

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/350210110>

# A evolução da gestão de ativos

Chapter · March 2021

DOI: 10.47573/aya.88580.2.18.2

CITATIONS

0

READS

2,516

2 authors:



[Ana Carolina Gandini Panegossi](#)  
Federal Institute of São Paulo

12 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Ethel Cristina Chiari Da Silva](#)  
Universidade de Araraquara, Brazil, Araraquara

58 PUBLICATIONS 137 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

# A evolução da gestão de ativos

## Asset management evolution

**Ana Carolina Gandini Panegossi**  
Universidade de Araraquara - UNIARA

**Ethel Cristina Chiari da Silva**  
Universidade de Araraquara - UNIARA

DOI: 10.47573/aya.88580.2.18.2



# Resumo

---

A gestão de ativos é um novo padrão do começo desse século e, embora essa nomenclatura seja recente, formas de cuidar dos ativos existem desde quando surgiram os ativos físicos. Como pesquisa científica, começou nos últimos 50 anos, evoluindo para uma visão mais holística e integral do sistema de gestão. E em resposta à demanda por um alinhamento e padronização das práticas de gestão de ativos, foram criadas a PAS 55 em 2004, e as normas ISO 5500X em 2014, que continuam em evolução. A publicação das normas ISO 5500X iniciou uma nova era de avanço profissional no campo, semelhante ao movimento da qualidade nos anos 90. Contudo, há uma carência de estudos que revisem a trajetória de mudanças na área. Sendo assim, este capítulo se propõe, por meio de uma revisão bibliográfica, a mostrar a trajetória da gestão de ativos, das normas técnicas, o que mudou nos últimos anos, como ficarão as atividades de manutenção e gestão de ativos com a introdução de máquinas de inteligência artificial, e quais as tendências na área. As primeiras publicações das normas traziam apenas o que implementar e não como, enquanto as últimas publicações trazem diretrizes claras que orientam efetivamente a implementação dos requisitos, independente da escalabilidade da empresa; além de uma norma exclusiva que traz diretrizes que orientam o alinhamento entre as funções financeiras e não financeiras de uma organização, fundamentais para que sejam tomadas decisões eficazes. A quarta revolução industrial também trará mudanças significativas à gestão de ativos, proporcionando tomadas de decisões mais rápidas e seguras, dado que a sua principal motivação é garantir a disponibilidade de dados confiáveis, completos e informações em tempo real ligando todas as partes ou elementos da cadeia de valor. Este trabalho sugere que a publicação das normas foi disruptiva à gestão de ativos, pois inovou a forma de gerir máquinas e equipamentos produtivos ao padronizar uma atividade tão antiga quanto os próprios ativos. Dados deste trabalho mostram que, assim como o sucesso da implementação das normas está diretamente ligado à cultura organizacional, a aquisição de novas tecnologias é apenas parte da equação, já que estudos também apontam a importância de fatores organizacionais. Antes de engajarem seus esforços ou de fazerem investimentos financeiros, é necessário que as organizações assegurem os benefícios da implementação das normas ou aquisição de novas tecnologias, para que possam gerar valor de negócios e melhorar sua competitividade. É, portanto, decisivo que as organizações coloquem as pessoas que criarão valor a partir desses benefícios no centro de suas iniciativas de investimentos na atualização e gestão de seus ativos.

**Palavras-chave:** gestão de ativos. ISO 55001:2014. ISO 55002:2018. ISO 55010:2019. ABNT NBR ISO 55002:2020. indústria 4.0.

# Abstract

---

Asset management has been a new standard from the beginning of this century. Although this terminology is recent, ways of managing assets have been around since physical assets first emerged. As scientific research, it has started in the last 50 years, evolving to a more holistic and integral view of the management system. In response to the demand for alignment and standardization of asset management practice, technical standards were created: PAS 55, in 2004 and ISO 5500X, in 2014; the latest continue to improve. ISO 5500X publication began a new era of professional advancement in the field, similar to the quality movement in the 1990s. However, there is a lack of review studies on the trajectory of the changes in the area. This chapter intends to show the course of asset management, technical standards, what has changed in recent years, how maintenance and asset management activities will be like with the introduction of artificial intelligence machines, and the field's significant trends. The earliest publications of the standards bring what to implement but not how to do it. The last publications give clear guidelines that effectively guide the implementation of the requirements, regardless of the company's scalability. And an exclusive standard with guidelines for the alignment between financial and non-financial functions, essential for effective decision-making. The fourth industrial revolution will also bring significant asset management changes, providing faster and safer decision-making. Its primary motivation is to ensure reliable, complete data and real-time information linking all parts or elements of the value chain. This work suggests that the publication of the standards was disruptive to asset management by innovating and standardizing an activity as old as the assets themselves. Data from this work show that, just as the success of standards implementation is directly related to organizational culture, new technologies implementation is only part of the picture since studies also point to the importance of the organizational factors. Before engaging their efforts or making financial investments, organizations must guarantee the benefits of implementing the standards or acquiring new technologies to generate business value and improve competitiveness. Therefore, it is decisive that organizations put the people who will create value from these benefits at the center of their investment initiatives to upgrade or manage their assets.

**Keywords:** asset management, ISO 55001:2014, ISO 55002:2018, ISO 55010:2019. ABNT NBR ISO 55002:2020. industry 4.0.



## INTRODUÇÃO

Embora o termo seja recente e a padronização das práticas de gestão de ativos tenham surgido ainda nesse século, o desenvolvimento da atividade “gestão de ativos” vem ocorrendo juntamente com o desenvolvimento humano. Formas de cuidar, manter, gerenciar e gerir ativos vêm surgindo desde quando surgiram os ativos físicos.

Gerir ativos não é sinônimo de gerenciar ativos. Gerenciar significa “o que a organização pode fazer pelos ativos”, enquanto que gerir se trata de “o que os ativos podem fazer pela organização”. Ao gerir ativos, as organizações, em especial as empresas que têm seu negócio fundamentado na receita produzida pelos seus equipamentos produtivos, esperam que esses gerem valor. Para que gerem valor, é necessário que haja equilíbrio entre o desempenho, os custos e os riscos associados aos ativos, em todas as fases do seu ciclo de vida.

Gestão de ativos, então, pode ser definida como “a gestão do ciclo de vida de ativos físicos para atingir os resultados declarados da empresa”. Essa definição tange considerações de curto, médio e longo prazos, desde a concepção da necessidade do ativo, sua vida útil completa, até a fase de alienação; e também estabelece os limites da GA e destaca de que modo ela se diferencia dos outros processos-chave de gestão (AMCOUNCIL, 2014).

Para obter valor através dos ativos, durante as diferentes fases de seu ciclo de vida, a gestão de ativos deve traduzir o conjunto dos objetivos das organizações em decisões, planos e atividades (ABNT, 2014a). Segundo a PAS 55 (Public Available Specification), na implementação dos planos de gestão, a organização deve estabelecer, implementar e manter processos e/ou procedimentos para gerir e controlar todas as atividades de seus ativos, incluindo seus quatro ciclos: (i) criação, aquisição ou aumento dos ativos; (ii) utilização; (iii) manutenção; e (iv) desativação, descarte e/ou substituição dos ativos (ABRAMAN, 2011).

Às empresas, das quais dependem da operação de seus ativos, as normas e especificações de gestão de ativos trazem uma inovação quanto ao ciclo de vida do ativo, não apenas limitada ao período entre aquisição e descarte, mas compreendida desde o momento em que se verifica a necessidade de elaborar uma especificação para um novo ativo até o fim de seu uso (ZAMPOLLI *et al.*, 2019).

Embora a criação das primeiras normas tenha trazido inovação às empresas, estudos relatam que as normas traziam o que implementar, sem as devidas orientações de como implementar. Para Minnaar *et al.* (2013), os padrões PAS 55 e ISO 55000 informavam às organizações apenas o que fazer e não como fazê-lo. Para Wijnia e Croon (2015), as normas PAS 55 e ISO 55001 determinavam o que precisava estar em vigor na gestão de ativos, e não como esses requisitos deveriam ser cumpridos. E para O’hanlon (2014), esses padrões não são tecnicamente padrões de gestão de ativos, pois não fornecem uma orientação técnica sobre “como” conduzir a gestão de ativos, e sim expressam um sistema de gestão para a gestão de ativos.

No entanto, a publicação mais recente da ABNT, a NBR ISO 55002:2020, tradução da ISO 55002:2018, fornece novas diretrizes para a implementação da ISO 55001:2014. E a ISO 55010:2019, que está em processo de adoção pela ABNT, traz diretrizes para o



alinhamento entre funções financeiras e não financeiras na gestão de ativos.

Da mesma maneira que a evolução das normas, a recente introdução de máquinas da Indústria 4.0 mudará a forma como as empresas farão a manutenção e a gestão de seus equipamentos produtivos, já que as máquinas ganham linguagem inteligente e enviam seus dados a softwares e sistemas de gestão de ativos.

A introdução das máquinas da Indústria 4.0 traz oportunidades em automação, otimização, gestão de ativos, manutenção preditiva e, consequente redução de tempo de inatividade e assim, aumento de receita (BHANDARI *et al.*, 2020).

Sendo assim, esse capítulo se propõe, por meio de uma revisão bibliográfica da trajetória da gestão de ativos, apresentar:

- A evolução da gestão de ativos;
- Como as atividades relacionadas aos ativos evoluíram para um sistema de gestão;
- O que significou a padronização das práticas à gestão de ativos;
- Como as normas técnicas evoluíram desde quando foram criadas;
- Como as últimas publicações das normas técnicas podem dar suporte na implementação de seus requisitos;
- Como os fundamentos da gestão de ativos são fatores-chave para o seu sucesso;
- A influência da introdução de ativos inteligentes, e quais as tendências na área.

Dados desse trabalho sugerem que a criação das normas foi disruptiva à gestão de ativos, pois inovou e padronizou a forma de gerir os ativos, conectando seus dados técnicos aos seus dados econômicos, além de integrar esse sistema de gestão aos sistemas de gestão da qualidade, meio ambiente, saúde e segurança, e gestão de riscos. Além dos fundamentos, esse trabalho sugere que o sucesso da implementação da gestão de ativos, por intermédio dos requisitos e diretrizes das normas, está intrinsecamente ligado à cultura organizacional, integração e comunicação dinâmica entre os departamentos. Assim como a implementação das normas, a introdução de máquinas da Indústria 4.0 é apenas um fator de mudança que, para ser bem-sucedida, depende também de fatores organizacionais.

## MÉTODO DA PESQUISA

Em síntese, a pesquisa bibliográfica foi realizada aplicando-se, principalmente, os seguintes descritores na base Scopus: asset management, ISO 55000:2014, ISO 55001:2014, ISO 55002:2014, e combinação de “asset management + industry 4.0”. Não foram encontradas nessa base de dados, até a última pesquisa (janeiro de 2021), em “título do artigo; resumo; palavra-chave”, produções com os descritores ISO 55002:2018, NBR ISO 55002:2020, ISO 55010:2019, ISO/TS 55010, 55002:2018, 55002:2020, 55010:2019, 55010. Por isso, a leitura das normas foi fundamental. Livros, manuais e sites de associações de gestão de ativos também foram consultados.

