

SOLUÇÕES DA INDÚSTRIA & MANUTENÇÃO 4.0 PARA GESTÃO DOS ATIVOS OPERACIONAIS

Marcia de Novais Bomfim⁽¹⁾

Técnica em Sistemas de Saneamento na Divisão Eletromecânica Leste da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo/Sabesp. Formação Engenheira Eletricista com Pós-Graduação em Gestão da Manutenção e Ativos.

Endereço⁽¹⁾: Rua Victoria Simionato, 450 – Ermelino Matarazzo – São Paulo - SP- CEP: 03808-170 – Brasil - Tel: +55 (11) 99821-4784 - e-mail: marciabomfim@sabesp.com.br.

RESUMO

A GESTÃO DE ATIVOS É UM ITEM DE VITAL IMPORTÂNCIA PARA QUALQUER ORGANIZAÇÃO, POIS POSSIBILITA QUE SEJAM ALCANÇADOS OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ATRAVÉS DA EFICIENTE UTILIZAÇÃO DE SEUS RECURSOS, O QUE PERMITE A GERAÇÃO DE VALOR PARA AS PARTES INTERESSADAS E PERPETUIDADE DO NEGÓCIO.

NAS EMPRESAS DE SANEAMENTO, O ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO PATRIMONIAL DOS ATIVOS FÍSICOS OPERACIONAIS SÃO UTILIZADOS TANTO PARA FINS TARIFÁRIOS, COMO PARA FINS DE CONTABILIDADE SOCIETÁRIA E CONSTITUEM A APURAÇÃO DA BASE DE REMUNERAÇÃO REGULATÓRIA (BRR). NO ESTADO DE SÃO PAULO, AS ATIVIDADES DO SETOR SÃO REGULADAS E FISCALIZADAS PELA ARSESP, QUE POSSUI DENTRE AS EXIGÊNCIAS, A ACURACIDADE NA BASE DE ATIVOS. DESTA FORMA, TORNA-SE IMPRESCINDÍVEL UMA GESTÃO MAIS EFICIENTE E INTELIGENTE DESTES.

A ATRIBUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO FÍSICO DOS ATIVOS OPERACIONAIS DA SABESP-LESTE, É DA MANUTENÇÃO COM PERIODICIDADE ANUAL E UMA DAS MAIORES DIFICULDADES ENCONTRADAS É A IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS QUANDO ESTES PERDEM A PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO. ESTA CONDIÇÃO GERALMENTE É CAUSADA PELAS CONDIÇÕES AGRESSIVAS EM QUE OPERAM.

PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA, É PROPOSTA A IMPLANTAÇÃO DE SOLUÇÃO INTEGRADA UTILIZANDO TECNOLOGIA INTERNET DAS COISAS – “IOT” E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – “IA” PARA A LOCALIZAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E RASTREAMENTO DOS ATIVOS OPERACIONAIS EM TEMPO REAL, COM O ENVIO DAS INFORMAÇÕES PARA UM SOFTWARE DE GESTÃO DOS ATIVOS. DESTA FORMA, SERÁ POSSÍVEL LOCALIZAR OS ATIVOS POR ENDEREÇO, INSTALAÇÃO, NÚMERO DO PATRIMÔNIO, RESPONSÁVEL, BEM COMO VISUALIZAR TODAS ESSAS INFORMAÇÕES EM UM MAPA, ASSIM COMO O RECEBIMENTO DE ALERTAS DE MOVIMENTAÇÃO E RELATÓRIOS. BUSCA-SE TAMBÉM A INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE RASTREAMENTO DE ATIVOS COM O SAP (MÓDULOS PM/MANUTENÇÃO E FIAA/ATIVOS) ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ROBOTIZAÇÃO DE PROCESSO (RPA) PARA AS DEVIDAS MOVIMENTAÇÕES NO SISTEMA.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Ativos; Internet das Coisas; Regulação.

INTRODUÇÃO

De acordo com a norma ISO 55000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), um "ativo" é algo que tem valor real ou potencial para uma organização. O valor varia entre as diferentes organizações e suas partes interessadas e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não-financeiro. Gestão de ativos diz respeito a todos os aspectos da capacidade, desde o momento de concepção do ativo passando pela sua vida operacional até o descarte final.

Segundo Lafraia e Hardwick (2015), por meio da Gestão de Ativos é possível alcançar o necessário desempenho e fornecer valor para organização.

No processo de gestão dos ativos físicos de uma empresa, um item de extrema importância é o Inventário físico patrimonial. Neste, é verificada a existência física dos bens patrimoniais e são revalidadas informações gerenciais relativas aos controles: unidade e centro de custo a qual pertencem, local de instalação, responsável operacional, função requerida etc.

Na Sabesp – Unidade de Negócio Leste (ML), a Manutenção é a responsável pelo processo de inventário físico dos ativos operacionais e se depara com problemas para realização deste processo quando os equipamentos estão sem a placa de identificação do patrimônio ou instalados em condições adversas (submersos, enterrados, altura acima de 2,0 m etc.). Esta atividade é realizada de forma manual, sendo que através de visitas em campo às instalações operacionais buscam localizar os ativos, o que acarreta em custos de mão-de-obra (Hh - Homem-hora), equipamentos e deslocamentos.

Nem sempre o resultado é eficiente, pois esta dificuldade na localização dos ativos pode implicar na recusa dos bens patrimoniais no processo de inventário e problemas durante as vistorias da ARSESP. Após esta etapa, as informações precisam ser transcritas para o sistema SAP, o que também exige um grande volume de operações nos módulos do sistema. Um ponto importante é que sem a identificação correta dos ativos, também pode haver problemas na apropriação correta das despesas efetuadas nos mesmos, o que interfere no registro de dados para a realização de estudos de renovação dos ativos (ciclo de vida).

Na etapa de conferência dos ativos fisicamente, os colaboradores vão a campo especificamente para esta tarefa. Este é um processo demorado e sujeito a falhas, pois as ações dependem totalmente da intervenção humana. Os ativos nem sempre são localizados por motivos de falta de identificação (plaqueta com nº do bem patrimonial ou placa do fabricante), movimentação para outra instalação sem o registro adequado no sistema SAP, envio para manutenção externa, divergência de informações no cadastro ou problemas na baixa do equipamento (desmobilização).

O processo de gestão de ativos é de suma importância para a sustentabilidade da empresa, pois é um dos itens de verificação pelo órgão regulador e prestação de contas com os municípios (clientes), constituindo a base para remuneração tarifária e consequente apresentação de resultados para os acionistas.

Com a necessidade de processos e informações ágeis nesta era de transformação digital, a proposta do estudo é fornecer uma solução integrada para Gestão dos Ativos utilizando Internet das Coisas – “IoT” e Inteligência Artificial – “IA” para a localização, identificação e rastreamento em tempo real dos equipamentos operacionais, bem como o monitoramento preditivo das condições de funcionamento dos equipamentos críticos para o processo.

Mas a tecnologia “IoT” aliada a “IA” seria adequada para solucionar o problema de identificação dos ativos físicos operacionais e consequentemente da melhoria na gestão dos ativos?

Atualmente existem sensores que podem ser acoplados aos equipamentos, que podem comunicar-se em tempo real com uma Central, enviando os dados coletados através de redes de internet com dados móveis (tecnologia “IoT”). Com base nestes dados, é possível rastrear em tempo real a localização dos ativos, tornando-se uma possível solução para problemas de identificação dos ativos, ou mesmo furto, roubo e extravio. Os sensores também podem enviar dados de funcionamento dos equipamentos operacionais, proporcionando monitoramento preditivo. Estas informações aliadas a um software de inteligência artificial permitem identificar falhas antes mesmo que elas ocorram.

OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é apresentar alternativas para melhoria no processo de identificação dos ativos físicos operacionais de uma empresa de saneamento, de forma a otimizar a realização do inventário anual, através da implantação de soluções de tecnologia.

Os objetivos específicos são: implementar um plano de gestão dos ativos operacionais eficaz, com base nos limites adequados para CAPEX/OPEX definidos a partir da análise da situação dos ativos operacionais quanto aos requisitos de aquisição, operação, manutenção, troca e descarte (análise da vida útil); efetuar a reavaliação dos equipamentos críticos e importantes com base nas premissas (custo, risco e desempenho), redirecionando os planos de manutenção preventiva/preditiva dos equipamentos, possibilitando o dimensionamento correto dos estoques de manutenção para

sustentabilidade do negócio e redução de custos; implantar o monitoramento preditivo dos equipamentos críticos para evitar a ocorrência das falhas antes que elas ocorram com o consequente aumento da confiabilidade.

A justificativa para esta pesquisa é a melhoria no processo de realização de inventário anual dos ativos físicos operacionais com base na gestão dos ativos, objetivando a redução dos custos de manutenção, diminuindo o risco operacional e proporcionando melhoria do desempenho. O alcance destes resultados, deve ser realizado de forma sustentável, para cumprimento dos objetivos organizacionais e de forma a agregar valor para o negócio.

