

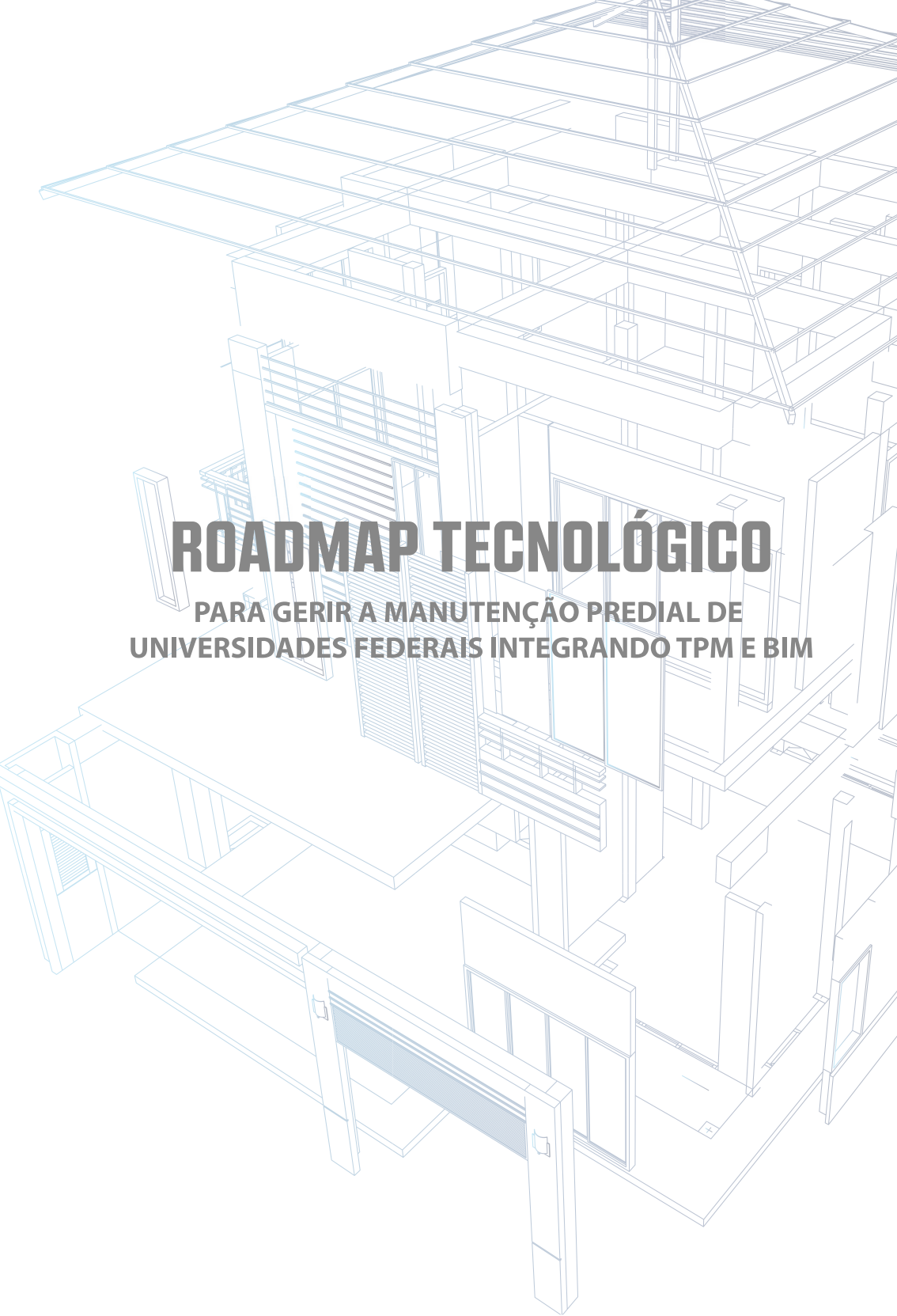
The background of the entire cover is a complex, isometric wireframe of a building's structural elements, including walls, windows, and beams, rendered in a light blue color against a darker blue background.

João Victor Muniz Reis
João Pedro de Castro Nunes Pereira
Aline Patrícia Mano Araújo

ROADMAP TECNOLÓGICO

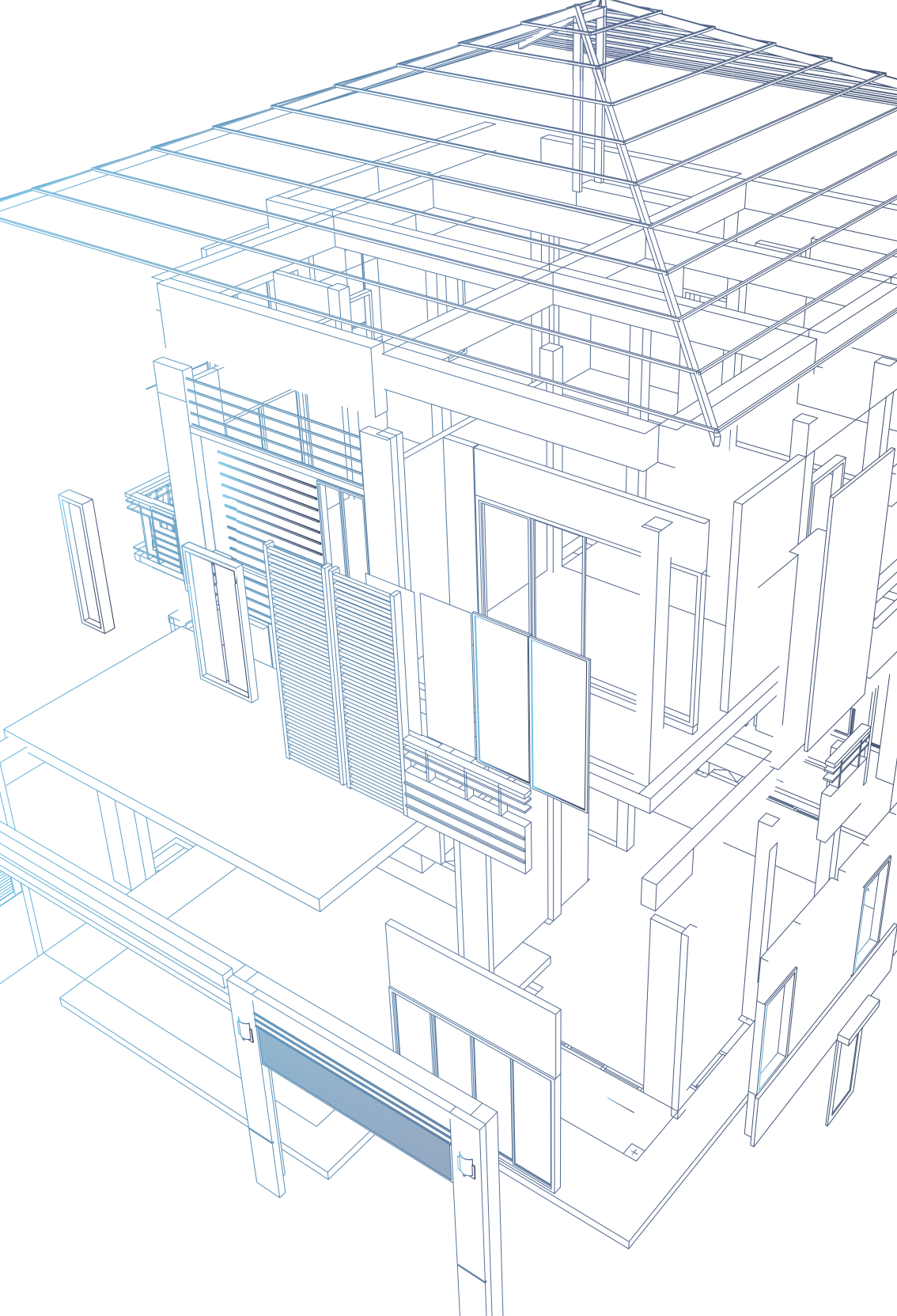
**PARA GERIR A MANUTENÇÃO PREDIAL DE
UNIVERSIDADES FEDERAIS INTEGRANDO TPM E BIM**

