UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS

ARTUR MEDEIROS YOSHINO

ESTUDO COMPARATIVO DE MÚLTIPLOS CASOS DA CONTRIBUIÇÃO DA GESTÃO DE ATIVOS

OURO PRETO - MG
2016

ARTUR MEDEIROS YOSHINO

artur.yoshino@gmail.com

ESTUDO COMPARATIVO DE MÚLTIPLOS CASOS DA CONTRIBUIÇÃO DA GESTÃO DE ATIVOS

.

Professor orientador: DSc. Washington Luis Vieira da Silva

OURO PRETO – MG
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ATA DA DEFESA

Aos 29 dias do mês de Setembro de 2016, às 10h 30min, na sala 03, localizado na Escola de Minas – Campus - UFOP, foi realizada a defesa de Monografia do aluno, **Artur Medeiros Yoshino** sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: DSc. Washington Luís Vieira da Silva, Prof. DSc. Luis Antônio Bortolaia , Profª. DSc. Zirlene Alves da Silva Santos. O candidato (a) apresentou o trabalho intitulado: **"Estudo Comparativo de Múltiplos Casos da Contribuição da Gestão de Ativos",** sob orientação do DSc. Washington Luís Vieira da Silva. Após as observações dos avaliadores, em comum acordo os presentes consideram o(a) aluno(a) APROVADO com a nota/conceito 8,1 .

Ouro Preto, 29 de Setembro de 2016.

Prof. DSc. Washington Luís Vieira da Silva
Professor Orientador

Profª. DSc. Zirlene Alves da Silva Santos
Professora Avaliadora

Prof. DSc. Luis Antônio Bortolaia
Professora Avaliadora

Artur Medeiros Yoshino
Aluno(a)

A todos que de alguma forma me
ajudaram a vencer mais essa etapa.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais pelo apoio, sacrifícios e ensinamentos, que me tornaram a pessoa e profissional que sou hoje. Ao apoio incondicional de meus irmãos, Lívia pelos conselhos e amizade de todas as horas e Miguel, por me trazer à infância novamente. À Paula, pelo carinho, paciência e tornar essa jornada mais leve. Aos amigos Caio, Walison e Rodrigo pelo companheirismo. À grandiosa República FG por ter me trazido tantos irmãos. Ao Washington, pela orientação nessa reta final, agradeço imensamente. À UFOP pelo ensino de qualidade e todos os professores e funcionários. A todos que não foram nomeados que diretamente ou indiretamente contribuíram para essa conquista, deixo meu mais sincero agradecimento.

"Nós nos tornamos aquilo que pensamos"
Buda

RESUMO

YOSHINO, Artur Medeiros. **ESTUDO COMPARATIVO DE MÚLTIPLOS CASOS DA CONTRIBUIÇÃO DA GESTÃO DE ATIVOS.** 2015. Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Ouro Preto.

O objetivo do estudo visa realizar uma análise dos resultados alcançados pela aplicação de metodologias de verificação de práticas de Gestão de Ativos nas empresas AES Tietê, Águas do Algarve S.A. do grupo Águas de Portugal e EDP Distribuição S.A., todas empresas consideradas de grande porte. Um estudo teórico sobre manutenção, gestão de ativos, analise de risco e ciclo de vida de um ativo foi desenvolvido para iniciar a abordagem do estudo. Um procedimento foi emitido para descrever os processos metodológicos de análise de gestão de ativos, a partir de estudos de caso. Em seguida foram descritos os estudos de caso analisados, com dados das empresas estudadas e as metodologias aplicadas pelos respectivos autores. Considerando os resultados obtidos pelos autores depois da aplicação das metodologias, foi possível criar um panorama indicando pontos de melhoria e adicionalmente endereçar recomendações necessárias para otimização do sistema de gestão de ativos. Os estudos analisados apresentaram resultados satisfatórios após a aplicação das metodologias propostas pelos autores, evidenciando uma redução nos indicadores de cada empresa considerada. Para o estudo 1, identificou-se uma evolução quanto aos indicadores de disponibilidade, a qual era tratada como risco baixo. No estudo 2, foram definidos os requisitos prioritários que deveriam ser tratados para a empresa se estabelecer em conformidade da PAS 55 e a NBR ISO 55000. No estudo 3, a empresa identificou os processos e requisitos necessários para estar em congruência com os requisitos da PAS 55. A partir do estudo 4, realizou-se um comparativo entre os modelos de gestão, evidenciando o sucesso da gestão de ativos aplicada. Foi possível concluir, após o término do estudo, que a capacidade das empresas em cumprir seus objetivos em segurança, eficiência e competitividade pode ser grandemente influenciada pelo desempenho operacional dos ativos gerenciados.

Palavras-chave: Ativo, Gestão de ativos, Análise de risco, PAS 55.

ABSTRACT

The purpose of the study is to carry out an analysis of the results achieved by the application of verification methodologies of Asset Management practices in the following companies AES Tietê, Águas do Algarve S.A. and EDP Distribuição S.A. All of them considered as large size companies. A theoretical study on maintenance, assets management, risk analysis and life cycle of an asset were developed to initiate the study approach. A procedure was issued to describe the methodological process of assets management analysis, from case studies. The next step presents the case studies analyzed, with information from the companies studied and the methodologies applied by the respective authors. Considering the results obtained by the authors after the application of the methodologies, was possible to create an overview indicating points of improvement and in addition addressing recommendations to improve the asset management system. For the study 1it was identified an evolution about the indicators of availability, which was treated as low risk in the system. In study 2, the priority requirements to be treated for the company to be established in accordance PAS 55 and ISO 55000 have been defined. In study 3, the company identified the processes and requirements necessary to be in coherence with the PAS 55 requirements. From the study 4, it was realized a comparison between the management models, demonstrating the success of the asset management applied. It was verified that a correct application of asset management plays an essential role for better business. Thus, the economical maintenance of those assets in a state where they are available to perform their intended purposes when required, is an essential function which must be properly managed in order to support the Companies in the successful achievement of its objectives.

Key-words: asset, asset management, risk analysis, PAS 55.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Alinhamento das diretrizes de uma empresa. 1

Figura 2: Evolução da manutenção 6

Figura 3: Processo Evolutivo até à Gestão de Ativos 11

Figura 4: Foco e Contexto de negócio do PAS com relação às outras categorias de ativos. 14

Figura 5: Etapas acionadas pela gestão de ativos. 15

Figura 6: Atributos e Princípios-chave da Gestão de Ativos 16

Figura 7: Processo de gestão de riscos. 18

Figura 8: Relação entre o percentual de tomada de decisão e impacto no LCC. 22

Figura 9: Representação da Metodologia Utilizada. 26

Figura 10: Localização das usinas da AES Tietê 29

Figura 11: Exemplo de árvore de sistemas de usina hidrelétrica. 31

Figura 12: Matriz de risco. 33

Figura 13: Projetos para controle de risco. 35

Figura 14: Hierarquização do grupo EDP. 39

Figura 15: Áreas de operação e manutenção da OMPRT. 40

Figura 16: Seções da PAS 55. 41

Figura 17: Não-combustível O&M/KW (US$/KW). 44

Figura 18: Ganhos com a TEO (R$ / Anos). 45

Figura 19: Evolução do fator equivalente de paradas de emergência. 45

Figura 20: FED x TEMPO - Disponibilidade desconsiderando grandes manutenções. 46

Figura 21: Avaliação final da organização. 50

Figura 22: Resultados da *Gap Analysis*. 54

Figura 23: Plano de ação para a gestão de ativos. 56

Figura 24: Gráfico de disponibilidade. 57

Figura 25: Indicadores de falhas. 58

Figura 26: Taxas de falhas. 58
Figura 27: Custos com indisponibilidade de manutenção. 59
Figura 28: Custos com estoque de sobressalentes. 60
Figura 29: Custos de estoques de sobressalentes. 61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação do Custo do Ciclo de Vida. 22

Tabela 2: Variável e Indicadores 27

Tabela 3: Exemplo de criticidade dos riscos. 32

Tabela 4: Análise de risco e lista de prioridades. 34

Tabela 5: Questões de acordo com a PAS 55: 2008, adaptado de "Self-Assessment Methodology”. 37

Tabela 6: Objetivos estratégicos principais. 44

Tabela 7: Resultado sócio ambiental. 47

Tabela 8: Níveis de maturidade de cada requisito 49

Tabela 9: Quadro de resumo dos pontos asseguradores e a melhorar no departamento. 52

Tabela 10: Panorama realizado no caso prático apresentado por Filho (2014). 62

Tabela 11: Panorama realizado no caso prático apresentado por Coelho (2015). 63

Tabela 12: Panorama realizado no caso prático apresentado por Fecha (2012). 67

Tabela 13: Panorama realizado no caso prático apresentado por Niquele (2012). 69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 Formulação do Problema 1

1.2 Justificativa 4

1.3 Objetivos 4

1.3.1 Geral 4

1.3.2 Específicos 4

1.4 Estrutura do Trabalho 5

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 6

2.1 Manutenção 6

2.2 Tipos de Manutenção 8

2.3 Ativos 11

2.4 Gestão de Ativos 12

2.5 Análise de Risco 16

2.6 Ciclo de Vida de um Ativo. 21

3 METODOLOGIA 24

3.1 Tipo de pesquisa 24

3.2 Materiais e Métodos 26

3.3 Variáveis e Indicadores 27

3.4 Instrumento de Coleta de Dados 28

3.5 Tabulação dos Dados 28

3.6 Considerações Finais do Capítulo. 28

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 29

4.1 Apresentação de estudos de caso 29

4.1.1 Estudo de caso 1 29

4.1.2 Estudo de caso 2 35

4.1.3 Estudo de caso 3 39

4.1.4 Estudo de caso 4 42

4.2 Resultado dos estudos 43

4.2.1 Resultado estudo de caso 1 43

4.2.2 Resultado estudo de caso 2 48

4.2.3 Resultado estudo de caso 3 51

4.2.4 Resultado estudo de caso 4 55
4.3 Panorama das contribuições da aplicação da gestão de ativos 61

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 71
5.1 Conclusões 71
5.2 Recomendações 71

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

Para Meneghelli (2014), a partir da primeira Revolução Industrial notaram-se grandes e contínuas mudanças no cenário mercadológico. Essas mudanças influenciaram de forma incisiva nos objetos e missões das organizações capitalistas. Além disso, constata-se uma grande preocupação das empresas com o aumento de sua produtividade e qualidade vinculados à segurança. Nota-se também que tanto o produto quanto os clientes são alvos, e devem ser levados em consideração.

Conforme Chiavenato (2011), com o aumento da organização, houve a necessidade de ajustes na estruturação ou na departamentalização. Os empregados e os diferentes setores têm responsabilidades em menor número, porém, mais específicas, aumentando as chances de localizar bons e eficientes especialistas, aumentando a competência de cada departamento.

A figura 1 exemplifica um modelo de empresa em que se utiliza departamentalização dos setores.

Figura 1: Alinhamento das diretrizes de uma empresa
Fonte: Nascif & Dorigo (2013)

Observa-se na figura 1, que uma empresa é composta por alguns departamentos, e que estes devem trabalhar segundo as mesmas diretrizes, isto é, tanto os recursos humanos, operação, comercial, financeiro, engenharia e manutenção devem trabalhar de acordo com os objetivos organizacionais da empresa.

Assim, a ABNT-NBR 5462 define manutenção como uma conciliação de todas as ações técnico-administrativas, sendo indispensável para o sucesso da empresa. Dessa forma, essa conciliação tem como objetivo dispor ou manter um ativo desempenhando sua função requerida.

De acordo com Nascif & Dorigo (2013), a Manutenção, como função estratégica das organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos e tem uma importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a Gestão da Manutenção, já que todo equipamento sofrerá um desgaste ao passar do tempo, podendo se tornar um grande inconveniente para as empresas.

Segundo dados da Associação Brasileira de Manutenção – ABRAMAM (2005), cerca de 4,5% do PIB brasileiro é representado pelos investimentos em manutenção pelas indústrias em geral. Devido ao peso da manutenção em resultados diretos para a empresa, esse investimento tende a aumentar e reflete diretamente na estrutura organizacional das indústrias.

A ISO 55000, norma aprovada em 2014, regulamenta procedimentos sobre a gestão de ativos em empresas, buscando geração de valores pelos ativos. As normas ABNT NBR ISO 55000, ABNT NBR ISO 55001 e ABNT NBR ISO 55002 possibilitam a um sistema de gestão destinado à gestão de ativos. A norma tem como objetivo melhorar a obtenção de valor para uma organização a partir de suas bases de ativos.

As PAS 55-1 (2008) e PAS 55-2 (2008) – *PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION*, sobre gestão de ativos, vigente desde 2008 na Grã-Bretanha evidenciam a importância de empresas desenvolverem atividades sistemáticas e coordenadas através de práticas do qual uma empresa gerencia de forma aprimorada e sustentável seus sistemas de ativos, com objetivo de alcançar seu plano estratégico organizacional.

A PAS 55 (2008) expõe gestão de ativos como uma série de atividades sistemáticas e coordenadas, onde é possível o gerenciamento de desempenho, riscos e custo ao longo do ciclo de vida de seus ativos, de forma a alcançar seus objetivos organizacionais.

O controle efetivo dos ativos, segundo a ABNT NBR ISO 55000 (2014), deve passar pelo gerenciamento de riscos, tendo em vista atingir o equilíbrio entre custo, risco e desempenho. A norma ainda destaca que a correta gestão de ativos possibilita as organizações alcançarem os seus objetivos de longo prazo de forma sustentável.

De acordo com Arcos (2013), para que as condições de sucesso de uma gestão de ativos sejam alcançadas, é necessário considerar todos os riscos potenciais. No entanto, os

riscos potenciais mencionados estão diretamente relacionados aos riscos ao qual o negócio está exposto.

Pode-se então, segundo Santos e Martins (2015), compreender a mudança do modelo da manutenção, uma vez que sua necessidade da manutenção não se baseia apenas no tempo ou na condição do equipamento. A estratégia de manter o equipamento disponível, juntamente com os riscos calculados, serão suportes para os objetivos organizacionais de acordo com o novo modelo.

Este trabalho se propõe a estudar múltiplos casos, abordando técnicas e estratégias, para mostrar a contribuição da aplicação da gestão de ativos nas empresas.

Diante desses fatores apresentados, tem-se a seguinte problemática:

Qual a contribuição da aplicação da gestão de ativos nas empresas de grande porte?

1.2 Justificativa

Segundo a norma ABNT NBR ISO 55000 (2014, p.8).

> O controle eficaz e a governança dos ativos pelas organizações são essenciais para obter valor por meio do gerenciamento de riscos e oportunidades, a fim de atingir o equilíbrio desejado entre custo, risco e desempenho. Os ambientes regulatório e legislativo nos quais as organizações operam são cada vez mais desafiadores, e os riscos inerentes que muitos ativos apresentam estão em constante evolução.

Têm-se hoje, no contexto econômico, uma competitividade acirrada e organizações sob influências de fatores externos e internos, tornando incerta a capacidade sustentável do negócio. Para garantir ações, lucratividade e longevidade das organizações, o gerenciamento de risco torna-se primordial, segundo citam Santos e Martins (2015).

Diante de riscos e necessidades de visar lucros empresariais, uma organização deve ter uma gestão de ativos adequada, aplicando técnicas e estratégias precisas. A falta de uma adequada gestão de ativos pode gerar perdas significativas em âmbitos econômicos e estratégicos (SANTOS E MARTINS, 2015).

Portanto, este trabalho tem como finalidade estudar as decisões corretas necessárias para atingir uma maior obtenção de valor considerando a aplicação da gestão de ativos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar a contribuição da aplicação da gestão de ativos, a partir do estudo de múltiplos casos.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico em relação à gestão de ativos industriais, normas ABNT NBR ISO 55000 (2014) e PAS 55 (2008);
- Verificar estudos que utilizaram a aplicação da gestão de ativos;
- Elaborar um panorama das contribuições da aplicação da gestão de ativos em empresas.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho será dividido em 5 capítulos que se apresentam da seguinte forma:

No primeiro capítulo é apresentada a formulação do problema, a justificativa para a realização do trabalho e seus objetivos, enquanto no segundo capítulo trata da fundamentação teórica dos conceitos e teorias a respeito das normas ABNT NBR ISO 55000 (2014) e PAS 55 (2008). Visa também descrever a correta aplicação da gestão de ativos. O terceiro capítulo apresenta o processo metodológico adotado na pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas. E no quarto capítulo são relatadas as discussões e resultados encontrados a partir do estudo de caso de aplicação da gestão de ativos em uma empresa. Por fim, o quinto capítulo encerra o trabalho com as conclusões e recomendações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

De acordo com Monchy (1989), o termo “manutenção” tem sua aparição efetiva na década de 1950, nos EUA e, no mesmo período, na Europa, ocupando ao poucos, os espaços nos meios de produção, indicando a função de manter todo e qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo em bom funcionamento.

Com o decorrer dos anos, o surgimento de novas máquinas e indústrias de grande porte, mostra-se cada vez mais necessário garantir o funcionamento dos equipamentos e impedir futuras possíveis falhas, fazendo uso da manutenção para o sucesso.

Souza (2009) diz que, até a primeira Guerra Mundial, a manutenção era executada pelo próprio pessoal que operava os equipamentos e tinha importância secundária no processo produtivo.

Até 1914, a manutenção era tida como uma importância secundária e as indústrias possuíam poucos equipamentos e equipes de execução deste tipo de serviço que, por sua vez, era executado pelo mesmo efetivo da produção, de acordo com Pinto e Nascif (2001).

Ainda segundo Pinto e Nascif (2001) a evolução histórica da manutenção, ilustrada na Figura 2, pode ser descrita por quatro gerações.

Figura 2: Evolução da manutenção
Fonte: CEMIG-APIMEC (2011)

A primeira geração, onde os consertos ou reparos eram efetuados apenas após a falha do equipamento. A segunda geração se caracteriza pela manutenção preventiva, visando a manter periodicidade ideal para as intervenções de manutenção.

