

Política de gestão de ativos para decisões de substituição de equipamentos: estudo em uma empresa de médio porte do setor metalmeccânico

Asset management policy for replacement equipment decisions: study in a medium-sized company in the mechanical metal sector

Ana Carolina Gandini Panegossi

Instituto Federal de São Paulo (IFSP) - Campus Matão

 0000-0002-3188-8167

carolina.panegossi@ifsp.edu.br

Ethel Cristina Chiari da Silva

Universidade de Araraquara (UNIARA)

 0000-0002-4836-0246

eccsilva@uniara.edu.br

José Luís Garcia Hermosilla

Universidade de Araraquara (UNIARA)

 0000-0002-5104-6725

jlghermosilla@uniara.edu.br

Resumo: A substituição de equipamentos é uma decisão importante que todas as empresas de manufatura devem enfrentar, motivadas pelos crescentes custos de operação e manutenção ou pelo avanço tecnológico. Embora existam métodos de análise que indicam se e quando um equipamento deve ser substituído, dados do desempenho e dos custos são necessários nesse processo de decisão. A indústria aqui estudada é do setor metalmeccânico, de médio porte, localizada no interior do estado de São Paulo. O motivo de desenvolvimento dessa pesquisa foi a necessidade de uma avaliação que assessorasse a empresa sobre a substituição de seus tornos e centros de usinagem CNC (Comando Numérico Computadorizado), pois alguns frequentemente falhavam, gerando indisponibilidade dos equipamentos e gargalos no processo produtivo. Portanto, a empresa estudada possuía equipamentos produtivos a serem substituídos, mas constatou-se que os dados eram insuficientes para uma decisão assertiva. Desta maneira, identificou-se a necessidade de construção de uma política de gestão de ativos para dar suporte à decisão relacionada à substituição dos equipamentos produtivos da empresa em questão. Assim, o objetivo desta pesquisa foi definir uma política de gestão de ativos, com ênfase na substituição de equipamentos produtivos, na empresa citada, com foco na reposição de ativos críticos, com base nos requisitos da ISO 55001:2014, com as diretrizes da ISO 55002:2018 e alinhamento das funções financeiras e não financeiras da ISO 55010:2019. Para isso, este trabalho realizou uma revisão bibliográfica que forneceu o

suporte teórico-conceitual para o desenvolvimento do estudo na empresa. Como resultado, este trabalho traz a descrição de uma política de gestão de ativos integrada ao planejamento organizacional, que deve nortear e garantir que os ativos críticos tenham o desempenho assegurado para entregar valor à empresa até a sua substituição. O desenvolvimento deste estudo forneceu uma estrutura de suporte para a tomada de decisão de substituição de ativos para a empresa do estudo. Além disso, também permitiu aos gestores compreenderem como a disponibilidade de dados de qualidade pode tornar o processo de decisão mais seguro e confiável.

Palavras-chave: Política de gestão de ativos, substituição de equipamentos, ISO 55001:2014, ISO 55002:2018, ISO 55010:2019.

***Abstract:** The replacement of equipment is an important decision that all manufacturing companies must face, that is motivated by rising operating and maintenance costs or technological advances. Although there are methods of analysis that indicate whether and when equipment should be replaced, performance and cost data are required in this decision-making process. The industry that was investigated belongs to the mechanical metal sector, and it is considered a medium-sized and it is in the interior of the state of São Paulo. The reason this research was the need for an evaluation that advised the company on the replacement of its lathes and CNC machining centers (Computer Numerical Control). Some of these resources often failed what means that this equipment became unavailable creating bottlenecks in the production process. Therefore, the company that was investigated had productive equipment to be replaced, but it was found that the data were insufficient for an assertive decision. Thus, it was identified the need to build an asset management policy to support the decision related to the replacement of the company's productive equipment. The objective of this research was to define an asset management policy, whose emphasis is on the replacement of productive equipment that are considered critical assets, based on the requirements of ISO 55001:2014, according to the guidelines of ISO 55002:2018 and alignment of financial and non-financial functions of ISO 55010:2019. This work carried out a bibliographic review that provided the theoretical-conceptual support for the development of the study. As a result, this work provides the description of an asset management policy integrated into organizational planning, which should guide and ensure that critical assets have the performance assured to deliver value to the company until its replacement. The development of this study provided a support structure for decision-making of asset replacement for the company. In addition, it has also allowed managers to understand how the availability of quality data can make the decision-making process more secure and reliable.*

Keywords: Asset management policy, equipment replacement, ISO 55001: 2014, ISO 55002: 2018, ISO 55010: 2019.

1. Introdução

Hartman e Tan (2014) afirmam que a substituição de equipamentos é uma decisão importante que todas as empresas de manufatura devem enfrentar, motivadas tanto pelos crescentes custos de operação e manutenção quanto pelos avanços tecnológicos dos ativos disponíveis no mercado e, para Casarotto Filho e Kopittke (2017), a substituição de equipamentos está entre as decisões financeiras mais relevantes, pois a compra de novos equipamentos costuma ser uma ação irreversível, envolvendo altos custos e comprometendo o capital da empresa.

As decisões de substituição de ativos devem se basear em informações precisas sobre suas condições, por meio de análises e diagnósticos, garantindo o melhor retorno sobre o capital investido, o melhor desempenho operacional e o menor risco à organização (ZAMPOLLI et al., 2019). Há que se observar que existe na literatura métodos que indicam se e quando um equipamento deve ser substituído ou descartado, porém dados de desempenho e custos são necessários para aplicação de tais métodos.