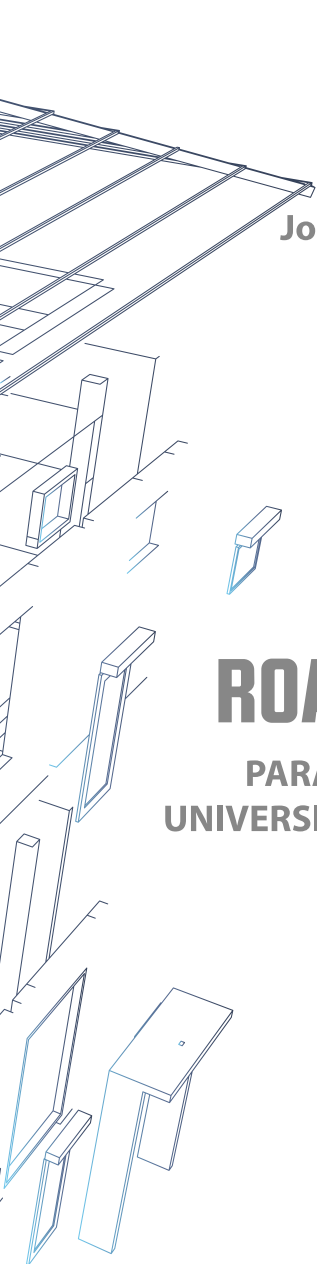
Ilhéus-Bahia
2023

An isometric line drawing of a multi-story building structure, showing the framework of walls, floors, and a roof. The drawing is composed of thin blue lines on a white background, creating a technical architectural sketch. The perspective is from an elevated angle, looking down at the building's layout.

ROADMAP TECNOLÓGICO

**PARA GERIR A MANUTENÇÃO PREDIAL DE
UNIVERSIDADES FEDERAIS INTEGRANDO TPM E BIM**





**João Victor Muniz Reis
João Pedro de Castro Nunes Pereira
Aline Patrícia Mano Araújo**

ROADMAP TECNOLÓGICO

**PARA GERIR A MANUTENÇÃO PREDIAL DE
UNIVERSIDADES FEDERAIS INTEGRANDO TPM E BIM**

**Ilhéus-Bahia
2023**

SUMÁRIO



- 7 APRESENTAÇÃO
- 8 O QUE É O TPM?
- 12 O QUE É O BIM?
- 14 *ROADMAP*
- 17 COMO IMPLANTAR O TPM E O BIM EM UNIVERSIDADES?
- 19 COMO UTILIZAR O TPM E O BIM NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREDIAL UNIVERSIDADES?
- 25 EXEMPLOS
- 32 CONSIDERAÇÕES
- 33 REFERÊNCIAS

APRESENTAÇÃO



Na construção civil, o planejamento das atividades de manutenção são a base para a eficaz recuperação de edificações e equipamentos, mantendo sua vida útil e reduzindo custos com reparos. Além disso, a falta de planejamento e inspeção predial falha são apontadas como as principais causas da ineficiência da gestão da manutenção, inclusive nas universidades federais no Brasil.

Diante destes fatos, buscamos desenvolver um material que abordasse conceitos importantes de manutenção predial e que servisse para auxiliar as universidades na gestão eficiente dos serviços de manutenção. Essa é a **CARTILHA PARA USO E IMPLANTAÇÃO DO BIM E DO TPM NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL EM UNIVERSIDADES FEDERAIS**.

Nessa cartilha, abordaremos conceitos da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total) e da tecnologia BIM (Modelagem das informações da Construção) e, de forma a permitir o entendimento desses dois elementos que podem conduzir os serviços de manutenção predial das universidades para um nível maior de eficácia.

Também serão apresentados nesta cartilha resultados da aplicação do TPM e do BIM em uma universidade federal, como teste-piloto, através da realização de uma pesquisa-ação.

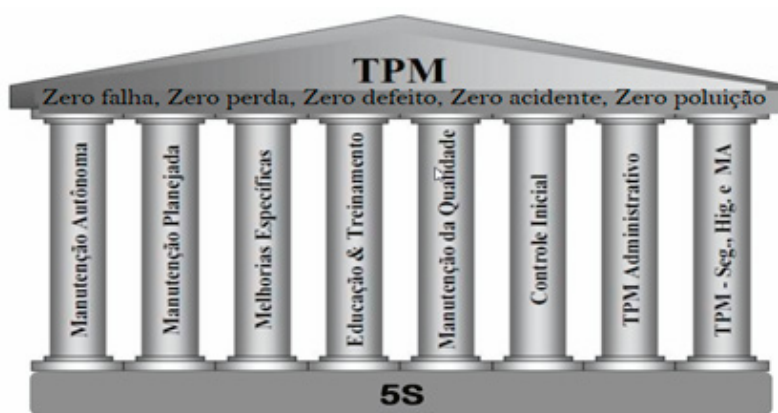
2 O QUE É O TPM?



Segundo Aguiar (2019), A Manutenção Produtiva Total (MPT), mais conhecida pelo termo em inglês, *Total Productive Maintenance* (TPM), é um método de gestão que objetiva alcançar perda zero por meio de melhorias contínuas no processo, contando com o envolvimento de todos.

A construção da metodologia da Manutenção Produtiva Total faz uma analogia à construção de uma casa. Tal como uma casa padrão/residencial, a do TPM começa por uma base (fundação) baseada nos 5S, sobre os quais assentam os pilares de forma a manter o telhado bem firme e robusto. Na casa TPM, os pilares representam as várias valências que se devem desenvolver e o telhado corresponde ao próprio modelo TPM (Figura 1) (AMORIM, 2011).

FIGURA 1: A casa da metodologia TPM



Fonte: KARDEC, NASCIF (2013).