A terceira geração, surgida na década de 1980, tem transformado indústrias em gerenciadoras de seus equipamentos, proporcionando diminuição das quebras dos equipamentos, aumento da produtividade e qualidade dos produtos.

A quarta geração nos dias atuais está mais preocupada com a gestão de seus ativos de forma estratégica ao negócio da empresa com visão realista de todo processo gerencial e industrial considerando fatores de vida útil e econômica dos ativos atuando principalmente em geração de valores as organizações, levando em consideração valores tangíveis e intangíveis.

De acordo com Souza (2009), de 1990 até a época atual, tem-se uma mudança na visão gerencial, onde o complexo sistema de equipamentos, o potencial humano e o meio ambiente estão posicionados à frente dos negócios, havendo uma participação mais efetiva nos programas de qualidade, no desenvolvimento organizacional e na produtividade, proporcionando, assim, uma evolução na manutenção.

Monchy (1989, p.97), cita que:

> A manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais.

Slack *et al.* (2002) denominam os seguintes objetivos da manutenção:

- Redução de custos: através da manutenção preventiva podem-se reduzir defeitos, impactando em menos ações corretivas, as quais têm valor de custo mais elevado que as ações de prevenção;
- Maior qualidade de produtos: equipamentos em estado perfeito de funcionamento garantem a qualidade dos produtos finais;
- Maior segurança: setor produtivo limpo e em boas condições de operação propicia maior segurança, confiança e motivação aos trabalhadores;
- Melhor ambiente de trabalho: ambiente de trabalho limpo, seguro e organizado através de atividades da manutenção autônoma, melhoram o nível de trabalho dos funcionários;

- Desenvolvimento profissional: o programa de manutenção produtiva total desenvolve novas habilidades e também crescimento profissional aos trabalhadores pelo seu envolvimento direto nas decisões de aumento de produtividade da empresa;
- Maior vida útil dos equipamentos: o programa objetiva o aumento da vida útil dos equipamentos, através de ações de prevenção e melhorias específicas nos equipamentos;
- Maior confiabilidade dos equipamentos: equipamentos bem cuidados têm intervalos de tempo maiores de uma falha para outra, o que resulta em maior disponibilidade e velocidade de produção;
- Instalações da produção com maior valorização: instalações bem mantidas têm maior valor de mercado;
- Maior poder de investimento: a redução de custos obtida através do programa de manutenção produtiva total tem relação direta com o aumento de investimentos, o que beneficia os acionistas, os funcionários e a comunidade em entorno da empresa;
- Preservação do meio ambiente: com o bom regulamento das máquinas, advindo da manutenção produtiva total, há economia de recursos naturais e diminuição de impactos ambientais.

Dentro destes novos cenários e contextos, a manutenção passou a ser reconhecida por sua contribuição estratégica para os negócios, através da redução do tempo de paralisação dos ativos, obtida pelos reparos em ritmo expedito das ocorrências com impacto sobre o potencial produtivo (aumento da disponibilidade e produtividade), e do cuidado com a precisão de suas intervenções, possibilitando que os produtos finais pudessem atender a critérios e padrões pré-estabelecidos (FILHO (2014), 2008).

2.2 Tipos de Manutenção

Pinto e Xavier (1999) descrevem os tipos de manutenção, classificando-os de acordo com a atitude tomada em relação às falhas.

Viana (2002) analogamente cita que muitos autores abordam vários tipos de manutenção, que nada mais são do que as formas como são conduzidas as intervenções nos instrumentos de produção. Entende-se que há um consenso, com algumas variações irrelevantes, em torno da seguinte classificação:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva.

Conforme Souza (2009), quando um equipamento falha, esta falha pode causar uma perda total ou parcial da capacidade operacional do equipamento. Ocorrendo esta falha, a mesma deverá ser corrigida de alguma forma, e este tipo de correção é chamada de manutenção corretiva. Ainda de acordo com Souza (2009), a manutenção corretiva é aquela que mantém em operação o equipamento ou a unidade produtiva, e quando ocorre uma falha ela se preocupa com o fato de que os serviços sejam prestados no melhor prazo possível, a fim de permitir a imediata retomada das operações, dentro dos níveis de qualidade e segurança exigidos.

Segundo Vianna (1991), a manutenção corretiva é a mais simples de ser entendida. É o simples ato de consertar o que está quebrado, inoperante, improdutivo. Antigamente, os equipamentos de produção eram mantidos somente por conta de ações corretivas.

Manutenção preventiva são todos os serviços executados pela manutenção, tanto os de inspeção como os de intervenção através da programação, visando a não ocorrência de emergências (FARIA, 1994).

Com a manutenção preventiva atuando continuamente, a vida útil dos equipamentos se tornará mais prolongada, pois, para as peças em que há desgastes mais frequentes há um acompanhamento constante, e trocando-as conforme sua vida útil aumentará a durabilidade das demais, pois a mesma não forçará a quebra de outro componente ligado a ela (XENOS, 2004).

Souza (2009) enfatiza que resultados de menor custo e maior produtividade podem ser alcançadas em um período de tempo pequeno, através da implantação metódica e simplificada de um sistema de manutenção preventiva, que adote, inicialmente, planos de inspeção, lubrificação, calibração e limpeza. E somente no final é que se deve colocar em prática um plano de troca de componentes, que representa o maior custo deste tipo de manutenção.

Para Souza (2009), com a implantação da manutenção preventiva pode-se ter a expectativa de:

- Limitar ou reduzir o envelhecimento ou degeneração do equipamento;
- Eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos de quebra nos equipamentos;

- Normalizar os equipamentos e suas peças sobressalentes;
- Realizar os reparos no maquinário nas melhores condições para a operação;
- Suprimir as causas de acidentes graves, garantindo a confiabilidade nos equipamentos.

Ainda de acordo com Souza (2009), os seguintes fatores que possam afetar a rentabilidade da manutenção preventiva:

- Má concepção ou definição dos trabalhos;
- Erros no aprovisionamento ou gestão de estoques;
- Má organização geral;
- Materiais inadequados;
- Falta de preparo pessoal;
- A natureza de fabricação na empresa.

Siqueira (2005) informa que manutenção preditiva é qualquer inspeção programada com o objetivo de verificar a possível falha de um equipamento, em outras palavras, a previsão de falhas, controlando as variáveis do processo que indiquem o estado atual do equipamento.

Para Viana (2002), manutenção preditiva são tarefas de manutenção preventiva que visam o acompanhamento do equipamento, por monitoramento, através de medições ou controles estatísticos que possam identificar a proximidade de falhas no equipamento.

A manutenção preditiva permite aperfeiçoar a troca das peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite de vida, entretanto, ainda há algumas limitações de tecnologia e ainda não é possível adotar a manutenção preditiva para todo tipo de componente ou peça de um equipamento (XENOS, 2004).

De acordo com Martins (2015), o papel da engenharia é parte integrante da gestão industrial, e consequentemente, na gestão de ativos físicos. Na figura 3 observa-se através de numa representação gráfica, um processo evolutivo até à gestão de ativos.

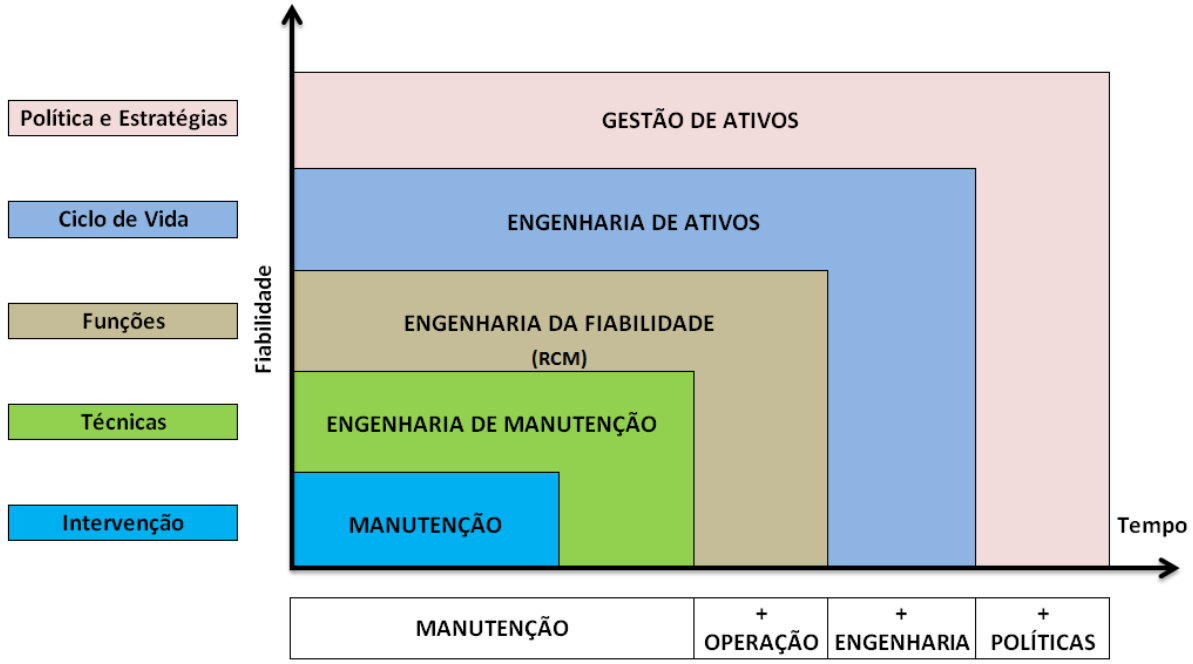

Figura 3: Processo Evolutivo até à Gestão de Ativos
Fonte: Cunha (2014)

Como se observa da figura 3, as políticas e estratégias da organização, apresentadas na gestão de ativos com alto nível de confiabilidade, aborda desde áreas de técnicas e intervenção, até o estudo do ciclo de vida dos ativos. É necessário possuir todo o conhecimento destas áreas para aumentar o nível de confiabilidade que a gestão de ativos apresentará. Este assunto será tratado para se dar foco ao presente trabalho.

2.3 Ativos

O termo "ativo" é bastante utilizado na sociedade atual, podendo apresentar diferentes significados dependendo da área ou setor em causa. Fecha (2012) cita os seguintes exemplos:

- Ativos físicos: Edifícios, equipamentos, máquinas;
- Ativos humanos: Conhecimento, competências, responsabilidades, experiência;
- Ativos financeiros: Lucro, capital financeiro, ações, fundo de maneio, dividas;
- Ativos intangíveis: Reputação, moral, impacto social, imagem, relações externas;
- Ativos de informação, e.g. dados em formato digital, informação empresarial da organização e clientes, informação de desempenho financeiro.

Neste trabalho, serão abordados apenas os ativos físicos, que representam a base de funcionamento das empresas que serão estudadas.

Ativo pode ser definido como algo, item ou entidade que possua valor para uma organização. O significado de valor, entre diferentes tipos de organização e seus públicos de interesse, pode variar. Um ativo pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro, segundo Kardec *et al* (2014). Comumente, ativos físicos referem-se a equipamentos, inventários, propriedades de posse da organização. Ativos físicos são opostos de ativos intangíveis.

A norma ABNT NBR ISSO 55000 (2014) define um ativo como um item, algo ou entidade que tem valor real ou potencial para uma organização. O valor desse item varia entre suas diferentes partes interessadas, podendo ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro.

Segundo a norma PAS 55, traduzido livremente, um ativo pode ser uma planta, maquinário, propriedade, construções, veículos e qualquer outro item que possui valor distinto para a organização.

De acordo com o Grupo Energias de Portugal – EDP *apud* FECHA (2012), operador da rede elétrica de Portugal Continental, efetua a definição de ativo como o "conjunto de bens e direitos necessários para a manutenção, sustentada das atividades e consequentemente do negócio, podendo identificar-se, quer pela sua materialidade, quer pelo tempo em que permanecem na posse da organização".

Ataulo (2013) descreve ativos como representantes de valor significativo à cadeia produtiva e ao negócio, onde é necessária a implantação de uma política de gestão e a coerência dos benefícios estratégicos.

2.4 Gestão de Ativos

Kardec *et al* (2014) define Gestão de Ativos como um novo paradigma oriundo do inicio do século. Assim, para que este novo paradigma seja transformado em cultura organizacional, as lideranças, em todos os níveis organizacionais, precisam entender os conceitos, princípios e fundamentos que regem esta nova forma de pensar e agir em gestão.

O *Asset Management Industrial* (Gestão de Ativos Industriais) é conceito relativamente novo. Tem sido usado por empresas de todo o mundo para fazer frente aos desafios da economia globalizada, pois aperfeiçoa o desempenho técnico e econômico da

planta, acelera o retorno do investimento em equipamentos e cria valor para a empresa (ABRAMAN, 2008).

Logo, gestão de ativos pode ser definida como um conjunto de atividades coordenadas que uma organização usa para realizar o valor dos ativos na entrega de resultados ou objetivos. Para isso, é necessário haver um balanceamento entre custos, riscos e benefícios, ao decorrer de um determinado período de tempo, conforme cita a NBR ISO 55000.

Para se medir o desempenho do ativo em questão, Souza (2013) lista parâmetros, sendo que dentre os mais usuais estão: Confiabilidade, Disponibilidade, Mantenabilidade e Capabilidade;

Segundo a Norma ABNT NBR 5462/1994, são destacados os seguintes conceitos:

- Confiabilidade: capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições específicas, durante um dado intervalo de tempo;
- Disponibilidade: Capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, mantenabilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados;
- Mantenabilidade: Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos;
- Capabilidade: Capacidade de um item atender a uma demanda de serviço de determinadas características quantitativas, sob dadas condições internas.

O IAM – *Institute of Asset Management* (2011) define gestão de ativos como uma ciência de tomar as decisões corretas e aperfeiçoar os processos com o objetivo comum de minimizar os custos de operação durante a vida útil de um ativo.

A norma PAS 55 (2008) define gestão de ativos como sendo atividades sistemáticas e coordenadas e práticas da qual uma organização gerencia de forma aprimorada e sustentável seus ativos e sistemas de ativos, suas performances associadas, riscos e despesas sobre seu ciclo de vida, com o objetivo de atingir seu plano estratégico organizacional.

A norma ainda fala sobre o plano estratégico organizacional, que pode ser definido como um plano em longo prazo para a empresa, que incorpora sua visão, missão, valores, políticas de negócios, objetivos e gerenciamento dos riscos envolvidos.

Gestão de ativos aborda formas de gerir equipamentos produtivos, que têm como características segundo a ABRAMAN (2008):

- O enfoque no completo ciclo de vida das máquinas, começando pelas etapas de pesquisa e desenvolvimento, projeto e design, passando pela fase de compra, construção e instalação, abordando a operação e a manutenção e finalmente com a desativação e o descarte do equipamento;
- A gestão integrada dos diversos aspectos da operação industrial (compras e aprovisionamento de itens de reposição, políticas de manutenção preventiva e corretiva, modificações e substituição de máquinas), visando o aprimoramento global dos custos;
- O pleno domínio da relação entre custos e riscos envolvidos nessas operações;
- A prática da manutenção industrial com um enfoque econômico, e não apenas técnico.

A figura 4 apresenta os cinco pilares de ativos presentes na organização.

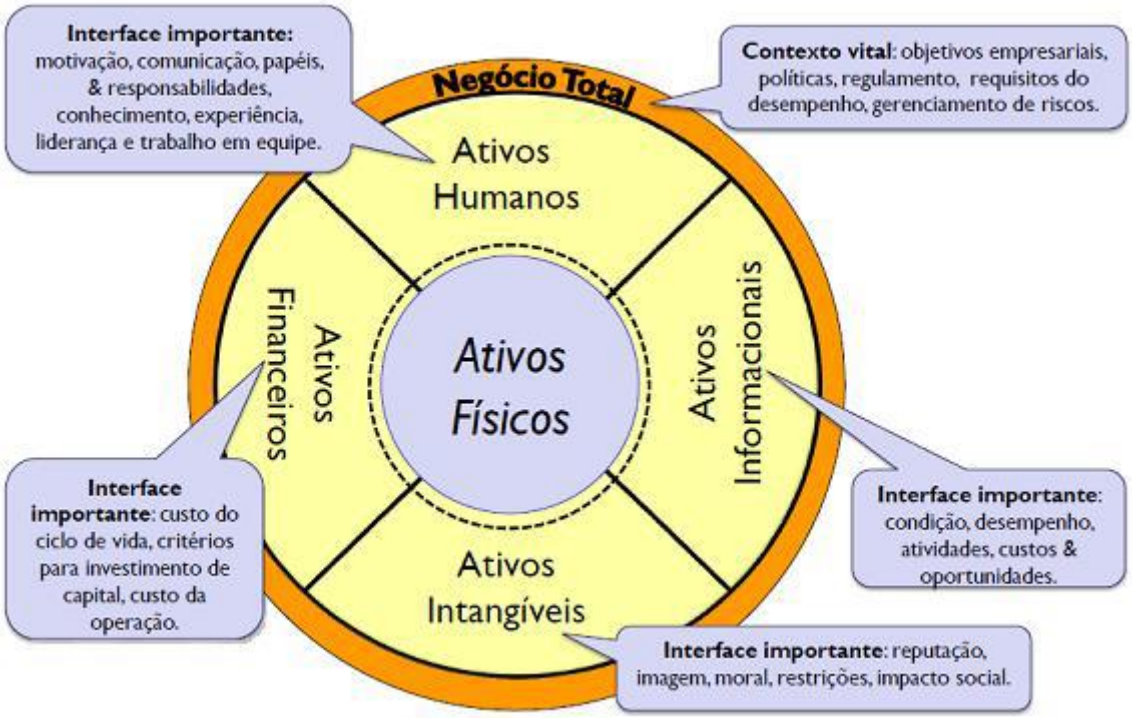

Figura 4: Foco e Contexto de negócio do PAS com relação às outras categorias de ativos
Fonte: Arcos (2013)

Para Santos & Ferreira (2013) a gestão de ativos físicos, descritos na PAS 55:2008 é um pilar de cinco existentes que necessitam gerenciamento dentro de organizações, como mostra a figura 5. É importante também compreender que os cinco ativos existentes são interdependentes, ou seja, a gestão incorreta de um ativo impactará no resultado final da organização.