O Plano Estratégico de Gestão de Ativos – *Strategic Asset Management Plan* (SAMP) – é o ponto de partida para o desenvolvimento da política, estratégia, objetivos e planos de gestão de ativos, que levam à combinação ideal das atividades do ciclo de vida dos ativos - de acordo com a criticidade, condição, desempenho e nível de risco. A política representa os princípios e os requisitos obrigatórios de acordo com o plano estratégico, que fornece o quadro para o desenvolvimento da estratégia e dos objetivos (ISO, 2014). Além disso, responsabilidades de alto nível também podem ser estabelecidas na política, como aprovar os planos de aquisição e/ou substituição de ativos de capital e revisar o desempenho dos ativos (HASTINGS, 2015).

As normas ISO possuem 10 cláusulas em comum, três cláusulas introdutórias: (1) escopo; (2) referências normativas; (3) termos e definições; e sete básicas, que podem ser divididas no ciclo de melhoria contínua PDCA no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*):

- P (*Plan*): contempla o Contexto da Organização, Liderança e Planejamento;
- D (*Do*): contém Suporte e Operação;
- C (*Check*): representa a Avaliação de Desempenho;
- A (*Action*): representa a Melhoria.

Para a construção da política de gestão de ativos, com foco na última fase do ciclo de vida dos ativos, nessa pesquisa o foco foi a fase P (*Plan*). Essa pesquisa também utilizou ferramentas adicionais para cumprir os requisitos, como análise SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, Threat*), *Balanced Scorecard*, entre outras. Com base nos indicadores de desempenho, custos e riscos, a política indica quais dados devem ser apontados pelas diversas áreas responsáveis definidas no SAMP para que as análises de substituição e as tomadas de decisão sejam efetivas.

Após essa contextualização, tem-se que o objetivo dessa pesquisa foi definir uma política de gestão de ativos em uma empresa de médio porte do setor metalmeccânico, com foco na substituição de ativos críticos, com base nos requisitos da ISO 55001:2014, com as diretrizes da ISO 55002:2018 e alinhamento das funções financeiras e não financeiras da ISO 55010:2019.

Para atingir o objetivo proposto a pesquisa foi desenvolvida em três etapas. A primeira etapa refere-se à definição da estrutura conceitual e teórica. A segunda etapa refere-se à coleta de dados, e por meio das informações obtidas, foi realizada a terceira etapa, que é construção de uma política de gestão de ativos com ênfase na substituição de equipamentos.

Esse artigo está organizado em 6 seções, mais as referências. A seção 1 se trata dessa introdução que apresentou o trabalho, com ênfase no contexto, importância e objetivo. A seção 2 traz o referencial teórico de suporte, se expõe aspectos relevantes relacionado à gestão de ativos. A seção 3 apresenta o método de condução dessa pesquisa. A seção 4 expõe a coleta de dados; a seção 5 os resultados e discussões e, por fim, a seção 6 traz as considerações finais dessa pesquisa.

2. A gestão de ativos nas empresas

Entre as várias políticas que uma organização pode formular para atingir seus objetivos, expectativas e necessidades, está a política de Gestão de Ativos (GA). Como acontece com qualquer política, a política de GA deve ser autorizada e respeitada pela alta administração, alinhada com os objetivos da organização e com as outras políticas.

O desenvolvimento da política de GA é um processo complexo, que deve envolver a análise estratégica da situação da organização no mercado (ZAMPOLLI et al., 2019). Isso

serve para corroborar que a organização considerou os fatores potenciais que influenciam os seus resultados (LAFRAIA, 2020a).

A política de GA é uma declaração breve que estabelece os princípios pelos quais a organização pretende aplicar a gestão de ativos para atingir seus objetivos e fornece as intenções e direções da organização (ISO, 2018). A política deve ser consistente com os requisitos das partes interessadas, ser apoiada pela alta administração, ser comunicada de forma eficaz e regularmente revisada e comprometer-se com a melhoria contínua do Sistema de Gestão de Ativos (SGA) (GFMAM, 2014).

Toda empresa precisa ter uma política clara de renovação de seus equipamentos, que devem ser substituídos, não apenas quando estiverem infalivelmente danificados, mas também quando: (i) os custos de operação e / ou manutenção do ativo excedem o custo de reposição; (ii) existe um risco iminente de falha do ativo; (iii) o impacto de uma provável falha excede o custo de reposição; (iv) uma falha presumida pode comprometer a confiabilidade e a segurança do sistema e das pessoas; (v) os ativos se tornaram obsoletos e ineficientes para operar; (vi) os ganhos por reposições implicam na melhoria dos indicadores de desempenho da empresa, e mais ainda, dos indicadores de segurança das pessoas e meio ambiente (ZAMPOLLI et al., 2015).

Assim como a política da GA deve ser apoiada pela alta administração, para a ISO 55010, a alta administração deve aderir e garantir, por meio da política estabelecida, o alinhamento entre as funções financeiras e não financeiras. Além de se comprometer em fornecer as informações, conhecimentos e recursos necessários para atingir, manter e melhorar continuamente esse alinhamento. As funções técnicas e financeiras devem estar disponíveis para as tomadas de decisão sobre substituição, renovação, manutenção, entre outras, garantindo que as decisões sejam informadas e haja equilíbrio entre as necessidades financeiras e os requisitos de desempenho dos ativos (ISO, 2019).