De acordo com Matos (2008), os 5S's são o Seiri (organização), Seiton (arrumação), Seiso, (limpeza), Seiketsu

(limpeza pessoal ou padronização) e Shitsuke (disciplina). Nota-se que a ferramenta 5S, que auxilia no processo da construção enxuta, também tem papel preponderante na metodologia TPM, ao ser a base que sustenta toda a metodologia. A aplicação do 5S's visa reduzir os desperdícios gerados pela desorganização no ambiente de trabalho e torna o ambiente de trabalho mais seguro, com redução de desperdício de tempo e de material (MILARA GUEDES, 2009). Com o alicerce entendido e bem definido, desenvolve-se os 8 pilares que darão sustento para toda a metodologia TPM. Esses pilares são:

- Manutenção autônoma: manutenção de baixa complexidade, iniciada nos equipamentos e se estende a toda produção. Realizada pelos operadores dos equipamentos, tem como objetivo garantir alto nível de produtividade, além de mobilizar o operador da sua responsabilidade para com seu equipamento (GUERRA; FABRO, 2019).
- Manutenção planejada: é o pilar responsável pelo planejamento de manutenção. Deve ser gerido pelo setor de manutenção da empresa, por pessoas com formação técnica e conhecimento de equipamentos, de forma que seja possível aumentar a eficiência dos equipamentos e a sua disponibilidade para uso (MENEZES et al., 2015).
- Melhorias específicas: pilar voltado a buscar e entender onde estão as maiores perdas de cada setor ou equipamento, de forma que seja possível implantar melhorias para reduzi-las (SOUZA, 2001);
- Educação e treinamento: pilar que permite conscientizar e habilitar pessoas para obter o máximo de produtividade possível. Requer que todas as pessoas envolvidas no processo de manutenção

recebam treinamento e educação, além de buscar o autodesenvolvimento (RIBEIRO, 2016);

- Manutenção da qualidade: esse pilar está relacionado ao eficiente reparo de máquinas (“defeito zero” de produtos). Para que funcione corretamente, o setor que realiza o controle de qualidade deve atuar em conjunto com o setor que faz a gestão da (BIEHL; SELLITTO, 2015).
- Controle inicial: para que não haja problemas em equipamentos por deficiência de informações relacionadas ao histórico de funcionamento, esse pilar indica que é imprescindível realizar uma gestão unificada de manutenção de novos equipamentos (MENEZES et al., 2015);
- TPM Administrativo: o objetivo deste pilar é melhorar o fluxo dos processos de todas as áreas da empresa que têm relação com a manutenção, ao evitar burocracias desnecessárias, com o aumento da qualidade da informação e a velocidade com que essas informações são passadas adiante (SOUZA, 2001);
- TPM - higiene, segurança e meio ambiente: esse último pilar tem como objetivo maximizar a produtividade com zero acidentes e zero poluição. Para isso é necessário que as atividades de manutenção contemplem aspectos de segurança operacional, do trabalho e de saúde ocupacional, além de reduzir os impactos ambientais, como por exemplo, derramamentos de produtos químicos ou a recolocação de um equipamento em funcionamento, de modo a evitar a troca desnecessária antes do tempo (RIBEIRO, 2016).

Essa metodologia mantém seu foco na redução de custos sem que haja perdas no processo. Para isso, um indicador utilizado para medir essas perdas é o Overall Effectiveness Equipment (OEE) ou, em português, Eficácia Geral do Equipamento. O OEE é resultado da multiplicação de outros três indicadores que são: μ_1 (disponibilidade), μ_2 (performance) e μ_3 (qualidade) (GUERRA; FABRO, 2019).

Esse indicador de eficiência do equipamento é calculado a partir da fórmula mostrada na figura 3:

FIGURA 2: Fórmulas para medir OEE. Fonte: (GUERRA; FABRO, 2019).

$$\mu_1 = \frac{\text{Tempo disponível} - \sum \text{Tempo de paradas}}{\text{Tempo disponível}} \quad \mu_2 = \frac{\text{Tepo de produção total}}{\text{Tempo real de operação}}$$

$$\mu_3 = \frac{\text{Produtos conformes}}{\text{rodutos conformes} + \text{produtos não conformes}} \quad \mu_{\text{global}} = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3$$

3 O QUE É O BIM?



O BIM – Building Information Modeling, é uma tecnologia que permite a associação de vários projetos e etapas construtivas (incluindo a etapa de manutenção predial), com a identificação prévia de incompatibilidades, o que auxilia na eficácia produtiva.

A tecnologia BIM utiliza modelagem orientada de objetos, ou seja, quando se cria um objeto com a utilização o BIM, todas as propriedades que compõem o objeto são desenhadas permitindo manipular corretamente o mesmo e não apenas as linhas que o representam graficamente (MARTINS; MONTEIRO, 2011). BIM consiste numa representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, que contém todas as informações do ciclo de vida da construção, disponíveis em projeto (GONÇALVES, 2019).

A tecnologia BIM funciona em conjunto com softwares de elaboração de projetos, como o AutoCAD® e o AutoDesk® Revit. A capacidade de troca de dados entre dois ou mais sistemas é chamada de interoperabilidade (MARTINS; MONTEIRO, 2011).

Já em edificações existentes, existe um processo chamado retrofit que, segundo a NBR 15575 (2013), é a “remodelação ou atualização do edifício ou de sistemas, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, normalmente visando à valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e eficiência operacional e energética” (ABNT NBR 15575, 2013).

FIGURA 3: Retrofit em uma obra antiga



Fonte:Weg.net

4 ROADMAP

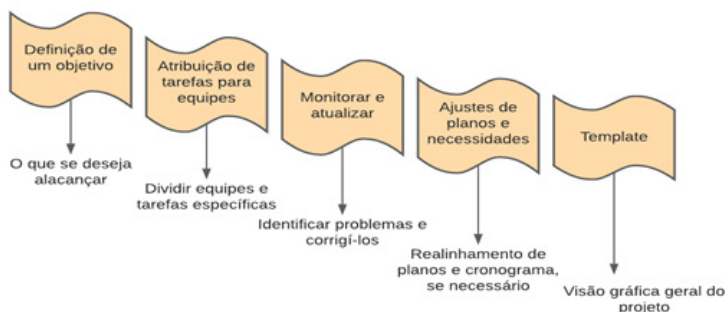


Segundo Kostoff e Schaller, (2001), *roadmap* pode ser definido como um esboço de um caminho ou rota que existe ou poderia vir a existir em um espaço geográfico, como por exemplo um mapa, que auxilia o viajante a escolher a melhor rota até o seu destino. Os *Roadmaps* permitem criar um quadro que serve para pensar e chegar ao futuro, através do estabelecimento de uma estratégia planejada, que segue passos para o desenvolvimento, exploração de caminhos de crescimento e o acompanhamento das ações que dão respaldo para chegar aos objetivos propostos (COELHO; BOTELHO JUNIOR; TAHIM, 2012).