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada foi pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

[...] A pesquisa bibliográfica implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que por isso, não pode ser aleatório [...]. [...] A revisão de literatura ou revisão bibliográfica é apenas um pré-requisito para a realização de toda e qualquer pesquisa, ao passo que a pesquisa bibliográfica exige a delimitação dos critérios e dos procedimentos metodológicos para definição de um estudo como sendo bibliográfico [...]. (LIMA; MIOTO, 2007, p. 38, grifo nosso).

“[...] O estudo de caso como modalidade de pesquisa é entendido como uma metodologia ou como a escolha de um objeto de estudo definido pelo interesse em casos individuais. Visa à investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações”. (VENTURA, 2007, p. 384).

DESENVOLVIMENTO

1. GESTÃO DE ATIVOS

Gerar valor para a Empresa, alcançando os objetivos estratégicos e satisfazendo as partes interessadas (*stakeholders*) são alguns dos resultados alcançados através da implementação da gestão de ativos físicos.

Um sistema estruturado de gestão dos ativos físicos e a utilização de soluções de tecnologia para controle destes ativos são a base do estudo apresentado.

1.1. GESTÃO DOS ATIVOS FÍSICOS

Por que a Gestão dos Ativos é tão importante?

A cada dia, o mercado se torna mais competitivo e reduzir custos é uma questão crucial. Porém, isso não pode ser feito de qualquer maneira, já que a redução de custos de forma inconsequente pode trazer sérios danos ao negócio.

A percepção é que as margens de redução se tornam cada vez menores e a primeira opção é cortar custos diretos, como a manutenção. Porém, ao optar por essa saída forma-se um círculo vicioso: quanto menos manutenção, maior o risco de falhas, o que compromete a disponibilidade e impede o alcance dos objetivos de produção e receita.

O desafio é como avaliar os riscos reais gerados por tentativas permanentes de redução de custos e os impactos reais de indisponibilidade dos equipamentos críticos.

A implementação de um sistema de gestão de ativos possibilita a identificação dos riscos e os investimentos necessários para a operação destes equipamentos, proporcionando o alcance dos objetivos e resultados organizacionais.

O controle efetivo e governança dos ativos nas organizações são essenciais para perceber valor através do gerenciamento de riscos e oportunidades, a fim de alcançar o equilíbrio desejado entre custo, risco e desempenho, conforme apresentado na figura 1.

VALOR EXIGE EQUILÍBRIO

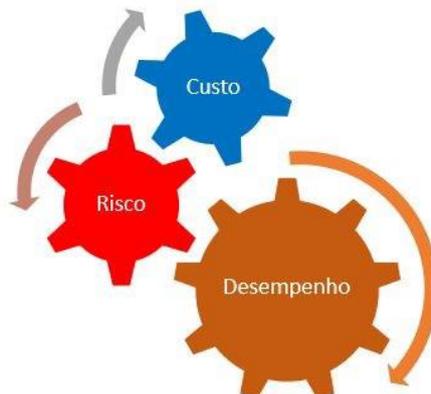


Figura 1 - Relação de equilíbrio entre custo, risco e desempenho na Gestão dos Ativos

A Gestão de ativos na realização dos seus objetivos organizacionais permite que uma organização consiga perceber o real valor dos seus ativos.

“A Gestão de Ativo não foca naquilo que as organizações fazem com os ativos, mas o que os ativos podem fazer pelas organizações” (LAFRAIA; HARDWICK, 2015, p. 25).

O que constitui valor para a organização dependerá dos objetivos, da natureza e o propósito da organização, do contexto operacional, das necessidades e expectativas dos *stakeholders*, e das limitações financeiras e requisições regulamentares.

Cada uma das partes interessadas tem diferentes perspectivas de valor, porém deve haver alinhamento entre as partes interessadas e os planos de gestão dos ativos, de modo a poder transformar intenções estratégicas e resultados esperados em planos, atividades e tarefas.

Para cumprir a realização de **valor dos ativos**, a Gestão dos Ativos deve equilibrar continuamente os custos financeiros, ambientais e sociais, risco, qualidade de serviço e desempenho durante todo o ciclo de vida dos ativos, conforme apresentado na figura 2.

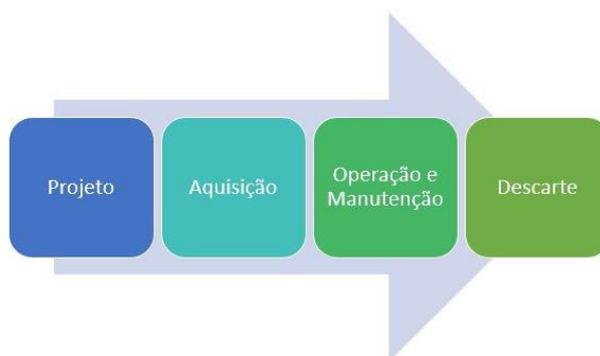


Figura 2 - Ciclo de vida dos ativos

E qual o papel da Manutenção no processo?

Cabe à Manutenção assegurar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos para garantia de valor aos ativos, através do cumprimento das funções que estes devem desempenhar, reduzir custos e melhorar processos e procedimentos. Na Figura 3, são apresentadas as etapas de atuação da Manutenção para alcançar a excelência na Gestão de Ativos.

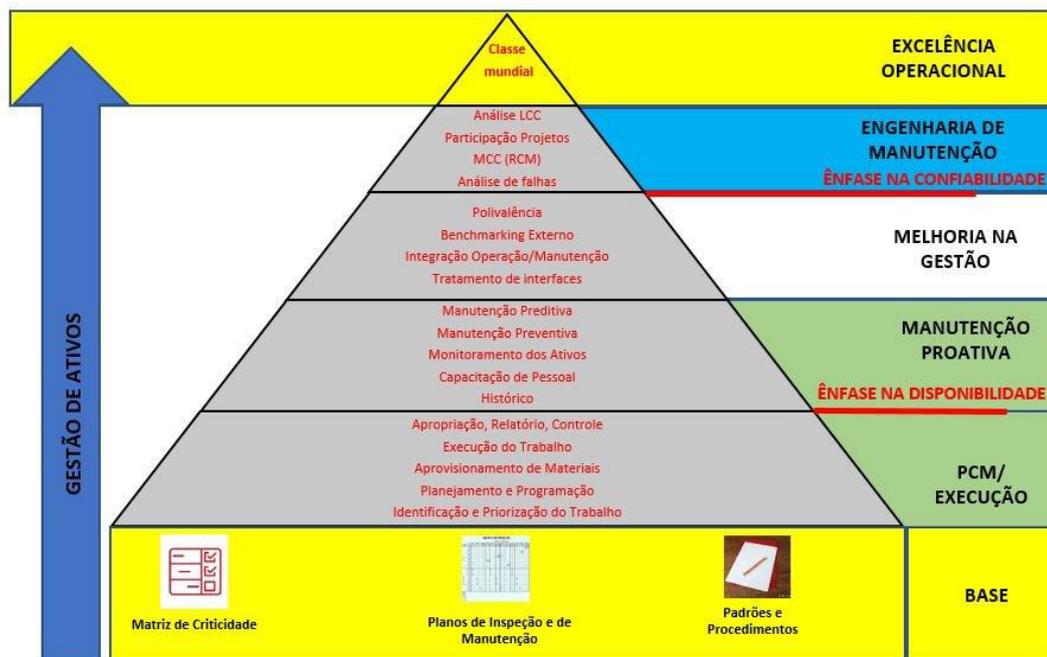


Figura 3 - Etapas de atuação da Manutenção na Gestão de Ativos

Fonte: Autora "Adaptado de" Kardec et al., 2014, p. 166

A Gestão dos Ativos é um processo que permeia todas as áreas da organização e não apenas a Manutenção. O envolvimento de todas as áreas e o cumprimento do seu papel é essencial para que os resultados sejam alcançados. Muitas vezes, isso requer uma mudança de cultura dentro da organização e a promoção destas mudanças é papel da liderança.

Quando deve ser realizada a Gestão dos Ativos?

O processo de Gestão dos Ativos deve ser realizado ao longo de todas as etapas do ciclo de vida dos ativos e requer decisões para entrega da capacidade necessária.

Assim, todo o ciclo de vida dos ativos envolve decisões, tais como:

- Design – Opções de projetos;
- Política de compras;
- Intervalos de manutenção;
- Conformidade de inspeções;
- Política de estoques;
- Logística e paradas;
- Modificações e upgrades;
- Descarte e substituição.

