



DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA GESTÃO DE INTEGRIDADE DE ATIVOS EM UNIVERSIDADES E CENTROS DE PESQUISA

ARTIGO ORIGINAL

OLIVEIRA, Rodrigo Suzano de¹,

OLIVEIRA, Rodrigo Suzano de. **Desenvolvimento de metodologia para gestão de integridade de ativos em Universidades e Centros de Pesquisa**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 09, Ed. 01, Vol. 02, pp. 133-147. Janeiro de 2024. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/gestao-de-integridade>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/gestao-de-integridade

RESUMO

Este artigo descreve a aplicação de uma metodologia diferenciada que desenvolve para aprimorar e facilitar o trabalho de gestão de ativos em universidades e centros de pesquisa renomados. Com certa frequência, estudos e pesquisas científicas importantes são interrompidos ou desperdiçados devido a falhas inesperadas em equipamentos e sistemas de infraestrutura que são disponibilizados pelas universidades e centros de pesquisa para uso dos pesquisadores. Para resolver este problema, tal metodologia utiliza conceitos e práticas estruturadas, que são habitualmente empregados na área de integridade de ativos, integrando-os de forma singular a relatórios únicos de avaliações de engenharia que foram elaborados ao longo de vários anos durante meu trabalho de campo em diversos países, sendo esta integração feita dentro de um sistema computadorizado de gestão da manutenção. Este processo tem como objetivo final a maximização da confiabilidade e performance de sistemas e equipamentos críticos que são utilizados na infraestrutura e realização de pesquisas de grande relevância em âmbito nacional e internacional. Através de estudos de caso conduzidos em duas grandes universidades dos Estados Unidos, foi possível analisar quantitativa e qualitativamente a eficiência desta metodologia inovadora. Conforme será apresentado neste artigo, os principais resultados obtidos foram a redução da quantidade de reparos ou paradas não planejadas, a melhoria da qualidade e eficiência dos programas de manutenção, o aumento da confiabilidade e da vida útil dos equipamentos e sistemas críticos de pesquisas, o aumento da quantidade de ativos com um plano de manutenção adequado e o aperfeiçoamento



dos sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção utilizados por essas instituições. Estes resultados se traduzem em estudos e pesquisas científicas concluídos de forma mais rápida e com dados mais confiáveis.

Palavras-chave: Integridade de Ativos, Manutenção, Confiabilidade, Universidades, Centros de Pesquisas.

1. INTRODUÇÃO

Universidades de ponta e centros de pesquisa renomados com reconhecimento mundial vem ao longo dos anos desenvolvendo cada vez mais estudos e pesquisas com foco em melhorar o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas. Com o passar dos anos, tais estudos e pesquisas passaram a demandar cada vez mais sistemas e equipamentos modernos e eficazes que sejam capazes de atender as suas novas necessidades. Neste contexto, muitas universidades e centros de pesquisas recentemente passaram a olhar de forma diferenciada para a necessidade de aprimoramento dos seus sistemas e equipamentos de infraestrutura básica e avançada.

A gestão de dados e de informação de performance de equipamentos, por exemplo, que era feita no passado através de planilhas e sistemas básicos de coleta de dados, atualmente encontra a necessidade de sistemas de gestão cada vez mais sofisticados e automatizados. A nova metodologia em questão que será apresentada neste artigo foi aprimorada com foco neste atual contexto de modernização e sofisticação da gestão de integridade de ativos em ambientes acadêmicos e de pesquisas científicas. Seu diferencial se concentra na utilização de resultados únicos obtidos através de avaliações de engenharia realizadas ao longo de muitos anos que formam a base de informação a ser integrada em um sistema de gerenciamento automatizado juntamente com conceitos e ferramentas utilizados na gestão de integridade de ativos.

Serão apresentados a seguir conceitos tradicionais básicos e conceitos inovadores que, ao serem integrados aos sistemas computadorizados de gestão de manutenção, ajudam na construção da base de desenvolvimento desta nova metodologia. Portanto, pode-se afirmar que tal metodologia é sustentada por três pilares: os resultados únicos de relatórios de avaliações de engenharia que elaborei ao longo de anos de trabalho



em dezenas de instalações industriais ao redor do mundo, os principais conceitos reconhecidamente utilizados na gestão de integridade de ativos e o sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção integrado.

