobre possíveis atrasos no atendimento.

Já os técnicos entrevistados asseguram sobre a facilidade na atribuição das ordens de serviço, tanto por eles próprios como pela central de atendimento. Também ressaltam sobre a possibilidade de visualização dos detalhes de uma ordem com mais clareza, com a descrição do que deve ser feito, o endereço do cliente e seu nível de prioridade. Além disso, eles elogiaram a portabilidade do sistema, por sua versão *mobile*, que os ajuda a obter informações sobre o atendimento de uma ordem de serviço com mais facilidade.

5.3. Análise dos Resultados

Antes da implementação do sistema, as ordens de serviço eram controladas de outra forma, onde o cliente contatava a central solicitando por atendimento técnico. A central de atendimento registrava em papel a solicitação do cliente e, então, eram repassadas para os técnicos no início de todo expediente ou caso algum técnico ficasse disponível.

Como uma forma de facilitar a gestão dessas ordens de serviço, foi proposto o desenvolvimento de um sistema de gestão de ordens de serviço que atendesse aos requisitos da empresa, e junto a isso, a aplicação de um algoritmo de tomada de decisão multicritério para a priorização das ordens de serviço.

Segundo o que foi acordado junto ao responsável da empresa, o sistema deveria contar com o acesso de técnicos tanto de modo *web*, como também *mobile*. Desse modo, o sistema foi desenvolvido de forma responsiva e que se adaptava a tela do usuário. Isso ajuda na portabilidade do sistema para os técnicos, pois eles não estariam dispostos de um computador durante todo o expediente, porém teriam como obter acesso pelo celular.

O sistema deve contar um meio de gerenciamento de ordens de serviço, atribuição a um técnico responsável e registro de ordens de serviços concluídas. Portanto, a entidade de ordem de serviço foi dividida em quatro estágios: o estágio inicial é a abertura da ordem de serviço, seguido da atribuição dessa ordem de serviço à um técnico, o terceiro é o início do atendimento da ordem de serviço e, finalmente, a conclusão da ordem de serviço.

Como o sistema conta com a priorização das ordens baseado em um método de tomada de decisão multicritério, foi vista a necessidade de criação de uma tela para a alteração do grau de importância dos critérios a qualquer momento. Dessa forma, o responsável pode fazer a comparação de cada critério e adequar seus pesos a um nível que mais se otimize na empresa durante o uso do sistema.

Com as informações obtidas a partir da comparação empírica das alterações antes e depois da aplicação do sistema, e também baseando-se na opinião dos entrevistados, foi possível deduzir que houve impactos com o uso do sistema no dia-a-dia da empresa, onde foi possível constatar como principais melhorias, um aumento na organização empresarial e uma maior eficiência no atendimento ao cliente.

6 CONCLUSÃO

Com esse estudo foi possível verificar como o procedimento inicial de gestão de ordens de serviço era feito na empresa e identificar suas dificuldades. Com a proposta de aplicação de um sistema de gestão de ordens de serviço por meio digital, foi possível refletir sobre quais seriam seus principais requisitos para a solução dos problemas da empresa. Assim, foi possível realizar o desenvolvimento e aplicação do sistema junto ao estudo da área de métodos decisórios, utilizando a metodologia AHP-PROMETHEE para a priorização das ordens de serviço.

Foi possível constatar benefícios como agilidade no atendimento de clientes que precisavam de atendimento urgente, pois o sistema conseguia priorizar as ordens de serviço de acordo com seu nível de gravidade, prazo de atendimento e data de abertura da ordem. Além disso, o sistema também proporcionou uma melhor organização para a empresa, sendo possível a verificação de relatórios sobre o atendimento dos técnicos, assim como a facilidade de acesso ao registro de todas as ordens de serviços concluídas.