A substituição de um bem requer grandes investimentos, e as empresas procuram estender a vida útil de suas máquinas por meio de reparos e manutenções, mas devem substituí-las por novas e adequadas ao final da vida útil. Muitos ativos da indústria são mais antigos do que a vida para a qual foram projetados inicialmente. Em muitos casos, não substituir os ativos leva a um alto consumo de energia, altos custos de manutenção e um maior risco de acidentes e calamidades. Decidir entre substituir ou reparar um ativo apresenta

um desafio significativo para os proprietários de ativos. Saber como determinar qual opção é melhor para as operações da organização e quando os ativos devem ser substituídos ajudará a controlar o tempo de inatividade e custos inesperados (MADUSANKA et al., 2016). Decisões eficazes de reparo ou substituição de ativos físicos são essenciais para organizações que competem em setores com ativos físicos intensivos. Além de exigir um investimento de capital substancial e significativo, essas decisões afetam a lucratividade e o desempenho financeiro (THERON, 2016).

Para equipamentos de longa vida, a vida útil é determinada pela obsolescência, falta de suporte de manutenção, diminuição da confiabilidade, perda de capacidade de desempenho, disponibilidade e viabilidade econômica de substituição. Essas decisões requerem cooperação entre as funções financeiras e não financeiras (operações / manutenção) para permitir a decisão certa de manter o ativo ou substituí-lo (ISO, 2019). O processo de tomada de decisão considera os critérios e métricas a serem aplicados, a informação necessária, a natureza, o nível de complexidade, o impacto desta decisão nos objetivos e as limitações de tempo. A estrutura de tomada de decisão deve ser adaptada às necessidades da organização. Deve haver alinhamento vertical, desde o contexto e as expectativas das partes interessadas até o planejamento e controle operacional; além disso, alinhamento horizontal, que são as partes interessadas internas e externas (ISO, 2018).

Os proprietários de ativos físicos devem tomar uma série de decisões para obter uma gestão eficaz e eficiente desses ativos. Cada decisão é robusta apenas quando as informações estão disponíveis para fornecer evidências objetivas sobre todos os aspectos do ativo (KING; CROWLEY-SWEET, 2014). Embora grandes quantidades de dados sejam cada vez mais coletadas para apoiar os processos de tomada de decisão na gestão de ativos, o desafio é a melhor maneira de usar esses conjuntos de dados fragmentados e desorganizados. É essencial usar e combinar todos os dados relevantes, tanto técnicos quanto econômicos, para criar novos conhecimentos de negócios para apoiar a tomada de decisão eficaz (KINNUNEN et al., 2016).

A gestão de ativos baseada em valor, que é um de seus fundamentos, é alcançada quando a organização usa o valor entregue pelos ativos como o principal critério de decisão para escolher entre diferentes opções, tanto no nível tático quanto no operacional. As organizações devem quantificar o valor entregue por seus ativos e gerenciá-los por meio de

tomadas de decisão informadas e consistentes (RODA et al., 2016). No entanto, o valor diz respeito à contribuição para os objetivos organizacionais e pode ser expresso de várias formas, e nem sempre são fáceis de quantificar. O valor total máximo costuma ser equivalente ao menor custo do ciclo de vida do ativo (GFMAM, 2014).

Para tomadas de decisão eficazes na troca de equipamentos, é necessário construir uma política com os critérios que devem ser considerados. A política de substituição de ativos deve fazer parte da política de gestão de ativos de uma organização, um dos requisitos de Liderança da ISO 55001. Para desenvolver a política, é necessário criar um Plano Estratégico de Gestão de Ativos (SAMP) e estabelecer os requisitos da ISO 55001: Contexto da Organização, Liderança e Planejamento. As diretrizes da ISO 55002:2018 e o alinhamento entre as funções financeiras e não financeiras sugeridas pela ISO 55010: 2019 podem tornar o processo mais fácil e preciso.

O Quadro 1 traz indicadores de desempenho, custos e riscos, propostos por Zampolli et al. (2015). A partir desses indicadores, a política indicará quais dados devem ser apontados pelas diversas áreas responsáveis definidas no SAMP para que as análises de substituição e as tomadas de decisão sejam efetivas.

Quadro 1 - Exemplos de indicadores de desempenho e de custos.

Indicadores de desempenho	Indicadores de custos
<ul style="list-style-type: none"> • MTBF – Tempo médio entre falhas • Disponibilidade (horas sem interrupção) • Taxa de falhas / equipamento crítico • Severidade de falhas • Tempo médio entre reparos • Manutenibilidade • Frequência de falhas ou reparos • Confiabilidade • Horas dedicadas a gestão de ativos/ horas disponíveis da equipe 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo total da manutenção/ valor total do ativo • Custo real (soma dos custos de reparos com custo atualizado (custo médio de aquisição – valor médio de depreciação * (1- idade média do ativo)) • Custos de Manutenção** / Custos estimados de substituição dos ativos • Custo da Manutenção / Custo de Operação • Custo de Operação / Valor da base de ativos • Valor de Capex previsto / Valor de capex realizado <p>** custo de manutenção inclui mão de obra, empreiteiros, suporte, despesas gerais, treinamento, peças de reposição e materiais e sistemas, exclui os custos de depreciação e o tempo de inatividade em consequência da manutenção.</p>

Fonte: adaptado de Zampolli et al. (2015, p. 40).

A gestão de ativos foca na entrega de uma capacidade declarada, que depende do desempenho dos ativos (LAFRAIA, 2015). A capacidade consiste em medir a capacidade e a habilidade de uma entidade - sistema, organização ou pessoas, em atingir seus objetivos (LAFRAIA, 2020b). Para garantir a melhoria contínua do desempenho dos ativos e gerar valor para as organizações, além de alinhamento, garantia e liderança, fundamentos da gestão de ativos, o SAMP deve estar de acordo com o planejamento corporativo.