Exemplos práticos da utilização desta metodologia e resultados reais obtidos em duas das maiores universidades do mundo, MIT e Harvard, serão apresentados para ilustrar a importância e a abrangência deste trabalho.

2. CONCEITOS UTILIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

Esta interessante metodologia de gestão de integridade de ativos aplicada a universidades e centros de pesquisa tem como base conceitos de engenharia de manutenção e ferramentas de gestão de ativos, além de dezenas de relatórios únicos de avaliações de engenharia produzidos ao longo de mais de 15 anos de trabalho de campo voltado à área de manutenção e performance de equipamentos e sistemas de infraestrutura. A seguir serão apresentados tais conceitos e ferramentas.

2.1 HIERARQUIA TÉCNICA

A análise da hierarquia técnica de equipamentos e sistemas é a primeira etapa a se desempenhar nesta metodologia. Seu objetivo é identificar os principais ativos de uma instalação e quais componentes e equipamentos funcionam como parte fundamental daquele ativo. Trata-se de uma hierarquia estrutural que geralmente abrange 8 níveis sequenciais (do maior para o menor): planta, área, subárea, linha, máquina, conjunto, equipamento, componente (Modular, 2022). Por exemplo, em certos ambientes de pesquisa os sistemas de controle de temperatura e pressão são críticos para o andamento e resultado final do trabalho. Tais sistemas têm como ativo principal o sistema de refrigeração e fornecimento de ar para os laboratórios. Os principais componentes e equipamentos que fazem parte deste sistema são filtros de ar, sensores de temperatura e pressão, motores elétricos, variadores de velocidade, ventiladores e controladores de umidade. Neste cenário, o sistema de refrigeração e fornecimento de ar é o que chamamos de ativo principal ou ativo-mãe, e os



componentes e equipamentos são os ativos secundários ou ativos-filhos. É importante frisar que tal análise deve ser feita de forma individual para cada ativo identificado na instalação de forma a definir o sistema ao qual ele pertence e qual seria sua hierarquia técnica.

A próxima etapa é a classificação de consequências que está associada à criticidade de cada ativo.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE CONSEQUÊNCIA

Uma vez que a etapa de hierarquia técnica estiver finalizada e todos os ativos estiverem alocados dentro da estrutura hierárquica definida, parte-se para a tarefa de identificar a criticidade de cada um deles com base em suas funcionalidades sistêmicas. Este processo é feito através do processo de classificação de consequência.

Na classificação de consequência primeiro é analisada a consequência que uma falha em um ativo poderia causar no funcionamento da instalação, ou seja, no caso das universidades e centros de pesquisa, o impacto que uma falha daquela ativo teria no desenvolvimento de pesquisas e no ambiente acadêmico como um todo. Esta análise baseia-se na severidade da falha (Trout, [s.d.]).

Depois de analisar a severidade, uma segunda análise é realizada em relação à probabilidade desta falha ocorrer. Esta segunda análise leva em consideração a existência de sistemas e equipamentos redundantes, tais como condicionadores de ar portáteis que poderiam suprir a falha de um equipamento de refrigeração central bem como a existência de partes sobressalentes, que têm o potencial de reduzir e até eliminar completamente tais ocorrências. Por fim, uma vez determinadas as consequências e as probabilidades, é definido o grau de classificação de consequência de cada ativo. Quanto mais altas ou críticas forem as consequências e maiores forem as probabilidades de ocorrência da falha, maior será o grau de classificação (Trout, [s.d.]).