Segundo Harwick John (2012), as etapas que a gestão deve acionar são:

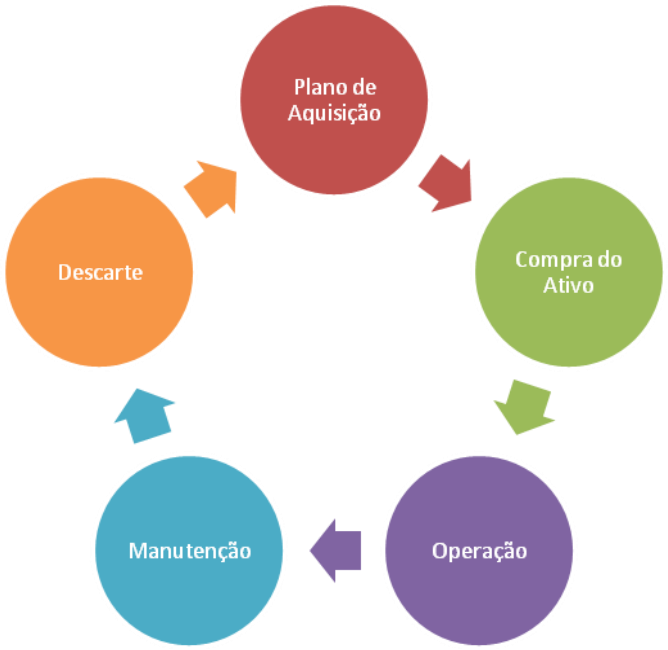

Figura 5: Etapas acionadas pela gestão de ativos
Fonte: Salomão (2013)

A figura 5 apresenta o ciclo de vida de um equipamento que, junto com uma gestão adequada do ativo, pode-se prolongar a vida útil do equipamento e diminuir possíveis prejuízos apresentados pela má conservação ou um planejamento inadequado de troca. Para uma correta gestão, é necessário compreender todas as etapas ilustradas na figura 4.

Segundo Arcos (2013), a gestão de ativos pode ser separada em sete princípios chave, como mostra a figura 6, que define o sucesso ou insucesso de sua implantação.

Figura 6: Atributos e Princípios-chave da Gestão de Ativos
Fonte: Arcos (2013)

Observa-se na figura 6 que um dos princípios chave da gestão de ativos é baseado no risco. Arcos (2013) completa que para que as condições sejam alcançadas, é necessário considerar todos os riscos potenciais. Contudo, os riscos mencionados estão diretamente relacionados aos riscos ao qual o negócio está exposto.

2.5 Análise de Risco

De acordo com Santos e Martins (2015), a manutenção encontra-se numa mudança de paradigma, uma vez que já não é mais baseada somente na disponibilidade do equipamento, com base no tempo ou condição. É necessário abranger também os riscos envolvidos para suportar os objetivos organizacionais.

Por definição (MICHAELIS, 2009):

> "risco é a possibilidade de perigo, incerto, mas previsível, que ameaça de dano à pessoa ou a coisa."

Já Salles *et al* (2010) define risco como sendo um conjunto de incertezas encontradas quando ousa-se fazer algo.

De acordo com a NBR ISO 31000 (2009) risco é o efeito da incerteza nos objetivos organizacionais e é inerente a todas as organizações independentes do seu tamanho ou nacionalidade.

Salles *et al* (2010) completa citando que o risco total é a soma de todos os riscos, os quais podem ser categorizados em três áreas.

- Riscos operacionais – ligado aos processos;
- Riscos de projeto – ligados à inovação;
- Riscos estratégicos – ligados às estratégias organizacionais.

Riscos operacionais podem ser classificados como atividades cotidianas de uma organização, como manter e operar um ativo. Riscos de projetos referem-se a quaisquer tipos de expansões, produtos, projetos, novas metodologias, entre outros (SANTOS E MARTINS, 2015).

Por fim, todas essas atividades têm único propósito, cumprir as estratégias organizacionais. Portanto, pode-se definir que para a gestão de ativos o risco total é igual ao risco estratégico, que é definido pela equação 1:

$$\text{Risco Estratégico} = \begin{matrix}\Sigma \text{ de todos os riscos} \\ \text{operacionais}\end{matrix} + \begin{matrix}\Sigma \text{ de todos os} \\ \text{riscos de projetos}\end{matrix} \quad (1)$$

Da equação 1, nota-se que a soma dos riscos operacionais existentes, adicionado à soma dos riscos de projeto presentes na organização, tem-se o risco estratégico que afetará o sistema de gestão de ativos. Conclui-se então que o sistema de gestão de risco está de acordo com os requisitos da gestão de ativos.

O sistema de gestão de risco deve ser responsável pelas decisões tomadas em um ambiente incerto, complexo e dinâmico (SALLES *et al*, 2010).

Definido também pela NBR ISO 31000, gestão de risco é composto por um conjunto de atividades coordenadas que dirigem e controlam uma organização, no que concerne ao efeito da incerteza em seus objetivos. Este conjunto de atividades é detalhado na figura 7:

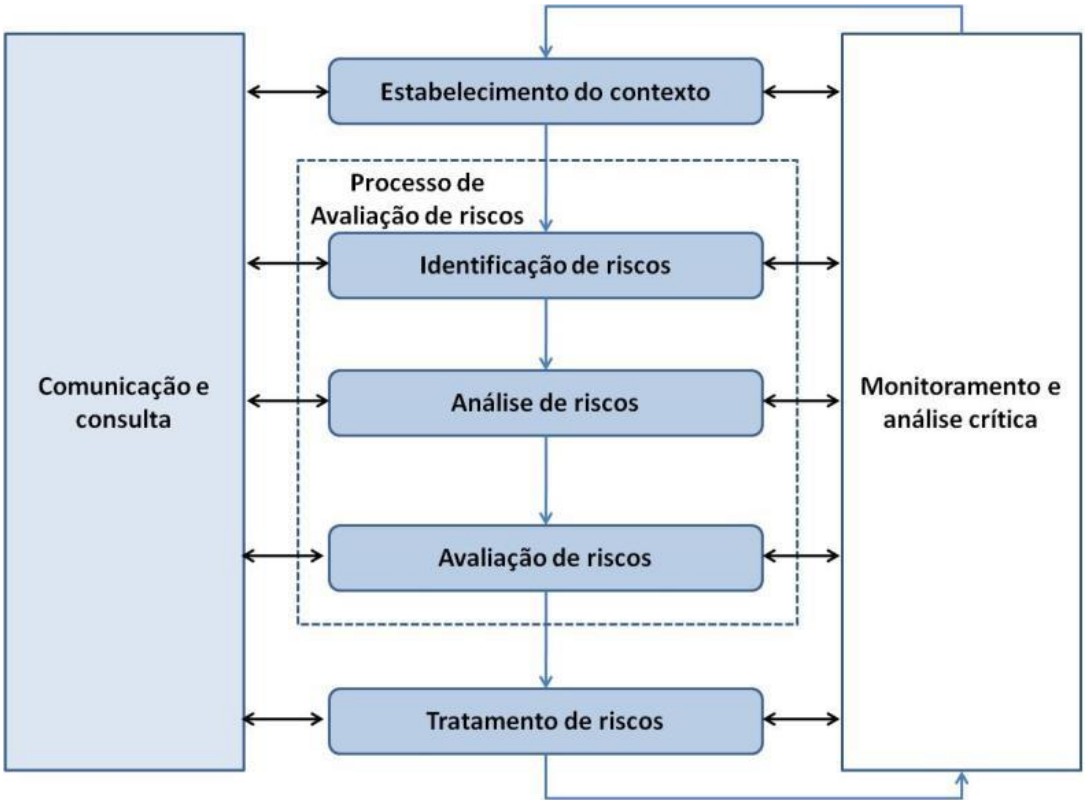

Figura 7: Processo de gestão de riscos
Fonte: ABNT NBR ISO 31000 (2009)

De acordo com a figura 7, são estabelecidas sete etapas em seu processo de gerenciamento de riscos (NBR ISO 31000, 2009).

- Comunicação e consulta – atualiza e informa sobre o sistema de gerenciamento de risco;
- Estabelecimento do contexto – responsável por estruturar os objetivos organizacionais organiza os parâmetros internos e externos a serem considerados, define escopo e os critérios para o sistema de gerenciamento de risco;
- Identificação dos riscos – tem como objetivo identificar os riscos existentes, listando todas as fontes de risco, áreas impactadas, causas e consequências;

- Análise de riscos – analisa as causas e as fontes de risco, assim como suas consequências e probabilidades;
- Avaliação de riscos – diante da necessidade e prioridade do tratamento dos riscos, a avaliação direciona o melhor caminho para tomada de decisões corretas;
- Tratamento de riscos – responsável por gerenciar e implantar as decisões tomadas;
- Monitoramento e análise crítica – responsável por monitorar os riscos.

Em contra partida Damodaran (2009) define quatro etapas a serem seguidas para o gerenciamento de riscos, são elas:

- Listar – similar à etapa de identificação de riscos apresentados pela NBR ISO 31000, essa etapa tenta identificar todos os riscos existentes;
- Classificar – essa etapa tem por objetivo caracterizar os riscos em quatro categorias distintas;
- Mensurar a exposição – o risco pode ser avaliado através de técnicas qualitativas ou quantitativas, desde que se realize a estimativa do tamanho do impacto em caso de ocorrência de algum evento;
- Analisar – essa etapa tem por objetivo analisar os riscos listados, categorizados e mensurados e assim realizar a escolha de ações a serem tomadas para mitigação de cada risco.

Ao combinar-se o modelo da NBR ISO 31000 de gerenciamento de riscos e o modelo criado por Damodaran, cria-se um sistema de gerenciamento de risco sólido e alinhado com as expectativas da gestão de ativos. Damodaran (2009) conclui que se podem classificar os riscos em quatro categorias, onde podem ser adequadas para a área de gestão de ativos:

- Risco de mercado versus o risco específico – riscos externos que afetam as empresas, desde mudanças de mercado à entrada de um novo concorrente no mesmo nicho são classificadas nessa etapa;
- Risco operacional versus o risco financeiro – as operações e resultados financeiros ou aumento do preço dos insumos ou sobressalentes de um ativo, por exemplo, são classificados nesta etapa;

- Riscos contínuos versus riscos de evento – o tempo de exposição ao risco ou a probabilidade de um ativo de não cumprir sua função por motivo de falha, por exemplo, são classificados nesta etapa;

- Riscos catastróficos versus riscos menores – o tamanho do impacto que o risco pode gerar, pagamento de multa devido a não entrega de um produto prometido ou uma falha catastrófica de um ativo que pode levar ao ferimento de pessoas, por exemplo, são classificados nesta etapa.

Damodaran (2009) conclui que uma boa gestão de risco possui dez fatores chaves:

- O risco se encontra em todos os lugares;
- O risco pode ser uma ameaça ou uma oportunidade;
- Necessário realizar uma avaliação cuidadosa de cada risco;
- Um único risco pode ter diversas fontes geradoras;
- Todo risco pode ser mensurado;
- As melhores decisões são pautadas em um bom sistema de gestão de risco;
- O sucesso da gestão de risco esta em saber quais são os riscos para os quais se devem adotar proteções, quais devem ser explorados, quais devem ser repassados e quais devem “correr”;
- A gestão de risco possibilita o aumento do valor da empresa;
- Todos participam da gestão de risco;
- As empresas de sucesso gerenciam bem o seu risco.

Spanó (2012) conclui comentando que ao implantar uma correta análise de risco aplicada à gestão de ativos, é necessário foco, já que implanta um sistema de maximização de custos e compreende a política e objetivos estratégicos da organização através do gerenciamento do ciclo de vida dos ativos.

2.6 Ciclo de Vida de um Ativo.

Ouertani *et al.* (2008) propõe que, na visão do utilizador-organização, a natureza interdisciplinar e colaborativa do sistema de gestão de ativos também pode ser obtidas na definição do ciclo de vida de um ativo, como uma sucessão de quatro fases:

- Aquisição – fase onde são envolvidas todas as atividades de análise, junto ao plano técnico e financeiro, planejamento e justificativa para aquisição de novos ativos;
- Implantação – fase onde são envolvidas todas as atividades de instalação, testes e comissionamento;
- Operação e Manutenção – fase onde são envolvidas as atividades de conservação e disponibilidade dos ativos, longevidade e capacidade (qualidade, desempenho e flexibilidade);
- Abate – fase relacionada com a alienação dos ativos

Ouertani *et al* (2008) cita que ao se realizar referência ao ciclo de vida de um ativo físico, está implícito a definição de LCC – Life-cycle Cost (Custo do Ciclo de Vida), onde é imposta uma visão geral da gestão de ativos físicos a partir da fase inicial do projeto até a sua desativação.

Assis (2012) descreve o custo do ciclo de vida como sendo uma técnica de análise que interliga decisões de engenharia e gestão, permitindo o engenheiro a ter uma visão global sobre custos associados aos ativos e aplicar conhecimento sobre o desempenho e custos do passado para inferir sobre o futuro, apoiando suas decisões.

Segundo Kardec *et al* (2014), empresas publicas e privadas comumente adquirem ativos, como equipamentos ou bens de capital, considerando somente os custos de compra, sem qualquer estudo sobre os gastos sobre operação e manutenção do bem. Somente esses gastos de operação e manutenção correspondem por 60 a 75% dos custos do ciclo de vida do ativo.

Para Brown *et al* (1985), o custo do ciclo de vida é definido como um método de cálculo total do bem adquirido durante todo seu tempo de vida útil. Nesse cálculo, é considerado, além do custo de aquisição, todos os custos subsequentes esperados, assim como o valor residual e qualquer outro benefício quantificável.

A soma de todos os capitais gastos no suporte do ativo, desde sua concepção e fabricação, passando pela operação até o fim da vida útil é definido por White e Ostwald (1976). Entende-se que a vida útil decorre até a desativação do equipamento, variando de acordo com o tipo de equipamento. O Custo do Ciclo de vida pode ser classificado de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Classificação do Custo do Ciclo de Vida

Tipo de custo	Exemplos
Custo de aquisição	Investigação, projeto, teste, produção
Custos de distribuição	Transporte, logística, manuseio
Custos de manutenção	Estratégias de manutenção, peças sobressalentes
Custos de operação	Instalações, energia, impostos, seguros
Custos financeiros	Empréstimos, custos de oportunidade
Custos de formação	Formação de operadores
Custos de estoque	Peças e materiais armazenados
Custos de desativação	Desmontagem

Fonte: Assis (2012)

A classificação do custo de vida de um ativo vai desde a aquisição, passando pela logística de transporte, estratégias de manutenção, operação, custos financeiros, de capacitação de operadores, custos de estoque até a desativação do ativo, considerados fundamentais para realização do estudo da aquisição e manutenção do equipamento.

A realização de uma análise do Custo de Ciclo de Vida de um ativo pode ser realizada em qualquer uma das fases da vida de um ativo, sendo as fases de aquisição e reformas as fases mais comuns para a realização desta análise, como cita Kardec *et al* (2014).

O Custo do Ciclo de Vida de um ativo pode ser significativamente superior ao valor de investimento inicial (WOODWARD, 1997), e em muitos dos casos é definido logo na fase de projeto (BESCHERER, 2005). No entanto, os custos de investimento são utilizados pela maioria das empresas como o principal critério de seleção de compra, ou mesmo como o único critério (LINDHOLM E SUOMALA, 2004). Isto se deve em grande parte ao desconhecimento da técnica de análise de custos do ciclo de vida, à falta de uma norma ou de linhas orientadoras que apoiem a implantação desta técnica, e, sobretudo à falta de dados sobre o passado dos ativos (ARDIT E MESSIHA, 1999).

Pode-se compor nos custos de ciclo de vida de um ativo, custos operacionais e custos de capital, denominados por suas características contábeis. Custos operacionais são

conhecidos pela sigla OPEX – *operational expenditure*, e os custos de capital por CAPEX – *capital expenditure* ou *capital expense*, segundo Kardec *et al* (2014).

Barbosa e Souza (2015) conceitua CAPEX como uma expressão inglesa: *Capital Expenditure* (em português, despesas de capital ou investimento em bens de capital), designando o montante de dinheiro gasto na aquisição de bens de capital de uma determinada empresa. Considera-se como CAPEX toda substituição, melhorias de componentes em que se espera trazer benefícios econômicos por mais de um período, via aumento de vida útil ou aumento de produtividade.

Ainda de acordo com Barbosa e Souza (2015),

> OPEX é a sigla da expressão inglesa *Operational Expenditure* (em português, despesas operacionais) e que designa o montante de dinheiro utilizado para manter em operação os bens de capital (CAPEX) de uma determinada empresa, nomeadamente os equipamentos e instalações. O OPEX é, portanto, o custo dispendido continuamente para manter a produção de um produto ou serviço ou para manter em funcionamento um negócio ou um determinado sistema.

A partir da revisão bibliográfica estudada, é possível analisar as técnicas, modelos e conceitos aplicados às empresas estudadas, possibilitando um maior entendimento do presente estudo.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar a metodologia de estudo das etapas que compõem as decisões, planos e atividades que foram aplicadas em estudos de casos que demonstram a contribuição da aplicação de uma gestão de ativos em empresas de grande porte.

Gil (2008) descreve que a pesquisa pode ser como um processo sistemático e formal de desenvolvimento do método científico. Tem como seu objetivo principal descobrir respostas para problemas, através do emprego de procedimentos científicos.

Uma pesquisa pode ser classificada de duas formas:

- Pesquisa qualitativa: utilizada quando se busca descrever a complexidade de determinado problema, não envolvendo manipulação de variáveis e estudos experimentais. Por meio dela, reúnem-se informações sobre os fenômenos investigados com o uso de entrevistas abertas e não direcionadas, depoimentos, histórico de ocorrência dos fatos, estudo de casos (GRESSLER, 2004).
- Pesquisa Quantitativa: de acordo com Gil (2008), pode ser considerado tudo que é questionável. Traduzir em números, opiniões e informações para classificá-los e analisá-los. O uso de recursos e de técnicas estatísticas (média, porcentagem, mediana, moda, etc.) é necessário. Segundo Polit Becker e Hungler (2004) a pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras de lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana.