Os benefícios da Gestão de ativos podem incluir, mas não estão limitados a:

- Desempenho financeiro melhorado: aumento do retorno dos investimentos e redução de custos, preservando ao mesmo tempo o valor dos ativos e sem sacrificar a realização dos objetivos organizacionais;
- Risco gerenciado: redução de perdas financeiras, melhorando a saúde e segurança, reputação e imagem, minimizando o impacto ambiental e social, contribuindo com passivos reduzidos (prêmios de seguros, multas e penalidades);
- Serviços e produtos melhorados: melhora no desempenho pode levar a produtos/serviços que atendam ou superem as expectativas dos clientes e das partes interessadas;
- Responsabilidade social demonstrada: emissão das reduções, conservação dos recursos e adaptação às mudanças climáticas, que permitem demonstrar práticas socialmente responsáveis e administração ética;
- Conformidade demonstrada: transparência com os requisitos legais, estatutários e regulamentares, com ética e processos auditáveis;
- Melhoria da reputação: através da satisfação do cliente, dos *stakeholders* e confiança;
- Melhoria da sustentabilidade organizacional: gestão eficaz dos efeitos de curto e longo prazo, despesas e desempenho contribuindo com a sustentabilidade das operações e da organização como um todo;

- h) Melhoria da eficiência organizacional e eficácia: revisão e melhoria dos processos, procedimentos e desempenho dos ativos, permitindo o cumprimento dos objetivos organizacionais;
- i) Maior previsibilidade e padronização na gestão dos processos e na gestão da cadeia de valor;
- j) Planejamento Integrado dos departamentos e áreas das diversas etapas do ciclo de vida dos ativos, propiciando alinhamento e integração das ações;
- k) Alinhamento de processos, recursos e contribuições funcionais ao invés de competição entre departamentos e prioridades de curto prazo;
- l) Melhor desenvolvimento e gestão de terceiros.

Para maximizar os resultados dos ativos para a organização é necessário estabelecer uma estratégia única para toda a gestão de ativos e quais as prioridades em todas as etapas.

É necessário ainda, desenvolver programas de longo prazo para cada um dos ativos e monitorar cada etapa da vida do ativo (desde o início do projeto até o descarte).

As macroameaças associadas aos estágios típicos do ciclo de vida dos ativos podem ser vistas na figura 4.



Figura 4 - Macroameaças durante o ciclo de vida dos ativos

Fonte: Autora “Adaptado de” Kardec et al., 2014, p. 32

2. INDÚSTRIA E MANUTENÇÃO 4.0

Segundo Maxinst (2019): “A Inteligência Artificial está catalisando a Quarta Revolução Industrial, sendo esta proveniente da Revolução Digital, cuja matéria prima é a informação”.

Antes do início desta última revolução industrial os dados eram coletados, lançados e analisados manualmente nos sistemas do tipo *Enterprise Resource Planning (ERP)*, *Computerized Maintenance Management System (CMMS)* ou *Enterprise Asset Management (EAM)*. Desta forma, o processo corria através de ação humana, responsável também por gerar os indicadores de desempenho, cuja finalidade é auxiliar os gestores na hora de deliberar sobre assuntos táticos ou estratégicos (MAXINST, 2019).

Atualmente, as tecnologias emergentes apresentam ganhos para a área de Manutenção através de algumas aplicações, como: análise e acompanhamento dos equipamentos em tempo real e a utilização de Internet das Coisas (IoT) que reduzem o custo manutenções preditivas, aumentam a confiabilidade devida possibilidade de diagnóstico antes da ocorrência da falha e melhoram o planejamento estratégico.

Abaixo na Figura 5, é apresentado o *Gartner Hype Cycle*. Trata-se de um modelo que explica a recepção de novas tecnologias em nossa sociedade. De acordo com o mapa, as principais tecnologias emergentes em 2018 (tendências) são:

- a) Inteligência Artificial (IA) em todo lugar,
- b) Experiências de Imersão Transparente;
- c) Plataformas Digitais.

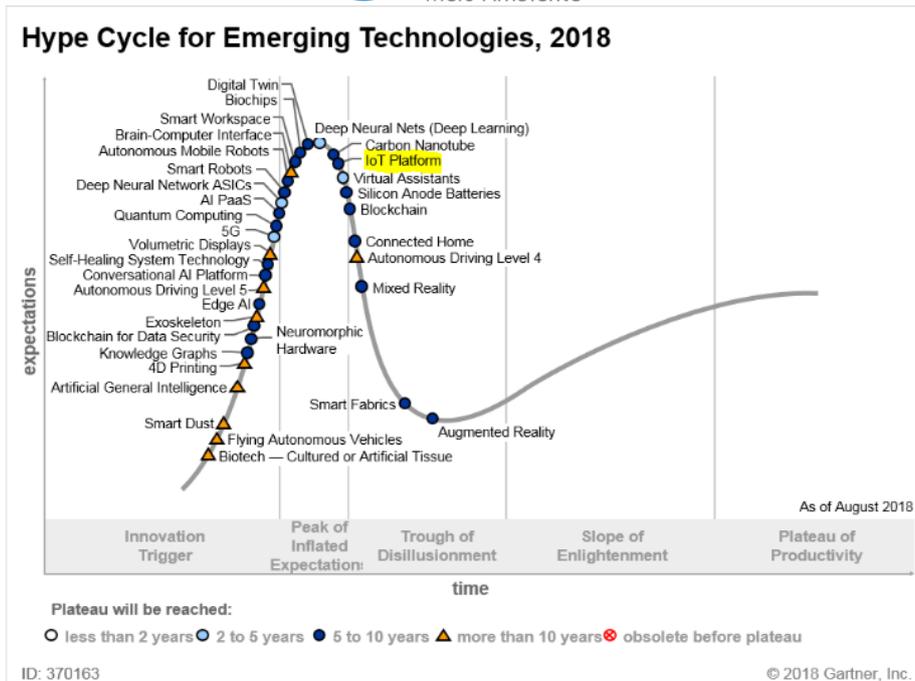


Figura 5 - Gartner Hype Cycle
Fonte: Gartner, 2018

Segundo Baitello (2019), o Gartner chama a integração de pessoas, dispositivos, conteúdos e serviços de malha digital inteligente (informação verbal)².

A figura 6 mostra a Malha digital inteligente (“Mesh”) que é composta por modelos digitais, plataformas de negócios e um conjunto de serviços ricos e inteligentes para suportar negócios digitais.

Dentre as tecnologias emergentes, a Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA) contribuem de forma imensurável com a Gestão de Manutenção e Ativos, pois possibilitam a automação de todo o processo de coleta, lançamento, análise e deliberação sobre assuntos táticos ou estratégicos da Empresa.

Soluções compatíveis que já foram implantadas foram apresentadas em aula por Baitello (2019) como Trenitalia: Internet das Coisas manutenção de trens de alta velocidade (vídeo)³ e Atlas Copco Smartlink (informação verbal)⁴.

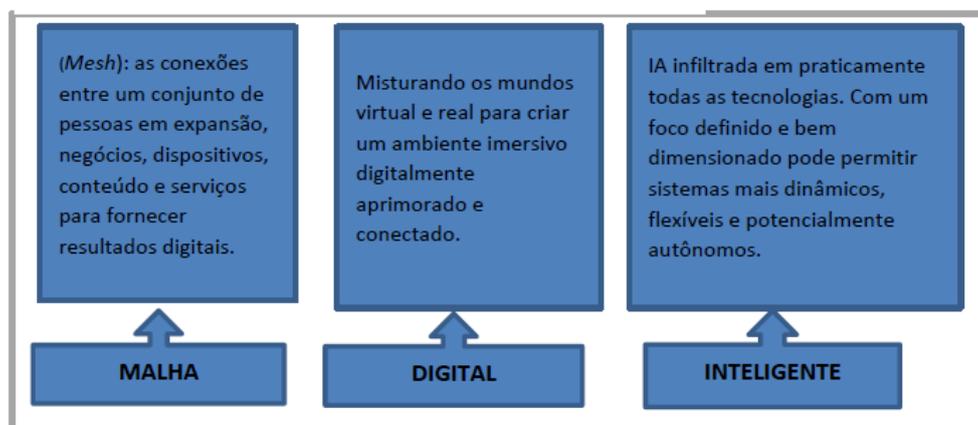


Figura 6 - Malha digital inteligente
Fonte: Autora

2. Informação verbal concedida por José Agostinho Baitello, no dia 30 maio 2019 em aula

3. Trenitalia: Internet das Coisas manutenção de trens de alta velocidade. SAP BRASIL, 2017. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=LY9nmZzahPM>>. Apresentado por José Agostinho Baitello, no dia 06 jun. 2019 em aula.

4. Informação verbal concedida por José Agostinho Baitello, no dia 06 jun. 2019 em aula

2.1. INTERNET DAS COISAS

A Internet das Coisas – *Internet of Things* (IoT) é uma nova tecnologia que já está sendo usada em diferentes áreas, com resultados de impacto. Exemplos de aplicações práticas podem ser vistos na organização do trânsito, na agilização de tratamentos médicos e na preservação do meio ambiente.

O extraordinário potencial da IoT é o poder que confere aos objetos de uso cotidiano de capturar, processar, armazenar, transmitir e apresentar informações. Interligados em rede, os objetos são capazes de realizar ações de forma independente e gerar dados em quantidade e variedade exponenciais, como produto das interações. Nesse contexto, a informação passa a fazer parte do ambiente, e configuram-se novas formas de atuação das pessoas no mundo. (LACERDA; LIMA-MARQUES, 2015, p. 159)

Segundo Jesus Junior e Moreno (2015) “O conceito de Internet das coisas (*Internet of Things* - IoT) pressupõe que objetos comuns possam estar interligados à Internet, de modo a dotá-los da inteligência necessária para interagir e, de algum modo, auxiliar a vida das pessoas por meio da coleta de dados físicos, processamento e promoção de respostas através de atuadores eletromecânicos”.