2.3 ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO

Este é o terceiro passo utilizado na gestão de integridade de ativos. Neste momento são analisados os resultados da classificação de consequência e a hierarquia técnica de cada ativo para definir qual é a estratégia de manutenção mais adequada para um determinado equipamento ou sistema. O objetivo agora passa a ser a definição de ideias, táticas, indicadores, cronograma e recursos necessários para manter os ativos operando em sua capacidade máxima e de forma confiável. As estratégias de manutenção mais comuns são: manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção baseada em condições e manutenção após quebra (*run to failure*) (IBM, 2022). Em um ambiente acadêmico ou de pesquisa, por exemplo, aplicam-se majoritariamente as manutenções após quebra e em alguns casos manutenções preventivas, ainda que as manutenções preditivas e as por condição sejam as que normalmente trazem resultados mais satisfatórios do ponto de vista de performance de equipamento.

2.4 GERENCIAMENTO DE SOBRESSALENTES

Após a definição de qual estratégia de manutenção será adotada para cada ativo, é a vez de determinar de que forma será gerenciado o material necessário para realizar tais manutenções. Esta é uma análise importantíssima que vai influenciar diretamente no orçamento aplicado ao gerenciamento geral de ativos e no gerenciamento do espaço disponível para armazenagem de material, equipamentos e peças. Uma solução muito empregada para auxiliar organizações com espaço físico limitado é a transferência da gestão de sobressalentes para fornecedores ou empresas parceiras. O objetivo principal desta etapa é simplesmente garantir que materiais, equipamentos e peças sobressalentes estarão disponíveis quando requerido e em tempo hábil em caso de falhas de forma a não prejudicar as operações do campus e o desenvolvimento de pesquisas críticas.

Durante esta etapa crítica, são analisadas a criticidade de cada ativo para a continuidade das operações, o tipo de estratégia de manutenção definido e o tempo necessário para se obter um novo equipamento ou peça sobressalente para atender



às possíveis falhas de infraestrutura. Por exemplo, no caso da quebra de um motor elétrico que afeta todo um sistema de refrigeração, a criticidade provavelmente seria severa com potencial de interromper operações e pesquisas importantes, principalmente se for decidido que tal motor funcionará até quebrar sem nenhuma manutenção preventiva ou preditiva que ajude a evitar sua falha. Por tanto, este seria um cenário onde ter um motor sobressalente com disponibilidade imediata torna-se altamente aconselhado (IBM [s.d.]a).

2.5 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO

Esta é uma etapa considerada opcional dentro desta metodologia de gestão de integridade de ativos, porém altamente recomendada. Nesta etapa são identificados grupos de equipamentos ou sistemas similares e conceitos gerais de manutenção são criados com base nas recomendações de fabricantes, boas práticas da indústria, experiências anteriores de especialistas e normas regulamentadoras obrigatórias (ACQ, 2021). Por exemplo, um grupo de equipamentos seria o grupo de motores elétricos e dentro deste grupo podem ser criados conceitos de manutenção relacionados a motores elétricos de corrente contínua, motores elétricos de baixa potência, motores elétricos de alta potência e motores de corrente alternada. Os conceitos devem ditar o passo a passo do que deve ser feito durante a manutenção daquele equipamento ou sistema.

Após a criação dos conceitos de manutenção, estes serão incluídos aos planos de manutenção dos ativos que ficam dentro de sistemas computadorizados com o objetivo final de orientar os técnicos de manutenção durante a execução de suas atividades de campo e auxiliar no gerenciamento da mão de obra necessária para manter as operações de forma eficiente e confiável tanto quanto for possível (ACQ, 2021).



2.6 SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Os sistemas computadorizados de gestão de manutenção são as ferramentas que fazem a integração de todas as etapas dentro do processo de gerenciamento de ativos e os mais conhecidos no mercado são: SAP, MAXIMO, MANAGERPLUS, FIIX e EMANT. Estes sistemas são geralmente divididos em vários módulos e demandam treinamento específico para seus usuários (IBM, [s.d.]). Neles são armazenadas as informações dos ativos tais como nome, identificação, ano de instalação, via útil, descrição, função e muitas outras. Além disso, esta é a ferramenta que integra o trabalho feito em todas as etapas anteriores. Assim sendo, voltando ao exemplo do motor elétrico, o banco de dados traria a descrição do motor e suas características bem como quem seria seu arquivo-mãe, quão crítico ele é para a instalação e quais estratégias serão adotadas para sua manutenção e para seus sobressalentes. Além disso, ele funciona como um sistema de controle de trabalho para o pessoal responsável por executar as manutenções em campo, onde são armazenados dados históricos de manutenções e custo associados.