O planejamento corporativo (ou planejamento estratégico) deve conter os seguintes atributos: (i) os propósitos estratégicos e objetivos claramente definidos; (ii) pontos fortes e fracos internos, oportunidades externas e ameaças são considerados; (iii) alinhamento entre o plano estratégico, objetivos e indicadores de curto prazo, visto que os objetivos de curto prazo trabalham para atingir os objetivos de longo prazo; (iv) integração entre o plano estratégico, os objetivos e os planos para alcançá-los; e (v) conexões que demonstram como o plano estratégico atenderá aos requisitos das partes interessadas (LAFRAIA, 2015). Algumas perguntas importantes devem ser feitas antes de preparar um SAMP: qual é a situação atual da empresa? Onde a empresa deseja estar no período considerado? Quais são os objetivos e riscos associados? Como chegar lá? Como eles serão medidos? (ZAMPOLLI et al., 2019).

De acordo com especialistas do setor, a ISO 55001 tem um efeito positivo em todas as perspectivas: financeira; cliente; processos de negócios e aprendizado; e crescimento, indicando que as organizações que adotam a certificação podem obter melhor desempenho a partir da eficácia e eficiência da gestão de seus ativos (ALSYOUF et al., 2018). Embora a gestão de ativos, por meio da implementação da ISO 55001, ocorra apenas em grandes empresas, a pesquisa de Paris e Severino (2017) mostra a relevância da aplicação de um modelo de padrão internacional em pequenas e médias empresas. Para os autores, qualquer entidade, independentemente de seu porte, deve estabelecer uma estratégia de gestão de seus ativos, e a ISO 55001 pode ajudar a desenvolver essa estratégia.

Para entregar o SAMP e os requisitos da ISO 55001: 2014, foram seguidas as metodologias, baseadas na pesquisa de Meireles (2018), descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Requisitos da norma ISO 55001 e metodologias propostas.

Requisito	Metodologia proposta
4. Contexto da organização	
Requisito 4.1 – Entendimento da organização e seu contexto	Análise SWOT
Requisito 4.2 – Entendimento das necessidades e das expectativas das partes interessadas	Identificar e hierarquizar as partes interessadas e os seus requisitos para a GA
Requisito 4.3 – Determinação do escopo do SGA	Identificar, localizar (geograficamente e na organização), caracterizar (resumidamente) e classificar os ativos físicos abrangidos pelo SGA
Requisito 4.4 – SGA	Fazer um diagnóstico inicial do estado atual da GA Fazer um <i>Balanced Scorecard</i> Estabelecer um plano de implementação de atividades.
5. Liderança	
Requisito 5.1 – Liderança e comprometimento	Elaborar no SAMP
Requisito 5.2 – Política	Definir a Política de GA
Requisito 5.3 – Autoridades, responsabilidades e papéis organizacionais.	Delimitar as responsabilidades e autoridades dos papéis chave, quer internos, quer subcontratados
6. Planejamento	
Requisito 6.1 – Ações para tratar os riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos	Identificar riscos/ oportunidades da GA e definir ações para os minimizar/maximizar Definir os objetivos da GA Elaborar planos de contingência
Requisito 6.2 – Objetivos da gestão de ativos e planejamento para o alcance dos objetivos da gestão de ativos	Estabelecer um plano para concretizar os objetivos definidos em 6.1 Definir um plano para gerir o ciclo de vida dos ativos que fazem parte do âmbito da gestão

Fonte: adaptado de Meireles (2018, p.13, 15 e 20).

3. Método

Este trabalho pode ser considerado um estudo de caso, por se tratar de um estudo profundo de um tema, permitindo seu conhecimento amplo e detalhado. Para a preparação deste estudo, foram realizadas pesquisas em normas técnicas, livros, dissertações, teses, artigos científicos disponíveis em periódicos eletrônicos - por meio de sites de busca como *Scopus*, *Scielo*, *Google Scholar*, sites de associações e organizações de gestão de ativos,

manuais práticos, e outros. A busca dos artigos foi realizada a partir dos seguintes descritores: substituição de equipamentos; substituição de ativos; gestão de ativos; ISO 55000:2014, ISO 55001:2014, ISO 55002:2014, ISO 55002:2018, ISO 5010:2019.

Os procedimentos de coleta realizados nessa pesquisa foram:

- Análise documental,
- Consulta ao banco de dados da empresa,
- Levantamento de dados junto às empresas prestadoras de serviços de venda de peças de manutenção, contabilidade externa, prestadores de serviços do ERP – *Enterprise Resource Planning*;
- Entrevistas abertas com acionistas, gestores, consultores (financeiros e de qualidade) e funcionários;
- Reuniões com consultores, gerentes e funcionários que estão e estarão envolvidos nos planos de gestão de ativos.

Os procedimentos operacionais foram realizados, em grande parte, pelos pesquisadores e consultor de qualidade, além da coparticipação dos funcionários envolvidos nas atividades de GA e também os responsáveis pela implementação dos requisitos da norma na empresa. A seguir, a coleta de dados é apresentada.

4. Coleta de dados

O primeiro passo da coleta de dados envolveu o **SAMP e o Contexto da Organização**. Neste requisito, foram definidas as questões internas e externas pertinentes à obtenção dos resultados pretendidos com a criação de outro sistema de gestão, que deve estar alinhado com os objetivos organizacionais. No início deste trabalho, os objetivos corporativos eram (i) Sustentabilidade financeira, (ii) Prestar serviços que cumpram os requisitos legais aplicáveis e dos clientes, (iii) Melhorar continuamente os processos do sistema de gestão, e (iv) Colaboradores qualificados com recursos em um ambiente seguro. Não havia um objetivo específico para a gestão da infraestrutura e dos equipamentos produtivos, embora o uso produtivo desses ativos gere valor e sustente todos os demais ativos da empresa, sendo fundamental para sua capacidade competitiva do negócio.