No presente trabalho adota-se uma pesquisa qualitativa, onde serão estudados casos práticos que demonstram a aplicação do gerenciamento dos ativos empresariais. Não são utilizados métodos estatísticos na nossa análise, mas uma obtenção de dados, estudos de caso e utilização gráfica dos possíveis problemas encontrados.

Para Gil (2008), com base nos objetivos, é possível classificar as pesquisas em três grupos:

- Pesquisas exploratórias;
- Pesquisas descritivas;
- Pesquisas explicativas.

O objetivo de uma pesquisa exploratória é proporcionar maior familiaridade com o problema, ainda pouco conhecido ou explorado, de tal maneiro que o pesquisador possa gerar hipóteses ao final da pesquisa. Este tipo de pesquisa pode envolver levantamentos bibliográficos, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente tem-se uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2008).

Para Triviños (1987), a pesquisa descritiva exige uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

Ainda de acordo com Triviños (1987), a pesquisa descritiva pode ser criticada por existir uma descrição exata dos fatos e fenômenos. Estes não podem ser verificados através da observação. Não existe, por parte do investigador, um exame crítico das informações e os resultados podem ser equivocados. Segundo o autor, as técnicas de coleta de dados, como questionários, escalas e entrevistas, podem ser subjetivas, apenas quantificáveis, gerando imprecisão.

Já pesquisa explicativa, segundo Lakatos e Marconi (2011), tem como objetivo registrar fatos, analisá-los, interpretá-los e identificar suas causas. Essa prática visa definir leis mais amplas, estruturar e determinar modelos teóricos, ampliar generalizações, relacionar hipóteses em uma visão mais unitária do universo ou âmbito produtivo em geral e gerar hipóteses ou ideias por força de dedução lógica.

De acordo com Gil (2008), este tipo de pesquisa é a que mais aprofunda o conhecimento da realidade, tornando este tipo de pesquisa o mais complexo e delicado. É uma pesquisa sujeita a erros, pois depende da análise subjetiva do pesquisador.

Em relação ao objetivo, ainda de acordo com Gil (2008), se trata de uma pesquisa exploratória, pois serão realizados estudos de múltiplos casos, com o objetivo de, ao término do trabalho, ser capaz de identificar os melhores procedimentos aplicados aos processos análise de risco na gestão de ativos de manutenção.

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002).

Para Fonseca (2002), o atual trabalho seria classificado como pesquisa bibliográfica, pois analisa casos práticos aplicados em organizações, visando os melhores procedimentos aplicados. Um estudo de caso, segundo Fonseca (2012) visa conhecer em profundidade a finalidade de uma determinada situação, procurando descobrir o que há de mais essencial e característico neste estudo. A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

3.2 Materiais e Métodos

Vergara (1997) define método como sendo um caminho, uma forma, uma lógica de pensamento. Portanto, os métodos que serão utilizados na pesquisa estão apresentados na figura 9.

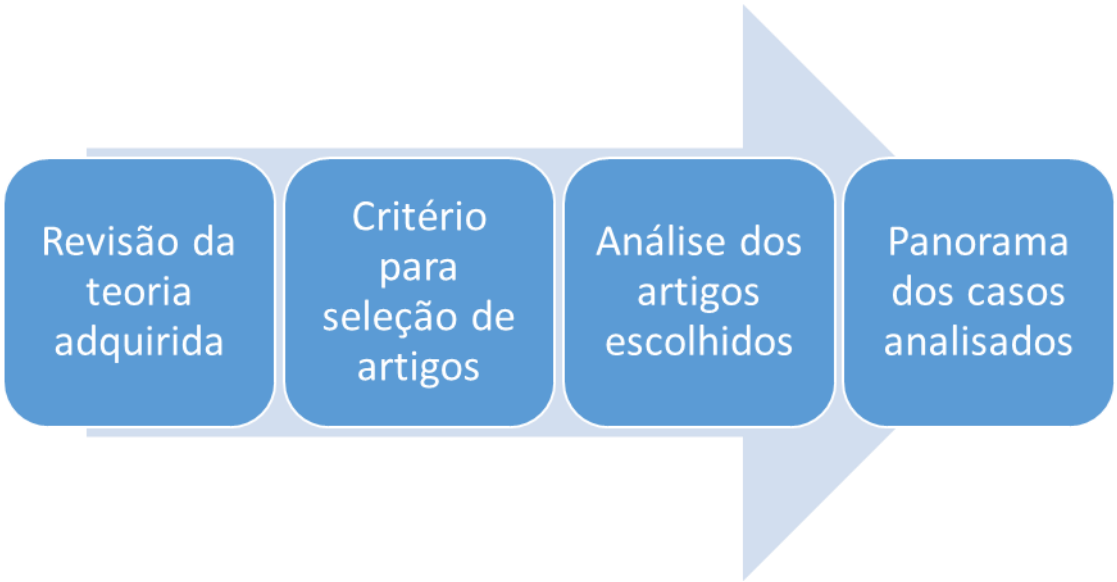

Figura 8: Representação da Metodologia Utilizada
Fonte: Pesquisa Direta (2016)

A figura 9 descreve a metodologia utilizada. Primeiramente se apresenta uma revisão da teoria adquirida, para assim definir o critério que será utilizado para a seleção dos artigos considerados. Após essa seleção, uma análise dos artigos escolhidos será realizada, para assim finalizar com um panorama dos casos selecionados.

3.3 Variáveis e Indicadores

Segundo Lakatos e Marconi (2011), variável pode ser classificada como uma medida, conceito operacional que apresenta valores, aspectos, propriedade ou fator, que pode ser compreendido em um objeto de estudo e passível de mensuração.

A tabela 2 ilustra as variáveis pertinentes à pesquisa, bem como seus respectivos indicadores.

Tabela 2: Variável e Indicadores

Variável	Indicadores
Gestão de ativos	Confiabilidade; Disponibilidade; Mantenabilidade; Custos operacionais; Suportabilidade; Produtibilidade; Maturidade; Identificação dos riscos; Análise dos riscos; Avaliação dos riscos; Tratamento dos riscos; Monitoramento e análise; Riscos operacionais; Metodologia *Balanced ScoreCard*; Metodologia PAM – *PAS 55 Assessment Methodology*; Metodologia *Gap Analysis;*

Fonte: Pesquisa Direta (2016)

A partir do conhecimento das variáveis e dos seus respectivos indicadores é possível obter um maior controle sobre o estudo no que diz respeito a valores e mensurações.

3.4 Instrumento de Coleta de Dados

Neste trabalho serão utilizados instrumentos de coleta de dados, com as seguintes características:

- Observação Direta: baseia-se na atuação de observadores treinados para obter determinados tipos de informações sobre resultados, processos, impactos, etc. Requer um sistema de pontuação muito bem preparado e definido, treinamento adequado dos observadores, supervisão durante aplicação e procedimentos de verificação periódica para determinar a qualidades das medidas realizadas. A observação direta depende mais da habilidade do pesquisador em captar informação através dos cinco sentidos, julgá-las sem interferências e registrá-las com fidelidade do que da capacidade das pessoas de responder a perguntas ou se posicionar diante de afirmações (GIL, 2008);
- Registros Institucionais (ou Análise Documental): de acordo com Gil (2008), uma das primeiras fontes de informação a serem consideradas são a existência de registros na própria organização, sob a forma de documentos, fichas, relatórios ou arquivos em computador. O uso de registros e documentos já disponíveis reduz tempo e custo de pesquisas para avaliação.

Neste presente trabalho serão utilizados os seguintes documentos: Catálogos, Manuais, Livros, Dissertações, Teses, entre outros.

3.5 Tabulação dos Dados

Para tabulação dos dados serão utilizados os *softwares*: Microsoft Word, e Microsoft Excel.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

É descrito neste capitulo a metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho. Analisaram-se as variáveis e indicadores que serão utilizados no desenvolvimento da pesquisa. E por final descreveu-se o tipo de coleta de dados e os softwares utilizados. Logo, a metodologia descrita deverá servir como guia para a obtenção dos resultados e conclusão do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Apresentação de estudos de caso

Este estudo selecionou quatro estudos de casos para verificar a aplicação do tema. Os estudos apresentam as decisões tomadas para atingir uma maior obtenção de valor, contemplando a implantação de um sistema de gestão de ativos alcançando os objetivos propostos.

4.1.1 Estudo de caso 1

Este estudo trata da "Estratégia para gestão de ativos e minimização de riscos operacionais em sistemas de geração hidroelétrica", por Filho (2014), no qual ele propõe a identificação dos riscos encontrados em uma empresa de geração de energia elétrica de grande porte, avaliando seus indicadores de disponibilidade e as respectivas causas. O autor propõe a criação de subsídios para elaboração de uma metodologia de estabelecimento de prioridades, que estão entre a utilização e cuidado com os ativos, desempenho de curto e longo prazo, investimento de capital, custos de operação e riscos e melhora do desempenho da empresa.

Filho (2014) utilizou uma empresa integrante do Sistema Interligado Nacional, a AES Tiete, a qual possui direito de explorar comercialmente 12 usinas hidroelétricas no estado de São Paulo, através de um modelo de concessão, conforme apresentado na figura 10:

Figura 9: Localização das usinas da AES Tietê
Fonte: relatório de sustentabilidade AES Tietê (2012)

A figura 10 apresenta a localização das 12 usinas estudadas por Filho (2014), localizadas no estado de São Paulo. A AES Tietê está entre as maiores companhias privadas

de geração de energia do país, atuando desde 1999. Juntas, somam mais de 2500 MW de capacidade, representando 7,6% da capacidade estadual. A AES Tietê localiza-se na região central e noroeste do estado, operando na hidrovia Tietê-Paraná.

Filho (2014) utiliza a metodologia *Balanced ScoreCard* apresentada por Norton & Kaplan (1997), que divide a gestão da empresa em cinco perspectivas: Financeira, relações públicas, processos internos, tecnologia, pessoas e culturas.

A seguir, o autor realiza o plano de gestão de ativos para cada uma das cinco perspectivas de gestão da empresa.

Pela perspectiva financeira, o plano foi desenvolvido reduzindo a exposição no MRA – Mecanismo de redução de assegurada, aumentando resultados advindos do MRE – Mecanismo de rebaixamento de assegurada – e aprimoramento dos custos operacionais.

De acordo com Filho (2014), MRE é um mecanismo financeiro de compartilhamento do risco hidrológico e está associado à otimização do sistema hidrotérmico, ou seja, realoca entre as usinas a energia gerada baseado na garantia física de cada usina, de modo que as usinas que excederam o total de produção, para àquelas que geraram abaixo do esperado.

Filho (2014) explica também o mecanismo de redução assegurada (MRA), que avalia se as usinas participantes do MRE cumpriram os requisitos de disponibilidade assumidos. O MRA é aplicado desde 2004 em usinas despachadas centralizadamente pela NOS.

Na Perspectiva de publico de relacionamento, Filho (2014) comenta que a AES Tietê, uma empresa que opera em ambiente regulado com quesitos de qualidade para atendimentos ao SIN e outros órgãos relacionados, acompanha os indicadores de desempenho para averiguar o grau de atendimento a expectativas dos públicos de relacionamento, com dois principais objetivos estratégicos: Aperfeiçoar o tempo de indisponibilidade de unidades geradoras e operar com responsabilidade social e ambiental.

Para a perspectiva de processos internos, Filho (2014) cita a relação direta entre a ligação dos objetivos dos processos internos e a perspectiva financeira. Esses objetivos tem impacto direto na perspectiva de público de relacionamento, onde irá influenciar a disponibilidade de unidades geradoras, indicadores ambientais e indicadores de segurança. Com parâmetros como confiabilidade, mantenabilidade e suportabilidade, desempenho dos custos operacionais e produtibilidade, Filho (2014) relata que é possível apontar a atuação necessária para melhoria dos sistemas de ativos.

Na avaliação de risco técnico, Filho (2014) comenta que segue a metodologia de avaliação de gestão de riscos de negócio, composto por levantamento de dados das usinas, entrevistas e o tratamento dos dados a fim de avaliar e quantificar o risco presente.

Ao realizar a avaliação dos ativos da empresa, Filho (2014) comenta que foi necessária uma subdivisão dos sistemas, devido à grande quantidade de equipamentos presentes nas usinas, da seguinte forma:

- Sistemas;
- Subsistemas;
- Equipamentos.

A partir dessa divisão, Filho (2014) descreve como são realizadas as divisões e os detalhamentos necessários para o diagnóstico, a partir de uma árvore funcional, como mostra o exemplo da figura 11:

Nível	
1	SERVIÇO AUXILIAR CORRENTE ALTERNADA
2	*MÉDIA TENSÃO*
3	TRANSFORMADORES
3	DISJUNTORES
3	PAINÉIS / QUADROS
3	REATORES
3	COMANDO E AUTOMATISMO
2	*BAIXA TENSÃO*
3	TRANSFORMADORES SECOS
3	TRANSFORMADORES ÓLEO
3	DISJUNTORES
3	PAINÉIS / QUADROS
3	COMANDO E AUTOMATISMO

Figura 10: Exemplo de árvore de sistemas de usina hidrelétrica
Fonte: Filho (2014)

A figura 11 destaca os níveis de hierarquia de um sistema de uma usina hidroelétrica, onde o primeiro nível apresenta o serviço oferecido pela usina, se subdividindo nos níveis hierárquicos seguintes, chegando até o terceiro nível (equipamentos), onde, segundo Filho (2014), é avaliado em cinco aspectos, com foco na operação e manutenção dos ativos:

- Ficha técnica;
- Histórico de manutenção;
- Anomalias / Pendências / Problemas de projeto / Normas;
- Suporte à manutenção;

- Inspeção em campo.

A partir dessas avaliações, é possível determinar se os ativos estão conforme com as diretrizes da estratégia de gestão de ativos, verificando a confiabilidade, mantenabilidade e suportabilidade (FILHO, 2014).

Filho (2014) então destaca a avaliação das dimensões dos riscos, onde o entrevistador preenche questões relativas a problemas e suas consequências. Além da descrição dos problemas e consequências, o avaliador é responsável pelo preenchimento dos racionais de avaliação.

Ao finalizar o preenchimento destas informações, já existem dados necessários para completar as avaliações dos ativos.

Para a quantificação e qualificação dos riscos, Filho (2014) cita que foram utilizadas duas formas de avaliação: qualificação e quantificação numérica dos riscos. De acordo com Filho (2014), a avaliação qualitativa dos riscos é baseada no conceito de criticidade, como apresentado na tabela 3:

Tabela 3: Exemplo de criticidade dos riscos

CRITICIDADE ZERO	
SEGURANÇA:	3, 4 ou 5
MEIO AMBIENTE:	4 ou 5
MRA:	3, 4 ou 5
VARIAÇÃO AF:	5
VARIAÇÃO EFOR:	5
CUSTO DE REPARO:	5
MULTAS / IMAGEM DA EMPRESA:	5

CRITICIDADE DOIS	
MEIO AMBIENTE:	2
VARIAÇÃO AF:	2
VARIAÇÃO EFOR:	2
CUSTO DE REPARO:	2
MULTAS / IMAGEM DA EMPRESA:	3 ou 2

CRITICIDADE UM	
SEGURANÇA:	2
MEIO AMBIENTE:	3
MRA:	2
VARIAÇÃO AF:	3 ou 4
VARIAÇÃO EFOR:	3 ou 4
CUSTO DE REPARO:	3 ou 4
MULTAS / IMAGEM DA EMPRESA:	4

CRITICIDADE TRES	
SEGURANÇA:	1
MEIO AMBIENTE:	1
MRA:	1
VARIAÇÃO AF:	1
VARIAÇÃO EFOR:	1
CUSTO DE REPARO:	1
MULTAS / IMAGEM DA EMPRESA:	1

Fonte: Filho (2014)

Definida a criticidade do problema, Filho (2014) utiliza a avaliação de probabilidade de ocorrência para assim, verificar sua classificação quanto à importância dos riscos, de acordo com a figura 12:

Figura 11: Matriz de risco
Fonte Filho (2014)

Definidos a importância de cada risco estudado, são selecionados os problemas de gravidade moderado e intolerável, e assim criados planos de ação para eliminá-los ou reduzi-los. Filho (2014) cita que para verificar a ordem de correção de problemas, é necessário classificar os riscos de forma quantitativa.

Filho (2014) então comenta que a definição da estratégia de gestão de ativos foi elaborada após realizar a análise dos dados e as especificações técnicas de construção das usinas e suas funções.

De acordo com Filho (2014), os principais objetivos estratégicos para a gestão de ativos foram:

- Reduzir a exposição no MRA – Mecanismo de Redução assegurada;
- Aumentar resultados advindos do MRE;
- Aperfeiçoar os custos operacionais.

Para a perspectiva de público de relacionamento, Filho (2014) cita que as estratégias foram:

- Aperfeiçoar o tempo de indisponibilidade de unidades geradoras;
- Operar com responsabilidade social e ambiental.

Na perspectiva de processos internos, foram definidos os seguintes parâmetros, segundo Filho (2014):

- Confiabilidade de dados;
- Suportabilidade e mantenabilidade de equipamentos.

Para a análise de risco, Filho (2014) realizou entrevistas com colaboradores, quantificou e qualificou os riscos com os dados coletados e definiu uma lista de prioridades. Assim, foi possível elaborar projetos para eliminar ou mitigar os riscos identificados, como indicado na tabela 4.