Embora também haja muitos estudos em Gestão de Ativos (GA), a ISO 55001 foi o principal descritor utilizado nas pesquisas bibliográficas, pois a implementação da norma é a formalização da gestão de ativos em uma organização, já que todas as organizações

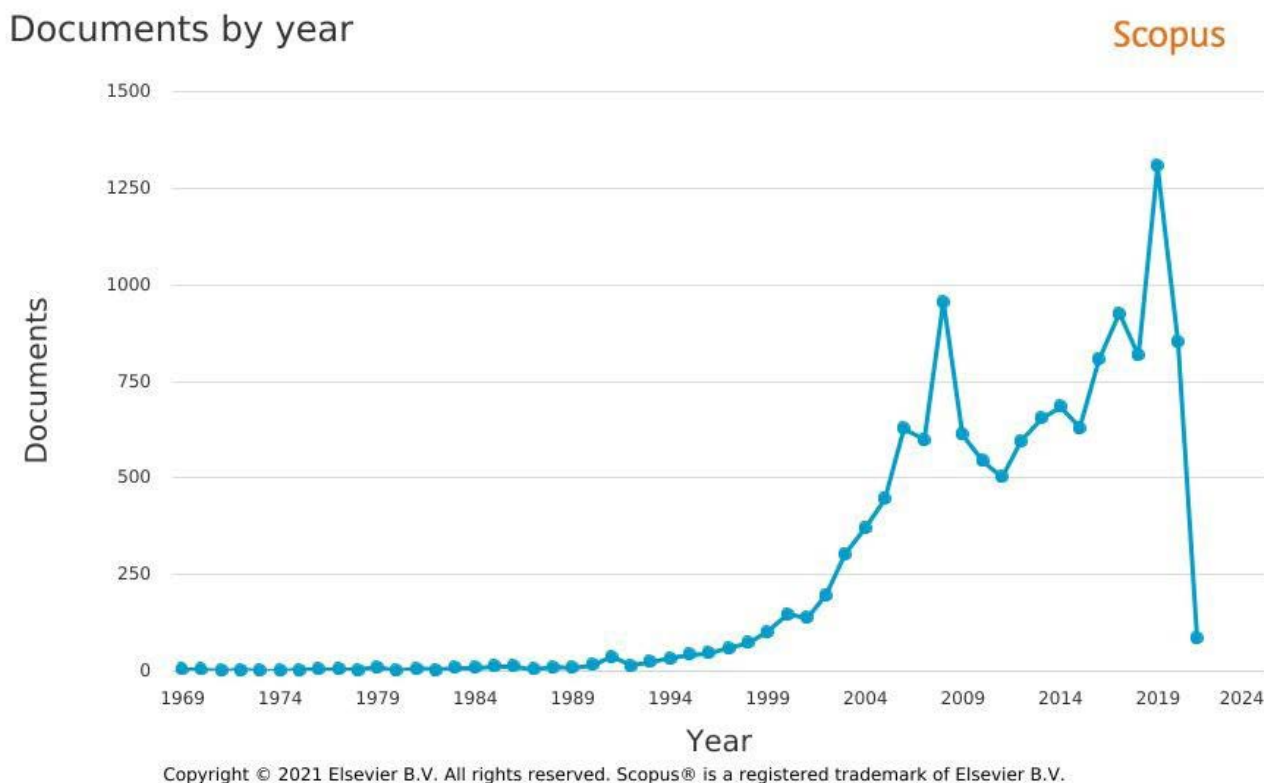




possuem uma forma, ou inclusive nenhuma, de gerenciar ou gerir seus equipamentos produtivos.

Para mostrar a relevância da pesquisa em gestão de ativos, basta ver a Figura 1, que apresenta a evolução da quantidade de publicações sobre o tema de 1969 a 2021; 2019 tem o maior número de publicações, desde o início das pesquisas com esse tema.

**Figura 1 – Análise de publicações com o descritor “asset management”.**



Fonte: Scopus (2021).

## GESTÃO DE ATIVOS

Gestão de Ativos (GA) são as atividades, práticas e coordenadas, pelas quais uma organização realiza a gestão, de forma ótima e sustentável, de seus ativos e sistemas de ativos, os desempenhos, os riscos e as despesas associados a esses, ao longo dos seus ciclos de vida, com o propósito de cumprir seu planejamento estratégico organizacional. (ABRAMAN, 2011). Planejamento estratégico é definido como: “planejamento total ao longo prazo da organização derivado e incorporado a sua visão, missão, valores, políticas do negócio, acionistas, objetivos e gestão de seus riscos” (ABRAMAN, 2011, p. vi).

O desenvolvimento dos ativos físicos tem sido um dos símbolos da atividade humana desde quando surgiram os ativos físicos. A Figura 2, que traz uma ilustração datada de 2.600 a.c., mostra vagões de militares na cidade suméria Ur. Os cidadãos, claramente, estavam habituados com a roda; porém, para que os vagões sempre funcionassem, deveria haver também artesãos que estavam habituados com o rolamento, do qual a roda depende; com a lubrificação, da qual o rolamento depende; e com o torno e outras ferramentas, necessários para construir as rodas e os vagões. Esse sistema de fabricação, manutenção e



logística deve existir desde uma data muito precoce (HASTINGS, 2015).

Figura 2 – Ativos militares - cidade de Ur 2600 a.c.



Fonte: Hastings (2015, p.4).

Para Hastings (2015), a forma de gerenciar os ativos físicos nunca foi uma atividade bem compreendida pelas populações em geral; e como os ativos físicos eram ignorados do campo de gerenciamento, algumas áreas técnicas, como a defesa, aviação e civil, desenvolveram suas próprias abordagens para isso, como a logística, a engenharia de sistemas, a engenharia de obras públicas, a infraestrutura e a manutenção.

A terminologia “gestão de ativos” é considerada recente (PAIS *et al.*, 2019) e a gestão de ativos é considerada um novo paradigma que surgiu no começo desse século (LAFRAIA, 2020). Como pesquisa científica, a gestão de ativos é relativamente nova, começando apenas no final dos anos 60 e início dos anos 70, como terotecnologia, e desenvolveu-se a partir de ferramentas e conceitos para melhorar a lucratividade, por meio de uma orientação mais holística e integral do sistema de gestão, formalizada com a criação das normas técnicas (WIJNIA, 2016).

A palavra terotecnologia vem do radical grego “teros” e significa “cuidar de”, e “tecnologia” seria um significado para “ativos” (LAFRAIA, 2020). A terotecnologia é definida como a tecnologia de instalação, comissionamento, manutenção, substituição e remoção de máquinas e equipamentos, por meio da combinação de práticas de gestão, finanças e engenharia, com o objetivo de conseguir custos mínimos do ciclo de vida dos ativos físicos (HUSBAND, 1976, *apud* FARINHA, 2018).

O conceito de terotecnologia surgiu no início dos anos 70 no Reino Unido, da mesma maneira e ao mesmo tempo que surgiu no Japão a Manutenção Produtiva Total - TPM (Total Productive Maintenance), que tem como base cinco pontos: (i) estabelecer objetivos que maximizem a eficácia dos ativos; (ii) estabelecer um sistema abrangente de manutenção produtiva que cubra totalmente o ciclo de vida dos ativos; (iii) obter o envolvimento de todos os departamentos, como planejamento, operações e manutenção; (iv) obter a participação de todos os membros, desde a alta gerência até os operadores; e (v) fortalecer a motivação da equipe, criando pequenos grupos autônomos de manutenção produtiva (FARINHA, 2018).

A holística é definida como a compreensão integral de fenômenos, e não nas suas análises isoladas. Com a evolução de vários conceitos de manutenção e com o desenvolvimento de novas abordagens e metodologias aplicadas à qualidade e à produção, a atividade





de manutenção começou a ser incluída e adequar-se a esses novos conceitos (FARINHA, 2011, *apud* PAIS *et al.*, 2019). Desta maneira, a gestão de ativos não pode ser vista como uma atividade individual ou apenas de um departamento, mas sim como um todo, já que cada decisão pode afetar toda a organização (PAIS *et al.*, 2019). Com o passar do tempo, o termo “cuidar de ativos” foi substituído por “gestão de ativos”, que se trata mais de “gestão” do que de “ativos” (LAFRAIA, 2020).

As organizações gerenciam ativos há décadas e gerentes sempre se questionaram se estavam fazendo isso efetivamente, como: temos os ativos certos? São eles o que precisamos agora e o que eles farão no futuro? E se eles falharem? Quanto eles nos custam para operar? Qual é o nível de risco considerando nossos ativos críticos? Como as novas tecnologias e as expectativas das partes interessadas podem afetar as práticas relacionadas a eles? (HODKIEWICZ, 2015; KONSTANTAKOS *et al.*, 2019).

No início dos anos 2000 havia muitas práticas, processos e ideias em torno desse assunto; no entanto, compartilhar esse conhecimento era complicado, devido ao uso de diferentes termos e definições pelos diferentes grupos: sociedades técnicas, grupos de pesquisa e diferentes setores, promovendo, cada qual, sua visão das melhores práticas (HODKIEWICZ, 2015). Em resposta à demanda pelo alinhamento dessas práticas (HODKIEWICZ, 2015) e à demanda das indústrias por um padrão de GA, foi desenvolvida a especificação PAS 55 em 2004, sob a liderança do Institute of Asset Management (IAM), e revisada em 2008 (PAS 55:2008), pelo British Standard Institute (BSI). A versão de 2008 foi traduzida em 2011 para o português pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos), que considera esse documento aplicável em qualquer organização na qual os ativos físicos são um fator-chave ou fator crítico para que se atinjam as metas de negócio (ABRAMAN, 2011).

A publicação da PAS galvanizou a comunidade de GA e, com interesse global no conteúdo, o BSI iniciou movimentos para traduzir a PAS 55 em um Padrão ISO (International Organization for Standardization) (HODKIEWICZ, 2015). A publicação do conjunto ISO 5500X, em 2014, além de afetar profundamente a PAS 55, que não será mais revista, alterou profundamente os sistemas de gestão de ativos, iniciando uma nova era de avanço profissional no campo, semelhante ao movimento da qualidade nos anos 90 (KONSTANTAKOS *et al.*, 2019).