Seguindo essa definição simplificada de um *roadmap* comum, o *roadmap* tecnológico pode ser definido como uma ferramenta auxiliadora na tomada de decisões, baseadas em critérios pré-estabelecidos que proporcione optar por resultados mais satisfatórios (CARVALHO; URBINA, 2017). O *Roadmap* tecnológico fornece uma maneira de identificar, avaliar e selecionar variantes tecnológicas que podem ser utilizadas para resolver problemas tanto no presente quanto no futuro (COUTINHO; BOMTEMPO, 2011).

A figura 4 mostra, de forma genérica, os passos a serem seguidos para definir um *roadmap*.

FIGURA 4: Fluxograma para criação de um *roadmap*



Fonte: Autor da pesquisa.

Pode-se observar nesse fluxograma que a partir da definição de um objetivo, o gestor do projeto divide equipes de trabalho e estabelece tarefas específicas para cada uma dessas equipes, monitorando e atualizando essas tarefas de modo a identificar e corrigir os problemas que possam aparecer. Alinhado a esse monitoramento, os planos são ajustados caso haja necessidade, alinhando também o cronograma às novas tarefas e demandas. De posse de todo esse processo, o gestor então elabora um template, que será a visão gráfica geral do projeto, representando assim um *roadmap*.

Para aplicação de um *roadmap*, Coelho; Botelho Junior; Tahim (2012) definiram, em seu trabalho, três etapas distintas a serem seguidas. Essas etapas são:

- Primeira fase: atividades preliminares para satisfazer condições essenciais para a realização do *roadmap* (conjunto de necessidades), sendo importante a participação interna (organização) e externa (grupos interessados, como setor industrial, governo, consumidores e fornecedores).

- Segunda fase: desenvolvimento efetivo do *roadmap* com identificação do “produto”, requisitos, especificações das áreas tecnológicas e do que move essa tecnologia (technology drivers), alternativas tecnológicas e elaboração do *roadmap* propriamente dito, com identificação e descrição de cada área tecnológica e seu estado atual.
- Terceira fase: é a fase de continuidade, monitoramento e validação do *roadmap*, com análise de tecnologias recomendadas, objetivos a serem alcançados, desenvolvimento do plano de implementação e revisão e atualização do estudo. Todos os interessados devem estar envolvidos na implementação dos resultados.

A tabela abaixo, disponível no estudo de Coelho e colaboradores (2012), traz um resumo do processo de elaboração de um *roadmap*.

TABELA 1 - Processo de elaboração de um *roadmap*.

FASE I Atividades Preliminares	FASE II Desenvolvimento	FASE III Continuidade
• Identificar o problema que precisa do <i>roadmap</i> • Definir escopo e limites • Prover liderança, patrocínio e recursos	• Definir foco • Identificar requisitos • Especificar as áreas tecnológicas • Especificar condutores e alvos • Identificar alternativas e horizontes • Priorizar e recomendar alternativas • Documentar (roadmap)	• Criticar e validar • Desenvolver um plano de implementação • Revisar e atualizar quando necessário

Fonte: Adaptado de Coelho (2012).

5 COMO IMPLANTAR O TPM E O BIM EM UNIVERSIDADES?



Implantação da metodologia TPM

Através de cursos, treinamentos, reuniões e palestras, onde sejam abordados toda a importância da metodologia, dos pilares, como aplicá-los nas rotinas da execução dos serviços.

Na parte da gestão da manutenção, além desses cursos e treinamentos, deve-se inserir nas instruções dos serviços (como no caso dos POP's – Procedimentos Operacionais), informações sobre a correta execução dos serviços seguindo as diretrizes da metodologia TPM.

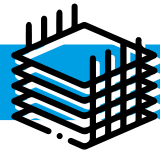
Para implantar o BIM, é necessária a utilização de software BIM que funcione em compatibilidade com outros softwares utilizados na engenharia e arquitetura, como o AutoCad e o Revit.

Neste software, as informações contidas num modelo de projeto BIM são divididas em dois grupos - geométricas e não geométricas, onde as geométricas são informações presentes na própria volumetria do modelo, como áreas, dimensões, não muito diferente de outros modeladores 3D. Já as informações não-geométricas individualizam os objetos do modelo quanto aos materiais utilizados, fabricantes, relação com outros objetos, custo, resistência, entre outras (ALMEIDA, 2016).

A figura 5 representa uma parte do projeto hidráulico, um banheiro, onde é possível visualizar os elementos que constituem esse ambiente, além de informações sobre os equipamentos, como modelo, dimensões e fabricante.

Para o uso correto do BIM, deve-se reunir todas as informações de um projeto em um só ambiente (software BIM). Isso facilita não só a visualização e execução do projeto como também a manutenção do ambiente, e é a essência da modelagem das informações da construção.

6 COMO UTILIZAR O TPM E O BIM NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREDIAL UNIVERSIDADES?



Aplicação da metodologia TPM

Como visto anteriormente, a metodologia TPM tem seu foco na redução de perdas de processo, em falha e defeitos zero. Para que isso ocorra de forma correta e coordenada, é necessário que a equipe responsável pela implantação siga as fases descritas por Nakajima (1994).

FASE	ETAPA	PREMISSAS
<u>Preparação</u>	1. Comunicado de início TPM	Depende da participação da chefia
	2. Conscientização e treinamento	Através de cursos e palestras p/ todos
	3. Estruturação p/ implantação	Formação de secretaria com grupos e comitês
	4. Políticas internas e diretrizes	Estabelecimento de objetivos e metas
	5. Elaboração do plano diretor	Reunião de eventos para condução do TPM

(Continua)

FASE	ETAPA	PREMISSAS
<u>Introdução</u>	6. Ponto de partida do TPM	Apresentação formal do início do TPM
<u>Implantação</u>	7. Implantação dos pilares produtivos	Esses pilares são: Melhoria Específica, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Educação e Treinamento
	7.1 Melhoria Específica	Equipes multifuncionais para eliminação de grandes perdas
	7.2 Manutenção Autônoma	Operador "adota" a máquina com que trabalha e cuida da conservação dela
	7.3 Manutenção Planejada	Busca pela "quebra/falha zero" e planejamento de manutenção
	7.4 Educação e Treinamento	Reeducação e treinamento individual dos trabalhadores
	8. Pilar do Controle Inicial	Buscar no início do projeto, equipamentos, processos e produtos que sejam de fácil instalação
	9. Pilar da Manutenção da Qualidade	Busca pela excelência na qualidade, através do "defeito zero" dos produtos
	10. TPM Administrativo	Qualidade nas informações repassadas entre departamentos
<u>Consolidação</u>	11. Pilar da Segurança, Higiene e Meio Ambiente	Cuidados com o meio ambiente (poluição zero) e o zelo pela segurança (acidentes zero)
	12. Consolidação e aprimoramento	Correção de falhas encontradas e definição de novas metas

Resumidamente, a equipe de manutenção predial da universidade deve inicialmente fazer o comunicado à toda equipe de que o TPM está em implantação, informando através de cursos, reuniões e palestras, cada pilar da metodologia, suas funções e importâncias, bem como o modo correto de colocar em prática cada um deles.