[...] Dentre as tecnologias a serem integradas no contexto da infraestrutura para IoT tem-se destaque para a rede de sensores sem fio (Wireless Sensor Network - WSN) e a plataforma de computação em nuvem (*Cloud computing* - Cloud). [...]” (JESUS JUNIOR; MORENO, 2015)

Um dos dispositivos obrigatórios para emprego na camada de percepção da infraestrutura para IoT é o sensor, ou também conhecido como nó de sensor, elemento pequeno e autônomo responsável pela coleta e comunicação dos dados físicos do ambiente.

O sensor é basicamente um dispositivo eletrônico, leve e minúsculo, dotado de restrita capacidade de processamento, reduzida memória, memória Flash ou EEPROM, um minúsculo sistema operacional e outros utilitários, um ou mais sensores, propriamente dito, uma fraca unidade de transmissão/recepção (*transceiver*), bateria ou unidade de captação de energia solar e, opcionalmente, um módulo de locomoção (CHAQFEH et al., 2012 apud JESUS JUNIOR; MORENO, 2015, p. 372).

Uma rede de sensores sem fio (Wireless Sensor Network - WSN) é o emprego de uma elevada quantidade de sensores geograficamente dispersos num ambiente físico, sem o apoio de qualquer infraestrutura física estabilizada. Pressupõe-se que os nós de sensores serão individualmente capazes de monitorar o meio, coletar o dado para, quando possível, processá-lo localmente e, em seguida, enviá-lo a um ou mais pontos de coleta: *gateway*, *sink* ou estação base, por meio da comunicação sem fio, *wireless*.

A distribuição dos sensores no ambiente depende dos requisitos da aplicação e do espaço geográfico de interesse. A dispersão pode ser normal, quando planejado e fixo, ou aleatória, quando os nós são aleatoriamente posicionados no espaço, e, por fim, móvel, quando os nós possuem meios de locomoção. Esta informação torna-se importante devido ao fato de que a distribuição influencia diretamente no desempenho e na escolha do protocolo de roteamento dos sensores, e, conseqüentemente, no consumo de energia (DWIVEDI e VYAS, 2010 apud JESUS JUNIOR; MORENO, 2015, p. 372).

Segundo Dwivedi e Vyas (2010), Sharma e Thakur (2014) e Liu (2012 apud JESUS JUNIOR; MORENO, 2015) alguns estudos visam otimizar o roteamento e o tempo de vida da rede de sensores.

Kumari et al. (2010 apud JESUS JUNIOR; MORENO, 2015) apresenta que restam alguns obstáculos que merecem ser solucionados, dentre os quais se tem destaque para a segurança e a privacidade das informações coletadas, sem, no entanto, elevar de forma considerável a consumo de energia e a sobrecarga de processamento numa rede de sensores sem fio.

Segundo Jesus Junior e Moreno (2015): “A infraestrutura para Internet das coisas, como visto, pressupõe a integração de dispositivos inteligentes, a exemplo do sensor, com camadas de maior generalização, a saber: aplicação e negócio. Para tal, duas camadas precisam de esforços de pesquisa e desenvolvimento: rede e *middleware*”.

[...] outra tecnologia igualmente importante para implantação das camadas da infraestrutura IoT é a computação em nuvem, do inglês *cloud computing*. Trata-se de uma metáfora para a plataforma computacional utilitária em destaque, principalmente em virtude da expansão do acesso à banda larga, da popularização da computação móvel (tablets e smartphones), da intercomunicação de objetos inteligentes, IoT, e da disseminação de serviços e aplicativos on-line (LEITÃO et al., 2012 apud JESUS JUNIOR; MORENO, 2015, p. 373).

Para melhor compreensão do termo, o NIST também propõe que a infraestrutura de computação em nuvem possua cinco características essenciais: serviço de autoatendimento sob demanda; acesso por meio de banda larga; *pool* de recursos computacionais (processamento, memória, rede e armazenamento); rápida elasticidade com o propósito de prover maior escalabilidade de serviços e medição transparente da utilização dos recursos/serviços.

A computação em nuvem apresenta três modelos de serviço: software como serviço (SaaS), plataforma como serviço (PaaS) e infraestrutura como serviço (IaaS). Como também pode ser implantada em quatro configurações: privada, comunitária, pública e híbrida. [...] (MEL; GRANCE, 2009 apud JESUS JUNIOR; MORENO, 2015, p. 374).

2.2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial permite programar tarefas rotineiras, tornando os seres humanos mais eficientes. Para que isso aconteça, é necessário que as “máquinas” sejam treinadas. Ou seja, para que os sistemas de Inteligência Artificial aprendam e se adaptem, precisam ser treinados através de exemplos.

Para a realização das tarefas corretas de forma correta, é necessário que sejam estabelecidos as regras e limites para que a máquina possa resolver o problema. A máquina não poderá resolver problemas sem essas definições, pois não faz isso sozinha.

O desenvolvimento de sistemas de Inteligência Artificial ainda não é feito sozinho. Precisa ser realizado por profissionais capacitados com habilidades analíticas e atualmente, faltam profissionais no mercado.

Os sistemas inteligentes já consagrados com aplicação em diversos mercados mundialmente são o IBM Watson e o SAP.

O emprego da Inteligência Artificial na Manutenção permite analisar os dados recebidos (*Data Warehouse*) dos sensores que utilizam tecnologia IoT e efetuar o diagnóstico do problema, determinando o que deve ser feito para correção da falha. Um exemplo de sistema inteligente para Gestão de Ativos é o IBM Máximo.

O IBM® Máximo Asset Management é uma ferramenta e banco de dados de produtividade integrados que ajudam a gerenciar todos os seus tipos de ativos em uma única plataforma de software. Construído em uma arquitetura orientada a serviços (SaaS), o Máximo Asset Management fornece uma visão abrangente de todos os tipos de ativos, suas condições e locais, e os processos de trabalho que os suportam, para fornecer a você recursos ideais de planejamento, controle, auditoria e conformidade. O banco de dados Máximo fornece informações críticas sobre os recursos do ativo, incluindo os principais atributos, sua configuração e seus relacionamentos físicos e lógicos com outros recursos (IBM, 2019).

Segundo a IBM (2019), o sistema inteligente “Máximo” pode apresentar redução de custos de mão-de-obra de manutenção em até 50% e solução completa para o gerenciamento de ativos, operações e manutenção.

O Máximo pode extrair *insights* da Internet das Coisas para ajudar a concentrar os recursos de manutenção, reduzir o tempo de inatividade não planejado e aumentar a eficiência operacional. Ganhe visibilidade em tempo quase real sobre o uso de ativo, estenda a vida útil do equipamento, melhore o retorno sobre ativos e adie novas compras [...] (IBM, 2019).

A IBM (2019) ainda apresenta uma solução que oferece a “visão” da “saúde” dos ativos críticos, o “IBM Máximo Asset Health Insights”, cuja proposta é otimizar a manutenção preventiva combinando informações de registro de ativos e dados de sensores IoT para que as empresas possam planejar melhor os investimentos. Fazem parte do sistema uma plataforma para recebimento de dados dos sensores instalados nos ativos (Watson IoT Platform) e uma Central para monitoramento das condições do ativo e acionamento de ações automatizadas baseadas em alterações nos dados (Centro de Trabalho de Engenharia de Confiabilidade). Ao definir métodos de pontuação, as empresas podem obter informações sobre a saúde de um ativo ou local e podem tomar medidas com base nos resultados, como otimizar cronogramas de manutenção preventiva ou planejamento de substituição.

3. ESTUDO DE CASO

A empresa do qual este estudo faz parte é a Sabesp, sendo responsável pela construção e operação de sistemas de água, esgotos e efluentes industriais no Estado de São Paulo.

De acordo com a população atendida, está entre as maiores empresas de saneamento do mundo.

Para abastecer toda esta população há 247 estações de tratamento de água que juntas permitem a produção de 119 mil litros de água por segundo. Nesta conexão existem 73,4 mil quilômetros de redes de água e adutoras e 8,9 milhões de ligações de água.

Na Figura 7, é apresentado o ciclo do saneamento onde podem ser verificadas as áreas de atuação da Sabesp.



Figura 7 - Áreas de atuação da Sabesp

Fonte: Autora

A empresa é responsável por cerca de 27% do investimento em saneamento básico feito no Brasil. Para o período 2019-2023, planeja investir aproximadamente R\$ 18,7 bilhões, com foco na ampliação da disponibilidade e segurança hídrica, sem prejuízo dos avanços conquistados nos índices de coleta e tratamento de esgotos.

A partir do tratamento de esgotos de suas estações, a empresa produz, fornece e comercializa diretamente para seus clientes a Água de Reuso. Os Clientes são classificados como Grandes Consumidores, dentre os quais fazem parte a Prefeitura de São Paulo, que utiliza o produto na lavagem de ruas após as feiras livres.