A ISO 55000, diferentemente da PAS 55, nasceu alinhada às outras normas de gestão, como a 9000, 14000, 31000. As semelhanças das duas especificações são: alinhamento dos objetivos; visão estratégica de longo prazo; processo transparente e consistente; e abordagem baseada em risco. Como a ISO foi criada por vários países, várias ideias que não faziam parte da PAS 55 foram incorporadas: novas e mais refinadas definições de GA, ativos e ciclo de vida; abordagem para ativos intangíveis; abordagem para prestadores de serviços e contratos; foco forte em gestão; exigência de produção de valor pelas organizações; ligação forte entre aspectos técnicos e financeiros; quebra de silos organizacionais; ênfase na comunicação externa; ênfase mais forte nas partes interessadas; maior ênfase nos aspectos financeiros (LAFRAIA, 2020).

Para Kardec *et al.* (2014), a GA, que inicialmente tinha foco no aspecto financeiro, passou a ser considerada o conjunto de atividades que, se aplicado às diversas áreas da



empresa, viabiliza uma formatação apropriada à gestão dos ativos físicos, proporcionando um maior retorno aos acionistas. Isto é, a GA é o conjunto de atividades que uma organização aplica para que os seus ativos entreguem os resultados e objetivos de forma sustentável.

Gestão de ativos não é o mesmo que gerenciar ativos. A gestão de ativos não foca naquilo que as organizações podem fazer pelos seus ativos, mas no que os ativos podem fazer pelas organizações (KARDEC *et al.*, 214; LAFRAIA, 2017).

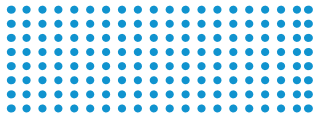
Como nas últimas duas décadas houve grandes avanços globais nos padrões, modelos e princípios de GA, o Global Fórum de Manutenção e Gestão de Ativos (Global Forum on Maintenance and Asset Management - GFMAM), determinou que seria benéfico alinhar esses vários avanços e desenvolver uma visão coletiva, principalmente para organizações que operam sistemas de gestão de ativos em muitos países (IAM, 2019).

O GFMAM foi originalmente fundado em 2010 (GFMAM, 2020) para reunir vários especialistas, profissionais, acadêmicos e outros profissionais de manutenção e gestão de ativos (VISSER; BOTHA; 2015) com o objetivo de compartilhar vantagens, conhecimentos e padrões interessantes em termos de manutenção e gestão de ativos, composto pelos principais órgãos mundiais de GA (GFMAM, 2020).

Todos os membros do GFMAM, que compartilham os mesmos valores e objetivos são (GFMAM, 2020):

- Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
- Asset Management Council
- Belgian Maintenance Association
- European Federation of National Maintenance Societies
- Gulf Society for Maintenance and Reliability
- Institut Français d'Asset Management Industriel et Infrastructures
- The Institute of Asset Management
- Japan Association for Asset Management
- Japan Institute for Plant Maintenance
- PEMAC Asset Management Association of Canada
- Southern African Asset Management Association
- Society for Maintenance and Reliability Professionals

A ABRAMAN, criada em 1984, com o nome de Associação Brasileira de Manutenção, foi fundada pela necessidade do país de uma entidade especificamente dedicada ao desenvolvimento da manutenção, dada sua importante relação com a cadeia produtiva. Inicialmente era restrita à participação de representantes de poucos grupos, como os de petróleo, eletricidade, siderurgia e transportes. Em 2012, seu nome foi alterado para Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, assim como seu estatuto, com o objetivo de estruturar o desenvolvimento de novas atividades e ampliar o escopo de atuação da associação (ABRAMAN, 2019). A ABRAMAN foi um dos membros fundadores do GFMAM (GFMAM, 2020).



No início da fundação do GFMAM, verificou-se que a área da gestão de ativos não era bem definida ou demarcada. Então, foi expressa a necessidade de desenvolver um documento que resumisse os princípios básicos da gestão de ativos e definir as áreas de conhecimento ou assuntos que descrevessem esse campo (VISSER; BOTHA; 2015).

Sendo assim, os membros do GFMAM se uniram para chegar a um consenso sobre os principais assuntos a serem tratados em GA e publicaram, em 2011, o Asset Management Landscape, que é uma publicação que promove uma abordagem global comum à GA. Quando a primeira edição foi publicada, foi acordado que o landscape seria revisado em 2014, para incorporar desenvolvimentos sobre o entendimento de GA em relação aos padrões da ISO 5500X, levando à publicação da segunda edição em 2014 (IAM, 2019).

O Asset Management Landscape de 2014 traz os principais assuntos que devem ser considerados na GA. Os 39 principais assuntos são divididos em 6 grupos (GFMAM, 2014):

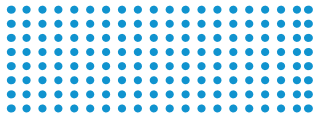
- I. Estratégia e Planejamento;
- II. Tomadas de Decisão em Gestão de Ativos;
- III. Entrega do Ciclo de Vida;
- IV. Informações sobre os Ativos;
- V. Organização e Pessoas;
- VI. Risco e Revisão (Gestão de Risco)

A Figura 3 apresenta os 39 principais assuntos, segundo o Asset Management Landscape, relacionados à gestão de ativos.

**Figura 3 – Principais assuntos em GA segundo o Asset Management Landscape.**



Fonte: adaptado de ASSETIVITY, 2016.



Visser e Botha (2015) publicaram uma pesquisa sobre a avaliação e classificação da importância, por profissionais da área, dos 39 assuntos. Os resultados da pesquisa indicaram que os cinco assuntos mais importantes são “estratégia e objetivos da GA”, “política de GA”, “planejamento estratégico”, “planejamento da GA” e “liderança da GA”.

Esses assuntos, apontados no estudo como os mais importantes na GA, estão contidos tanto na PAS 55 quanto nas normas ISO 5500X, nas definições e fundamentos, assim como nos requisitos de implementação.

A normalização é tecnologia consolidada, com confiabilidade para reproduzir determinados procedimentos infinitas vezes, seja na área industrial, em serviços, em programas de gestão, com mínimas possibilidades de errar. Elaborar uma norma técnica é compartilhar conhecimento, promover competitividade, projetar excelência, nos planos econômico, social e ambiental (ABNT, 2011).

A ABNT/CEE-251 é a Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos, Espelho do ISO/TC (Technical Specification) 251 (ABNT, 2014c). Comissão de Estudo Especial é um órgão técnico da estrutura da ABNT, criado quando o assunto de seu escopo não está contemplado no âmbito de atuação de outro Comitê Brasileiro ou Organismo de Normalização Setorial já existente (ABNT, 2014d).

A ABNT CEE-251 traduziu as seguintes normas ISO:

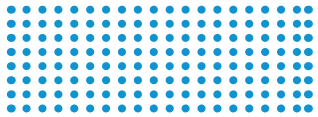
- ABNT NBR ISO 55000:2014: Gestão de ativos - visão geral, princípios e terminologia. Tradução da ISO/TS 55000:2014;
- ABNT NBR ISO 55001:2014: Gestão de ativos - sistema de gestão – requisitos. Tradução da ISO/TS 55001:2014;
- ABNT NBR ISO 55002:2014: Gestão de ativos - sistemas de gestão - diretrizes para a aplicação da ABNT NBR ISO 55001. Tradução da ISO/TS 55002:2014; cancelada em abril de 2020 e substituída pela versão de 2020;
- ABNT NBR ISO 55002:2020: Gestão de ativos - Sistemas de gestão - Diretrizes para a aplicação da ABNT NBR ISO 55001. Tradução da ISO/TS 55002:2018; publicada em abril de 2020.

Já a ISO, além das normas citadas acima, apresenta a ISO/TS 55010:2019 - Asset management - Guidance on the alignment of financial and non-financial functions in asset management (Gestão de ativos - Orientação sobre o alinhamento de funções financeiras e não financeiras na gestão de ativos), que está em processo de adoção pela ABNT.

A ISO 55001:2014 tem o foco na necessidade de um sistema de gestão e por isso não especifica requisitos financeiros, contábeis ou técnicos para a gestão de ativos. As normas ISO 55000 e 55002 complementam a ISO 55001 ao proporcionarem a visão, os princípios e a terminologia; e as linhas de orientação para a sua aplicação, respectivamente (ISO, 2019a). Em 2018 a ISO publicou a ISO 55002:2018, que é uma atualização das diretrizes da ISO 55002:2014 e, embora também não forneça orientação financeira, contábil ou técnica para a gestão de ativos, traz no anexo F informações sobre a relação entre as funções financeiras e não financeiras na gestão de ativos (ISO, 2018). A ABNT a traduziu em 2020.

Em 2019 foi publicada a ISO 55010:2019, e essa especificação foi escrita para





ajudar todas as organizações a alinharem de uma de maneira coerente as questões financeiras e não financeiras, a fim de maximizar o valor de seus ativos. O alinhamento dessas funções permite a realização do valor derivado da implementação da gestão de ativos detalhado nas ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002, particularmente na ISO 55002: 2018, anexo F (ISO, 2019a).

Nos últimos 50 anos, portanto, houve o surgimento de vários eventos que mudaram a GA. No entanto, só no começo do século, com a publicação da PAS 55 em 2004, e das ISO 5500X em 2014, que este tema, segundo Meirelles (2018), ganhou cada vez mais relevância a nível mundial, especialmente em indústrias de capital intensivo.

A Figura 4 traz um resumo dos principais marcos na GA desde a década de 70.

**Figura 4 – Eventos na GA da década de 70 até os dias atuais.**

Linha do tempo	Evento
Anos 70	Terotecnologia
Anos 70	TPM
Anos 70	Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)
1987	ISO publica a série 900X (Gestão da Qualidade)
1988	Desastre Piper Alpha
1989	OSHA ( <i>Occupational Safety and Health Administration</i> ) publica 9 CFR ( <i>Code of Federal Regulations</i> ) 1910.147
Anos 90	TQM ( <i>Total Quality Maintenance</i> )
1992	BSI publica BS 3843:1992 - Guia para terotecnologia (a gestão econômica de ativos)
1993	BSI publica BS 3811:1993 – Glossário de termos usados em terotecnologia
1993	RBI ( <i>Risk Based Inspection</i> )
1994	Manual <i>Australian National Asset Management</i>
1996	Manual <i>New Zealand Infrastructure Asset Management</i>
Anos 2000	Abordagem do ciclo de vida desde o projeto para reduzir falhas
2000	Comitê E53 ASTM ( <i>American Society for Testing and Materials</i> ) sobre Gestão de Ativos
2000	Manual <i>International Infrastructure Management</i>
2001	EPA ( <i>US Environmental Protection Agency's</i> ) desenvolve o guia de <i>Capacity, Management, Operation, and Maintenance</i>
2004	IAM publica PAS 55
2006	WERF ( <i>Water Environment Research Foundation</i> ) desenvolve o programa <i>Sustainable Infrastructure Management Program Learning Environment</i> (SIMPLE)
2008	EPA publica <i>A Best Practices Guide</i>
2008	BSI publica PAS 55 atualizada
2009	ISO publica a ISO 31000 (Gestão de Risco)
2010	Fundação do GFMAM
2010	Indústria 4.0 – foco na substituição modular, risco e confiabilidade
2011	GFMAM publica o <i>Asset Management Landscape</i>
2014	ISO publica a série 5500X (Gestão de Ativos)
2014	GFMAM revisa o <i>Asset Management Landscape</i>
2014	ISO publica a ISO17021-5 (Avaliação da Conformidade)
2018	ISO atualiza a ISO 55002
2019	ISO publica a ISO 55010

Fonte: elaborada pelas autoras (KARDEC et al., 2014; FARINHA, 2018; ISO, 2018; ISO, 2019a; BUREAU VERITAS, 2019; PAIS et al., 2019; GFMAM, 2020).