Como a empresa já tinha um planejamento organizacional definido, uma política de gestão da qualidade e um SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade), a política de Gestão de

Ativos, o SAMP e o SGA devem estar alinhadas a eles. Assim, ficou definido que o planejamento estratégico seria refeito. A política de gestão da qualidade, a política de gestão de ativos e os sistemas de gestão foram alinhados e integrados a um mesmo planejamento. Neste requisito, foram considerados os atuais pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças, por intermédio de uma análise SWOT, para a gestão organizacional e os fatores internos e externos relevantes que podem afetar a sua capacidade de alcançar os resultados pretendidos. Resumidamente, os pontos fracos apontados foram a ausência de uma política de Gestão de Ativos; subutilização do sistema ERP, dificuldade na extração e análise de informações do sistema de manutenção; indisponibilidade de indicadores de gestão de ativos (MTTR - *Mean Time To Repair* ou tempo médio para reparo e MTBF - *Mean Time Between Failures* ou tempo médio entre falhas); falta de informações da capacidade de produção/equipamentos; problemas de execução da manutenção conforme o plano; falta de informação com relação à estrutura da fábrica/máquinas e equipamentos deficientes; Servidor de Tecnologia da Informação (TI) deficiente.

As partes interessadas identificadas na literatura e relevantes para a organização são: acionistas, clientes, fornecedores, gestores e funcionários; e as partes interessadas relevantes para a Gestão de Ativos são também: engenharia, manutenção, comercial, custos, financeiro, planejamento e controle da produção (PCP), qualidade, política ambiental. Além dos dados já coletados, o escopo da GA se trata do portfólio de ativos coberto por esta. Como a GA permite que seu escopo cubra parte dos ativos, inicialmente quatorze ativos foram eleitos, pelo gestor da gestão de ativos, como críticos. Os critérios de seleção foram: idade do equipamento, custos de manutenção corretiva, horas em manutenção corretiva, horas de operação (disponibilidade).

Cabe aqui observar que apesar de ser uma empresa familiar, a estrutura fabril não é complexa. Devido aos poucos ativos eleitos como críticos, as lacunas e as prioridades ficaram óbvias. Os planos, objetivos e indicadores de desempenho para reduzir essas lacunas estão descritos em Resultados e Discussão.

Quanto ao requisito Liderança tem-se que, como a organização é de médio porte, os requisitos de liderança, compromisso, autoridades, responsabilidades e funções organizacionais foram unificados. Como o SGQ já possuía líderes, eles permaneceram com as mesmas funções no SGA (Sistema de Gestão de Ativos), mas não com todas as

responsabilidades, pois a gestão de ativos foi dividida entre vários departamentos. O setor de manutenção, obviamente, será incluído assim como o departamento financeiro. Todos os operadores de ativos críticos foram incluídos, já que cada um é responsável pelo ativo que opera. Para a construção da política de gestão de ativos perguntou-se aos *stakeholders* internos da empresa, por meio de entrevistas abertas, o que eles esperavam dessa política. Como quatorze máquinas deveriam ser atualizadas, uma imensa quantidade de dados seria necessária para que as decisões fossem assertivas e pudessem indicar a sequência, em ordem de prioridade, das máquinas a serem substituídas.

Passando agora para o requisito Planejamento, tem-se que na análise de risco, foram considerados os seguintes fatores: Segurança e Meio Ambiente, Qualidade, Frequência de Falhas, Custo de Falhas para três níveis de probabilidade e severidade: baixo, médio e alto. A falha e o custo de manutenção são os principais fatores críticos para que a empresa atinja seus objetivos, já que a indisponibilidade de uma máquina pode interromper a linha de produção. Ativos críticos, como já mencionado, foram eleitos pelo gerente do GA, que são ativos selecionados para serem substituídos. Os objetivos e indicadores foram escolhidos pelos pesquisadores e consultor da empresa, com base na literatura. Os planos GA são todas as ações que os pesquisadores, consultor e funcionários pensaram para mitigar os riscos destacados na análise SWOT e na análise de requisitos das partes interessadas.

5. Resultados e discussões

Por meio do contexto da organização, da identificação de riscos e oportunidades e do entendimento das expectativas e necessidades das partes interessadas, o Sistema de Gestão Integrado (SGI) foi construído com base nos elementos do SGA. Após sua implementação adequada, deve ser mantido e melhorado. A empresa, que tinha quatro objetivos organizacionais, agora tem cinco, e a Infraestrutura passou a ser uma perspectiva corporativa. O objetivo estratégico é (v) *Adequação e eficiência dos ativos*. Sua estratégia é: *assegurar a produtividade dos ativos críticos, com foco na entrega de valor (equilíbrio entre desempenho, custos e riscos)*.

A política integrada foi definida como: *oferecer produtos e serviços que atendam aos requisitos legais (éticos) e dos clientes, por meio de um sistema de gestão integrado que promova a sustentabilidade financeira, o desempenho comercial e a satisfação do cliente, eficácia e melhoria contínua de seus processos, qualificação e segurança de seus empregados e a adequação e eficiência de seus ativos*. Por outro lado, a política de gestão de ativos é: *assegurar a produtividade dos ativos críticos, com foco na entrega de valor (equilíbrio entre desempenho, custos e riscos), até a reposição de todos os equipamentos de produção do portfólio de gestão de ativos*. Portanto, a estratégia de gestão de ativos é: *cumprir os planos de manutenção preventiva, reduzir falhas e horas improdutivas dos ativos físicos; construir e cumprir planos de atualização tecnológica por meio da substituição de equipamentos; alinhar dados técnicos, financeiros e informações sobre equipamentos produtivos no âmbito do GA, para decisões de substituição*.