3. MODELO TRADICIONAL DE GESTÃO DE INTEGRIDADE ATIVOS

A gestão de integridade de ativos costuma ser bem desenvolvida em indústrias de ponta como a indústria de petróleo e a de tecnologia. É bastante comum encontrar empresas nestas áreas, tais como Petrobras, Equinor, Shell entre outras, investindo solidamente em manutenção de equipamentos e gestão de ativos. Dados do site Poder360 (2022) mostram que em 2021, por exemplo, mais de R\$2,3 bilhões foram investidos pela Petrobras nesta área.

Por outro lado, a realidade na área de educação é completamente diferente. Infelizmente, as universidades e centros de pesquisa se preocupam em investir na aquisição de equipamentos para realizar seus estudos e pesquisas, mas não investem na manutenção destes equipamentos. Conforme abordado por Lima e Castilho (2006) em seu estudo sobre os aspectos da manutenção de equipamentos científicos na



Universidade de Brasília, o gerenciamento da manutenção na UNB é ineficiente e gera uma alta taxa de indisponibilidade da infraestrutura básica e dos equipamentos utilizados nos laboratórios de ensino, pesquisa e apoio, o que acarreta a diminuição da capacidade operacional da instituição e uma alta taxa de insatisfação entre pesquisadores e estudiosos que dependem destes equipamentos e sistemas para realizar seu trabalho. Lima e Castilho (2006) observam ainda que “uma estrutura de manutenção organizada requer investimentos, esforços para a racionalização e a necessidade de atualização constante do pessoal técnico. Esses aspectos esbarram na visão administrativa interessada em resultados a curto prazo e solução de problemas imediatos, não avistando os grandes benefícios econômicos resultantes do aumento do tempo de utilização dos equipamentos e a redução dos prejuízos científicos e acadêmicos”.

Em 2023, a Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul abriu um edital para o auxílio financeiro de pesquisa, extensão ou inovação com foco na instalação e/ou manutenção de equipamentos para os laboratórios. Apenas seriam custeados neste edital os itens relacionados a despesas com instalação ou manutenção preventiva ou corretiva dos equipamentos (UFMS, 2023). Este tipo de abordagem mostra a precariedade da metodologia utilizada por esta universidade e a total inexistência de um sistema integrado que realmente atue na gestão de integridade de ativos.

A metodologia desenvolvida que será discutida neste artigo vem para suprir esta lacuna na gestão de integridade de ativos, principalmente em relação a equipamentos e sistemas de infraestrutura utilizados em universidades e centros de pesquisa no Brasil e no mundo.

4. A METODOLOGIA E SUAS ETAPAS

Inicialmente esta metodologia foi sendo desenvolvida e aplicada em unidades de produção de petróleo nas indústrias de energia, óleo e gás. Dados de engenharia relacionados a área de manutenção e integridade de ativos foram compilados de trabalhos realizados ao redor mundo em projetos de engenharia executados em



navios e plataformas localizados em múltiplos países, além de plantas petroquímicas de manufatura no Brasil e no exterior.

Durante esses anos, resultados expressivos foram obtidos com a utilização desta metodologia, tais como: o aumento da capacidade de fabricação e adequação de navios em mega estaleiros localizados em Cingapura e na Coreia do Sul, o aumento da confiabilidade e performance dos equipamentos industriais utilizados nas três plataformas de perfuração e no navio de produção de petróleo do campo Peregrino no Brasil, e a adequação técnica completa de equipamentos de áreas explosivas utilizados na frota de FPSOs de um dos maiores produtores de óleo e gás do Brasil e do mundo.

Desde 2019, uma versão atualizada desta metodologia foi desenvolvida com foco especial em ambientes acadêmicos de universidades de ponta e centros de pesquisa de relevância nacional e internacional. Uma das instituições onde está metodologia foi aplicada é o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em Cambridge, nos Estados Unidos.