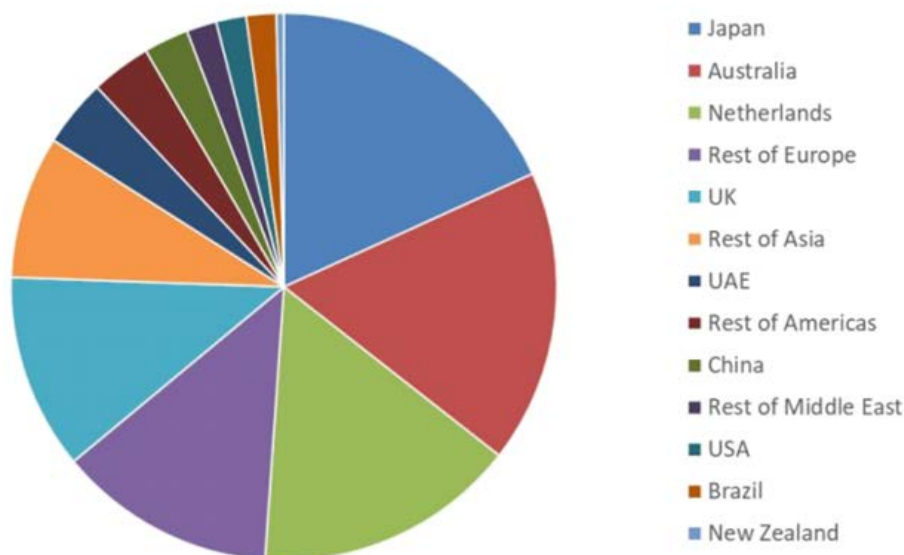


A ISO publicou, em 2019, um informe sobre as mais de 200 organizações ao redor do mundo certificadas com a 55001, apesar de acreditar que sejam mais.

A Figura 5 mostra as estatísticas de certificações por país/região.

Figura 5 – Certificações por país/região.

### Certifications per Country/Region

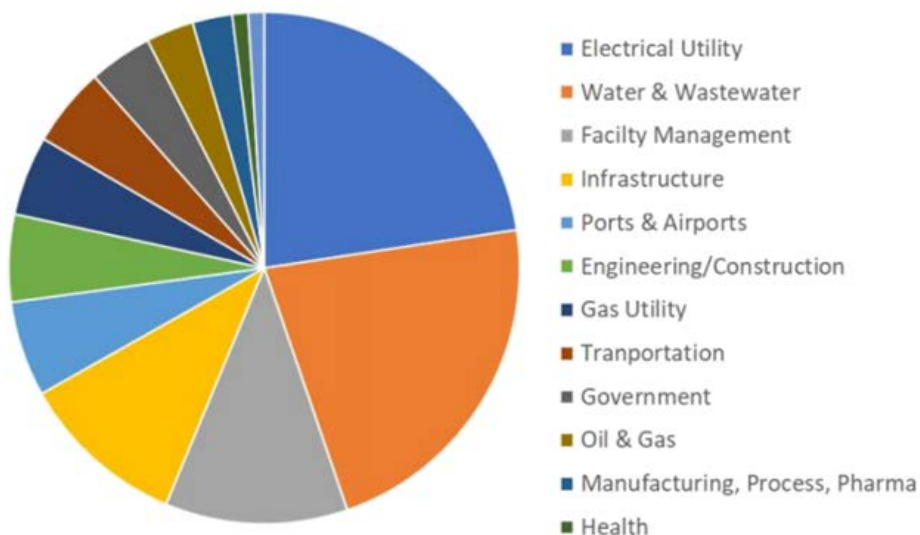


Fonte: ISO (2019b, p. 7)

A Figura 6 traz as estatísticas de certificações por setor.

Figura 6 – Certificações por setor.

### Organizations per Sector



Fonte: ISO (2019b, p. 7).

Embora haja empresas certificadas pela ISO 55001 no Brasil, não foi possível levantar as estatísticas. O Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), autarquia federal responsável pelos Organismos de Avaliação da Conformidade, informou, através de e-mail, que até a presente data ainda não disponibilizam dados de organismos acreditados na norma ISO 55001.



Alsyounf *et al.* (2018) investigaram o impacto da implementação da ISO 55001 no desempenho organizacional nas empresas certificadas nos Emirados Árabes Unidos. Segundo os especialistas do setor, a ISO 55001 tem um efeito positivo em todas as perspectivas (financeira, cliente, processos de negócio e aprendizado e crescimento), indicando que as organizações que adotam a certificação sejam capazes de obter um melhor desempenho a partir da eficácia e eficiência da gestão de seus ativos.

Além da melhoria e eficácia da gestão dos ativos, os benefícios que a GA pode trazer são: melhoria de desempenho financeiro, decisões informadas sobre investimentos, risco gerenciado, melhoria de saídas e serviços, responsabilidade social melhorada, conformidade demonstrada, melhoria de imagem, melhoria da sustentabilidade organizacional (ABNT, 2014a).

Apesar de a gestão de ativos, por meio da implementação da ISO 55001, ocorrer 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 tamanho, deve estabelecer uma estratégia de gestão de seus ativos, e a ISO 55001 pode ajudar a desenvolver essa estratégia.

A NBR ISO 55002:2020 traz em um dos anexos um informativo sobre a “Escalabilidade – ABNT NBR ISO 55001 para pequenas empresas”. Segundo a Associação, mais de 95 % das empresas do mundo são pequenas e médias empresas (PMEs) e acredita que as normas relacionadas à gestão de ativos precisam e podem ajudá-las da mesma forma que ajudam as grandes. Convém às PMEs, que utilizam ativos físicos, serem capazes de compartilhar os ganhos em eficiência e eficácia proporcionados pelas normas; entretanto, os requisitos da 55001 são descritos em um alto nível de abstração, que dificulta a conversão em atividades rotineiras. Cerca de 200 requisitos individuais na norma 55001 precisam ser atendidos e a maneira como um requisito pode ser atendido pode ser fácil, devido à estrutura relativamente simples de uma organização pequena, com papéis, responsabilidades e autoridades claramente definidos; no entanto, outras seções necessitariam quase do mesmo esforço que uma grande empresa, como o plano estratégico de gestão de ativos para todo o ciclo de vida dos ativos físicos (ABNT, 2020).

“Ativo é um item, algo ou entidade que tem valor real ou potencial para uma organização. O valor irá variar entre diferentes organizações e suas partes interessadas, e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro” (ABNT, 2014a). Sistema de ativos é o conjunto de ativos que interagem e/ou são inter-relacionados que tem o propósito de integrar uma função ou um serviço solicitado à empresa (ABRAMAN, 2011). Portfólio de ativos são todos os ativos que estão no escopo do sistema de gestão de ativos (ABNT, 2014a). Sistema de Gestão de Ativos (SGA) é a política, a estratégia, os objetivos, os planos de GA da organização e as atividades, processos e estruturas organizacionais necessários para seu desenvolvimento, implementação e melhoria contínua (ABRAMAN, 2011).

A relação entre os principais termos de GA é mostrada na Figura 7.

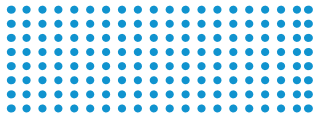
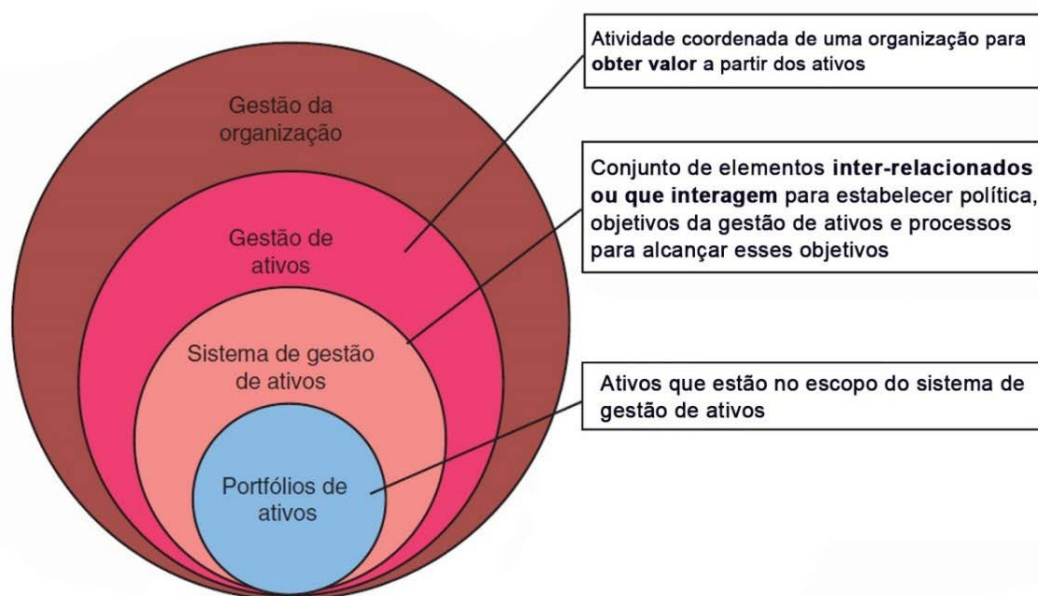


Figura 7 – Relações entre os termos-chave de GA.



Fonte: ABNT NBR ISO 55000 (2014a, p.5).

Um SGA é usado pela organização para dirigir, coordenar e controlar as atividades de gestão de ativos. Um SGA pode fornecer melhoria no controle de riscos e garantir que os objetivos da GA sejam alcançados por meio de uma base consistente. Ao implementar um SGA, a organização deve determinar quais as questões internas e externas são pertinentes às suas finalidades e que afetam o cumprimento dos resultados pretendidos. Os objetivos da GA, incluídos no plano estratégico de gestão de ativos (SAMP, sigla de Strategic Asset Management Plan, mantida em inglês pela ABNT) devem ser alinhados aos objetivos organizacionais (ABNT, 2014b).