Tabela 4: Análise de risco e lista de prioridades

Risk Number	Management	AES Unit	Group	System	Subsystem	Equipment	Description	Risco qualitativo	Risco quantitativo
3	Regional AGV	UHE AGV	BARRAGEM DE CONCRETO	CASA DE FORÇA	GALERIAS	Circuito de Esgotamento	Foi relatado que existe deterioração das tubulações de esgotamento das unidades geradoras. Estas estão apresentando pequenos vazamentos e caso as tubulações se rompam pode haver inundação das galerias.	Intolerável	90,46
5	Regional AGV	UHE AGV	BARRAGEM DE CONCRETO	MURO DE LIGAÇÃO DIREITO (MD)	GALERIAS	Drenagem	Foi relatado que existe a necessidade de limpeza dos drenos de alívio da fundação, canaletas e poço de drenagem. Caso não seja realizada limpeza periódica (bienal) pode haver entupimento dos mesmos (com necessidade de fazer a recuperação)	Intolerável	78,05
11	Regional AGV	UHE AGV	BARRAGEM DE CONCRETO	VERTEDOURO DE SUPERFÍCIE	FACE JUSANTE	Face Jusante	Foi relatado que existe a necessidade de inspeção subaquática da bacia de dissipação, pois existe incerteza sobre a situação atual da mesma, podendo ocultar alguma anomalia na estrutura como erosão.	Moderado	41,24
25	Regional AGV	UHE AGV	BARRAGEM DE CONCRETO	CASA DE FORÇA	FACE JUSANTE	Face Jusante	Foi relatado que existe a necessidade de inspeção subaquática da bacia de dissipação e muros laterias (saída das unidades geradoras), pois existe incerteza sobre a situação atual dos mesmos.	Moderado	41,24
222	Regional AGV	UHE AGV	UNIDADE GERADORA	GERADOR	BARRAMENTOS	UG1 a UG6	Não há histórico de manutenção preventiva, somente corretivas.	Tolerável	3,90
223	Regional AGV	UHE AGV	UNIDADE GERADORA	GERADOR	BARRAMENTOS	UG1 a UG6	Não há histórico de manutenção para ensaios de isolação do barramento blindado. Não há histórico de inspeções gerais nos barramentos blindados.	Tolerável	3,90
226	Regional AGV	UHE AGV	UNIDADE GERADORA	GERADOR	ESTATOR	UG1 a UG6	A última desmontagem de rotor ocorreu em 2003 para manutenção corretiva do estator devido a curtocircuito. Desde 2003 não são realizadas desmontagens para manutenção (inspeção visual,limpeza, etc) dos geradores. A falta de realização de manutenção pode implicar em falhas ocultas e ocorrência de curto-circuito.	Intolerável	77,29
231	Regional AGV	UHE AGV	UNIDADE GERADORA	GERADOR	ESTATOR	UG1 a UG6	Não há contrato guarda-chuva de suporte para esse equipamento, implicando em aumento do tempo e custo de reparo.	Moderado	36,26

Fonte: Filho (2014)

De acordo com a tabela 4 e tabela 5, nota-se a presença de riscos intoleráveis presentes na organização, com riscos quantitativos altos. Os riscos apresentados como intolerável e moderado devem ser contidos rapidamente, existindo ameaça de ocorrência de acidentes com gravidade ou alto custo de reparo.

Após essa priorização, projetos de engenharia foram elaborados para eliminar ou mitigar os riscos identificados, como mostra a figura 13:

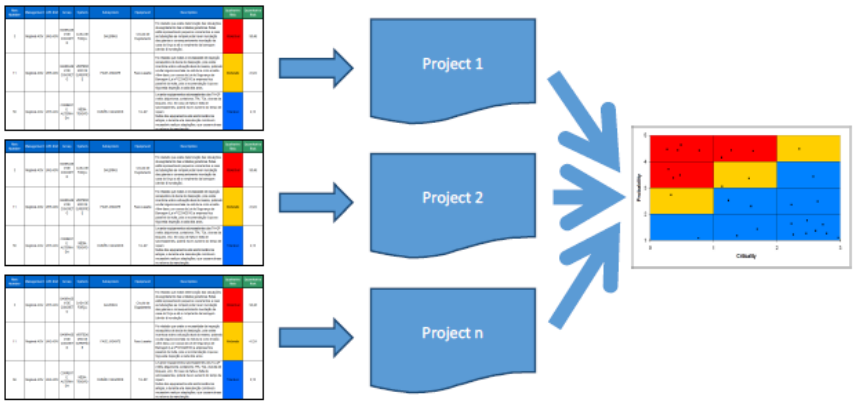

Figura 12: Projetos para controle de risco
Fonte: Filho (2014)

Após a identificação dos riscos, Filho (2014) elaborou um mapa de calor com os projetos, de acordo com a figura 12. O mapa de calor prioriza os projetos em diferentes períodos, dentro do tempo estipulado no planejamento estratégico, de acordo com a relação criticidade x probabilidade.

A partir dos dados coletados, Filho (2014) realiza o monitoramento dos indicadores de desempenho e identifica os modos de falhas recorrentes e respectivas causas, sendo assim, capaz de criar subsídios para a elaboração de uma metodologia para otimização de conflitos de prioridades entre utilização e cuidados com ativos, desempenho de curto e longo prazo, investimentos de capital, custos de operação e riscos, visando à otimização do desempenho da empresa.

4.1.2 Estudo de caso 2

Para o estudo de caso “Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águasp., Coelho (2015) realiza o estudo na empresa Águas do Algarve S.A., do grupo Águas de Portugal, que tem como objetivo principal o fornecimento de água

potável para cerca de meio milhão de habitantes em época de baixa temporada e perto de um milhão e meio de litros em épocas de alta temporada.

Coelho (2015) escolheu a estação de tratamento de água de Alcantarilha para realizar o levantamento de dados e informações para serem utilizados no estudo. O local foi escolhido por ser, essencialmente, a maior e mais completa estação de tratamento do grupo, além de possuir uma infraestrutura adequada e diferentes sistemas de ativos.

Para o estudo, o autor utilizou-se da metodologia PAM – *PAS 55 Assessment Methodology*, que utiliza um programa que consiste em avaliar a posição de uma organização em relação aos requisitos da PAS 55 conforme apresentado pela tabela 5. A PAM consiste em aplicar perguntas com diferentes pesos associados aos requisitos da norma, direcionadas a pessoas com competências na área em questão ou a um grupo de pessoas específicas.

Tabela 5: Questões de acordo com a PAS 55: 2008, adaptado de "Self-Assessment Methodology"

Secção	Requisito	Título do Requisito	Nº de questões (Requisito)	Nº de questões
4.1	4.1	Requisitos Gerais	2	2
4.2	4.2	Política da Gestão de Ativos	6	6
4.3	4.3.1	Estratégia da Gestão de Ativos	10	27
	4.3.2	Objetivos da Gestão de Ativos	7	
	4.3.3	Planos da Gestão de Ativos	7	
	4.3.4	Planos de Contingência	3	
4.4	4.4.1	Planos de Contingência	9	52
	4.4.2	Terceirização das Atividades da Gestão de Ativos	3	
	4.4.3	Formação, Sensibilização e Competência	5	
	4.4.4	Comunicação, Participação e Consulta	6	
	4.4.5	Documentação do Sistema da Gestão de Ativos	3	
	4.4.6	Gestão da Informação	7	
	4.4.7.1	Processos da Gestão de Risco	2	
	4.4.7.2	Metodologia da Gestão de Risco	4	
	4.4.7.3	Identificação e Avaliação de Risco	3	
	4.4.7.4	Uso e Manutenção da Informação de Risco do Ativo	4	
	4.4.8	Condições Legais	3	
	4.4.9	Gestão de Mudanças	3	
4.5	4.5.1	Atividades do Ciclo de Vida	6	7
	4.5.2	Ferramentas, Instalações e Equipamentos	1	
4.6	4.6.1	Desempenho e Controlo de Condição	4	22
	4.6.2	Investigação de Falhas nos Ativos, Incidentes e Não conformidades	4	
	4.6.3	Avaliação de Conformidade	1	
	4.6.4	Auditoria	5	
	4.6.5.1	Ações Corretivas e Preventivas	4	
	4.6.5.2	Melhoria Contínua	3	
	4.6.6	Histórico	1	
4.7	4.7	Revisão do Sistema de Gestão	5	5
Total			121	121

Fonte: Coelho (2015)

A metodologia de avaliação da PAM compreende:

- Orientação geral de suporte para o utilizador na aplicação da PAS 55 metodologia de avaliação;

- Questionário onde um utilizador avaliará a abordagem da organização na adoção e resposta a cada um dos vinte e oito requisitos da norma;
- Orientação e conselhos sobre cada pergunta;
- Escala de maturidade com base no IIMM – *international infraestructure management manual*, fornecendo os resultados da avaliação em uma escala de zero a quatro;
- Uma ferramenta elaborada no *software* Excel que incorpora perguntas e respostas com orientações sobre cada questão.

De acordo com Coelho (2015), a metodologia é composta por cento e vinte e uma perguntas, que devem ser respondidas de forma rigorosa pelos entrevistados para o melhor aproveitamento do estudo. Para se obter resultados satisfatórios, foram escolhidos colaboradores que possuem melhor conhecimento e influência sobre o tema.

Segundo Coelho (2015), os entrevistados foram:

1- Responsável pela gestão de ativos e programa de manutenção;

2- Responsável chefe da área de manutenção;

3- Responsável pela empresa prestadora de serviços de manutenção;

4- Responsável pela gestão de risco;

5- Técnico de manutenção, responsável pela manutenção dos ativos.

Com objetivo de tornar as respostas imparciais, Coelho (2015), o entrevistador realizou as perguntas de modo que os entrevistados não tivessem as respostas disponíveis, isto é, as explicações seriam de modo a narrar o contexto da organização em relação às perguntas feitas. Após o final das perguntas, elas seriam enquadradas da melhor maneira no estado de maturidade do *software*.

Assim, após a avaliação das perguntas, Coelho (2015) cita que foi possível identificar o estado de maturidade da organização, apontando eventuais lacunas no sistema de gestão de ativos e corrigi-las através de orientações, de modo a obter a certificação segundo a PAS 55.

4.1.3 Estudo de caso 3

Fecha (2012) realizou o estudo "Aplicação da PAS 55 na operação da rede elétrica de distribuição – departamento de operação e manutenção da direção de telecontrolo" onde descreve a metodologia utilizada da PAS 55 ao departamento de operação e manutenção do Porto (OMPRT) que faz parte da operadora da rede elétrica de distribuição de Portugal.

O departamento de Operação e Manutenção do Porto (OMPRT) está incluído no departamento de Operação e Manutenção da direção de Automação e Telecontrolo da EDP Distribuição, operadora portuguesa da rede de distribuição de energia elétrica, conforme ilustrado na figura 14:

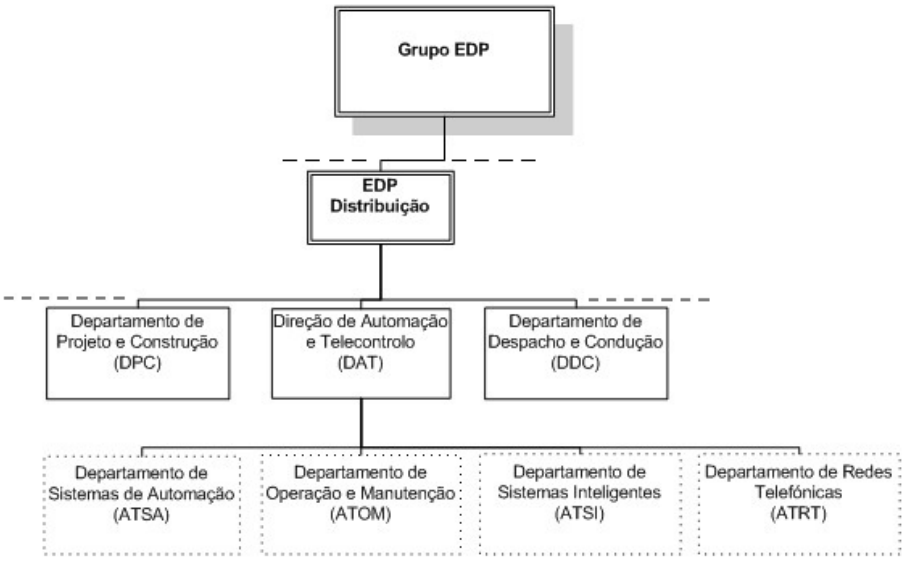

Figura 13: Hierarquização do grupo EDP
Fonte: Fecha (2012)

De acordo com Fecha (2012), há um uso intensivo de ativos instalados no terreno das operadoras de rede e distribuição, por isso, o funcionamento adequado dos equipamentos é fundamental para atingir os objetivos corporativos da empresa e sua sustentabilidade.

Fecha (2012) comenta que a partir de exemplos de aplicação da PAS 55 no mundo empresarial é possível identificar, a partir de uma *Gap Analysis*, um denominador comum nos vários processos de implementação da PAS 55. Com utilização desta ferramenta, pode-se avaliar e balancear o desempenho de metas da empresa.

A ferramenta utilizada por Fecha (2012) compara o estado atual de funcionamento do departamento em estudo, tendo em conta um determinado grupo de requisitos ou expectativas.

A utilização possibilita definir recursos, planejar fases do trabalho e estimar o tempo necessário para a execução de soluções.

Segundo Fecha (2012), o departamento de operação e manutenção está dividido em quatro grandes grupos, onde estão os ativos físicos que serão analisados pelo *Gap Analysis*. Os grupos ilustrados pela figura 15 são: o sistema de proteção, sistemas de comando e controle, sistemas de telecomunicação e sistemas de telecomando centralizado.

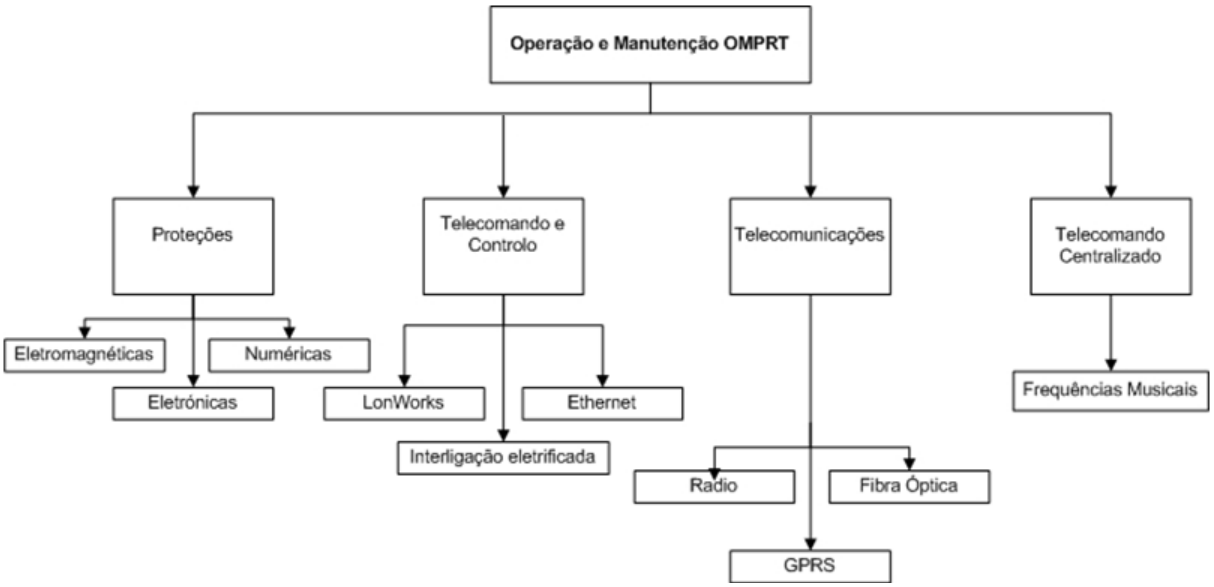

Figura 14: Áreas de operação e manutenção da OMPRT
Fonte: Fecha (2012)

Os grupos são responsáveis por diferentes áreas da operação e manutenção, onde estão localizados ativos importantes que necessitam de atenção necessária para o pleno funcionamento da empresa, de acordo com Fecha (2012).

Os principais tópicos do *Gap Analysis*, segundo Fecha (2012), são:

- Estado atual do departamento, em vista da PAS 55;
- Identificação das áreas do departamento a melhorar;
- Número de requisitos já assegurados;
- Estimar trabalho necessário até a certificação.

Para verificar os requisitos estabelecidos pelo departamento, Fecha (2012) utilizou uma *checklist* com 28 requisitos da PAS 55. Cada qual foram comparados com as práticas utilizadas pelo departamento com os requisitos da norma, a fim de verificar se estão de acordo ou não.

Os 28 requisitos para implementação de um sistema de gestão de ativos da PAS 55, de acordo com Fecha (2012), encontram-se na norma PAS 55-1 subdivididos em sete seções, conforme ilustrado na figura 16. São eles: requisitos gerais, políticas da gestão de ativos, implementação de planos de gestão de ativos ou a revisão da gestão.

Figura 15: Seções da PAS 55
Fonte: Fecha (2012)

A PAS 55 está organizada por seções abordadas pelos requisitos gerais, políticas, estratégias, objetivos, planos, controle, implementação, avaliação de desempenho e revisão da gestão. Cada seção é composta com especificações a cumprir de forma a certificar que as melhores práticas estão sendo realizadas na gestão de ativos.

No estudo realizado, Fecha (2012) visa obter conhecimento das práticas realizadas pelo departamento, de modo a compreender se estão conforme aos 28 requisitos na norma. A partir dos resultados apresentados posteriormente, será possível verificar os pontos onde é necessário alterar ou iniciar processos de adequação.

4.1.4 Estudo de caso 4

Niquele (2012), autor do estudo “Avaliação do desempenho da gestão de ativos após a suspensão do programa de manutenção autônoma em uma indústria de cartões de PVC”, apresenta dados obtidos após a suspensão do programa PIT STOP de manutenção autônoma e inserção do programa de gestão de ativos. O autor realiza uma comparação com os dados adquiridos para comparar os programas utilizados.

A empresa estudada por Niquele (2012) desenvolve, fabrica e vende produtos de segurança digital, atuando em 42 países. A empresa trabalha sobre o sistema de gestão integrada, composta pelas normas ISO 9001, ISO 14001 e OSHAS 12001.

Niquele (2012) realiza o estudo na área de produção *embedding,* onde ocorre a caracterização dos cartões inteligentes *Smart cards* e *Sim cards.*

De acordo com Niquele (2012), ao final do ano de 2011, a empresa iniciou uma mudança significativa no quadro de colaboradores, realocando-os para outras áreas, gerando impacto negativo no projeto PIT STOP. O programa de manutenção autônoma tinha configuração centralizada até o segundo semestre de 2011.