Aplicação da ferramenta BIM

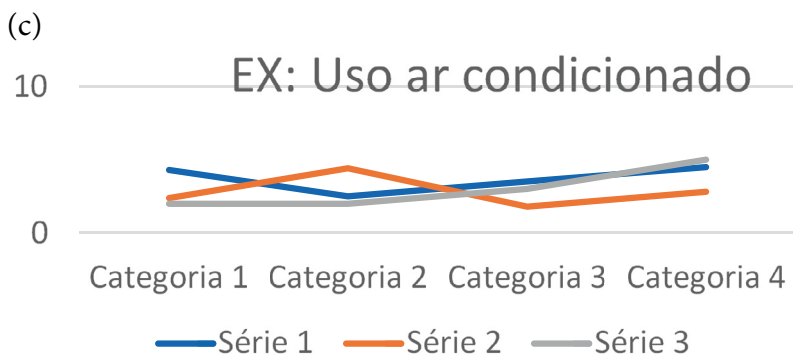
Para gerenciar a manutenção predial das universidades com a utilização da ferramenta BIM, a equipe responsável pela

gestão de manutenção deve utilizar um software BIM, onde seja possível reunir todas as informações pertinentes para a execução dos serviços de manutenção, como dados técnicos de equipamentos, custo de manutenção de cada espaço/equipamentos, projetos diversos etc.

Com essas informações reunidas, a equipe de manutenção, deve disponibilizar acesso (e treinamento) à essa ferramenta para os colaboradores envolvidos no processo de manutenção, para que seja possível encontrar facilmente as informações pertinentes para a execução de um serviço, evitando assim perdas desnecessárias nesse processo.

FIGURA 6: Exemplos de informações a serem disponibilizadas num software





Diretrizes do *roadmap*

O *roadmap* utilizado nesse estudo foi dividido em quatro etapas, considerando o estado atual, melhorias a curto, médio e melhorias a longo prazo. Essas etapas estão em acordo com a figura 4, apresentada anteriormente, e foram assim divididas:

Fase 1 – Levantamento das necessidades e divisão de tarefas/equipes

Essa etapa foi criada a partir da definição do objetivo do *roadmap* e pode ser considerada o “programa de necessidades”. É a etapa onde deverão ser apresentadas as informações sobre a manutenção predial, como problemas em equipamentos, tempo gasto em reparos, tempo ocioso, orçamento, equipe disponível, etc. Nessa etapa, o gestor deve apresentar os problemas que o setor enfrenta e que deseja reduzir ou eliminar. Para o *roadmap* dessa pesquisa, foram levantados os problemas mais relevantes da gestão de manutenção, como tempo ocioso das máquinas, gastos em reparos e a falta de manutenção preventiva.

Fase 2 – Implantação do BIM e TPM

Essa segunda fase foi pensada e desenvolvida a partir do entendimento que a tecnologia BIM e a metodologia TPM podem (e devem) estar inseridas nas diretrizes da gestão de manutenção predial, auxiliando nos objetivos do *roadmap*. Nessa etapa, os conceitos TPM devem ser entendidos e aplicados por todos os envolvidos no setor e a tecnologia BIM deve também ser utilizada em todas as etapas do processo construtivo (projeto, execução, operação e manutenção). Nessa fase, o gestor do *roadmap* deve introduzir os conceitos da metodologia TPM através de cursos e treinamentos para os colaboradores, de forma que todos possam entender a importância dessa metodologia e aplicar nas rotinas de trabalho. Além disso, deve buscar ferramentas que utilizem a tecnologia BIM para desenvolver seus projetos, como forma de reunir e organizar as informações pertinentes para serem facilmente acessadas.

Fase 3 – Monitoramento e ajustes

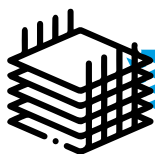
Etapa do *roadmap* que deve ser feito após as fases 1 e 2; é considerado o teste do *roadmap*. Nessa fase deve ser feita a observação da utilização do *roadmap* e dos resultados obtidos. Também nessa etapa deverão ser feitos os ajustes para manter a busca pelos objetivos propostos inicialmente. É nessa fase que a metodologia TPM deve estar inserida na rotina da gestão de manutenção e as informações devem estar reunidas com a utilização do BIM, de forma a facilitar o desenvolvimento das atividades.

Fase 4 – Consolidação e novos objetos

É a etapa final do *roadmap* tecnológico. Essa etapa foi pensada como uma espécie de "veredicto" sobre a funcionalidade do *roadmap*. É nessa fase que o gestor deve verificar se os objetivos propostos inicialmente foram atendidos passadas as três fases anteriores. Caso haja sucesso, o programa é considerado consolidado e pode-se então estabelecer novas metas a serem alcançadas.

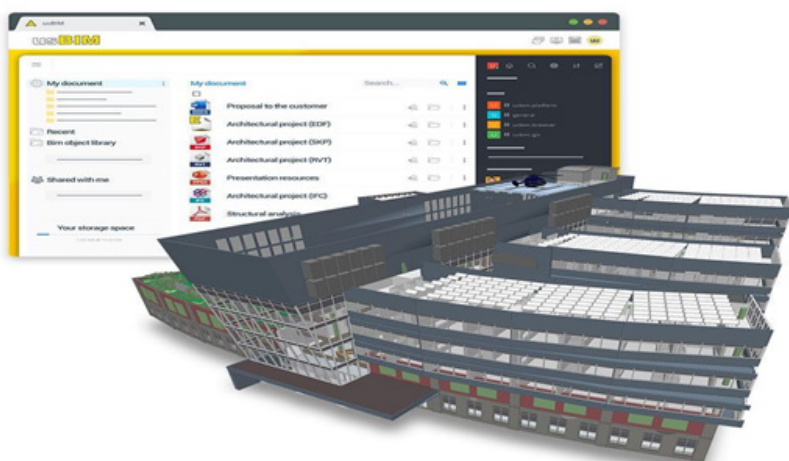
Cada fase deve ser cumprida antes de passar para a fase seguinte e fica a cargo do gestor do *roadmap* definir o tempo para cada etapa, bem como as tarefas obrigatórias a serem cumpridas em cada passo para avançar ao próximo.