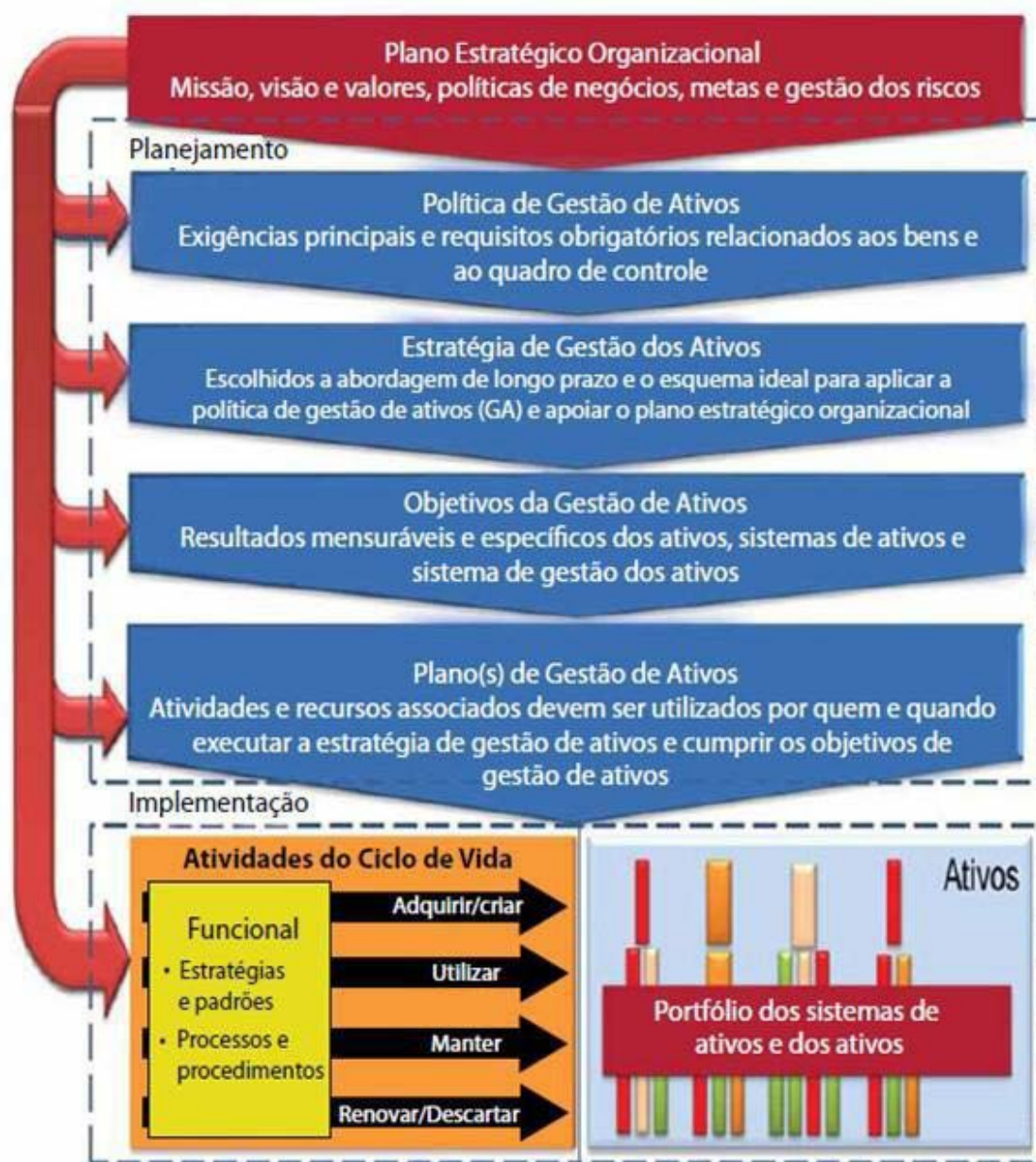
O SAMP é a mais relevante das informações usadas na conversão de objetivos organizacionais em objetivos de GA; ele oferece uma estrutura para planejamento, priorização e tomada de decisões para a implementação de todas as outras atividades de GA para garantir o alinhamento com a estratégia da empresa. O alinhamento dos objetivos da GA com os objetivos organizacionais, do plano estratégico com os planos de gestão de ativos, dos planos de portfólio de ativos com planos financeiros, pode melhorar a eficácia e a eficiência da organização e facilitar as previsões de financiamento de longo prazo (ZAMPOLLI *et al.*, 2019).

Para a PAS 55:2008, o plano estratégico de GA (ou SAMP, segundo a ABNT) é o ponto inicial para o desenvolvimento da política, da estratégia, dos objetivos e dos planos da GA, que direcionam a combinação ótima das atividades do ciclo de vida para ser aplicada ao sistema de ativos e aos ativos – de acordo com a criticidade, condição, desempenho e o nível de risco. A política representa os princípios e os requisitos obrigatórios do, e de acordo com o plano estratégico, que fornece o quadro para o desenvolvimento da estratégia e dos objetivos. A estratégia é a abordagem de longo prazo otimizada derivada do, e de acordo com o plano estratégico e com a política de GA. Os objetivos da GA são os resultados e realizações específicos e mensuráveis dos ativos, sistemas de ativos e SGA. O plano de GA especifica as atividades, recursos, responsabilidades e prazos para implementar a estratégia e apresentar os objetivos da GA (ABRAMAN, 2011).



A Figura 8 mostra os elementos de planejamento e implementação de um SGA a partir do planejamento ou plano estratégico organizacional.

Figura 8 – Elementos de planejamento e implementação de um SGA.

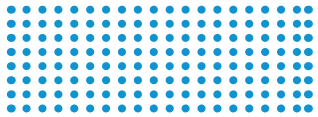


Fonte: ABRAMAN (2011, p. xi).

Para Zampolli *et al.* (2019), que escreveram dois manuais de como implementar a ISO 55001:2014 com as diretrizes da ISO 55002:2014 e depois com as diretrizes da ISO 55002:2018, a GA traz uma mudança cultural ao acrescentar no planejamento estratégico das empresas a visão dos ativos e do valor que estes são capazes de gerar ao negócio.

Para Lafraia (2015), existe uma grande quantidade de possibilidades de conduzir o planejamento corporativo, que também pode ser chamado de planejamento estratégico, planejamento empresarial, planejamento de longo prazo, definição e metas. E justamente devido às diversas maneiras de chamá-lo e de realizar o processo de planejamento, é comum que as organizações tenham dificuldade para alcançar os resultados desejados. Independente do nome que as organizações utilizam, o processo de planejamento deve





conter os seguintes atributos: (i) os propósitos estratégicos e os objetivos claramente definidos – os objetivos são mensuráveis e contém, no máximo três ou quatro pontos prioritários; (ii) são considerados os pontos fortes e fracos internos, as oportunidades e ameaças externas; (iii) alinhamento entre o plano estratégico, as metas e indicadores de curto prazo, pois os objetivos de curto prazo trabalham para o alcance dos objetivos de longo prazo.; (iv) integração entre plano estratégico, os objetivos e os orçamentos para alcançá-los; (v) conexões que demonstram como o plano estratégico atenderá aos requisitos das partes interessadas.

A Figura 9 mostra a visão geral do processo de planejamento, válido para a construção de um plano estratégico geral e de planos estratégicos individuais, como o planejamento estratégico da gestão de ativos (SAMP).

Figura 9 – Fluxograma do processo de planejamento.



Fonte: LAFRAIA (2020, p. 33).

Praticar a GA de acordo com as normas significa obter valor com o uso dos ativos de forma a conquistar equilíbrio do desempenho, dos custos envolvidos e dos riscos associados. Essa prática implica numa reflexão inicial sobre o posicionamento da empresa no mercado, sobre seus objetivos em longo prazo e sobre as suas expectativas e necessidades (ZAMPOLLI *et al.*, 2019).

A ISO 55001 tem três requisitos básicos e sete requisitos que podem ser divididos no ciclo de melhoria contínua PDCA (Plan, Do, Check, Action), em português: planejar, fazer, checar, e agir, respectivamente.

Conforme pode ser observado na Figura 10, do IAM (2015):

- P refere-se ao (4) contexto da organização; à (5) liderança; e ao (6) planejamento;



- D cobre as etapas (7) suporte; e (8) operação;
- C representa a (9) avaliação de desempenho;
- A diz respeito à (10) melhoria.

**Figura10 – Representação das cláusulas da ISO 55001:2014 no ciclo PDCA.**

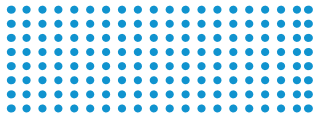


**Fonte: adaptado do IAM, 2015, p. 25.**

A conformidade com os requisitos da norma é apenas o ponto de partida mínimo para atingir um Sistema de Gestão de Ativos eficaz, e não uma meta final. Ir além da conformidade requer adotar os fundamentos da GA: alinhamento, garantia, liderança e valor (ABNT, 2020).

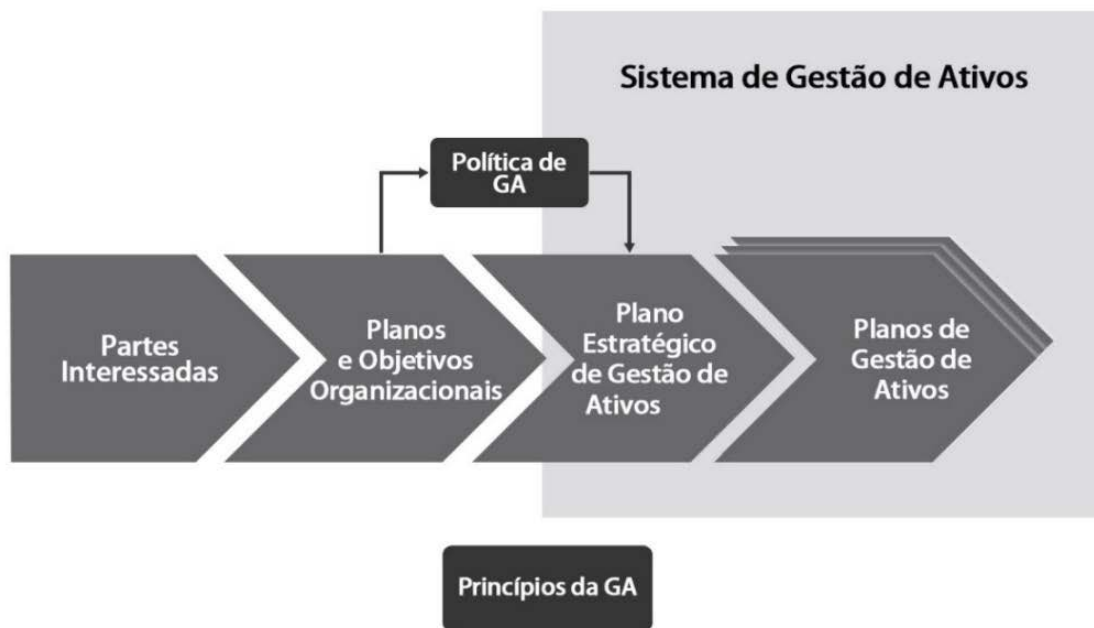
O alinhamento está presente em todos os aspectos da GA e tem ganhado ênfase nas normas, com destaque para:

- os fundamentos da GA;
- o arranjo deliberado para atender aos vários interesses das organizações;
- a integração das funções técnicas e financeiras;
- o alinhamento vertical entre os requisitos da norma, desde o contexto e as expectativas das partes interessadas até o planejamento e controle operacional;
- o alinhamento horizontal, que são as partes interessadas internas e externas.