Após a extinção do programa, Niquele (2012) comenta que a empresa implantou o sistema de gestão de ativos, descentralizando a área de manutenção da empresa. A partir disso, realizou-se auditorias em procedimentos de manutenção existentes, relacionando o grau de eficácia para cada método que estava implementado no antigo projeto PIT STOP.

Segundo Niquele (2012), os problemas apontados nas auditorias foram:

- Baixa eficiência de manutenção;
- Grande incidência de retrabalhos;
- Conhecimento técnico dos colaboradores desigual;
- Falta de padronização para intervenções de maior criticidade;
- Controles diários mal preenchidos;
- Ineficiência de estoque;
- Inexistência de acompanhamento de fluxo de compras entre pedidos e recebimentos de itens;
- Análises de falhas não realizadas;

- Falha de comunicação;
- Operadores com pouco conhecimento dos equipamentos;
- Falta de ações de manutenção preditiva;
- Planos de manutenções preventivas obsoletos.

De acordo com Niquele (2012), a manutenção autônoma não estava sendo executada corretamente, pois operadores experientes que estava anteriormente no setor foram substituídos por pessoas sem experiência e sem conhecimentos necessários.

Conforme Niquele (2012), para se atingir os melhores níveis de indicadores de classe mundial de manutenção, não seria viável reativar o projeto de manutenção autônoma, e que a metodologia de gestão de ativos poderia surtir melhor efeito dentro de um menor prazo.

Assim, de acordo com Niquele (2012), após a implantação do sistema de gestão de ativos, foram realizadas reuniões periódicas como ferramenta de acompanhamento das conclusões das ações. Foi reforçado o envolvimento do corpo técnico nas ações necessárias apontados planos de ação, aumentando a interação com problemas e soluções de maior eficácia.

Após a coleta de dados realizada com reuniões com o gerente de manutenção, entrevistas com coordenador de gestão de ativos, auditoria de documentos e processos e entrevistas com operadores, Niquele (2012) cita que foram realizados filtros da documentação a fim de organizar e facilitar a análise.

De acordo com Niquele (2012), o projeto PIT STOP estava falido, e era necessária a implantação de um novo sistema de gestão. Será possível verificar a eficácia do sistema de gestão de ativos a partir dos resultados apresentados posteriormente.

4.2 Resultado dos estudos

4.2.1 Resultado estudo de caso 1

Após as coletas de dados, Filho (2014) comenta que os resultados alcançados através da implantação do sistema de gestão de ativos podem ser observados na tabela 6:

Tabela 6: Objetivos estratégicos principais

Alavanca Financeira	Objetivos Estratégicos	Indicador
Otimizar Recursos Financeiros	Otimizar os custos operacionais	NCOM
	Aumentar resultados advindos do MRE	TEO
	Reduzir exposição no MRA	FID
Satisfazer clientes	Otimizar tempo de indisponibilidade das unidades geradoras	EAF
		TEPF
	Operar com responsabilidade social e ambiental	Indicadores de sustentabilidade

Fonte: Filho (2014)

Através dos indicadores apontados pela tabela 6, é possível identificar se ocorreram resultados positivos nos objetivos estratégicos assinalados por Filho (2014). Os requisitos financeiros e a satisfação dos clientes são os principais atributos assinalados para identificação de resultados.

Segundo Filho (2014), após a análise de dados e planejamento de execução de projetos de mitigação de riscos, nota-se a evolução dos indicadores através de:

1. Redução no NCO&M a um ciclo orçamentário de 2014 a 2018, conforme a figura 17, após planejamento de intervenção de renovação dos ativos principais, assim, evitando gastos com manutenções emergenciais e de urgência.

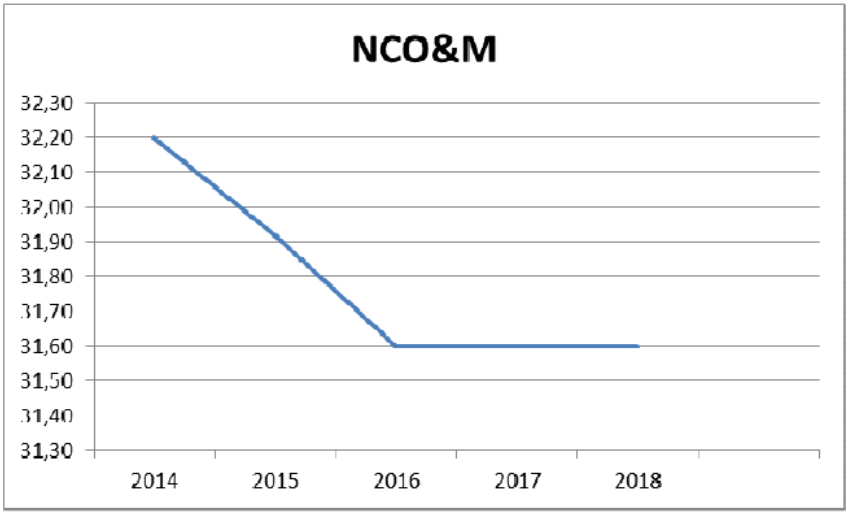

Figura 16: Não combustível O&M/KW (US$/KW)
Fonte: Filho (2014)

Nota-se, através da figura 17, uma redução de 1,9% nos gastos com manutenção e custos operacionais de 2014 a 2016 e previsão de estabilização nos dois anos subsequentes.

2. Para o período de 2011 a 2013, a figura 18 relata aumento da disponibilidade das unidades geradoras, com tendência de alta nos próximos anos projetando maiores ganhos com a TEO.

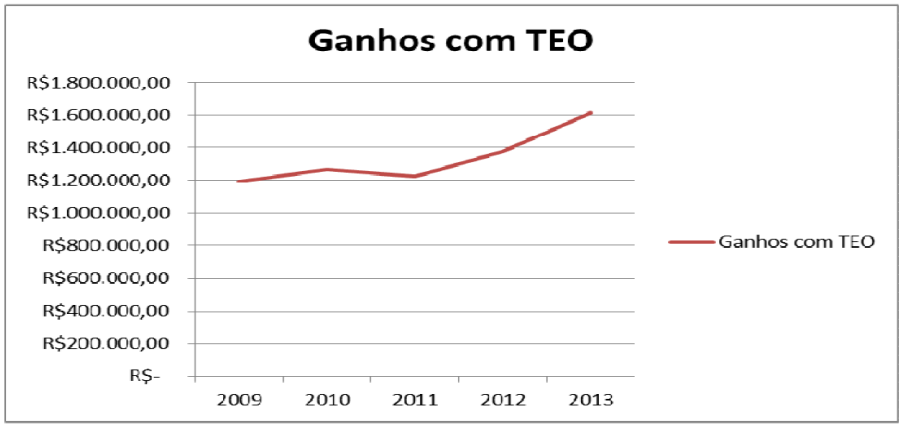

Figura 17: Ganhos com a TEO (R$ / Anos)
Fonte: Filho (2014)

Através dos resultados advindos do MRE, é possível notar um aumento em mais de 30% de 2009 a 2013, com pretensão a uma maior alta de ganhos com a tarifa equivalente de operação.

3. A figura 19 apresenta o fator equivalente de paradas de emergência, onde obteve uma redução de 75% desde 2009.

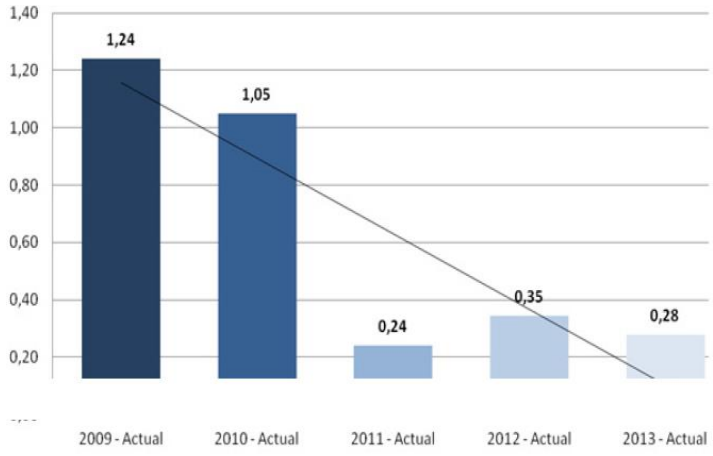

Figura 18: Evolução do fator equivalente de paradas de emergência
Fonte: Filho (2014)

A partir da figura 19, é possível constatar que a taxa equivalente é de 1,24 paradas de emergência no ano de 2009. Em 2010 essa taxa obteve uma queda pequena, seguido por

fatores de paradas bem abaixo dos anos anteriores, obtendo 0,24 em 2011 seguido por 0,35 em 2012 e 0,28 em 2013.

4. O fator equivalente de disponibilidade apresenta ascendência após 2010 e tendência de alta após 2015, conforme apresentado pela figura 20.

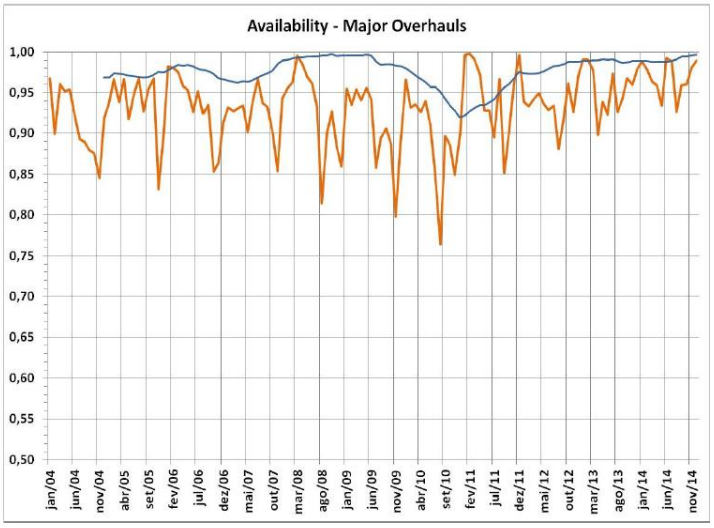

Figura 19: FED x TEMPO - Disponibilidade desconsiderando grandes manutenções
Fonte: Filho (2014)

A disponibilidade das usinas desconsiderando grandes manutenções, de acordo com a figura 20, mostra grandes quedas de disponibilidade no decorrer dos anos, resultando em altas perdas monetárias. A partir do final de 2010, esses picos de baixa disponibilidade diminuíram, tendendo a estabilidade e menores picos de quedas a partir de 2015.

5. A tabela 7 apresenta o resultado socioambiental nos anos após implantação do sistema de gestão de ativos, que mostrou uma evolução na maioria dos indicadores, principalmente relacionados à segurança de pessoas.

Tabela 7: Resultado sócio ambiental

INDICADOR	2012	2013		
SEGURANÇA	Realizado	Meta	Realizado	Status
Nº total de acidentes fatais	0	0	0	✓
Taxa de frequência (TF) de acidentes com colaboradores	0	0	0	✓
Taxa de frequência (TF) de acidentes com contratadas	4,81	5,11	5,05	✓
Taxa de gravidade (TG) de acidentes com colaboradores	0	0	0	✓
Taxa de gravidade (TG) de acidentes com contratadas	0	0	0	✓
Nº total de acidentes com população	0	0	0	✓
GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL	Realizado	Meta	Realizado	Status
Capacidade instalada adicionada ou em construção (MW)	ND	3.000	ND	ND
EFICIÊNCIA NO USO DE RECURSOS NATURAIS	Realizado	Meta	Realizado	Status
Resíduos reciclados e/ou reaproveitados / Quantidade de resíduos gerados (%)	85%	10%	95%	✓
Emissões de CO_2 diretas e indiretas (tCO2e)	621	154	884	x
EFICIÊNCIA NO USO DE RECURSOS ENERGÉTICOS	Realizado	Meta	Realizado	Status
Consumo próprio de energia elétrica (MWh)	25.189	25.247	26.962	x
DESENVOLVIMENTO E VALORIZAÇÃO DE COLABORADORES	Realizado	Meta	Realizado	Status
Taxa de rotatividade voluntária – colaboradores próprios (%)	6,04%[2]	ND	5,33	ND
DESENVOLVIMENTO E VALORIZAÇÃO DE COMUNIDADES	Realizado	Meta	Realizado	Status
Nº de beneficiados pelos projetos sociais da empresa (mil)	148,5	148,5	175,5	✓

Fonte: Filho (2014)

O resultado socioambiental apresentado na tabela 7 exibe indicadores referentes à segurança, geração de energia sustentável, eficiência no uso de recursos naturais e energéticos, desenvolvimento e valorização de colaboradores e desenvolvimento e valorização de comunidades. Somente emissões de CO_2 e consumo próprio de energia elétrica não obtiveram sucesso na execução da meta estabelecida.

Segundo Filho (2014) após a implantação do projeto de gestão de ativos, vários benefícios foram gerados, tanto operacionais quanto financeiros. Além dos resultados descritos, benefícios intangíveis foram identificados, tais como:

6. Aumento da satisfação do consumidor de energia com o desempenho melhorado e entrega de serviço para os padrões exigidos;
7. Desempenho de segurança, saúde e meio ambiente melhorado;
8. Crescimento ou retorno em investimento potencializado;
9. Planejamento em longo prazo, sustentabilidade do desempenho e confiança;
10. A habilidade para demonstrar a melhor compra dentro de um regime restrito de verbas;
11. Evidência, na forma de processos sistemáticos e controlados, para demonstrar conformidade estatutária, reguladora e legal;

12. Gestão melhorada de riscos e de governança corporativa e auditoria clara para a adequação na tomada de decisão e seus riscos associados;
13. Reputação corporativa melhorada, os benefícios que incluem aumento de remuneração ao acionista;
14. A habilidade de demonstrar que o desenvolvimento sustentável é ativamente considerada dentro da gestão de ativos sobre seus ciclos de vida.

Filho (2014) comenta que em dezembro de 2012, a AES Tietê obteve a certificação PAS 55 por empresa de auditoria externa, sendo a primeira empresa a ser certificada na América Latina.

4.2.2 Resultado estudo de caso 2

Após os dados serem recolhidos dos entrevistados e inseridos no *software,* Coelho (2015) apresenta na tabela 8 um resumo das respostas dadas a cada um dos requisitos presentes.

Tabela 8: Níveis de maturidade de cada requisito

SEÇÃO	REQUISITO	TÍTULO DO REQUISITO	NÍVEL DE MATURIDADE
4.1	4.1	Requisitos Gerais	2,0
4.2	4.2	Política da Gestão de Ativos	2,7
4.3	4.3.1	Estratégia da Gestão de Ativos	2,8
	4.3.2	Objetivos da Gestão de Ativos	2,6
	4.3.3	Planos da Gestão de Ativos	2,2
	4.3.4	Planos de Contingência	3,0
4.4	4.4.1	Estrutura, Autoridades e Responsabilidades	2,3
	4.4.2	Terceirização das atividades da gestão de ativos	3,0
	4.4.3	Formação, Sensibilização e Competência	2,2
	4.4.4	Comunicação Participação e Consulta	2,3
	4.4.5	Documentação do Sistema da Gestão de Ativos	2,0
	4.4.6	Gestão da Informação	3,0
	4.4.7.1	Processos da Gestão de Risco	2,0
	4.4.7.2	Metodologia da Gestão de Risco	2,3
	4.4.7.3	Identificação e Avaliação de Risco	2,8
	4.4.7.4	Uso e Manutenção da Informação de Risco do Ativo	3,0
	4.4.8	Condições Legais	3,0
	4.4.9	Gestão de Mudanças	2,0
4.5	4.5.1	Atividades do Ciclo de Vida	2,5
	4.5.2	Ferramentas, Instalações e Equipamentos	3,0
4.6	4.6.1	Desempenho e Controle de Condição	2,0
	4.6.2	Investigação de Falhas nos Ativos Incidentes e Não Conformidades	2,0
	4.6.3	Avaliação de Conformidade	3,0
	4.6.4	Auditoria	2,6
	4.6.5.1	Ações Corretivas e Preventivas	2,3
	4.6.5.2	Melhoria Contínua	2,0
	4.6.6	Histórico	3,0
4.7	4.7	Revisão do Sistema de Gestão	2,4
MÉDIA			**2,5**

Fonte: Coelho (2015)

Conforme cita Coelho (2015), o *software* além de apresentar resultados individuais de cada pergunta, permite a visualização dos resultados em forma gráfica, permitindo a análise e compreensão dos resultados mais facilmente, como mostra a figura 21:

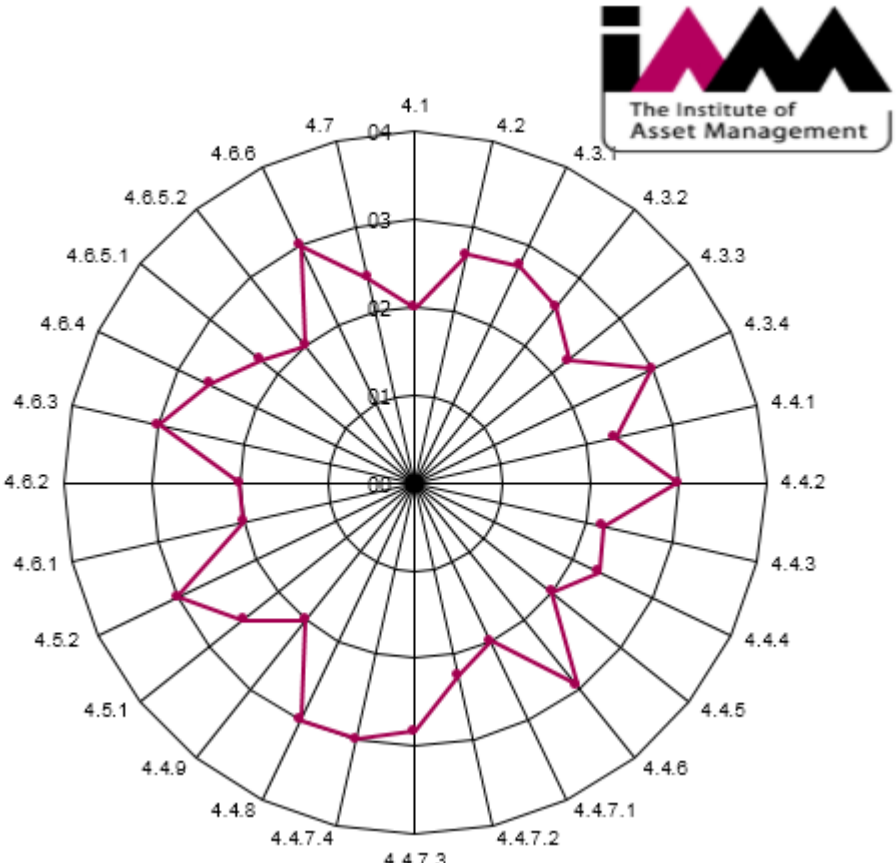

Figura 20: Avaliação final da organização
Fonte: Coelho (2015)

De acordo com Coelho (2015), a figura 21 mostra números na parte exterior do gráfico, que equivalem aos tópicos da PAS 55 (2008), começando pelo tópico 4.1 e terminando no 4.7. Os níveis de maturidade são apresentados pelos quatro círculos presentes.