Outros negócios exercidos pela Companhia em parceria com outras empresas são listados na Quadro 1 a seguir.

Ramo de negócio	Parceria	Área de atuação
Serviços de água e esgoto em outros quatro municípios	Empresas privadas	Andradina, Castilho, Mairinque e Mogi Mirim
Água de reuso obtida a partir do tratamento de esgotos	Aquapolo Ambiental	Pólo Petroquímico de Capuava
Esgotos não-domésticos	Attend Ambiental	
Energia Elétrica	Paulista Geradora de Energia S/A	
Consultoria sobre uso racional da água, planejamento e gestão comercial, financeira e operacional	Latin Consult	Panamá

Quadro 1 - Ramos de Negócios exercidos com parcerias externas

As atribuições de controle, fiscalização e regulação, inclusive tarifária, de suas operações em sua maioria são exercidas pela Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo – ARSESP.

Especificamente para o estudo, serão abordadas as atividades da Manutenção de uma das Unidades de Negócio (UN) pertencentes à Empresa, a UN Leste. O organograma resumido da Empresa é apresentado na Figura 8.

A UN Leste está vinculada à Diretoria Metropolitana, sendo esta gerida como núcleo independente, com CNPJ próprio e responsável pela administração de seus recursos de investimentos e despesas.

A Divisão de Manutenção está vinculada ao Departamento de Engenharia que faz parte da UN Leste.

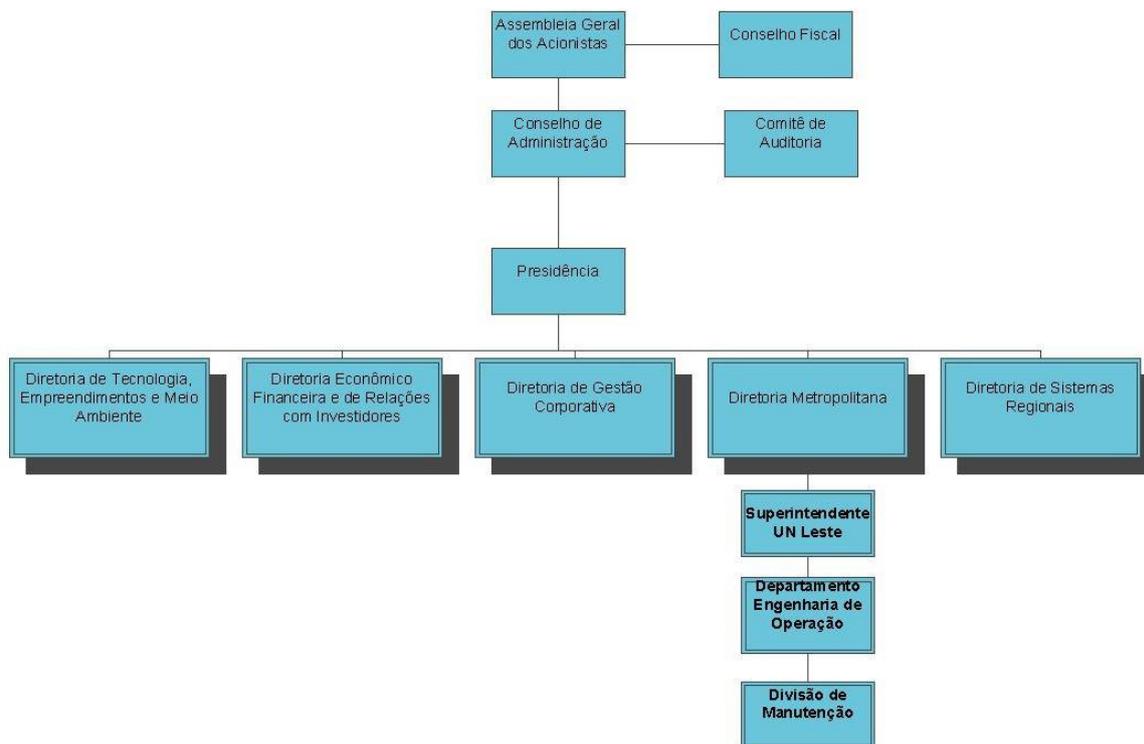


Figura 8 - Organograma resumido da Empresa

Fonte: Autora

A UN. Leste atua no setor de saneamento com a prestação de serviços de distribuição de água e coleta de esgotos em parte da Zona Leste de São Paulo e nos municípios da Região Metropolitana de São Paulo: Arujá, Biritiba Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Poá, Salesópolis e Suzano, além de deter a concessão parcial dos serviços de saneamento no Distrito Industrial e de mais oito bairros do município de Mogi das Cruzes, totalizando 9 municípios.

A sua área de atuação está localizada na bacia hidrográfica do Alto Tietê e abrange uma área de 1.461 km². Na Figura 9, pode ser verificada a área de atuação da UN. Leste na distribuição de água e na coleta de esgotos com a divisão por unidades de gerenciamento regional (UGRs) adotada desde 2011 após a implantação da metodologia GVA (Gestão por Valor Agregado). As UGRs são os responsáveis pelos serviços comerciais e operacionais.

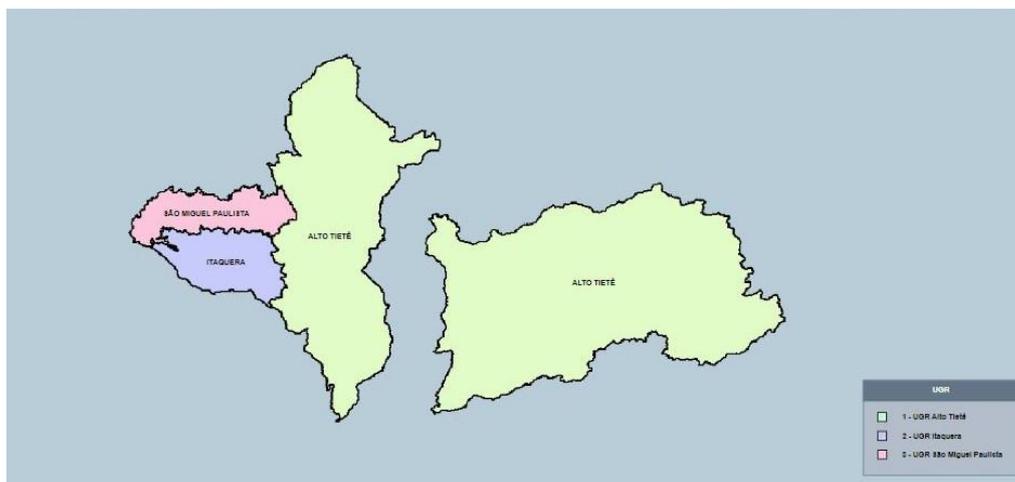


Figura 9 - Área de atuação da Un. Leste

Fonte: Autora

A responsabilidade pela manutenção dos equipamentos operacionais que permitem que os produtos comercializados pela UN. Leste (água potável distribuída e esgoto coletado e afastado) chegue aos clientes finais é a Divisão de Manutenção Leste.

3.1. EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS

Para possibilitar que a água tratada pela Unidade de Negócio de Produção de Água da Metropolitana chegue ao consumidor final e que o esgoto gerado pelo cliente seja coletado, afastado e entregue à unidade de Negócio de Tratamento de Esgotos, a UN. Leste dispõe de redes, adutoras e coletores que são interligados através de instalações operacionais contendo aproximadamente 4.000 ativos físicos operacionais.

Estes ativos físicos estão distribuídos nos 9 municípios atendidos pela UN. Leste em instalações operacionais como: Estações Elevatórias de Água, Boosteres, Estações Elevatórias de Esgoto, Válvulas Redutoras de Pressão, Estações de Tratamento de Água, Poços e Reservatórios.

Os equipamentos operacionais que fazem parte destas instalações são: Bombas, Motores, Painéis, Medidores de vazão, Válvulas Redutoras de Pressão, entre outros e são mantidos pela Divisão de Manutenção Leste. As etapas de Planejamento, Execução e Controle de Manutenção são registradas no Sistema Integrado SAP – módulo PM.

3.2. A IMPORTÂNCIA DA REGULAÇÃO DO SETOR

O órgão regulador da Empresa é a ARSESP – Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Energia.

A ARSESP tem como principais funções a fiscalização e regulação, inclusive tarifária, da prestação dos serviços de água e esgotos de titularidade estadual ou municipal, transferida ao Estado em regime de gestão associada estabelecida por convênio de cooperação.

A ARSESP foi criada a partir da edição da Lei Complementar 1.025 de 07 de dezembro de 2007 pelo Governo do Estado de São Paulo com base no novo marco regulatório do saneamento (Lei federal 11.445/07 - Diretrizes Nacionais para o Setor de Saneamento Básico).

Com base nas novas condições estabelecidas para a prestação dos serviços, a Empresa pôde assinar Contratos de Programa com diversos municípios, onde tornou-se necessária à sua adequação como uma empresa regulada, desenvolvendo padrões e sistemas de relacionamento com o Poder Concedente (municípios), Agência Reguladora e demais entes que compõem o setor.