O alinhamento é a tradução, pela GA, dos objetivos organizacionais em decisões técnicas e financeiras, planos e atividades (ABNT, 2014a). A implementação de um SGA permite que os objetivos organizacionais sejam traduzidos em processos técnicos e financeiros, e oferece suporte para que as tomadas de decisões sejam oportunas e precisas. O alinhamento que deve existir entre as necessidades das partes interessadas e os planos de GA pode transformar intenções estratégicas e resultados esperados em planos, atividades e tarefas de acordo aos objetivos organizacionais (LAFRAIA, 2015). A Figura 11 mostra esse alinhamento organizacional.

**Figura 11 – Alinhamento entre as necessidades das partes interessadas e os requisitos do SGA.**



Fonte: LAFRAIA (2015, p. 4).

Para a ISO/TS 55010 (2019c), alinhamento é um arranjo deliberado para atender mútuos interesses comuns por uma atividade específica ou atividades; e o objetivo do alinhamento das questões técnicas e financeiras é alcançar operações eficazes e eficientes e garantir que o relatório de informações financeiras e não financeiras seja confiável e útil às tomadas de decisão.

O alinhamento horizontal são as informações financeiras e não financeiras que fluem entre os departamentos (operações, engenharia, manutenção, contabilidade, gestão financeira e gestão de riscos), que usam a mesma terminologia e se referem aos ativos da mesma maneira. Alinhamento vertical são os fluxos de informações da alta direção com as indicações relacionadas aos ativos financeiros e não financeiros, adequadamente implementados nos outros níveis da organização (ISO, 2019c).

Ainda de acordo com a 55010, para o alinhamento técnico e financeiro das funções organizacionais, a alta administração deve demonstrar liderança e comprometimento ao garantir, entre outros fatores, a consistência das várias políticas em sua intenção, linguagem e comunicação; colaboração e clareza, transparência e disponibilidade das informações. A alta administração também deve assegurar a implementação e manutenção de relatórios compartilhados entre departamentos para identificar como um ativo é registrado; e que as funções financeiras e não financeiras tenham influência adequada nos processos

de tomada de decisão (ISO, 2019c).

O processo de tomada de decisão leva em consideração os critérios e as métricas a serem aplicados, as informações requeridas, a natureza, o nível de complexidade e o impacto desta decisão sobre os objetivos, e as limitações de tempo. Convém que a estrutura de tomada de decisões seja adaptada às necessidades da organização, e que haja o alinhamento vertical, desde o contexto da organização e as expectativas das partes interessadas até o planejamento e controle operacional; além do alinhamento horizontal, que são as partes interessadas internas e externas, bem como as influências horizontais de risco e restrições de conformidade que modificam o planejamento por meio dos critérios de tomada de decisões (ABNT, 2020). A Figura 12 mostra essa estrutura de tomada de decisões em GA.

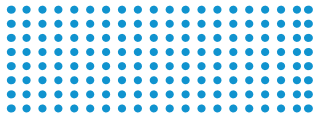
Figura 12 – Estrutura de tomada de decisões para gestão de ativos.



Fonte: ABNT (2020, p. 69).

A criação de valor através dos ativos também tem sido cada vez mais evidenciada nas normas. Para ABNT (2014a), um dos fundamentos da GA é valor, ou seja, o objetivo de qualquer ativo é agregar valor à organização e às partes interessadas. Para González-Prida *et al.* (2018), em GA, o conceito de valor abrange benefícios quantitativos e qualitativos, além dos benefícios tangíveis e intangíveis que os ativos podem proporcionar. As definições de ativo e valor não são apenas proximamente vinculadas, mas também complementares.

A GA traz uma nova proposta para a realização dos objetivos estratégicos, inte-



grando todas as áreas da empresa responsáveis na obtenção de valor por intermédio dos ativos da organização (ZAMPOLLI *et al.*, 2019), sendo promissora para a criação de valor dos ativos a longo prazo, e uma grande preocupação para esse fim relaciona-se com as capacidades para alcançar uma tomada de decisão eficaz em todos os níveis organizacionais, ou seja, operacional, tático e estratégico (POLENGHI *et al.*, 2019).

Gestão de ativos não é apenas sobre o ativo, mas no valor que este pode proporcionar à organização (KARDEC *et al.*, 2014), isto é, um “ativo” fornece os meios à realização de “valor” (GONZÁLEZ-PRIDA *et al.*, 2018).

A GA deve garantir que os ativos cumprirão com seus propósitos requeridos (ABNT, 2014a). A garantia deriva da necessidade de gerir efetivamente e se aplica aos ativos, à GA e ao SGA. Para ter certeza que os ativos e seus sistemas associados irão produzir o esperado, a alta administração faz análise crítica, regularmente, dos processos que ligam os objetivos organizacionais às funções do negócio e ao desempenho dos ativos e do SGA. Ao assegurar a melhoria contínua dos desempenhos, a garantia assegura que os ativos atenderão aos requisitos das partes interessadas (LAFRAIA, 2015).

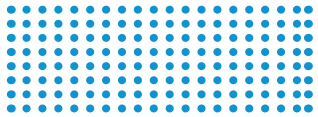
A variável associada à garantia é o risco, que é a relação entre os eventos potenciais e as consequências desses eventos. O risco representa uma medida do efeito da incerteza nos objetivos, positiva ou negativamente. Riscos positivos são as oportunidades a serem assimiladas para garantir o sucesso da organização, enquanto riscos negativos são as ameaças aos objetivos. Os objetivos podem ser relacionados a várias perspectivas, como financeira, saúde e segurança e metas ambientais, e podem ser aplicados nos diferentes níveis organizacionais (KARDEC *et al.*, 2014).

Sendo assim, GA é o conjunto coordenado de atividades projetadas para oferecer valor de acordo com os objetivos de uma organização e, para atingir esses objetivos, a organização deve garantir que os riscos relacionados à GA sejam considerados na abordagem da gestão de riscos da organização, incluindo o planejamento da contingência (O'HANLON, 2014).

E, por fim, a liderança e cultura do local são fatores determinantes da obtenção de valor (ABNT, 2014a), e a GA exige que a gestão assuma a liderança e mostre compromisso (PAIS *et al.*; 2019). Para que a GA resulte em cultura organizacional, as lideranças precisam entender essa nova maneira de pensar e agir (LAFRAIA, 2020).

O objetivo das lideranças, em todos os níveis gerenciais, deve ser transformar os fundamentos em crenças e valores em nível pessoal, em tal intensidade, que esses fundamentos sejam mais do que prioridades, já que as prioridades mudam com frequência, enquanto que as crenças e os valores pessoais são constantes e não estão sujeitos a concessões (KARDEC *et al.*, 2014).

A liderança deve dar suporte ao alcance dos objetivos organizacionais. O sucesso da GA depende da compreensão e do comprometimento de todos os envolvidos, que devem ser consultados regularmente para o alcance das metas e resultados organizacionais (LAFRAIA, 2015). Liderança e comprometimento são essenciais para o estabelecimento, operação e a melhoria dos requisitos das normas nas organizações (KARDEC *et al.*, 2014).



A criação das primeiras normas trouxe inovação às empresas, mas estudos relatam que elas não forneciam uma explicação detalhada de como implementar efetivamente a GA, por meio dos requisitos, nas organizações.

As alterações feitas nas diretrizes para aplicação da ISO 55001, da versão ISO 55002 de 2014 para a versão de 2018 (2020 no Brasil), são, conforme ABNT (2020):

- os fundamentos são abordados em cada seção, quando aplicável, mostrando a contribuição dos requisitos especificados na 55001 para alcançar valor, alinhamento, liderança e garantia;
- esclarecimento dos domínios da GA para o portfólio de ativos, para o SGA e à GA, estabelecendo a adequação dos requisitos a cada domínio, quando aplicável;
- são mostradas as ligações entre as seções e há indicação das interligações relevantes;
- foram adicionados anexos para orientar temas abordados em várias seções:
  - a. consideração de valor como fundamental na GA,
  - b. a definição do escopo de um SGA
  - c. os objetivos e a estrutura do SAMP,
  - d. os princípios por trás da tomada de decisão na GA,
  - e. a abordagem da gestão de riscos na GA,
  - f. relacionamento entre as funções financeiras e não financeiras da GA,
  - g. a escalabilidade – a ISO 55001 para pequenas empresas,
  - h. informações sobre as atividades de GA.

A ISO 55002 de 2018, além de seus anexos, traz várias ferramentas organizacionais que oferecem suporte à implementação dos requisitos; além de exemplos de objetivos da gestão de ativos, planos para cumpri-los e indicadores para acompanhamento do alcance das metas.

Segundo a ISO (2019c), a norma 55010 pode ajudar os usuários na aplicação dos conceitos da 55000, nos requisitos da 55001 e também fornece recomendações e orientações adicionais, além das orientações descritas na ISO 55002, de 2018, sobre os benefícios a serem obtidos para uma organização por meio do alinhamento. A norma 55010 pode ser aplicada para todos os tipos de ativos, por todos os tipos e tamanho de organizações, e por todas as pessoas envolvidas na gestão de ativos, em todos os níveis de uma organização.

Assim como a padronização das práticas mudou a gestão de ativos nas organizações, a recente introdução de máquinas inteligentes afetará positivamente a gestão de ativos. A ABRAMAN (2017) também aposta que a manufatura avançada terá forte impacto positivo para o setor de manutenção e gestão de ativos, já que com máquinas conectadas, será mais fácil e rápido identificar o momento ótimo para realizar a manutenção preditiva, antecipando falhas, programando reparos antes que ocorram as paradas, utilizando os ativos pelo máximo tempo.

O termo Indústria 4.0 surgiu em 2011 e, desde então, tem sido usado para descrever a ampla integração da tecnologia da informação e comunicação nas indústrias de





produção (SCHUH *et al.*, 2020). Para Walter (2019), se nos próximos cinco ou seis anos, metade das grandes empresas globais usarem algumas das inovações tecnológicas na operação e manutenção de seus equipamentos, pode-se dizer que perturbarão positivamente pessoas, objetivos de negócios, sistemas de informação e desempenho dos ativos.

Para Pedersen e Schjølberg (2020), a Indústria 4.0 deve trazer mudanças substanciais na forma como a manutenção e a gestão de ativos serão conduzidas nos próximos anos. Para os autores, três áreas de inovação tecnológica relacionadas com a Indústria 4.0 afetarão a manutenção e a gestão de ativos: manutenção inteligente, trabalho inteligente e produtos inteligentes.