Segundo Coelho (2014), observando a tabela 8 e a figura 21, nota-se que a empresa já possui uma boa compreensão das exigências da PAS 55, pois possui o segundo nível de maturidade em todos os requisitos da norma, mas não possui o ideal, pois não atende em nenhum requisito o quarto nível de maturidade.

Coelho (2015) comenta que os requisitos 4.1 – Requisitos Gerais, 4.4.5 – Documentação do Sistema da Gestão de Ativos, 4.4.7.1 – Processos da Gestão de Risco, 4.4.9 – Gestão de Mudanças, 4.6.1 – Desempenho e Controle de Condição, 4.6.2 - Investigação de Falhas nos Ativos, Incidentes e não Conformidades, e 4.6.5.2 – Melhoria Contínua, estão no segundo nível de maturidade da PAS 55. Nesse nível, de acordo com Coelho (2015), a empresa apresenta uma fase de desenvolvimento do sistema de gestão de ativos. Os processos

de aplicação e incorporação dos requisitos de compreensão das exigências da norma estão neste nível, de acordo com Coelho.

Já os requisitos 4.3.4 – Planos de Contingência, 4.4.2 – Terceirização das Atividades da Gestão de Ativos, 4.4.6 – Gestão da Informação, 4.4.7.4 - Uso e Manutenção da Informação de Risco do Ativo, 4.4.8 – Condições Legais, 4.5.2 – Ferramentas, Instalações e Equipamentos, 4.6.3 – Avaliação de Conformidade e 4.6.6 – Histórico, Coelho (2015) cita que atingiram o terceiro nível de maturidade da PAS 55, o qual significa que a empresa apresenta competência e uma fase de otimização e integração, no entanto podem existir algumas inconsistências, como falta de comunicação e documentação.

Segundo Coelho (2015), nos restantes treze requisitos, o nível de maturidade não é bem definido, pois a norma não define uma delimitação específica, ou seja, não estabelece onde começa e onde termina um nível.

De maneira geral, Coelho (2015) verificou que a empresa situa-se entre o segundo e o terceiro nível de maturidade da PAS 55, onde nota-se pela tabela que a empresa obteve uma média de 2,5 nos requisitos. Com essa pontuação, pode-se determinar que a empresa apresenta uma fase de incorporação em alguns requisitos da norma, e outros em uma fase de integração e aprimoramento. Conclui-se que a organização é competente na realização da gestão de ativos, porém poderá sofrer alterações caso a empresa não dê a devida atenção a certos requisitos.

4.2.3 Resultado estudo de caso 3

A partir dos resultados obtidos através do *Gap Analysis* realizado por Fecha (2012), apresenta-se na tabela 9 os pontos onde serão necessários alterar ou iniciar processos para alinhamento com a norma e pontos que não será necessário, pois os procedimentos aplicados cumprem com os requisitos da PAS 55. Com base nesses pontos, o autor realizou uma análise comparativa de seis pontos positivos fortes e sete pontos a melhorar, descritos a seguir.

Tabela 9: Quadro de resumo dos pontos asseguradores e a melhorar no departamento

PONTOS ASSEGURADOS	**PONTOS A MELHORAR**
Sistema de monitorização	Identificação de risco e sua avaliação
Registro de incidentes, eventos e alertas	Indicadores de desempenho dos ativos (aumentar análise interna de indicadores para além dos avaliados atualmente)
Verificação de legislação e regulamentação	Documentação sobre guias e procedimentos na operação dos sistemas do departamento
Controle e avaliação de *outsourcing*	Futuras funcionalidades e caminho a seguir em longo prazo
Análise de incidentes na rede elétrica	Sistemas de informação, problemas de estrutura e alcance
Comunicação de informações entre *stakeholder (entre departamentos)*	Análise do ciclo de vida dos ativos do sistema
	Estrutura da gestão de ativos (políticas, estratégias, objetivos e planos)

Fonte: Fecha (2012)

Conforme Fecha (2012) demonstra na tabela 9, os sistemas de monitorização da rede elétrica já são assegurados pelo departamento de operação e manutenção, pois dispõe de mecanismos e processos que permitem a monitorização em tempo real das medidas nas instalações. A estrutura do sistema também permite que todos os eventos associados ao sistema elétrico sejam registrados de forma a possibilitar uma análise posterior.

A constatação do cumprimento da legislação em vigor, de acordo com Fecha (2012), é necessária para obter confiança da organização junto aos seus *stakeholder*, e confirmar o

alinhamento com as estratégias e políticas do país que se encontra. A empresa em questão realiza análises periódicas desse ponto, a fim de evitar surpresas que poderão condicionar ou impossibilitar suas políticas ou planos estratégicos.

A concessão de trabalhos e processos a empresas terceiras gera responsabilidades, processos e objetivos que essas prestadoras de serviços têm a cumprir. Fecha (2012) cita que existe uma regulamentação em vigor que se encontra alinhada e cumpre os requisitos da norma.

Os sistemas de informação em vigor na organização, de acordo com Fecha (2012), abrangem grande parte dos pontos de interesse do departamento. Entretanto, os sistemas apresentam-se estagnados, impedindo o crescimento e tratamento dos dados do sistema de ativos, os quais são necessários para a implementação dos requisitos dos sistemas de gestão de ativos da PAS 55. A necessidade da otimização da estrutura do sistema de informação permitiria um tratamento de dados em maior número, fornecendo informações importantes aos gestores da organização, manutenção e estados dos ativos.

Segundo Fecha (2012), um dos pontos fortes da organização é a comunicação entre as partes interessadas do departamento. As práticas atuais de troca de informações entre os departamentos da empresa e também com seus prestadores de serviços evitam desentendimentos dos processos e procedimentos.

Outro ponto forte da organização, conforme cita Fecha (2012), seriam os procedimentos para análise de incidentes na rede elétrica. No entanto, a realização de uma análise mais minuciosa poderia trazer benefícios na operação do sistema, detecção de falhas e avaliação do sistema de ativos, otimizando os índices de confiabilidade do departamento.

Um dos pontos que necessitam de atenção especial, segundo Fecha (2012), é a identificação e avaliação de riscos. Os procedimentos adotados atualmente no departamento são escassos e dificultam a avaliação do risco em várias áreas de operação do departamento, necessidades de substituição de tecnologias em vigor ou identificação da manutenção necessária para os ativos.

Fecha (2012) comenta sobre a necessidade de aumentar a análise dos indicadores de desempenho dos ativos para além dos avaliados atualmente, o que permitiria aos gestores da organização uma verificação mais profunda das condições dos ativos, níveis de confiabilidade e priorização dos equipamentos com necessidade de substituição.

De acordo com Fecha (2012), a organização possui um sistema de documentação de processos e procedimentos fundamentais para novos colaboradores se inteirarem dos métodos usados no departamento. Esse sistema de documentação também é importante para evitar duvidas, clarificando procedimentos a adotar. Há uma necessidade do uso mais abrangente destas práticas, para aumentar a eficiência na resposta de avarias nos sistemas.

Um dos requisitos fundamentais da norma, segundo Fecha (2012), é composto pelas informações sobre o ciclo de vida dos ativos. A empresa não possui informações que possam efetuar uma análise de todos os custos e procedimentos realizados a um determinado ativo ou sistema de ativos. A necessidade de uma informação concreta sobre esse requisito é importante para providenciar informações aos gestores da organização, de forma a esta ser incluída no planejamento das políticas, estratégias e objetivos da gestão de ativos da organização.

A partir dos dados coletados e comentários realizados no *Gap Analysis*, Fecha (2012) realizou uma análise de percentagens dos requisitos, conforme ilustrado pela figura 22.

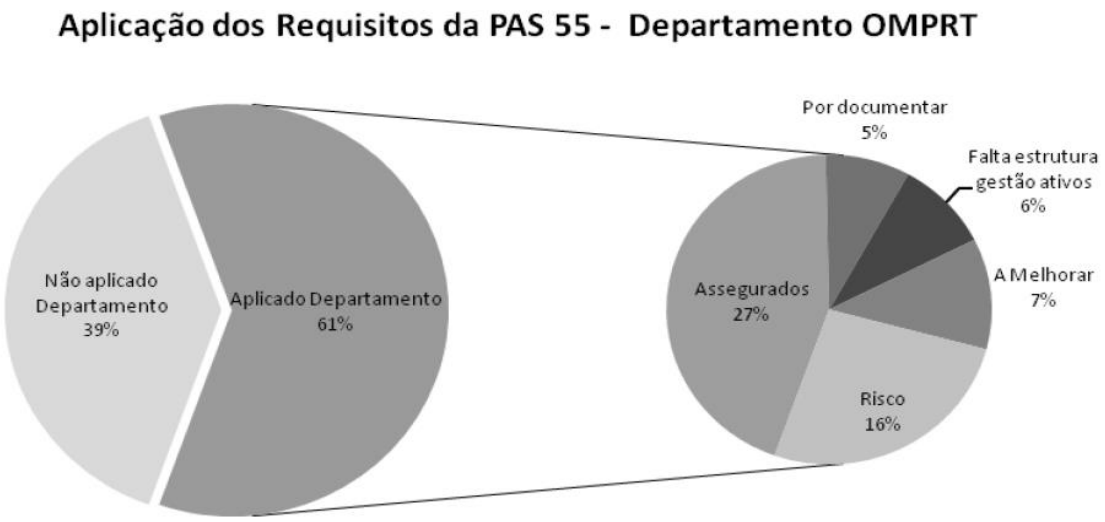

Figura 21: Resultados da *Gap Analysis*
Fonte: Fecha (2012)

Analisando a figura 22, é possível perceber que 39% dos requisitos da PAS 55 não se aplicam ao departamento OMPRT. Assim, é possível observar que os 61% dos requisitos foram divididos em: 27% assegurados pela norma, enquanto 34% não se encontram assegurados. Esses 34% foram divididos em quatro classes principais, sendo elas: falta de

estrutura de gestão de ativos, falta de documentação, necessidade de melhorar atividades atuais e falta de avaliação de risco do departamento.

Fecha (2012) ainda comenta que realizou uma análise mais detalhada dos processos de gestão de risco e sistemas de documentação, exibindo soluções e avaliando os benefícios após a implantação destes.

Processos para gestão de ativos são fundamentais para a organização. Para o bom funcionamento do sistema, é essencial definir políticas, estratégias, objetivos e planos da gestão de ativos, bem como a realização de auditorias à estrutura de gestão de ativos. (FECHA, 2012).

4.2.4 Resultado estudo de caso 4

Segundo Niquele (2012), após a coleta e tratamento dos dados referentes ao final do projeto PIT STOP e implantação do sistema de gestão de ativos, foi elaborado um plano de ação contemplando todas as fases do projeto de melhoria, conforme apresentado pela figura 23.

PLANO DE AÇÃO

( ) PREVENTIVA (X) CORRETIVA	CÓDIGO RNC	MANUT-12	CÓDIGO do PA	PA 10-2011	Data ABERTURA PA	20/10/2011
( ) REPOSIÇÃO DE ORDEM	DESCRIÇÃO	INDICADORES DE MANUTENÇÃO			OT	N/A
(X) AUDITORIA	DATA DA AUDITORIA	18/10/2011	AUDITORES	XXXX		
(X) INSPEÇÃO ( ) OUTROS ASSUNTOS	ÁREA	Manutenção	DOC REFERÊNCIA			

OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA - DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE

Não Atingimento de Indicadores de manutenção, MTTR, MTBF, Custos de Manutenção e Volumes de Produção

INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS - ANÁLISE DA FALHA (7 Ferramentas)

Suspensão das Atividades de Manutenção Autônoma no Projeto PIT STOP

META:

AUMENTAR A DISPONIBILIDADE DOS EQUIPAMENTOS PARA A PRODUÇÃO ATINGINDO INDICADORES PRÉ-DETERMINADOS

ELABORADOR(es):	Jamur Niquele	Responsável pelo acompanhamento do PA	XXXXXX

O QUE	POR QUE	COMO	QUEM		QUANDO
Definir qual célula de produção tem condição de oportunidade de melhoria	Para verificar situação mais favorável ao estudo	Realizando análise dos dados de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos das celúlas do Embedding	Comite de Gestão de ativos	P	26/nov/11
				R	30/nov/11
Analisar todos os dados dos indicadores de manutenção com o Projeto PIT STOP	Quantificar e qualificar histórico dos equipamentos da célula 03 Embedding	Analisando e estudando histórico dos dados de manutenção do ano de 2011	Comite de Gestão de ativos	P	06/dez/11
				R	08/dez/11
Elaborar planejamento de médio prazo que possa recuperar o desempenho da célula de produção 03	Aumentar Volume de produção	Definindo estratégia de planejamento da manutenção	Comite de Gestão de ativos	P	12/jan/12
				R	
Realizar as ações definidas no Planejamento estratégico da manutenção	atender necessidade do negócio da empresa	atingindo indicadores pré-determinados	Comite de Gestão de ativos	P	15/jan/12
				R	

Figura 22: Plano de ação para a gestão de ativos
Fonte: Niquele (2012)

Conforme apresentado pela figura 23, Niquele (2012) comenta que o plano tinha como principal objetivo nortear a equipe e pode se verificar os principais pontos a serem observados nessa nova configuração da manutenção dos ativos.

Após a análise inicial, de acordo com Niquele (2012), foi possível comparar os dados iniciais com a conclusão do plano de ação e os valores atingidos no antigo modelo PIT STOP. A figura 24 ilustra os dados de disponibilidade os equipamentos comparando com a gestão de ativos.

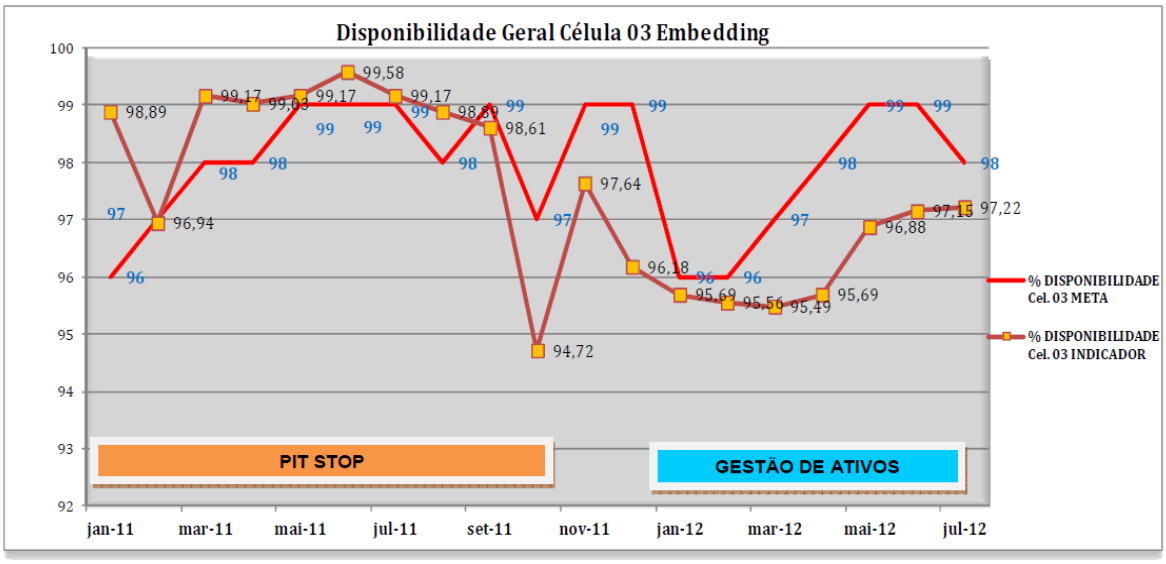

Figura 23: Gráfico de disponibilidade
Fonte: Niquele (20120)

Nota-se, a partir da figura 24, a meta de disponibilidade dos equipamentos estipulada para cada mês e a disponibilidade real dos equipamentos, com destaque para o rendimento dos indicadores do programa PIT STOP, onde há uma diminuição da estabilidade produtiva, em decorrência da alteração do quadro dos operadores e por consequência, extinção do programa.

Percebe-se na figura que, enquanto o programa PIT STOP estava ativo, a disponibilidade dos equipamentos atingia a meta determinada e, após esse período, a meta não foi mais alcançada e o indicador de disponibilidade ficou sempre abaixo do necessário.

De acordo com Niquele (2012), a fase de adaptação do sistema de gestão de ativos foi mais crítica nos meses iniciais, ou seja, de outubro de 2011 a março de 2012. A partir de maio de 2012 existiu a tendência de melhora dos indicadores, tornando os valores próximos do planejado.

Niquele (2012) ainda realiza um pareto de taxas de falhas de equipamentos no período de janeiro de 2011 a julho de 2012. Verifica-se na figura 25 e figura 26 a comparação das duas modelagens de atuação do PIT STOP e gestão de ativos.