Por meio da análise SWOT, foi possível levantar as fragilidades da empresa e realizar uma análise de risco, calculando a probabilidade de ocorrência do evento versus a gravidade da ocorrência, resultando em seu impacto e quais processos seriam afetados. Assim, foram propostas ações para mitigar os riscos, os funcionários aptos para a realização das atividades, os recursos necessários (capital, tempo, pessoas, sistemas tecnológicos), prazo inicial e prazo final para tratar da ação. O Quadro 3, elaborado pelos pesquisadores e colaboradores de cada área, mostra as necessidades e expectativas dos *stakeholders* relevantes à GA, levantadas por meio de entrevistas abertas e reuniões com os funcionários envolvidos neste trabalho. O Quadro 4 traz os objetivos e indicadores da GA para três níveis: estratégico, tático e operacional.

Quadro 3 - Necessidade e expectativas das partes interessadas relevantes à GA.

Parte Interessada	Necessidades	Expectativas
Acionistas	Equipamentos eficientes; Ambiente Seguro	Redução de custos operacionais e de produção; Melhoria do ROI (<i>Return over Investment</i>) ou lucro líquido; Crescimento das vendas; Aumento da receita
Comercial	Redução do <i>lead time</i> (prazo de entrega no mercado); Melhoria da qualidade, confiabilidade de produtos / serviços; Preços competitivos	Crescimento das vendas; Maior satisfação do cliente

Engenharia	Análise de demanda, análise da confiabilidade e capacidade produtiva de cada equipamento	Projetos de aquisição/substituição, reforma ou aluguel de equipamentos; Planos das atividades do ciclo de vida do ativo; Manutenção programada
Manutenção interna	Planos de manutenção preventiva e preditiva	Melhor desempenho de manutenção; Equipamentos confiáveis e disponíveis
PCP	Equipamentos confiáveis e disponíveis	Cumprimento do Planejamento da Produção
Qualidade	Equipamentos de produção e de medição eficazes, colaboradores qualificados	Melhoria da qualidade, confiabilidade de produtos/serviços através da redução de erros, não conformidades, retrabalhos
RH Funcionários	Instalações e equipamentos seguros	Melhores desempenhos de condições de trabalho, saúde e segurança; Evitar afastamentos, multas e processos relacionados a acidentes de trabalho
Custos	CAPEX (<i>capital expenditure</i>) e OPEX (<i>operational expenditure</i>); Custos ocultos, como os da não qualidade	Redução dos custos totais para entregar preços mais competitivos
Financeiro	Custos e receitas de cada equipamento produtivo	Dados e informações de qualidade para tomadas de decisão de aquisição e substituição de equipamentos
Política Meio Ambiente	Máquinas novas (eficiência energética)	Redução de resíduos (óleo)

Fonte: Os próprios autores.

Quadro 4 – Objetivos e indicadores da Gestão de Ativos.

Nível	Objetivos da Gestão de Ativos	Indicadores
Estratégico	Assegurar/aumentar a confiabilidade Assegurar/aumentar a disponibilidade Assegurar/aumentar a capacidade Redução de custos operacionais Redução de custos de capital	Confiabilidade Disponibilidade Custos
Tático	Redução de falhas Redução de horas improdutivas Redução de manutenção corretiva Eliminação de gargalos operacionais	Taxa de falhas MTBF MTTR Custos de manutenção total/faturamento. Custos de manutenção dos equipamentos/valor de reposição
	Planos de manutenção, calibração, lubrificação	Cumprimento do plano de manutenção preventiva Nº de paradas para manutenção corretiva Nº total de ações de manutenção corretiva

Operacional	Redução do número de paradas para manutenções corretivas externas à empresa Redução das ações de manutenção corretiva, internas à empresa	Custo de manutenção total Custos de manutenção corretiva de cada equipamento
--------------------	--	---

Fonte: Os próprios autores.

A Figura 1 mostra a matriz, montada pelos pesquisadores e consultor da empresa, para monitorar a política de gestão de ativos por meio de indicadores estratégicos, táticos e operacionais de GA. A Figura 2 mostra um *dashboard* ou painel de bordo (planilhas dinâmicas compartilhadas por vários departamentos) desenvolvido pelos pesquisadores para monitorar, em todos os aspectos possíveis, cada equipamento de produção para a tomada de decisão de substituição e atualização tecnológica. As Figuras 1 e 2 precisam de zoom.

Figura 2 - Painel de bordo dos ativos críticos.