Dentre as obrigações contratuais assumidas pela empresa com os municípios em função da Lei Federal 11.445/07 e das deliberações da ARSESP está a entrega do Relatório de Bens Patrimoniais e Obras em Andamento.

O documento especifica os bens e direitos da Empresa existentes no momento da assinatura do contrato de programa que não foram amortizados ou depreciados. Inclui também as obras e serviços em andamento. Esta relação corresponde à situação patrimonial no momento da assinatura do termo de encerramento da concessão e do contrato de programa.

Durante o período de vigência contratual, é obrigação da Empresa entregar anualmente ao Município e à ARSESP para auditoria, o Relatório Gerencial contendo as incorporações e baixas patrimoniais subsequentes.

O acompanhamento e avaliação patrimonial dos ativos físicos em serviços de saneamento, tanto para fins tarifários como de contabilidade societária, são itens de suma importância para a Empresa e constituem a apuração da Base de Remuneração Regulatória (BRR). A autoridade funcional na Empresa para atendimento às questões regulatórias é a Superintendência de Assuntos Regulatórios vinculada à Presidência.

3.3. CONTROLE DOS ATIVOS FÍSICOS (BENS PATRIMONIAIS)

A Superintendência de Gestão Patrimonial vinculada à Diretoria de Gestão Corporativa elaborou o Manual Orientador para Gestão de Ativos que juntamente com os Procedimentos Empresariais estabelecem as condições para padronização da Gestão de Patrimônio em todas as Unidades de Negócio da Empresa, permitindo a fiscalização e a avaliação necessárias para valoração de bens e instalações de acordo com os tipos de ativos e suas particularidades, conforme as exigências da ARSESP.

O cadastro e a movimentação dos bens e instalações da Empresa são realizados conforme diretrizes estabelecidas nos procedimentos empresariais de gestão patrimonial (Gestão, Imobilização, Desmobilização e Inventário), de forma a assegurar a fidelidade e precisão do cadastro físico da empresa e a correta alocação dos

custos no momento da imobilização, sendo estas condições essenciais para avaliação da ARSESP e que influenciam diretamente na receita da Empresa, pois são a base de suas revisões tarifárias ordinárias (RTO) e mecanismo de comprovação às partes interessadas.

3.4. O SISTEMA SAP

Desde 2017, a Empresa adotou o sistema integrado de gestão empresarial – SAP. Dentre os módulos contratados, estão o módulo de gestão de ativos (FIN-AA) e o módulo de manutenção (PM) que possibilitam o controle dos bens patrimoniais. A adoção do sistema proporciona as seguintes vantagens:

- Gestão da mesma base com diferentes visões (societária, regulatória, fiscal e GVA);
- Possibilidade de incorporação sistemática dos ativos em andamento para o ativo em operação;
- Integração sistêmica que elimina a necessidade de conciliação entre o físico e o financeiro;
- Histórico pormenorizado de todas as operações que compuseram um bem patrimonial (em andamento e final; aquisições, transferência e baixas), garantindo integridade e coesão da base para efeitos regulatórios.

A representação das etapas do processo no SAP pode ser verificada na Figura 10. Pode ser verificada desde a identificação da necessidade de incorporação do ativo (oriunda das etapas de Planejamento Estratégico tático e Operacional), aquisição, imobilização, gestão até a desmobilização do ativo quando este não é mais necessário ou rentável para a Companhia. Consta ainda a informação sobre as áreas responsáveis, workflow de aprovação e em quais módulos do SAP são realizadas as transações de cada etapa.

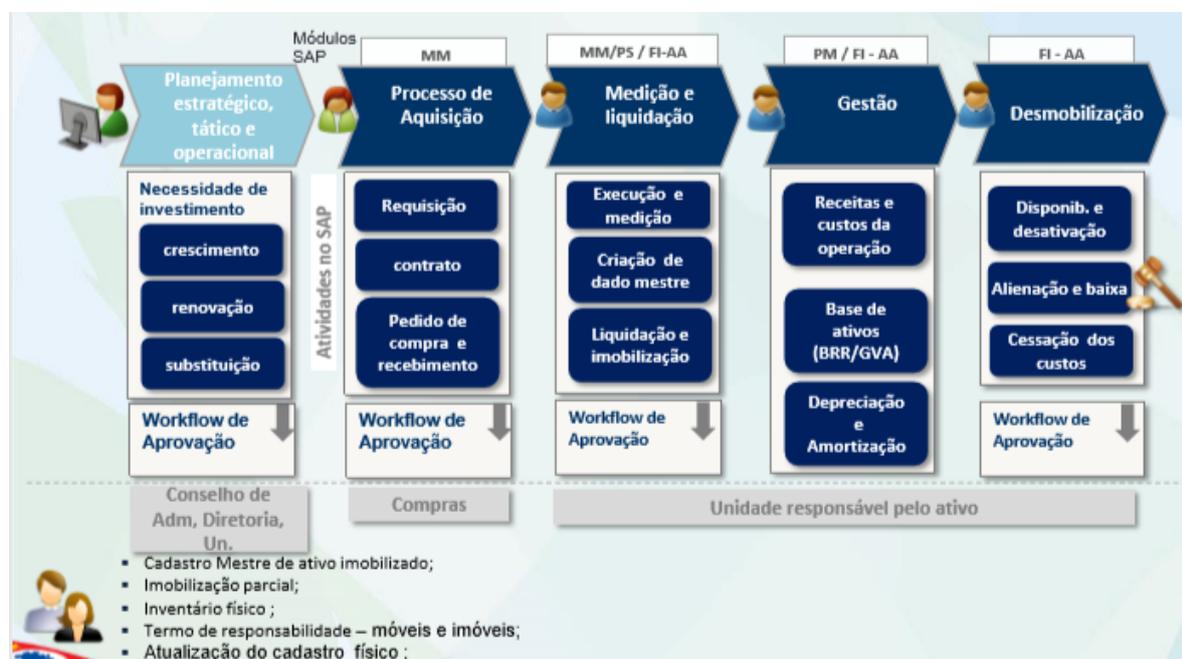


Figura 10 - Representação das etapas de Gestão dos Ativos no SAP

Fonte: Autora

O Plano de Avaliação é o conjunto de normas que determinam a forma como os ativos da Empresa são administrados pelo Sistema SAP. Nele, são agregadas as áreas de avaliação julgadas necessárias para administrar os ativos conforme seus processos de negócio e geração de informações, tais como: vida útil, porcentagens e moedas em paralelo para cada imobilizado. Na Empresa, as áreas de avaliação são: GVA (Gestão por Valor Agregado) e BRR (Base de Remuneração Regulatória).

O Plano de Contas é utilizado para as atribuições de contas à contabilidade do imobilizado. Na determinação de contas são parametrizados critérios para aquisições, transferências e baixas, em cada classe de imobilizado (equipamentos, móveis e utensílios, intangíveis, edificações etc.).

A classificação dos bens como móveis ou imóveis depende da Classe do Imobilizado.

3.5. INVENTÁRIO FÍSICO DE BENS PATRIMONIAIS

O “Inventário de Bens” é um dos procedimentos de gestão patrimonial, que visa assegurar o efetivo controle dos ativos físicos da empresa, bem como manter elevada acurácia da base de dados patrimoniais. No procedimento são estabelecidos os níveis de responsabilidade e autoridade, bem como os critérios para realização do inventário rotativo dos bens patrimoniais móveis e imóveis da empresa.

No módulo de ativos FIN-AA consta a base de dados dos ativos físicos (bens patrimoniais móveis e imóveis), cuja responsabilidade pelo cadastro e gestão na UN. Leste é do Setor Financeiro, que está vinculado ao Departamento Administrativo da Unidade de Negócio.

Na Figura 11 abaixo pode ser verificada a representação do ciclo de planejamento para realização do Inventário dos bens patrimoniais móveis e imóveis sendo que anualmente devem ser validadas as localizações dos bens móveis e a cada 4 anos dos bens imóveis.