7 EXEMPLOS



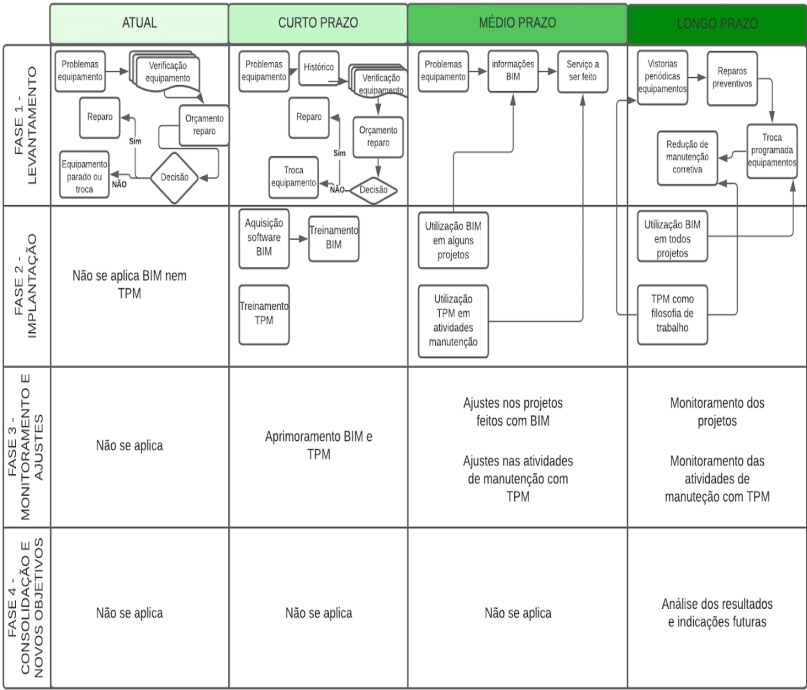
No caso da universidade utilizada como piloto desse estudo, o software BIM utilizado foi o usBIM. Abaixo está a interface do programa.

FIGURA 7 – Projeto feito com o software usBIM Fonte: ACCA Software



Para realização do piloto na universidade alvo do estudo, foi utilizado o *roadmap* apresentado na figura 6 abaixo:

FIGURA 8 - Roadmap Tecnológico para gestão de manutenção predial de universidades



Fonte: Elaborado pelo autor.

Fase 1 – Levantamento de necessidades e divisão de equipes/ tarefas

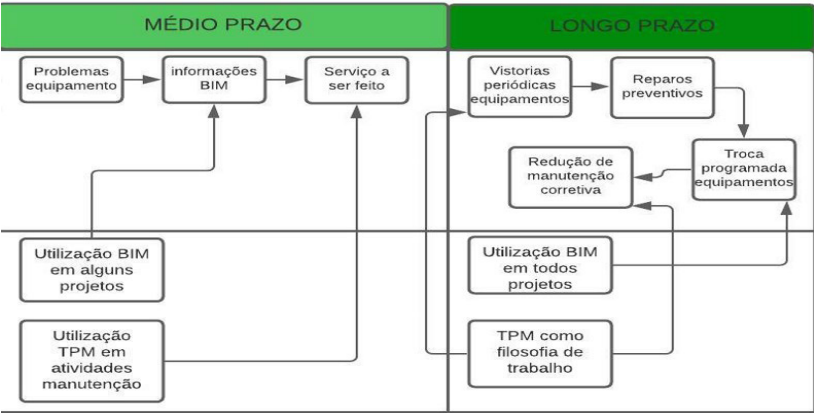
Nessa fase, o gestor deve buscar todas as informações pertinentes e relevantes sobre a manutenção predial (problemas em equipamentos, tempo de reparo, tempo ocioso, orçamento e equipe disponível, etc.). De posse dessas informações, deve-se separar as equipes e tarefas das mesmas, de forma clara e precisa, com o tempo correto para execução, além de fornecer todos os aparatos necessários para a realização. Deve-se

visualizar também o que se busca a curto, médio e longo prazo nessa fase de levantamento de necessidades, sempre alinhado com o objetivo proposto inicialmente. No exemplo mostrado na figura, o objetivo no longo prazo é poder ter automação nas vistorias de equipamentos e redução das atividades de manutenção corretiva.

Fase 2 – Implantação do BIM e TPM

A segunda fase deste *roadmap* fala sobre a implantação do BIM e TPM no setor de manutenção predial das universidades. É nessa fase que o gestor deve buscar pela aquisição de softwares de tecnologia BIM, bem como treinar e preparar a equipe para uso e operação dessa tecnologia, além de implantar os conceitos da metodologia TPM no cotidiano do setor. Uma vez feita essa implantação, é importante colocar em prática tanto a tecnologia BIM quanto a metodologia TPM, de forma alinhada.

FIGURA 9 - UTILIZAÇÃO DO BIM E TPM APÓS IMPLANTAÇÃO, ELABORADO PELO AUTOR



Fonte: Elaborado pelo autor.

No exemplo da figura 7, após a implantação, as informações obtidas com o uso da tecnologia BIM podem ser utilizadas no levantamento do programa de necessidades, e os conceitos do TPM podem ser utilizados nas rotinas de trabalho no setor de manutenção predial.

Fase 3 – Monitoramento e ajustes

A terceira fase é a fase de monitoramento e ajustes, onde o gestor, após cumprir todas as tarefas das fases 1 e 2 o gestor avaliará se a tecnologia BIM e a metodologia TPM estão sendo utilizadas de maneira adequada e, após esses testes, fazer todos os ajustes que julgar necessário, incluindo dividir equipes e redistribuir tarefas. No exemplo da figura 6, foi feita uma sugestão de monitoramento e ajustes da utilização do BIM em alguns projetos e do TPM nas atividades de manutenção (por exemplo, com a utilização de Procedimentos Operacionais – POPs, previamente elaborados com a utilização dos conceitos dessa metodologia)

Fase 4 – Consolidação e novos objetivos

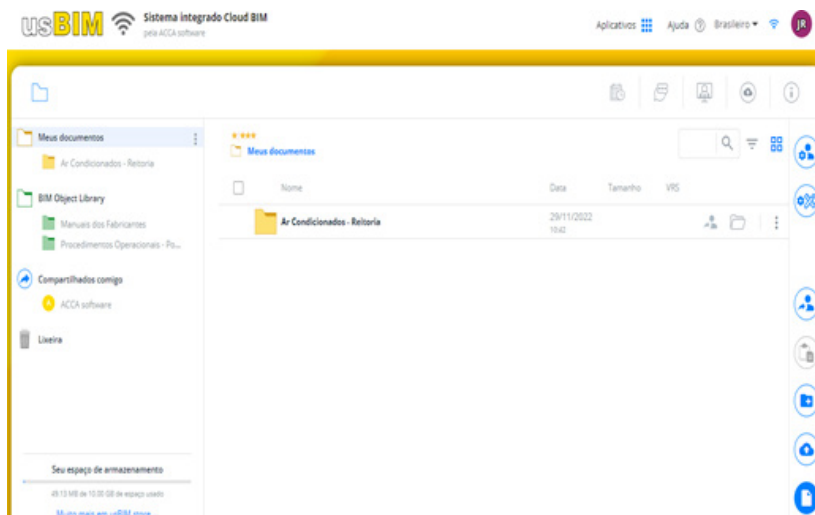
A quarta e última fase deste *roadmap* consiste na consolidação do programa. Findada as fases 1 a 3, o gestor fará análise dos resultados obtidos após todos os testes e ajustes no processo de manutenção e decidirá sobre a eficácia do mesmo. Caso julgue que o *roadmap* foi eficaz, ele pode ser considerado consolidado e, com isso, novos objetivos e metas devem ser definidos. Caso não se julgue eficaz, deve-se revisar os pontos mais difíceis, avaliar os objetivos propostos inicialmente e refazer as fases, buscando realizar os ajustes necessários para tornar o processo eficaz.