															Painel de Bordo do Ativo												Data inicial:		01/01/2020	
																											Data final:		31/12/2020	
Identificação/Informações Financeiras	Objetivos Estratégicos Corporativos	Objetivos Estratégicos de CA	Objetivos Táticos de CA	Objetivos Operacionais de CA	Meta	1	2	3	4	Análise Crítica	5	6	7	8	Análise Crítica	9	10	11	12	Análise Crítica	Média Anual	Meta 2020	Responsável							
ID	Produtividade	Confiabilidade																						Engenharia						
Número da etiqueta patrimonial			Taxa de Falhas																					Manutenção						
Localização			MTBF																					Manutenção						
Tipo do ativo				Conformidade com o Plano de Manutenção																				Manutenção						
Função do ativo				Número de paradas de manutenção corretiva																				Manutenção						
Fabricante				Número total de ações de manutenção corretiva																				Manutenção						
Ano de fabricação	Produtividade	Disponibilidade																						Engenharia						
Data de aquisição			MTR																					Manutenção						
Data de entrada em serviço				Horas produtivas																				Operador do ativo						
Custos de aquisição				Horas disponíveis																				Operador do ativo						
Valor do ativo				Horas de set up																				Operador do ativo						
Vida útil esperada				Horas de limpeza																				Operador do ativo						
Depreciação				Horas de troca de ferramenta																				Operador do ativo						
Valor residual				Horas de medição do instrumento																				Operador do ativo						
				Horas de manutenção corretiva																				Manutenção						
				Horas de manutenção preventiva																				Manutenção						
				Outras horas improdutivoas																				Operador do ativo						
				Total de horas não planejadas																				Operador do ativo						
				Horas produtivas/Horas disponíveis																				PCP						
Receita total do equipamento (ano)	Sustentabilidade Financeira			Receita do equipamento																				PCP/Financeiro						
Custos operacionais totais (ano)	Sustentabilidade Financeira			Custos operacionais do equipamento																				PCP/Financeiro						
Custos totais de manutenção (ano)	Sustentabilidade Financeira	Custos de Manutenção																						Financeiro						
				Custos de manutenção corretiva/Faturamento																				Manutenção/Financeiro						
				Custos de manutenção total/Faturamento																				Manutenção/Financeiro						
				Custos de manutenção de equipamentos/Valor de reposição																				Manutenção/Financeiro						
				Custos de manutenção corretiva - serviço externo																				PCP						
				Custos de manutenção preventiva - serviço e mão de obra																				Manutenção/Financeiro						
				Custos de manutenção preventiva - peças																				Manutenção/Financeiro						
				Custos totais de manutenção																				Manutenção/Financeiro						
Custos de não-qualidade	Qualidade			Número de peças de refugo e retrabalho / Número de peças totais																				Qualidade						
				Número de peças produzidas																				Operador do ativo						
				Número peças - refugo																				Operador do ativo						
				Número peças - retrabalho																				Operador do ativo						

Fonte: Os próprios autores.

Os planos são concomitantemente de cima para baixo e de baixo para cima; estratégias corporativas são expressas pelos objetivos da gestão de ativos; as estratégias de gestão de ativos são expressas pelos objetivos táticos e operacionais; o cumprimento dos planos operacionais garante que o desempenho de cada ativo incidirá na execução dos planos táticos e, por fim, no alcance dos planos estratégicos. Em resumo, os planos da GA para atingir os respectivos objetivos são planos de manutenção preventiva para reduzir as falhas; redução de falhas, para garantir e/ou aumentar a confiabilidade; maior confiabilidade, para minimizar o tempo de inatividade, para garantir e/ou aumentar a disponibilidade; redução de horas improdutivas (paradas para manutenção corretiva, limpeza, *setup*) para aumentar a disponibilidade; minimizar a manutenção corretiva e diminuição de energia para reduzir custos operacionais; eliminação de gargalos operacionais para reduzir custos de capital; investir em equipamentos mais eficientes em termos de energia, novas instalações para reduzir os custos de energia; reposição de ativos e redução de horas improdutivas para garantir e/ou aumentar a capacidade; substituição de equipamentos para atualização tecnológica e garantia da capacidade produtiva dos ativos; alinhamento de dados e informações técnicas e financeiras dos equipamentos para decisões de substituição. Além disso, enquanto a empresa não parametrizar seu sistema ERP, para facilitar o acesso aos dados de ativos, e enquanto não há um histórico de dados estendido que se tornará informações robustas, a matriz de política de GA o painel de bordo dos ativos será usado para ativos críticos.

A construção da política de GA exigiu a revisão dos processos e procedimentos que já existiam na organização. A estrutura da política exigiu construir um sistema de gestão de ativos alinhado ao planejamento organizacional e integrá-lo ao sistema de gestão da qualidade, resultando em um sistema de gestão integrado. Assim, o objetivo principal da pesquisa foi alcançado. A empresa passou a contar com um sistema de gestão de ativos, com objetivos estratégicos, táticos e operacionais integrados ao planejamento organizacional, e tem claramente definida uma política de gestão de ativos. Embora suas máquinas sejam os ativos que geram valor e sustentam todos os demais ativos da empresa, a organização, no início da pesquisa, os subestimava, bem como sua adequada gestão. Ao monitorar o desempenho dos ativos críticos, que são os fatores críticos para atingir os objetivos de negócios, a empresa garante que eles cumprirão as tarefas necessárias. Simultaneamente, terá um conjunto de dados que se tornarão informações relevantes para a substituição de suas máquinas. Foi criada uma matriz para monitorar indicadores estratégicos e táticos e *dashboards* para monitorar indicadores operacionais e uma visão completa de cada ativo

que compõe o portfólio. O principal risco dos ativos estava ligado à interrupção da produção, aumento do *lead time* e atraso na entrega. A empresa não tinha planos de contingência para suas máquinas (possibilidades de remanejamento da linha de produção dos equipamentos que possam apresentar uma falha inesperada e ficar em demasiado tempo de manutenção) quando essa pesquisa começou. Agora a empresa tem planos para todos os seus equipamentos, ou seja, nenhuma máquina interromperá linha de produção. Embora a empresa tenha migrado do estágio de informação reativa para o estágio de informação preventiva, está claro que a disponibilidade de dados de qualidade ainda é a maior ameaça aos objetivos da GA, uma vez que a empresa continua subutilizando seu sistema ERP e ainda não substituiu seu servidor.