Conforme definido em sua página oficial na internet, O MIT é um “instituto privado de pesquisa de tecnologia de classe mundial, fundado para acelerar a revolução industrial do país. Os engenheiros e pesquisadores do MIT inventaram tecnologias fundamentais, lançaram novas indústrias e criaram milhões de empregos nos Estados Unidos. Ao mesmo tempo, o MIT é profundamente global. Sua comunidade tem uma força tremenda como ímã para talentos de todo o mundo. Através do ensino, da pesquisa e da inovação, a excepcional comunidade do MIT prossegue a sua missão de servir a nação e o mundo. As pesquisas no MIT visam desenvolver soluções inovadoras para os desafios mais assustadores do mundo, desde atender às necessidades energéticas do amanhã até melhorar as terapias contra o câncer” (MIT, [s.d.]).

Em 2019, o MIT decidiu investir pesado na gestão de seus ativos de infraestrutura, principalmente naqueles utilizados em suas pesquisas mais críticas. A metodologia de gestão de ativos em questão foi amplamente aplicada nesta instituição a fim de aprimorar a confiabilidade e o desempenho de sistemas e equipamentos críticos às



suas operações. A seguir serão discutidos os passos realizados que explicam como esta metodologia funciona na prática.

O primeiro passo para desenvolver e implementar esta metodologia dentro do MIT foi catalogar de forma correta todos os ativos em funcionamento na instituição. Tal informação foi adicionada à base de dados do SAP, que é o sistema computadorizado de gestão de manutenção utilizado pelo MIT. Este processo levou alguns meses para ser concluído devido a grande quantidade de ativos existentes no campus.

A segunda etapa foi identificar os sistemas principais de infraestrutura e realizar a hierarquia técnica dos ativos relacionados a estes sistemas. Esta etapa foi concluída em um mês de trabalho e envolveu cerca de 15 mil ativos.

A terceira etapa compreendeu a classificação de consequência de cada um destes ativos. Nesta etapa foram analisados os níveis de criticidade de falhas com relação ao impacto em pesquisas e em relação à proteção da vida humana. Em seguida, foram analisadas as probabilidades destas falhas acontecerem com base na condição dos equipamentos, na sua vida útil e na existência (ou não) de equipamentos redundantes.

A quarta etapa tratou de definir a estratégia de manutenção. Esta foi a etapa mais demorada de todas devido ao fato de que apenas 15% dos ativos tinham alguma informação disponível no banco de dados utilizado pela instituição. Nesta etapa, após concluir a definição das estratégias a serem adotadas, mais de mil planos de manutenção foram criados no SAP para gerenciar as intervenções programadas. É durante a criação ou atualização desses planos de manutenção que a metodologia ganha forma e mostra seu caráter *sui generis*. Neste momento, os resultados únicos das avaliações de engenharia obtidos ao longo de vários anos ao redor do mundo são integrados às ferramentas de gestão através do sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção. Vale ressaltar ainda que o MIT optou por incluir também, como parte da implementação da metodologia, sistemas de monitoramento em tempo real para possibilitar um gerenciamento de ativos ainda mais eficaz. De forma semelhante, estes sistemas de monitoramento foram integrados às ferramentas de gestão através do sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção, auxiliando no controle de performance dos ativos.



Por fim, foi concluída a análise de sobressalentes, que culminou na criação de um depósito exclusivo para armazenamento de peças e equipamentos de manutenção, e a adição de conceitos de manutenção ao banco de dados de gestão dos ativos.

5. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E PRÓXIMOS PASSOS

Ao longo de dois anos, alguns parâmetros relacionados ao desempenho de equipamentos críticos foram analisados no MIT para avaliar os resultados da aplicação desta metodologia.

Os principais resultados encontrados foram:

- Redução de 6% no número de reparos não planejados em sistemas de infraestrutura usados em pesquisas científicas;
- Melhoria da qualidade e eficiência dos programas de manutenção de infraestrutura de todo o instituto;
- Aumento da confiabilidade e da vida útil dos equipamentos e sistemas críticos utilizados nos laboratórios;
- O número de ativos com um plano de manutenção adequado subiu de 15% para quase 100% em um ano;
- O sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção foi drasticamente aperfeiçoado.