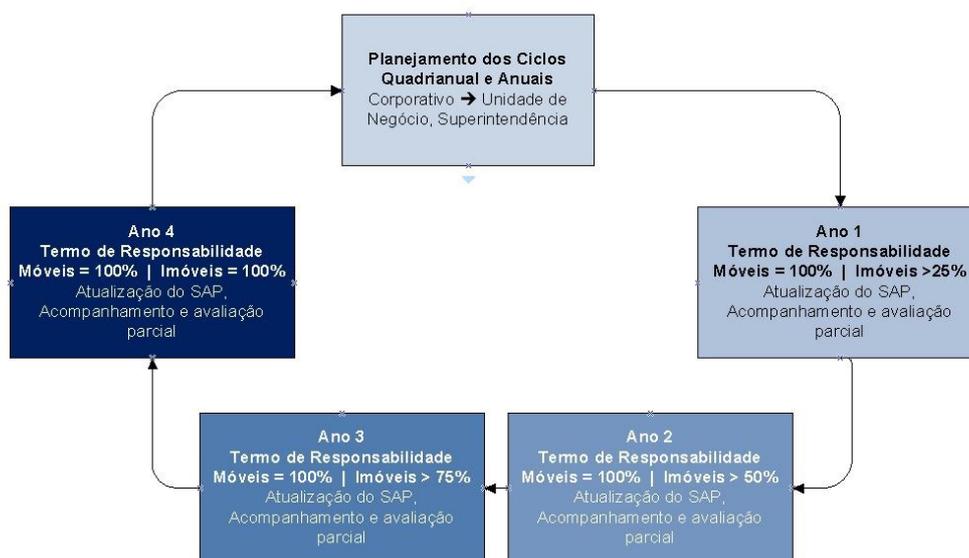


Figura 11 - Etapas do Inventário de Bens Móveis e Imóveis na Empresa (Fonte: Autora)

Através do módulo FIN-AA são gerados os “Termos de Responsabilidade” para cada Município atendido pela UN. Leste. Trata-se de documento formal, assinado pelos responsáveis pelo Inventário e pela Gerência da Unidade indicando a situação dos bens no momento em que foi lavrado. Este controle interno visa atender as exigências de Governança Corporativa na Empresa, sendo passível de verificação pelos entes fiscalizadores e reguladores.

Com o recebimento destas listas emitidas pelo Financeiro, é iniciado pela Divisão de Manutenção Leste o processo de inventário físico dos bens móveis relativos aos equipamentos operacionais para distribuição de água e coleta de esgotos.

As etapas do Inventário compreendem a conferência dos bens “in loco”, atualização da base cadastral no SAP (bem aceito ou recusado), a impressão e posteriormente a assinatura dos Termos de Responsabilidade. Na Figura 12, pode ser observado o fluxo do Inventário físico na UN. Leste.

Os Termos assinados são enviados ao Financeiro que compila os dados da UN. De Negócio, sendo que estes irão compor o Relatório de Bens Patrimoniais e Obras em Andamento a serem entregues para a ARSESP.

A conferência dos equipamentos operacionais é realizada anualmente pelos Técnicos e Oficiais da Manutenção através de visitas às instalações, onde são conferidas as plaquetas do número de identificação do bem patrimonial (BP) com o código e a descrição constantes no Termo de Responsabilidade.

A maior dificuldade encontrada na localização dos ativos durante o processo de inventário ocorre quando o bem patrimonial perde a plaqueta de identificação, sendo necessária a verificação de outros parâmetros (dados de placa do equipamento, marca, modelo, etc).

Este é um problema recorrente, já que alguns equipamentos como bombas submersíveis instaladas em esgoto ou poços de grande profundidade operam em condições agressivas, acabam perdendo ou mesmo tornando ilegíveis tanto a plaqueta de identificação do bem patrimonial (BP) quanto a placa de identificação do fabricante com os dados do equipamento.

Este fato acaba tornando-se um problema na gestão de manutenção do equipamento, já que como falta identificação, dificulta o controle da performance do mesmo (nº de quebras, horas de manutenção, eficiência, etc).

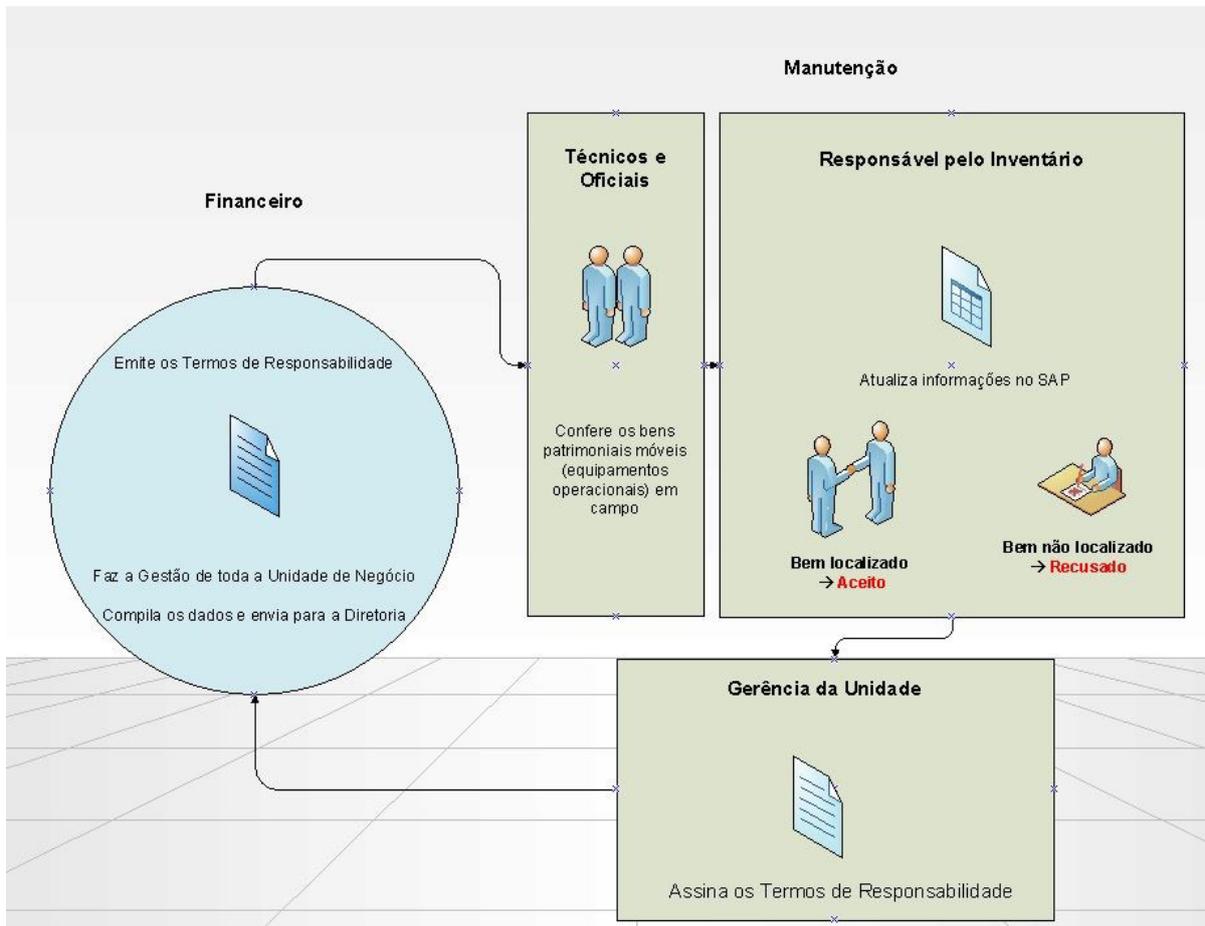


Figura 12 - Fluxo do Inventário dos bens móveis operacionais na UN. Leste (Fonte: Autora)

Na maioria das vezes também não é possível a parada dos equipamentos instalados nestes locais devida a condição operacional, assim como há dificuldade no içamento e movimentação dos mesmos para a simples conferência das plaquetas.

As plaquetas de identificação podem ainda estar localizadas em locais de difícil acesso ou restrito, como cabines primárias energizadas.

Na Figura 13, podem ser observadas as condições encontradas na identificação de um equipamento (bomba submersível) pertencente à uma Estação Elevatória de Esgoto.

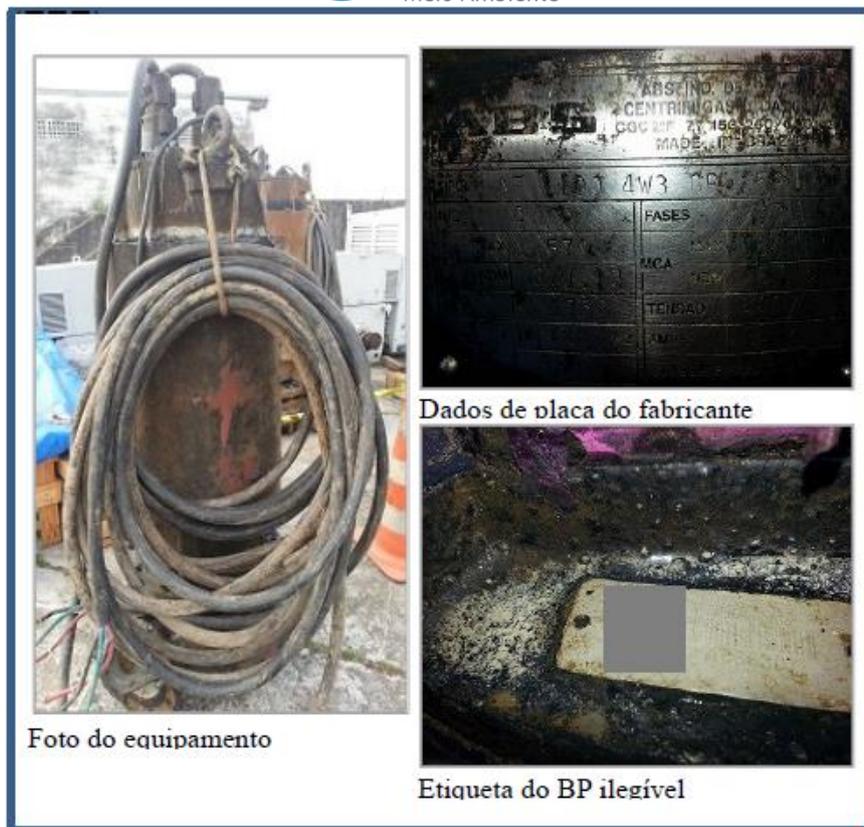


Figura 13 - Equipamento Operacional - Bomba submersível

Fonte: Autora

Um outro ponto a ser considerado é se houve movimentações de equipamentos em campo (substituições de motores, bombas, etc) e se essas informações foram corretamente apontadas nas Ordens de Serviço e devidamente registradas no sistema SAP.