6. Considerações finais

Este trabalho surgiu de um problema de substituição de equipamentos e atualização tecnológica que seria estratégico para a empresa estudada. No entanto, à medida que o trabalho avançava, ficava claro que a empresa não tinha uma política definida de como seus equipamentos eram gerenciados ou eleitos para serem substituídos, e esse era o principal problema. Os dados disponíveis não eram confiáveis para a devida análise de substituição. Assim como a disponibilidade de dados de qualidade é um fator determinante na tomada de decisão, o sucesso da implantação da gestão de ativos, por meio dos requisitos da ISO 55001:2014, está intrinsecamente ligado à cultura organizacional, integração e comunicação dinâmica entre departamentos. Somente com uma liderança baseada no exemplo e comprometimento visível, a gestão de ativos e a gestão de informações serão estabelecidas.

Embora a pesquisa termine com este trabalho, é importante afirmar que a consolidação e o aprimoramento da política de gestão de equipamentos continuam na empresa. Será possível realizar uma avaliação de desempenho e uma análise crítica quando a empresa desenvolver os demais requisitos de suporte e implementar efetivamente a política de GA, o SAMP e as ações para mitigar os riscos. Assim, estudos futuros poderão monitorar e analisar essa evolução.

Quanto aos impactos para a organização, a construção do SGA integrado ao SGQ, SAMP e política de gestão de ativos, em parceria com consultor, gestor e colaboradores, deu início a uma nova fase na empresa estudada. Além disso, forneceu uma estrutura de suporte para a tomada de decisão de substituição de ativos. Por se tratar de uma empresa familiar, este trabalho possibilitou

também que os gestores compreendessem como a disponibilidade de dados de qualidade e a inserção de ferramentas organizacionais podem tornar o processo de decisão mais seguro e confiável.

Ressalta-se que se a empresa investir em treinamento, usar seu sistema ERP de forma eficaz e ficar em conformidade com os processos e procedimentos exigidos pela ISO 55001, ela poderá ser certificada com esta norma, o que ainda é incomum nas indústrias de manufatura e talvez inexistente nas empresas de médio porte.

Quanto ao impacto para a sociedade, espera-se que esta pesquisa possa orientar outras pequenas e médias empresas, cujos equipamentos são fundamentais para o sucesso do negócio, e dar suporte às empresas familiares, que não possuem um profissional com habilidades em gestão de ativos.

Referências

- ALSYOUF, I., ALSUWAIDI, M., HAMDAN, S., SHAMSUZZAMAN, M. Impact of ISO 55000 on organisational performance: Evidence from certified UAE firms. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 29, p. 1-19, 2018.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. São Paulo: Atlas, 2017.
- GFMAM. GLOBAL FORUM ON MAINTENANCE AND ASSET MANAGEMENT. **The asset management landscape**, 2014.
- HARTMAN, J. C.; TAN, C. H. Equipment Replacement Analysis: a literature review and directions for future research. **The Engineering Economist**, v. 59, n. 2, p. 136-153, 2014.
- HASTINGS, N.A.J. **Physical Asset Management**. Springer: Cham, 2015.
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 55002:2014** – Asset Management – Overview, principles and terminology. Geneva, 2014.
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 55002:2018** – Asset management – Management Systems – Guidelines for the Application of ISO 55001. Geneva, 2018.
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 55010:2019** - Asset management - Guidance on the alignment of financial and non-financial functions in asset management. Geneva, 2019.
- KING, T.M., CROWLEY-SWEET, D. Best practice for data quality enables asset management for rail. **IET Conference Publications**, 2014.
- KINNUNEN, S.; YLÄ-KUJALA, A.; MARTTONEN-AROLA, S.; KÄRRI, T.; BAGLEE, D. Internet of Things Technologies to Rationalize the Data Acquisition. **Industrial Asset Management**, 2016.
- LAFRAIA, J. R. B. **Vivendo a gestão de ativos**: liderança, pessoas, sistemas de gestão de ativos, ativos físicos. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2015.
- LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Gestão de Ativos**. Volume 2: Certificação. Edição do Kindle, 2020a.
- LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Gestão de Ativos**. Volume 1: Fundamentos. Edição do Kindle, 2020b.

MEIRELES, A.P.L. **Gestão de ativos técnicos**: uma abordagem à ISO 55001 na perspectiva do ciclo de vida útil: concetualização do modelo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Coimbra: Portugal, 2018.

MADUSANKA, W.M.L., RAJINI, P.A.D., KONARA, K.M.G.K. Decision Making in Physical Asset Repair/Replacement: A Literature Review. University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka, **13th International Conference on Business Management (ICBM)**, 2016.

PARIS, D.S., SEVERINO, M.S. The importance of ISO 55000 in small and medium sized enterprises. **ISEC 2017 - 9th International Structural Engineering and Construction Conference**: Resilient Structures and Sustainable Construction, 2017.

RODA I., PARLIKAD, A.K., MACCHI, M., GARETTI, M. A Framework for Implementing Value-Based Approach in Asset Management. In: KOSKINEN K. et al. (eds) **Proceedings of the 10th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2015). Lecture Notes in Mechanical Engineering**. Springer, Cham, 2016.

THERON, E. *An integrated framework for the management of strategic physical asset repair/replace decisions*. Doctoral dissertation, Faculty of Engineering at Stellenbosch University Department of Industrial Engineering, University of Stellenbosch, 2016.

ZAMPOLLI, M. et al. **Asset Management**: Application Guide for ISO 55001. International Copper Association Brazil, 2015.

ZAMPOLLI, M. et al. **Gestão de Ativos**: guia para a aplicação da norma ABNT NBR ISO 55001 considerando as diretrizes da ISO 55002:2018. International Copper Association Brazil, 2019.