Com a quarta revolução industrial, a função manutenção em uma empresa está se formando em manutenção inteligente. Com o auxílio da inteligência artificial, considera-se que o planejamento da manutenção proporcionará melhores e mais rápidas tomadas de decisão na gestão da manutenção e gestão de ativos (RØDSETH *et al.*, 2020). A concepção da Indústria 4.0 exige altamente a integração de todo o desenvolvimento, fabricação, logística e processos de manutenção. Nesta área, há muito a melhorar e implementar. O sistema de manutenção corretiva ainda prevalece; mas a pressão sobre a manutenção preditiva e proativa continuará crescendo (PAVLU *et al.*, 2019).

As duas características mais importantes da Indústria 4.0 são a informatização usando sistemas ciber-físicos e o conceito de Internet of Things (IoT), adotados para produzir fábricas inteligentes (KUMAR; GALAR, 2017). A IoT emprega vários sensores em uma linha de montagem de manufatura para monitoramento, e os dados recuperados dos sensores são usados para fornecer valiosos insights para gerentes de fábrica para melhor rastreamento de seus ativos, melhor gestão do inventário, maior consciência situacional, mais oportunidades de eficiência e redução de custos e novos insights para manutenção preditiva, levando à diminuição tempo de inatividade (BHANDARI *et al.*, 2020).

A análise de quantificação de risco é uma das áreas mais críticas em gestão de ativos, conforme estabelecido na ISO 55000. Da mesma forma, a gestão inteligente de riscos deve ser um desafio crítico da Indústria 4.0, uma vez que, com o uso de novas tecnologias, será possível reunir grandes quantidades de dados extrapolados dos ativos físicos (GONZÁLEZ-PRIDA *et al.*, 2020). A Inteligência Artificial (IA) pode aprimorar a mitigação de riscos analisando essas grandes quantidades de dados extrapolados, identificando continuamente padrões em evolução e prevendo eventos perturbadores, em conjunto com possíveis soluções (WALTER, 2019).

Para Walter (2019), vários são os impactos à gestão de ativos com as inovações tecnológicas, mesmo que ainda não estejam presente no dia a dia da maioria das empresas. As empresas retardatárias, isto é, aquelas que só adotam as inovações e melhorias bem depois das empresas líderes, sofrerão com tanta disruptura. Segundo a ABRAMAN (2017), como muitas pequenas empresas ainda não entenderam o conceito, o grande desafio é alinhar o padrão 4.0 em organizações de todos os portes e segmentos, a fim de evitar a perda de produtividade e competitividade.

Muitas vezes o motivo dos investimentos em tecnologias digitais é fornecer aos gerentes soluções rápidas e informações de alta qualidade para melhorar as tomadas de



decisão, destacar tendências de desempenho e reduzir custos. Isso ignora, no entanto, o fato de os gerentes possuírem vieses e, independentemente de quão precisos ou confiáveis os dados são, eles podem não os usar de forma eficaz, ou mesmo optar por descartar as informações. É, portanto, imperativo que as organizações coloquem os usuários, as pessoas que criarão significado a partir das informações, no centro das suas iniciativas de digitalização. As organizações precisam desafiar como os funcionários irão usar os dados para tomar decisões e, ao mesmo tempo, incentivá-los a confiar na análise formal, em vez de apenas na sua “intuição” (LOVE; MATTHEWS, 2019).

Sendo assim, é conclusivo afirmar que a principal motivação por trás da quarta revolução industrial é garantir a efetiva disponibilidade de dados confiáveis, completos e informações em tempo real ligando todas as partes ou elementos da cadeia de valor. Vale ressaltar, além disso, que a interligação entre os vários componentes do sistema da cadeia de valor - incluindo pessoas, dispositivos, e coisas, é que promove fluxos de agregação de valor altamente organizados, dinâmicos e simplificados (ALQAHTANI *et al.*, 2019)

Pedersen e Schjølberg (2020) citam que, a implementação de novas tecnologias são apenas parte da equação, e que estudos apontam a importância de fatores organizacionais ao desenvolver estratégias para implementar a Indústria 4.0 na manutenção e gestão de ativos. Ou seja, muitas organizações não entendem que os fatores organizacionais são fatores críticos na obtenção de sucesso com uma transformação digital.

O termo Indústria 4.0 não se trata apenas de uma transformação tecnológica. Na verdade, as empresas também precisam transformar sua cultura. Tecnologias avançadas possibilitam o acesso a uma ampla gama de dados; no entanto, a capacidade de implementar essas tecnologias e aproveitar o potencial subjacente dos dados é dependente da estrutura organizacional e da cultura corporativa. O objetivo final é tornar-se uma empresa que aprende de forma ágil e que seja capaz de adaptar-se continuamente em um ambiente em constante mudança (SCHUH *et al.*, 2020).

A pesquisa de Akkermans *et al.* (2016) aponta que a mudança cultural/comportamental e a gestão do conhecimento são vistas como condições essenciais para o progresso mais rápido de todas as outras inovações, isto é, as inovações técnicas e de processos são boas e muito importantes, mas sem colocar as pessoas em primeiro lugar, todas elas irão falhar. Segundo Akkermans *et al.* (2016) e Kane *et al.* (2016), está cada vez mais evidente que as empresas com estratégias digitais bem-sucedidas compartilham características muito semelhantes: todas têm mentalidades culturais que se relacionam intimamente com empresas em maturação digital, valorizam a experimentação e a velocidade, abraçam o risco e criam estruturas de liderança distribuídas, além de promoverem a colaboração e serem mais propensas a usarem dados nas tomadas de decisão. Para Akkermans *et al.* (2016), esses são os ‘movimentos inteligentes’ que todas as organizações em seu caminho para a maturidade em manutenção inteligente terão que tomar.

Competir em um mundo cada vez mais digital não se trata apenas de implementar mais e melhores tecnologias. Envolve alinhar a organização com as demandas do ambiente digital, aumentando o apetite pelo risco, investindo em oportunidades digitais para seus funcionários, simplificando estruturas organizacionais para ganhar agilidade, repensando como e por quem o trabalho é feito. Somente quando esses fatores organizacionais se



unem, uma empresa pode mudar de “fazer digital” para “ser digital” (KANE *et al.*, 2016).

A transformação digital é um dos principais motivos para sobreviver na era da Indústria 4.0, que ajuda as organizações a obterem competitividade e, ao mesmo tempo, permite que elas tomem decisões ideais em todas as fases de suas atividades (VENKATESWARAN, 2020). No entanto, à luz do impulso para implementarem tecnologias digitais, as organizações, antes de fazerem investimentos financeiros, necessitam validar um processo de todos os benefícios para entenderem “como” essas tecnologias podem ser usadas e assim, poderem gerar valor de negócio e melhorar a competitividade (LOVE; MATTHEWS, 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A publicação das normas e especificações foi disruptiva à gestão de ativos, pois inovou a forma de gerir máquinas e equipamentos produtivos ao padronizar uma atividade tão antiga quanto os próprios ativos. As normas ISO 5500X restabeleceram o modo de gerir os ativos, conectando os dados técnicos aos dados econômicos, o chão de fábrica ao ambiente financeiro, integrando seus processos e suas atividades às outras funções da organização, integrando o seu sistema de gestão aos sistemas de gestão da qualidade, meio ambiente, saúde e segurança e gestão de riscos.

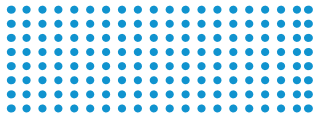
As primeiras publicações das normas ISO só traziam o que fazer, e não como fazê-lo. As publicações mais recentes trazem orientações, ferramentas, exemplos de objetivos, planos para cumpri-los, indicadores para acompanhamento do alcance das metas, entre outros.

Embora as normas, as ferramentas organizacionais e as metodologias associadas à gestão de ativos estejam condicionadas à cultura e peculiaridades de cada organização, elas são guias essenciais no planejamento e implementação desse sistema de gestão. O sucesso da implementação da gestão de ativos, por meio dos requisitos e diretrizes das normas ISO 5500X, está intrinsecamente ligado à cultura organizacional, integração, comunicação dinâmica entre os departamentos e aos fundamentos da gestão de ativos: alinhamento, valor, garantia e liderança.

Da mesma maneira que a publicação e a evolução das normas, a quarta revolução industrial afetará a forma como a manutenção e a gestão de ativos serão conduzidas nos próximos anos. A introdução de máquinas inteligentes proporcionará a manutenção inteligente, com foco na manutenção preditiva, antecipando falhas, evitando paradas, diminuindo o tempo de inatividade, otimizando a utilização dos ativos, aumentando a produtividade e competitividade. Com as inovações tecnológicas, espera-se melhor criação de valor pelos ativos industriais.

A Indústria 4.0 é a última tendência no setor de manufatura, no qual os ativos físicos são um fator-chave ou fator crítico para que se atinjam as metas de negócio. Com o auxílio da inteligência artificial, o monitoramento dos dados dos ativos será mais ágil, proporcionando também melhores e mais rápidas tomadas de decisão na gestão de seus ativos.

Apesar de ser a última tendência, a implementação de tecnologias digitais como parte das estratégias de uma organização, assim como a implementação das normas de



gestão de ativos, está ligada a fatores organizacionais. Antes de engajarem seus esforços ou de fazerem investimentos financeiros, é necessário que as organizações garantam os benefícios da implementação das normas ou aquisição de novas tecnologias, para que possam gerar valor de negócio e melhorar sua competitividade. É, portanto, decisivo que as organizações coloquem as pessoas que criarão valor a partir desses benefícios no centro de suas iniciativas de investimentos na atualização e gestão de seus ativos.

## Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. História da normalização Brasileira, 2011. Disponível em <http://www.abnt.org.br/images/pdf/historia-abnt.pdf>. Acesso em 14 de janeiro de 2021.

———. ISO 55000: Gestão de ativos. Rio de Janeiro, 2014a.

———. ISO 55001: Gestão de ativos: Sistemas de gestão: Requisitos. Rio de Janeiro, 2014b

———. ABNT/CEE-251 – Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos, 2014c. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/cee-251>. Acesso em 15 de janeiro de 2021.

———. Comitês Técnicos, 2014d. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/comites-tecnicos>. Acesso em 15 de janeiro de 2021.

———. ISO 55002: Gestão de ativos Sistemas de gestão: Diretrizes para aplicação da ABNT NBR ISO 55001. Rio de Janeiro, 2020.

ABRAMAN. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. PAS 55:2008: Qualitymark. Rio de Janeiro, 2011.

———. Revista Manutenção & Gestão de Ativos. Edição 163, 2017.

———. Histórico, 2019. Disponível em: <https://abramanoficial.org.br/page/institucional>. Acesso em: 14 de janeiro de 2021.