Tais resultados mostram a eficiência desta nova metodologia e indicam seu uso em ambientes e instituições similares ao redor do mundo.

Atualmente, uma segunda versão desta metodologia está sendo implementada desde 2022 na Universidade de Harvard, em sua Escola de Medicina localizada em Boston, também nos Estados Unidos.

Na Escola de Medicina de Harvard o sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção utilizado é o Máximo (Harvard, [s.d.]). Tal sistema tem funções similares ao SAP utilizado pelo MIT no que diz respeito à gestão de ativos. Assim como o MIT,



a Escola de Medicina de Harvard também decidiu recentemente investir na modernização e melhoramento da sua gestão de ativos, visando garantir a performance e realização eficiente de suas pesquisas da área médica. As etapas de implementação da metodologia em Harvard seguem sendo as mesmas, porém no banco de dados da Escola de Medicina de Harvard já existe boa parte dos planos de manutenção utilizados no campus. Portanto, assim que forem concluídas as etapas de hierarquia, classificação e estratégias, não será necessário criar os planos de manutenção desde o início, mas sim atualizá-los com os resultados encontrados.

Uma etapa adicional está em estudo para ser implementada ao final deste processo visando o melhoramento contínuo deste novo sistema de gestão de integridade de ativos. Trata-se da etapa de códigos de falhas (*failure code*). Nesta etapa, as falhas de equipamentos ou sistemas, suas causas e as ações remediadoras serão analisadas, catalogadas e integradas ao sistema de gestão de integridade de ativos com o objetivo principal de tornar a gestão mais eficiente (IBM, [s.d.]b). Como esta etapa ainda está em desenvolvimento, sua implementação e seus resultados serão discutidos no futuro.

Os resultados preliminares da utilização desta nova metodologia em Harvard mostram-se promissores e já é possível identificar a redução do número de reparos não planejados e uma maior satisfação dos professores e pesquisadores em relação ao desempenho de equipamentos e sistemas críticos à execução de suas pesquisas.

Como resultado principal, o trabalho realizado até o momento tem ajudado imensamente na salvaguarda de pesquisas nacionais e internacionais importantes e no aumento da capacidade de realização de pesquisas simultâneas, principalmente no departamento de Microbiologia da Escola de Medicina.

Com a conclusão da implementação desta nova metodologia de gestão de integridade de ativos em Harvard, espera-se que os resultados na área de pesquisas médicas sejam tão proeminentes quanto os resultados vistos no MIT, auxiliando significativamente a conclusão de pesquisas que afetam diretamente a saúde e o bem-estar de milhares de pessoas ao redor do mundo.



6. CONCLUSÃO

Com base neste artigo, é possível entender as etapas, os processos e o material técnico envolvidos nesta metodologia singular utilizada na gestão de integridade de ativos dentro de faculdades e centros de pesquisa renomados, tais como MIT e Harvard que são conhecidos no mundo todo pela sua excelência nas áreas de pesquisa e educação.

Os resultados apresentados confirmam o valor adicionado e os benefícios quando se utiliza tal metodologia para auxiliar a gestão dos ativos críticos de infraestrutura; e sugerem que outras instituições que tenham os mesmos objetivos também podem se beneficiar amplamente deste projeto, principalmente no Brasil onde as metodologias tradicionais de gerenciamento de manutenção existentes são ineficientes.

Conforme foi verificado, o principal objetivo desta metodologia original, que é aprimorar e facilitar o trabalho de gestão de ativos em universidades e centros de pesquisa, foi atingido com sucesso no projeto executado no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Tal metodologia foi capaz de aumentar a confiabilidade, vida útil e performance de equipamentos e sistemas de infraestrutura utilizados em estudos e pesquisas científicas importantes e evitar que estes fossem interrompidos ou desperdiçados devido a falhas inesperadas.