Esse estudo pode servir de base para outros trabalhos futuros, pois pode-se constatar que ainda existem lacunas que não foram examinadas. Outras metodologias de decisão multicritério poderiam ser testadas, como o método ELECTRE ou outros métodos como *machine learning* para que a máquina possa aprender como priorizar e assim determine uma técnica otimizada de priorização, onde os resultados poderiam ser comparados com os resultados desse estudo para uma validação da melhor metodologia a ser aplicada na priorização de ordens de serviço.

Existe também a possibilidade de satisfazer outras necessidades da empresa com o aprimoramento deste estudo, tornando o sistema mais completo, como a aplicação do estudo de problemas de transporte, onde podem ser analisadas as melhores rotas de atendimento das ordens de serviço, podendo ser utilizado como um novo critério de avaliação para priorizá-las, com isso, pode-se levar até mesmo a um lançamento de um novo *software* no mercado para as empresas provedoras de internet.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adiel T. de. **Processo de decisão nas organizações**: construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo: Atlas, 2013. DOI: <https://doi.org/10.36229/978-65-86127-46-1.cap.04>

BRANS, J.P.; SMET, Y. PROMETHEE Methods. *In*: GREGO, Salvatore; EHRGOTT, Matthias; FIGUEIRA, José R. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. 2. Ed. Springer, 2016, p. 187-219. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_6

BRUNDAGE, Michael P. *et. al.* Developing maintenance key performance indicators from maintenance work order data. *In*: INTERNATIONAL MANUFACTURING SCIENCE AND ENGINEERING CONFERENCE. American Society of Mechanical Engineers, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1115/msec2018-6492>

CHEN, Weiwei *et. al.* BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. **Automation in construction**, v. 91, p. 15-30, 2018.

CLARO, A. **Sistemas de informações gerenciais**. 1. ed. São Paulo: Know How, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007>

FREITAS, Nathan N; RODRIGUES, Marcos V.P. A utilização do método AHP na priorização de ordens de serviço: o estudo de caso na prefeitura da universidade de Brasília. *In*: MACHADO, Marco W. K. **A engenharia de produção na contemporaneidade 3**. 3. ed. Atena Editora, 2018, p. 245-258. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.00118091220>

ISHIZAKA, Alessio. Analytic Hierarchy Process and Its Extensions. *In*: DOUMPOS, M. *et. al.* **New Perspectives in Multiple Criteria Decision Making**. 1. ed. Springer, 2019, p. 81-94. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-11482-4_2

MIGUEL, Paulo A. C. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012. DOI: <https://doi.org/10.37423/200200333>

MORETTI, Stefano; ÖZTÜRK, Meltem; TSOUKIÀS, Alexis. Preference Modelling. *In*: GREGO, Salvatore; EHRGOTT, Matthias; FIGUEIRA, José R. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. 2. ed. Springer, 2016, p. 43-96. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_3

MOTA, Wellerson Melo. **Modelo multicritério de apoio à decisão em grupo para priorização de ordens de serviço de manutenção corretiva em uma empresa de transporte e logística**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2020. DOI: https://doi.org/10.14488/enegep2019_tn_sto_292_1650_38378

ROY, Bernard. Paradigms and Challenges. *In*: GREGO, Salvatore; EHRGOTT, Matthias; FIGUEIRA, José R. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. 2. ed. Springer, 2016, p. 19-42.

SAATY, Thomas L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-i](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-i)

SAATY, Thomas L. The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making. *In*: GREGO, Salvatore; EHRGOTT, Matthias; FIGUEIRA, José R. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. 2. ed. Springer, 2016, p. 363-420.

SEXTON, Thurston *et. al.* Benchmarking for keyword extraction methodologies in maintenance work orders. *In*: **PHM Society Conference**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.36001/phmconf.2018.v10i1.541>

SILVA, Marrvele M. O. **Desenvolvimento de um software protótipo para priorização de ordens de serviço no HC-UFU**. Monografia (Graduação em Engenharia Biomédica) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/2596-2221.xviceel.2018.238>



Artigo recebido em: 30/04/2022 e aceito para publicação em: 22/12/2022
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i2.4637>