E para tornar o teste piloto mais eficaz, na universidade em questão foi utilizado o software usBIM para reunir as informações pertinentes sobre os ares condicionados do prédio analisado.

As informações reunidas para auxiliar na execução dos serviços de manutenção predial da universidade (nesse caso

específico da imagem, dos ares-condicionados do prédio alvo do estudo), podem ser visualizados na imagem seguinte:

FIGURA 10: usBIM na gestão da manutenção predial da UFSB

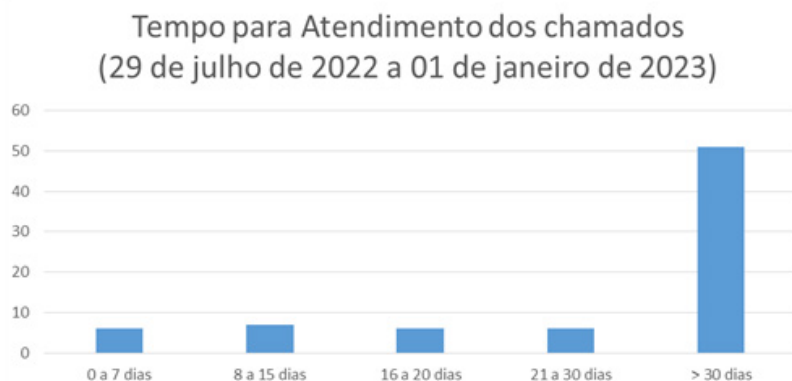


Fonte: Acca Software

Foram disponibilizadas para os colaboradores, a lista de todos os aparelhos de ar-condicionado no prédio em questão, além dos manuais dos fabricantes de cada aparelho e o procedimento operacional (que constam informações sobre uso da metodologia TPM), para manutenção preventiva e corretiva deles.

Sobre os resultados obtidos, o parâmetro utilizado foi o tempo para atendimento dos chamados, onde o comparativo desses dados de antes e depois do projeto piloto, pode ser observado nos gráficos a seguir:

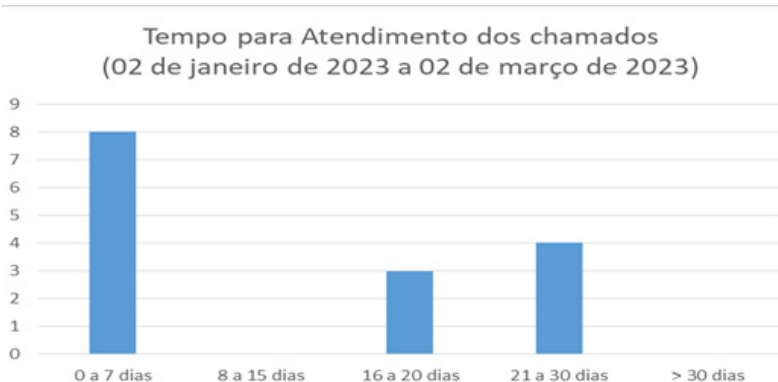
GRÁFICO 1: TEMPO PARA ATENDIMENTO DOS CHAMADOS DE MANUTENÇÃO ENTRE JULHO/21 E JANEIRO/23



Fonte: Dados da pesquisa.

Do dia da inauguração do prédio (29 de julho de 2021 até o início do projeto (02 de janeiro de 2023), foram 76 chamados abertos para manutenção preventiva e corretiva dos aparelhos de ar condicionado, onde a maior parte desses chamados foram atendidos após mais de 30 dias da abertura.

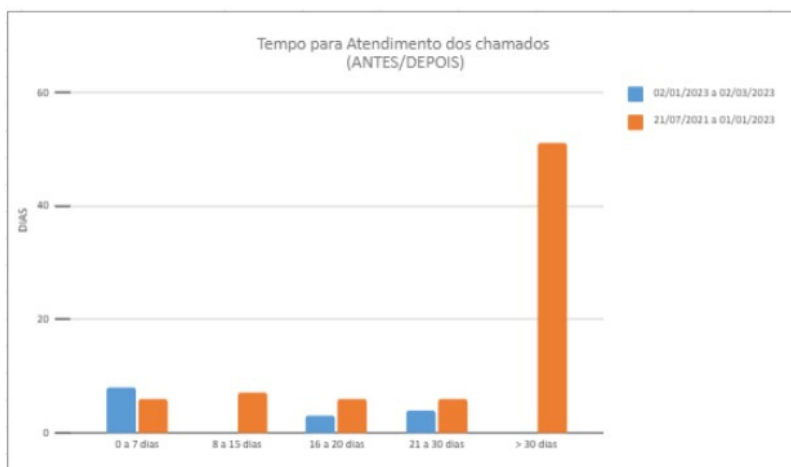
GRÁFICO 2: TEMPO PARA ATENDIMENTO DOS CHAMADOS DE MANUTENÇÃO ENTRE JANEIRO/23 E MARÇO/23



Fonte: Dados da pesquisa.

Já durante o período do projeto, foram 15 chamados de manutenção preventiva e corretiva dos aparelhos de ar condicionado, onde a maior parte desses chamados foram atendidos em até 7 dias, além de nenhum dos chamados ultrapassar a marca dos 30 dias para atendimentos. Durante o período do projeto piloto, os serviços de manutenção nos aparelhos de ar condicionados foram executados seguindo as diretrizes da Fase 2 deste roadmap, com a utilização do software usBIM para reunir as informações inerentes ao serviço e também das orientações da metodologia TPM.

GRÁFICO 3: TEMPO PARA ATENDIMENTO DOS CHAMADOS ANTES E DEPOIS DO PROJETO PILOTO



Esses gráficos mostram que a utilização do roadmap como pilar para gerenciar as informações pertinentes dos serviços de manutenção predial – nesse caso, dos ar condicionados, permite um controle maior dessas informações e celeridade na execução dos serviços.

8 CONSIDERAÇÕES

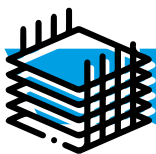


Nesse trabalho, é apresentado um *roadmap* tecnológico para gestão da manutenção predial de universidades federais, com utilização da ferramenta BIM e da metodologia TPM. Com o que foi estudado até aqui, pode-se perceber que as universidades federais carecem de um melhor controle na gestão da manutenção predial, para diminuir os gastos com manutenção corretiva e focar na manutenção preventiva, e o *roadmap* tecnológico apresentado nesta pesquisa tem potencial para ser essa ferramenta, devido à sua estrutura, com foco em melhorias a curto, médio e longo prazo, sempre alinhado com o BIM e o TPM.

O projeto piloto, mostrou que a utilização do BIM e do TPM permitiu um controle maior da gestão da manutenção, com possibilidade de redução de problemas de ordem corretiva e, conseqüentemente, redução de tempo para execução dos serviços e manutenção da vida útil de máquinas e equipamentos.