AKKERMANS, H., BESSELINK, L., VAN DONGEN, L. A. M., SCHOUTEN, R. Smart moves for smart maintenance: findings from a Delphi study on 'Maintenance Innovation Priorities' for the Netherlands. World Class Maintenance, 2016.

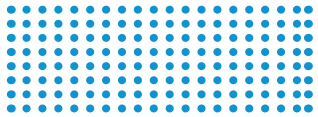
ALQAHTANI, A. Y., GUPTA, S. M., NAKASHIMA, K. Warranty and maintenance analysis of sensor-embedded products using internet of things in industry 4.0. International Journal of Production Economics, 2019, v. 208, p. 483–499. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527318305000>. Acesso em 19 de janeiro de 2021.

ALSYOUF, I., ALSUWAIDI, M., HAMDAN, S., SHAMSUZZAMAN, M. Impact of ISO 55000 on organizational performance: Evidence from certified UAE firms. Total Quality Management & Business Excellence, v. 29, 2018, p. 1-19.

AMCOUNCIL. Asset Management Council. What is asset management? 2014. Disponível em: <https://www.amcouncil.com.au/knowledge/what-is-asset-management.html>. Acesso em: 31 de julho de 2020.

ASSETIVITY. Implementing ISO 55000 - Part 8 - Key Asset Management, 2016. Disponível em: <https://www.assetivity.com.au/article/asset-management/implementing-iso-55000-part-8-key-asset-management-processes.html>. Acesso em 03 de março de 2020.

BHANDARI, G., SHOREY, R., SUNDARESAN, R., HIREMATH, P., JOGLEKAR, A., KULKARNI, A., RAJU, M. B. An implementation of an industrial internet of things on an SMT assembly line. COMSNETS 2020, p. 688-690.



BUREAU VERITAS. Apostila de Treinamento ISO 55000:2014, 2019.

FARINHA, J.T. Asset Maintenance Engineering Methodologies, 1st ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2018.

GFMAM. Global Forum on Maintenance and Asset Management. The asset management landscape, 2014. Disponível em: [https://www.gfmam.org/sites/default/files/2019-05/GFMAMLandscape\\_SecondEdition\\_English.pdf](https://www.gfmam.org/sites/default/files/2019-05/GFMAMLandscape_SecondEdition_English.pdf). Acesso em 11 de março de 2020.

———. About us, 2020. Disponível em: <https://gfmam.org/about>. Acesso em 10 de março de 2020.

GONZÁLEZ-PRIDA, V., GUILLÉN, A., GÓMEZ, J., CRESPO, A., DE LA FUENTE, A. An Approach to Quantify Value Provided by an Engineered Asset According to the ISO 5500x Series of Standards. In Asset Intelligence through Integration and Interoperability and Contemporary Vibration Engineering Technologies; Springer: Cham, Switzerland, 2018; pp. 189–196.

GONZÁLEZ-PRIDA, V. ET AL. A Risk Indicator in Asset Management to Optimize Maintenance Periods. In Engineering Assets and Public Infrastructures in the Age of Digitalization. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 2020, p. 566–573. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48021-9\\_63](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48021-9_63). Acesso em: 12 de janeiro de 2021.

HASTINGS, N.A.J. Physical Asset Management. Springer: Cham, 2015.

HODKIEWICZ, M. R. The Development of ISO 55000 Series Standards. Engineering Asset Management - Systems, Professional Practices and Certification, 2015, p. 427–438.

IAM. Asset Management - An Anatomy, 2015.

———. IAM - The Asset Management Landscape, 2019. Disponível em: <https://theiam.org/knowledge/the-asset-management-landscape/>. Acesso em 31 de janeiro de 2020.

ISO. International Organization for Standardization. The new ISO 55002:2018 Guidelines for the application of ISO 55001, 2018. Disponível em: <https://committee.iso.org/files/live/sites/tc251/files/guidance/Leaflet%2055002%20A4%20Nov%202018%20EN%20LR.pdf>. Acesso em 02 de abril de 2020.

———. ISO/TS 55010, 2019a. Disponível em: <https://committee.iso.org/sites/tc251/home/projects/published/isots-55010.html>. Acesso em 02 de abril de 2020.

———. Newsletter for the TC251 Community October 2019, 2019b. Disponível em: [http://www.55000.org.cn/wp-content/uploads/2019/10/ISO-TC251\\_Newsletter\\_201909.pdf](http://www.55000.org.cn/wp-content/uploads/2019/10/ISO-TC251_Newsletter_201909.pdf). Acesso em 02 de abril de 2020.

———. ISO/TS 55010: Asset management - Guidance on the alignment of financial and non-financial functions in asset management. Geneva, 2019c.

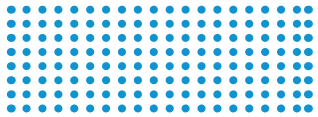
KANE, G.C., PALMER, D., PHILLIPS, A.N., KIRON, D., BUCKLEY, N. Aligning the organization for its digital future. MIT Sloan Manag. Rev. Deloitte University Press, 2016. Disponível em: <https://www.inovaconsulting.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Deloitte-Aligning-the-Organization-for-Its-Digital-Future.pdf>. Acesso em 29 de janeiro de 2021.

KARDEC, A., ESMERALDO, J., LAFRAIA, J. R. B., NASCIF, J. A. Gestão de ativos. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.

KONSTANTAKOS, P. C., CHOUNTALAS, P. T., MAGOUTAS, A. I. The Contemporary Landscape of Asset Management Systems. Quality Access to Success, v. 20, n. 169, 2019, p. 10-17.

KUMAR, U., GALAR, D. Maintenance in the Era of Industry 4.0: Issues and Challenges. In Quality, IT and Business Operations, Springer Proceedings in Business and Economics, 2017, p 231-250. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-5577-5\\_19](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-5577-5_19). Acesso em 19 de





janeiro de 2021.

LAFRAIA, J. R. B. Vivendo a gestão de ativos: liderança, pessoas, sistemas de gestão de ativos, ativos físicos. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2015.

———. Gestão de ativos e a sua importância nas empresas, 2017 Disponível em: <http://www.abccobre.org.br/uploads/conteudo/conteudo/2020/01/tIRZD/webinar-gestao-de-ativos-e-sua-importancia-nas-empresas.pdf>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

———. Manual de Gestão de Ativos - Volume 1: Fundamentos. Edição do Kindle, 2020.

LOVE, P. E.D., MATTHEWS, J. The 'how' of benefits management for digital technology: From engineering to asset management. *Automation in Construction*, 2019, v. 107. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102930>. Acesso em 19 de janeiro de 2021.

MEIRELLES, A.P.L. Gestão de ativos técnicos: uma abordagem à ISO 55001 na perspectiva do ciclo de vida útil: concetualização do modelo. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Coimbra: Portugal. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/25345/1/Ana-Paula-Leitao-Meireles.pdf>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

MINNAAR, J.R., BASSON, W., VLOK, P.J. Quantitative methods required for implementing pas 55 or the ISO 55000 series for asset management. *South African Journal of Industrial Engineering*, 24 (3), 2013, p. 98-111.

O'HANLON, T. The three laws of asset management. *Plant Engineering*, 68 (6), 2014, p. 26-27.

PAIS, J.; FARINHA, J.; RAPOSO, H. ISO 55001 – Gestão de Activos. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/339363909\\_ISO\\_55001\\_-\\_Gestao\\_de\\_Activos](https://www.researchgate.net/publication/339363909_ISO_55001_-_Gestao_de_Activos). Acesso em: 13 de julho de 2020.

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.

PAVLU, J., LEGAT, V., ALES, Z. Estimation trends in the maintenance of a manufacturing equipment relation to the Industry 4.0 challenge. *7TH International Conference On Trends In Agricultural Engineering*, 2019. Disponível em: <https://2019.tae-conference.cz/proceeding/TAE2019-074-Jindrich-Pavlu.pdf>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

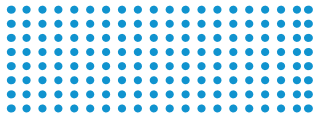
PEDERSEN T.I., SCHJØLBERG P. The Economic Dimension of Implementing Industry 4.0 in Maintenance and Asset Management. In *Advanced Manufacturing and Automation IX*. Springer, Singapore, 2020, v. 634, p. 299-306. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-2341-0\\_37](https://doi.org/10.1007/978-981-15-2341-0_37). Acesso em 21 de dezembro de 2020.

POLENGHI, A., RODA, I., MACCHI, M., TRUCCO, P. Risk Sources Affecting the Asset Management Decision-Making Process in Manufacturing: A Systematic Review of the Literature. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 566, 2019, p. 274-282.

RØDSETH H., ELEFThERIADIS R.J., LI Z., LI J. Smart Maintenance in Asset Management – Application with Deep Learning. In *Advanced Manufacturing and Automation IX*. Springer, Singapore, 2020, v. 634, p.608-615. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-2341-0\\_37](https://doi.org/10.1007/978-981-15-2341-0_37). Acesso em 21 de dezembro de 2020.

SCHUH, G., ANDERL, R., GAUSEMEIER, J., HOMPEL, M.T., WAHLSTER, W. (eds.): *Industrie 4.0 Maturity Index Managing the Digital Transformation of Companies (Acatech Study)*. Herbert Utz Verlag, Munich, 2020. Disponível em: [https://en.acatech.de/wp-content/uploads/sites/6/2020/04/aca\\_STU\\_MatInd\\_2020\\_en\\_Web-1.pdf](https://en.acatech.de/wp-content/uploads/sites/6/2020/04/aca_STU_MatInd_2020_en_Web-1.pdf). Acesso em 31 de janeiro de 2021.

VENKATESWARAN, N., *Industry 4.0 Solutions – A Pathway to Use Smart Technologies / Build Smart Factories*. *International Journal of Management (IJM)*, 2020, v. 11, p. 132–140. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3553126](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3553126). Acesso em 15 de janeiro de 2021.



VISSER, J.K.; BOTHA, T.A. Evaluation of the importance of the 39 subjects defined by the global forum for maintenance and asset management. S. Afr. J. Ind. Eng., Pretoria, v. 26, n. 1, p. 44-58, 2015.

WALTER, P. Neologismos e as 8 principais tendências tecnológicas da gestão de ativos para a próxima década, 2019. Disponível em: <https://blog.infraspeak.com/pt-br/tendencias-da-gestao-de-ativos/>. Acesso em 18 de janeiro de 2021.

WIJNIA, Y., DE CROON, J. The asset management process reference model for infrastructures. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 1, 2015, p. 447-457.

WIJNIA, Y. Towards quantification of asset management optimality. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2016, p. 663-670.

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. 2 ed. Disponível em: <https://www.leonardo-energy.org.br/wp-content/uploads/2019/10/gestao-de-ativos-guia-para-a-aplicacao-da-iso-55001.pdf>. Acesso em: 4 de dezembro de 2019.