É importante destacar as movimentações de equipamentos operacionais são registradas no módulo PM e não são automaticamente alteradas no módulo de Gestão de Ativos – FIN-AA. Portanto, esta listagem emitida para conferência dos bens pode estar divergente nos dois módulos e fisicamente em campo.

O processo de Inventário dos Bens é totalmente manual, portanto está sujeito ao erro humano durante as etapas de coleta dos dados em campo, na transcrição para a Ordem de Serviço em papel ou mesmo durante o lançamento manual das informações no sistema SAP.

Desta forma, foi decidido estudar alternativas para facilitar o processo de realização do inventário de bens móveis através da adoção de tecnologia de “IoT” – Internet das Coisas que possibilitem a verificação em tempo real da localização dos ativos físicos, trazendo ganhos para ambos os processos (gestão dos ativos e manutenção), bem como coleta e tratamento das informações do funcionamento de equipamentos críticos de forma a detectar problemas antes da falha.

3.6. PROPOSTA PARA INVENTÁRIO FÍSICO ATRAVÉS DE SOLUÇÃO IoT

A proposta sugerida é a realização de Manutenção Preditiva a partir da utilização de sensores de pequenas dimensões conectados a uma entrada específica do equipamento, cuja tecnologia é conhecida como OBD (abreviação para *On-Board Diagnostics*) que capta as informações de funcionamento e performance do equipamento (corrente, tensão, pressão, temperatura, vibração, etc.) e envia para uma Central com armazenamento em nuvem.

A Central processa as informações recebidas e a partir da análise dos dados, indica qual o momento certo para realizar a manutenção. Estes dados são transmitidos ao Sistema de Controle e Supervisão da Empresa para alerta aos operadores, proporcionando operação de forma eficiente e segura.

As informações são enviadas pela Central para o Sistema SAP com o devido registro no sistema SAP para geração automática das Ordens de Manutenção. Isso implica em redução dos custos com manutenções desnecessárias e o aumento da confiabilidade, já que é possível a intervenção antes da quebra ou falha.

Estes sensores também se comunicam em tempo real com a Central, enviando os dados coletados através de redes de internet com dados móveis. Isso possibilita rastrear em tempo real a localização dos ativos, agilizando o processo de inventário e informando qual a localização exata do ativo, mitigando problemas de furto, roubo, extravio, falta da plaqueta de identificação do número do bem patrimonial. Os dados também são enviados para a Central que redireciona estas informações para o sistema SAP (módulos PM e FIN-AA) gerando Ordens de Manutenção para correção do problema.

A proposta é efetuar pesquisa de mercado e convidar empresas de tecnologia que possuam ou desenvolvam um sensor que seja compatível às piores condições de trabalho dos equipamentos (locais inundados/submersos, esgoto, enterrados, profundos, áreas de baixa cobertura de internet) e comprovação do funcionamento através de testes em campo. Quanto às características do sensor também devem ser verificadas a forma de fixação do sensor, dimensões necessárias, durabilidade da bateria e possíveis interferências com os equipamentos operacionais em que serão fixados.

As soluções apresentadas pelas empresas convidadas devem atender às exigências da área de TI quanto à segurança das informações, armazenamento dos dados, interface com os sistemas corporativos – SCOA e SAP. Efetuar levantamento dos equipamentos operacionais através de um planejamento prévio para regularização cadastral entre as duas bases dos módulos de Ativos (FIN-AA) e Manutenção (PM) no SAP.

RESULTADOS ESPERADOS

Os ganhos esperados com a implantação de solução de tecnologia para realização do Inventário anual e implementação do processo de Gestão dos Ativos físicos baseados em custo, risco e desempenho são:

- a. Redução de Custos (sem sacrificar o cumprimento dos objetivos organizacionais);
- b. Aumento da Receita (impacto na tarifa);
- c. Manutenção dos índices de Governança corporativa (ambiente regulado, em conformidade com os requisitos legais, regulamentares e estatutários);
- d. Melhoria da reputação (Atendimento às necessidades dos stakeholders);
- e. Melhoria no desempenho financeiro (análise do retorno dos investimentos);
- f. Tomadas de decisões eficazes com base em custos, riscos, oportunidades e desempenho;
- g. Melhoria do Planejamento estratégico;
- h. Passivos reduzidos (multas, penalidades, prêmios de seguros);
- i. Melhoria da Sustentabilidade Organizacional (gestão eficaz dos recursos de despesa e investimento tanto de curto quanto de longo prazo);
- j. Demonstração de Responsabilidade Social (ética e maior reputação);
- k. Maior eficiência e eficácia no cumprimento dos objetivos organizacionais através da revisão e melhoria nos processos e desempenho dos ativos.

CONCLUSÃO

Com a apresentação deste estudo, foi alcançado o objetivo geral anteriormente declarado, de apresentar alternativas para melhoria no processo de identificação dos ativos físicos operacionais de uma empresa de saneamento, para otimização do processo de realização do inventário anual, através da implantação de soluções de tecnologia.

Desta forma, pode-se concluir que com a implantação do estudo apresentado e comprovado o funcionamento do sistema, haverá ganhos em escala no processo de realização do Inventário anual dos bens patrimoniais operacionais, trazendo agilidade e confiabilidade ao processo.

Com a reestruturação da forma de atuação da Manutenção baseada na Gestão de Ativos através da análise de custo, risco e desempenho dos equipamentos e de uma postura proativa, será possível obter elevação nos níveis dos resultados, tais como: a diminuição dos custos de manutenção relativos à mão-de-obra dispendida (Homens-hora – Hh), gastos com manutenções desnecessárias e quebras, aumento da confiabilidade e disponibilidade através da diminuição do risco de falhas nos equipamentos.

Através destas ações que proporcionam uma melhoria no sistema de Gestão de Ativos da Empresa, será possível gerar “valor” para as partes interessadas e atender à Base de Remuneração Regulatória causando impacto na tarifa de forma a garantir a sustentabilidade da empresa e das melhores práticas de governança corporativa, atendendo aos objetivos de universalização dos serviços com qualidade e eficiência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 55000: Gestão de Ativos. São Paulo, 31 jan. 2014.
2. GARTNER. Gartner Research 2018. Disponível em:
<<https://www.gartner.com/en/documents/3885468>>. Acesso em: 28 out. 2019.
3. IBM. Máximo. 2019. Disponível em:
<<https://www.ibm.com/br-pt/marketplace/maximo>>. Acesso em: 28 out. 2019.
4. JESUS JUNIOR, Airtton A. de; MORENO, Edward David. Segurança em Infraestrutura para Internet das Coisas. *Gestão.Org*, v. 13, n. Especial, p. 370-380, 01 Nov. 2015. Disponível em:
<<https://vpn.fei.edu.br:10443/proxy/341734a6/https/doi.org/article/c89df05024004589997e01f06df279c8>>. Acesso em: 28 out. 2019.
5. KARDEC, Alan et al. *Gestão de Ativos*. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.
6. LACERDA, Flavia; LIMA-MARQUES, Mamede. Da necessidade de princípios de Arquitetura da Informação para a Internet das Coisas. *Perspectivas em ciências da Informação*, v. 20, n. 2, p. 158-171, jun. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362015000200158&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 28 out. 2019.
7. LAFRAIA, João Ricardo; HARDWICK, John. *Vivendo a Gestão de Ativos: cultura e modelos mentais*. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2015.
8. LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Revista Katálysis*, v. 10, n. especial, p. 37-45, 20 fev. 2007. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rk/v10nspe/a0410spe>>. Acesso em: 02 nov. 2019.
9. MAXINST. Entenda como a inteligência artificial pode e deve ser aplicada na manutenção industrial. *Revista Manutenção*, 2019. Disponível em:
< <http://www.revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/correlata/entenda-como-a-inteligencia-artificial-pode-e-deve-ser-aplicada-na-manutencao-industrial.html> >. Acesso em: 02 set. 2019.
10. VENTURA, Magda Maria. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. *Revista Socerj*, p. 383-386, 30 ago. 2007. Disponível em:
< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0104-1169201300050103900006&lng=en>. Acesso em: 02 nov. 2019.