É importante ressaltar que as condições dos dois cenários não foram exatamente as mesmas, principalmente no volume de chamados de manutenção e lapso temporal. Portanto, a sugestão é para que o monitoramento continue por um tempo maior para verificar a eficácia dessas diretrizes.

REFERÊNCIAS



ABNT NBR 15575 - Norma de Desempenho. ABNT NBR 15575, p. 306, 2013.

AGUIAR, M. F. et al. Interações entre Manutenção Produtiva Total e Gestão da Qualidade Total: Estudo de Caso em Uma Empresa do Setor Alimentício. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, v. 14, n. 3, p. 122, 2019.

ALMEIDA, R. C. DE G. Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 58, 2016.

AMORIM, G. R. N. DE. Lean na manutenção : otimização do TPM. 2011.

BIEHL, N. C.; SELITTO, M. A. TPM E MANUTENÇÃO AUTÔNOMA: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DA INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA. *Revista Produção Online*, Florianópolis, p. 1123–1147, 2015.

GONÇALVES, J. R. Manual de Artigo de Revisão de Literatura. [s.l: s.n.]. v. 4, 2019.

GUERRA, B.; FABRO, E. Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de manutenção com base na metodologia TPM. *Scientia cum Industria*, p. 23–39, 2019.

MARTINS, J. P.; MONTEIRO, A. Building Information Modeling (BIM) - teoria e aplicação. *International Conference on Engineering*, v. 58, n. January, p. 11, 2011.

MATOS, J. S. Estudo do impacto da implementação da TPM numa fábrica de componentes para automóveis. p. 1–132, 2008.

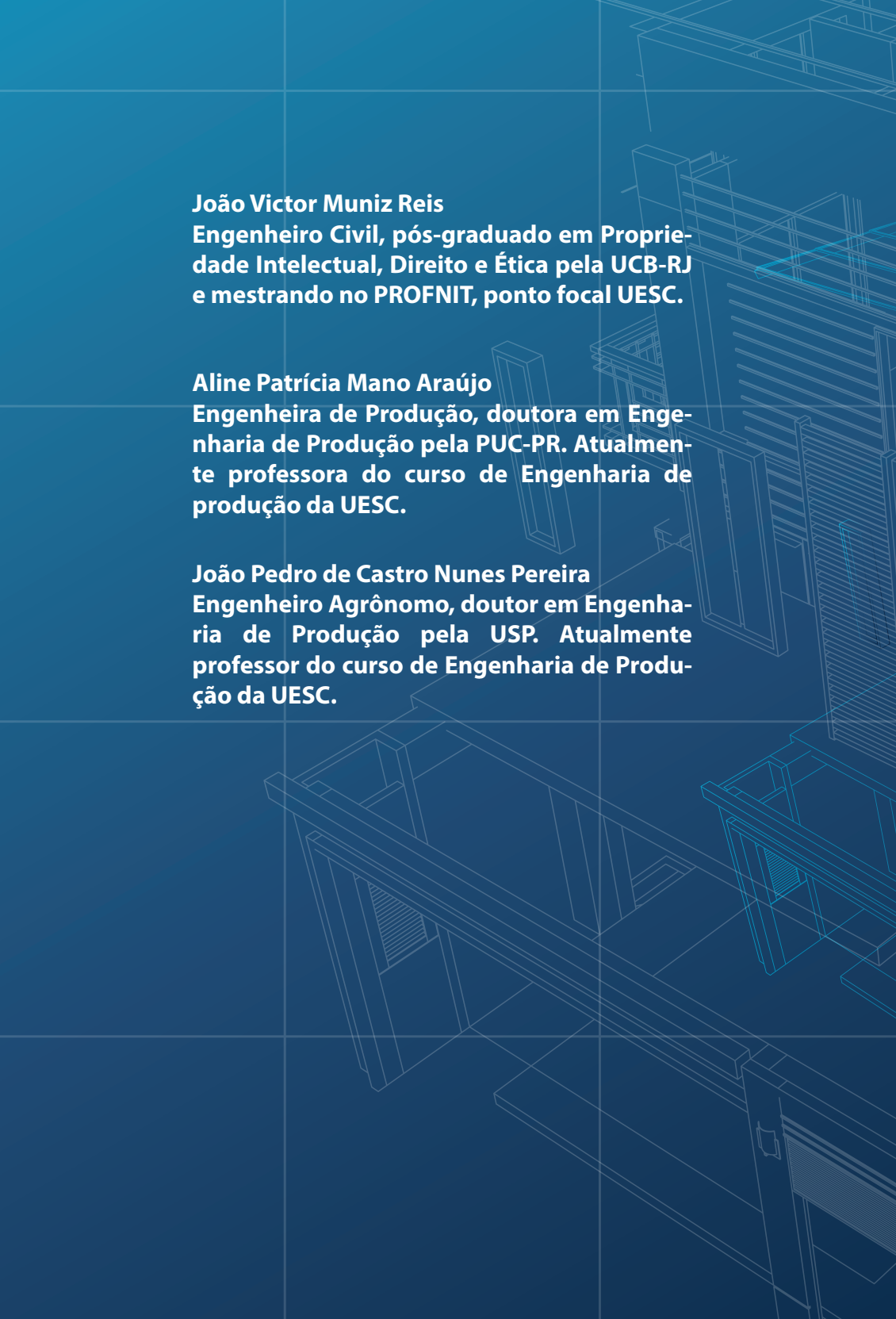
MENEZES, G. S. DE et al. Revista Gestão Industrial O PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM): APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (RCM) THE PILAR PLANNED MAINTENANCE OF THE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM): RELIABILITY CENTRED MAINTEN. p. 1–35, 2015.

MILARA GUEDES, R. P. DE A. Manutenção Autônoma – TPM Modelo Bosch Empresa : Bosch Termotecnologia SA. p. 80, 2009.

NAKAJIMA. AS DOZE ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO TPM NAKAJIMA. n. 1990, p. 38–59, 1994.

RIBEIRO, H. Haroldo Ribeiro - TPM para Supervisores, 2016.

SOUZA, J. C. a Manutenção Produtiva Total Na Indústria Extrativa Mineral : a Metodologia Tpm Como Suporte a Manutenção Produtiva Total Na Indústria Extrativa Mineral : a Metodologia Tpm Como Suporte. 2001.



João Victor Muniz Reis
Engenheiro Civil, pós-graduado em Propriedade Intelectual, Direito e Ética pela UCB-RJ e mestrando no PROFNIT, ponto focal UESC.

Aline Patrícia Mano Araújo
Engenheira de Produção, doutora em Engenharia de Produção pela PUC-PR. Atualmente professora do curso de Engenharia de produção da UESC.

João Pedro de Castro Nunes Pereira
Engenheiro Agrônomo, doutor em Engenharia de Produção pela USP. Atualmente professor do curso de Engenharia de Produção da UESC.