Trabalhos adicionais com a mesma metodologia estão sendo realizados na Escola de Medicina da Universidade de Harvard, com indicação de resultados promissores similares aos atingidos no MIT. Uma vez concluído, este segundo trabalho de implementação desta metodologia também poderá ser usado como referência no Brasil e no mundo, auxiliando a realização de pesquisas científicas nas mais diversas áreas de estudo.

Esta metodologia é um trabalho de mais de 15 anos de conhecimento agregado, mas que está em constante aprimoramento, onde novas oportunidades serão consideradas para cada vez mais tornar esta metodologia única e de extraordinário valor, focando no benefício prático para o bem-estar social.



REFERÊNCIAS

ACQ. **Maintenance Concept Plan.** AcqNotes, 2021. Disponível em: <https://acqnotes.com/acqnote/careerfields/maintenance-concept-plan>. Acesso em: 26 jan. 2024.

LIMA, F. A.; CASTILHO, J. C. N. **Aspectos da Manutenção dos Equipamentos Científicos na Universidade de Brasília.** 2006. Dissertação (Especialista em Desenvolvimento Gerencial) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciências da Informação e Documentação – Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2006.

HARVARD-HMS: **Who We Are.** Harvard Medical School, [s.d.]. Disponível em: <https://meded.hms.harvard.edu/admissions-who-we-are#:~:text=A%20Harvard%20Medical%20School%20education,continues%20to%20set%20the%20standard>. 2023. Acesso em: 26 jan. 2024.

IBM. **List Failure Codes.** IBM, 2022. Disponível em: <https://www.ibm.com/docs/en/cdfsp/7.6.1?topic=problems-list-failure-codes>.

IBM. **O que é estratégia de manutenção?** IBM, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/maintenance-strategy>. Acesso em: 26 jan. 2024.

IBM. **O que é manutenção centrada na confiabilidade?** IBM, [s.d.]. Disponível em: [https://www.ibm.com/br-pt/topics/reliability-centered-maintenance#:~:text=Manuten%C3%A7%C3%A3o%20centrada%20na%20confiabilidade%20\(RCM,operando%20em%20um%20n%C3%ADvel%20ideal](https://www.ibm.com/br-pt/topics/reliability-centered-maintenance#:~:text=Manuten%C3%A7%C3%A3o%20centrada%20na%20confiabilidade%20(RCM,operando%20em%20um%20n%C3%ADvel%20ideal). Acesso em: 26 jan. 2024.

IBM. **What is a computerized maintenance management system (CMMS)?** IBM, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-cmms>. Acesso em: 26 jan. 2024.

MIT. **About MIT.** Massachusetts Institute of Technology, [s.d.]. Disponível em: <https://www.mit.edu/about/>. Acesso em: 26 jan. 2024.

MODULAR. **Classificação de Equipamentos ou Ativos: O que é e como fazer?** Modular Cursos, 2022. Disponível em: <https://modularcursos.com.br/classificacao-de-equipamentos-ou-ativos/>. Acesso em: 26 jan. 2024.

PODER 360. **Petrobras bate recorde de gasto com manutenção de refinarias.** Poder360, 2022. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/economia/petrobras-bate-recorde-de-gasto-com-manutencao-de-refinarias/>. Acesso em: 26 jan. 2024.



TROUT, J. **Criticality Analysis: What It Is and Why It's Important**. ReliablePlant, [s.d.]. Disponível em: <https://www.reliableplant.com/criticality-analysis-31830>. Acesso em: 26 jan. 2024.

UFMS: **Projetos de pesquisa serão beneficiados com instalação e manutenção de equipamentos em laboratórios**. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2023.

Material recebido: 11 de janeiro de 2024.

Material aprovado pelos pares: 16 de janeiro de 2024.

Material editado aprovado pelos autores: 26 de janeiro de 2024.

¹ MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas no Rio de Janeiro, Pós-graduação lato sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Candido Mendes em Campos dos Goytacazes, Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Automação pela Universidade Santa Úrsula no Rio de Janeiro. ORCID: 0009-0007-7812-0538. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3997154402798015>.