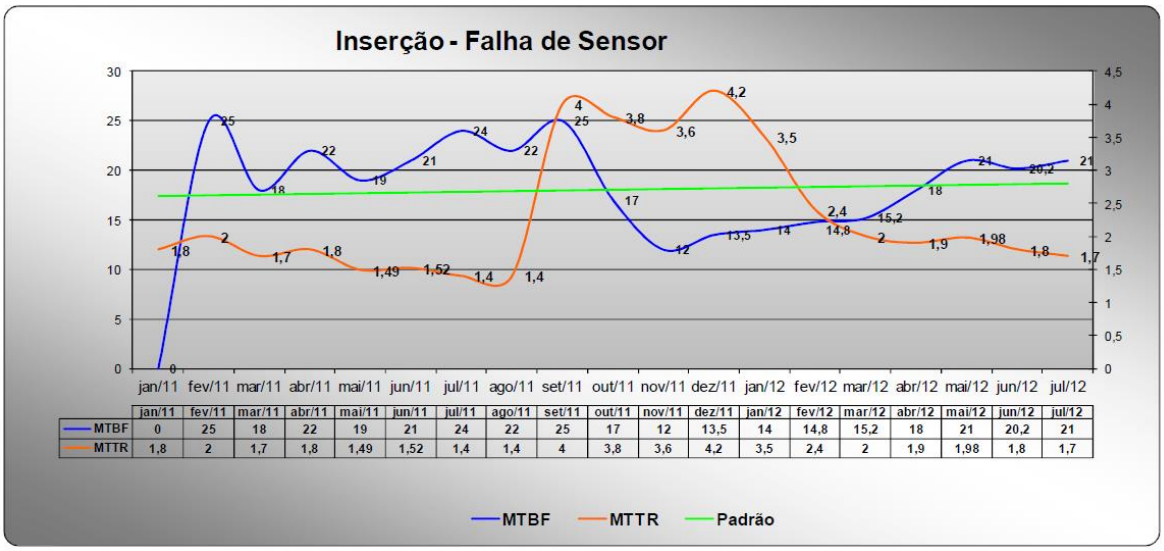

Figura 24: Indicadores de falhas
Fonte: Niquele (2012)

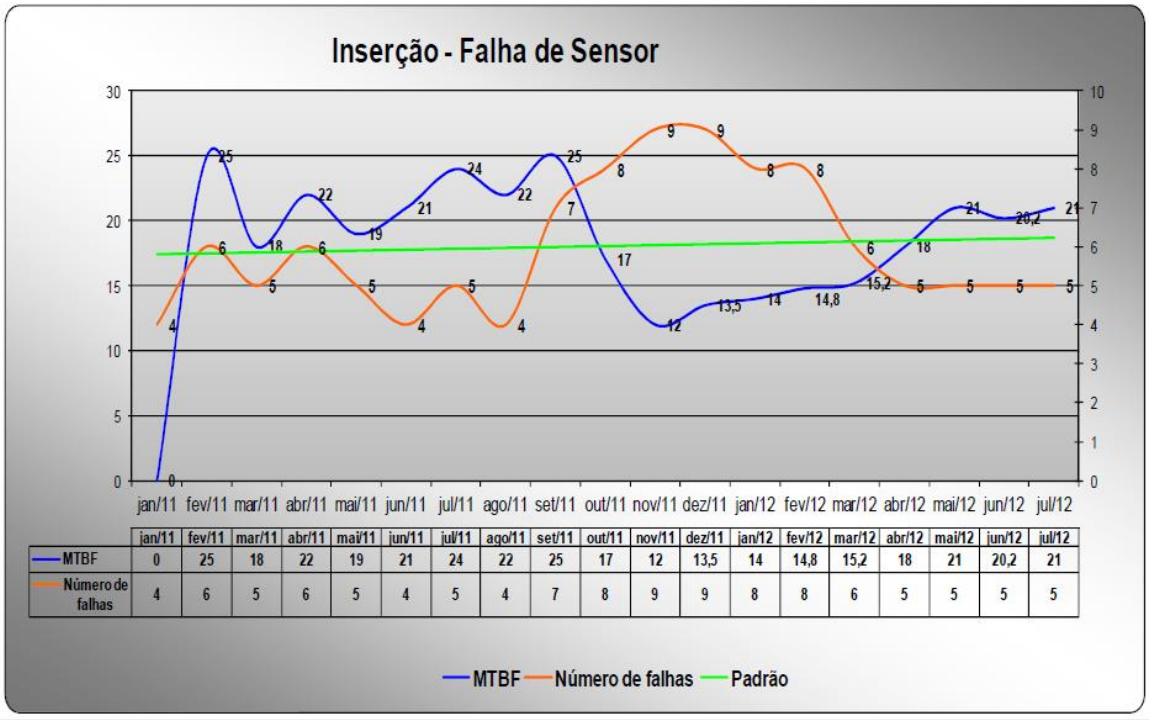

Figura 25: Taxas de falhas
Fonte: Niquele (2012)

Percebe-se nas figuras 25 e 26 que há uma queda de indicadores no tempo médio entre falhas e aumento de indicadores de falhas e no tempo médio até o reparo, nos meses de setembro de 2011 até março de 2012, período onde ocorreu a extinção do programa PIT STOP e a implantação do sistema de gestão de ativos.

Niquele (2012) apresenta os custos envolvidos com indisponibilidade, ilustrados pela figura 27. Na empresa estudada, foi levado em consideração para esses custos o tempo de parada de equipamentos, custos de mão de obra de manutenção com retrabalho, custos de não qualidade por defeito de equipamento, diminuição do volume produtivo por perda de velocidade das máquinas e custo com a logística de sobressalentes de manutenção em regime emergencial.

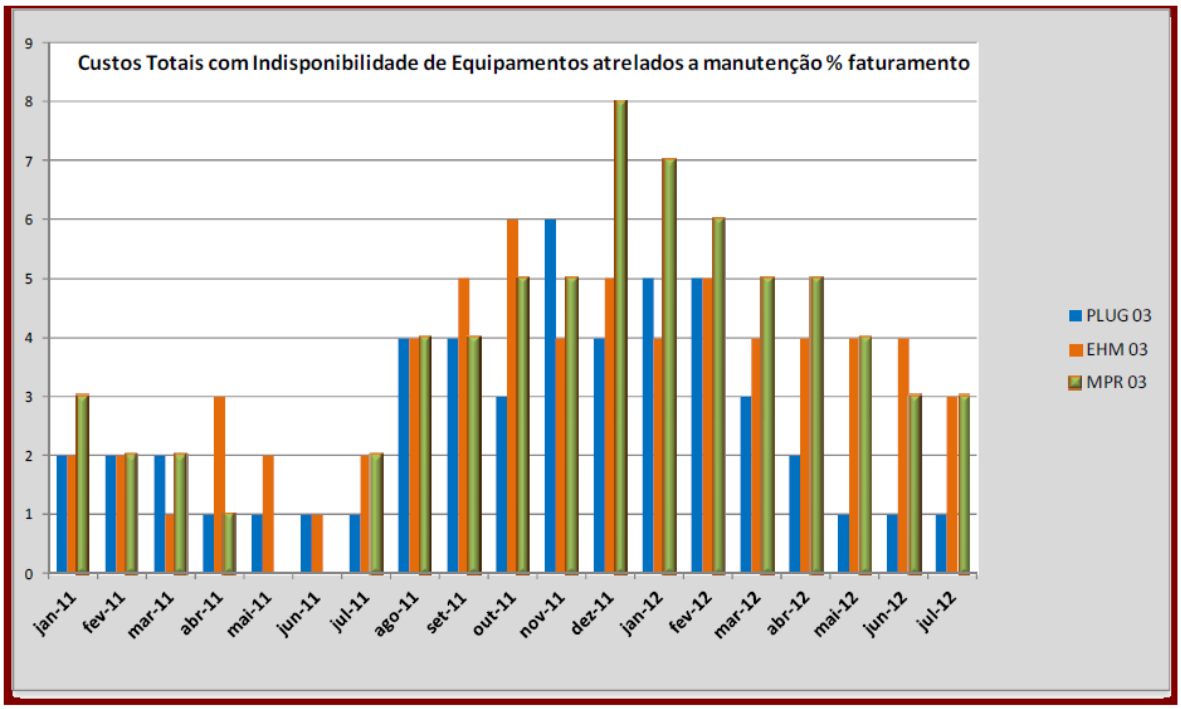

Figura 26: Custos com indisponibilidade de manutenção
Fonte: Niquele (2012)

Pode-se observar na figura 27 os aumentos dos custos operacionais a partir de agosto de 2011, período em que se iniciou a reestruturação dos procedimentos de manutenção e operação. Nota-se um aumento significativo dos custos no período de setembro de 2011 a abril de 2012, período este em que houve a adaptação da nova política de manutenção e gestão de ativos. A partir de junho de 2012 já se nota uma diminuição dos custos, pois o modelo de gestão de ativos e análise de falhas já estava em processo mais avançado.

A empresa estudada, de acordo com Niquele (2012), realizou no ano de 2012 o inventário completo dos itens de estoque de peças, devido ao aumento dos custos dos estoques com sobressalentes. Segundo o próprio autor, houve a necessidade depois de observado que haviam itens obsoletos mantidos em estoque e estavam sendo comprados

automaticamente pelo *software* que a empresa usa como base principal para o seu controle de estoque.

Conforme Niquele (2012), após a reestruturação do banco de dados do *software* e o processo de nacionalização de fornecedores de itens, os resultados positivos começaram a aparecer com relação aos custos de manutenção com peças de reposição, conforme expostos na figura 28.

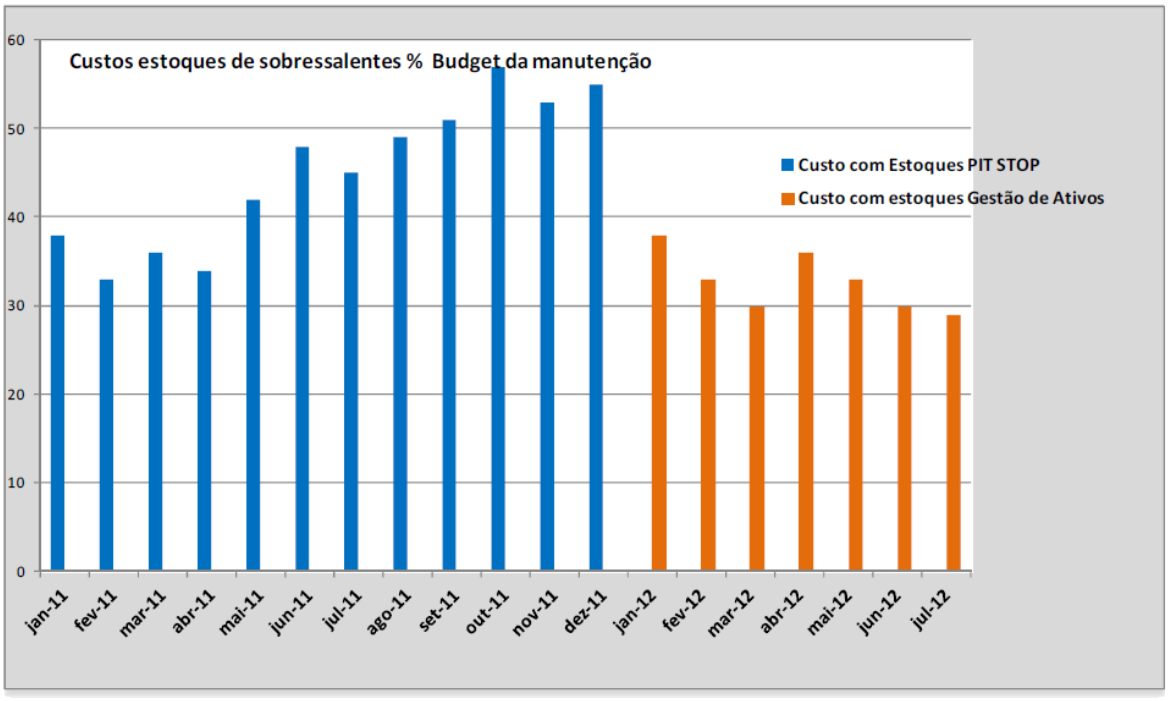

Figura 27: Custos com estoque de sobressalentes
Fonte: Niquele (2012)

Niquele (2012), comenta que, para o sistema de gestão de ativos, é essencial manter um estoque de sobressalentes num ponto ótimo. Prejuízos financeiros provem de estoques elevados, podendo ser considerados como ativos que não agregam valores aos produtos finais.

Segundo Niquele (2012), foi elaborada uma meta de redução nos níveis de estoques na empresa estudada. A figura 29 apresenta os níveis no período de janeiro de 2011 a julho de 2012, onde se percebe o aumento dos custos de estoque ao longo do ano de 2011 e um grande potencial de melhoria nos custos envolvidos com sobressalentes.

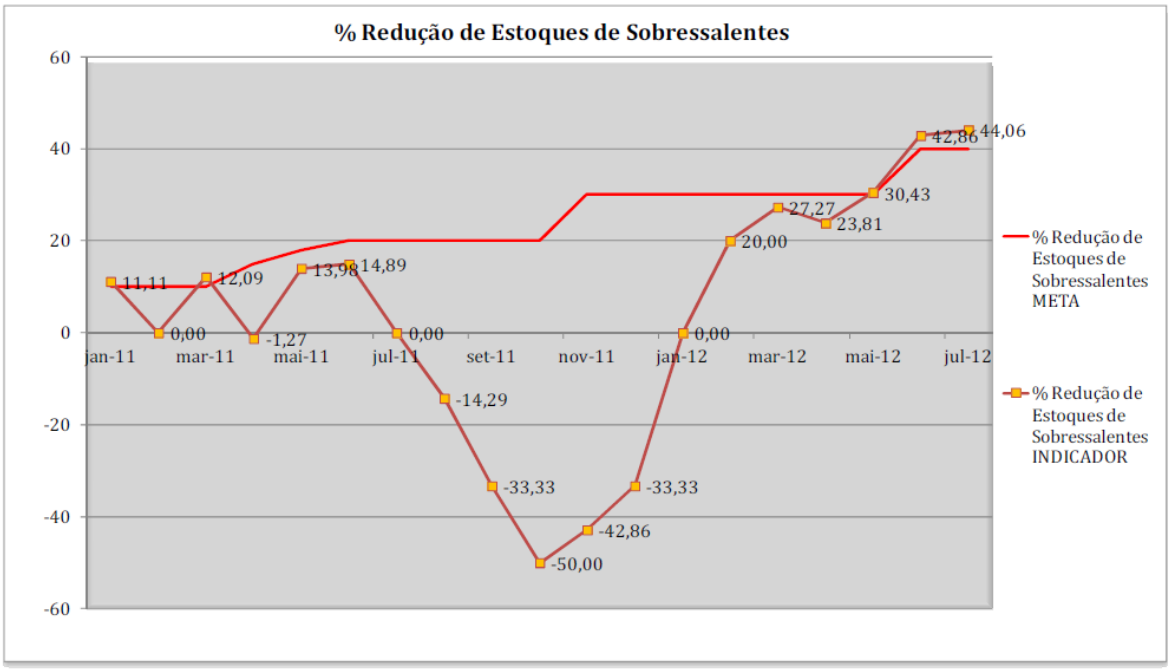

Figura 28: Custos de estoques de sobressalentes
Fonte: Niquele (2012)

Niquele (2012) cita que a meta foi variável, pois houve a necessidade da empresa diminuir o passivo de estoque, sendo que este variava mês a mês. Observa-se na figura 29 uma melhora do indicador a partir do mês de fevereiro de 2012, quando ouve a adequação dos estoques de sobressalentes.

Segundo Niquele (2012), o objetivo do estudo foi demonstrar a importância dos ativos na geração de valor ao acionista, evidenciando o desempenho econômico nas diferentes ações de gestão de base desses ativos na estrutura.

4.3 Panorama das contribuições da aplicação da gestão de ativos

Após a análise e tratamento dos dados obtidos nos estudos de caso, é possível realizar um panorama com as contribuições obtidas pela aplicação da gestão de ativos em empresas de grande porte.

Para os estudos de caso analisados, é ideal que as empresas possuam os elementos necessários para uma política de gestão de ativos de acordo com a PAS 55.

A tabela 10 apresenta os indicadores e as contribuições que foram apresentadas por Filho (2014) no estudo de caso.

Tabela 10: Panorama realizado no caso prático apresentado por Filho (2014)

Estudo de caso "Estratégia para gestão de ativos e minimização de riscos operacionais em sistemas de geração hidroelétrica"	
INDICADOR	**CONTRIBUIÇÕES**
Aperfeiçoar custos operacionais	Redução nos custos relacionados à operação e manutenção em 2%
Aumentar resultados do MRE	TEO - tarifa equivalente de operação; aumento da disponibilidade das unidades, projetando maiores ganhos com a TEO.
Reduzir exposição no MRA	Melhoria no fator de indisponibilidade (FID) das usinas
Aperfeiçoar tempo de indisponibilidade	Baixa de 75% desde 2009 no fator equivalente de paradas forçadas e aumento na taxa equivalente de disponibilidade
Operar com responsabilidade sócio ambiental (gestão de risco)	Redução na maioria dos indicadores sócio ambientais, principalmente relacionado à segurança e taxas de frequência de acidentes.

Fonte: Filho (2014)

Filho (2014) comenta que a indisponibilidade de unidades geradoras era tratada como risco baixo para o sistema, pois era compartilhada com o Sistema Interligado Nacional – SIN – os riscos relacionados à confiabilidade dos ativos. Entretanto, a necessidade da implantação de um sistema de gestão de ativos era fundamental, já que há uma dependência das usinas hidrelétricas para o fornecimento de energia.

De acordo com Filho (2014), a evolução dos indicadores se deu após a execução planejada dos projetos de mitigação de riscos e análise dos dados obtidos. Assim, ao final do estudo realizado, foi comprovado que a implantação do sistema de gestão de ativos com objetivos traçados pode contribuir para reduzir os riscos, garantindo ao órgão regulador maior controle, já que nota-se uma melhoria em todos os requisitos apontados por Filho (2014).

Nota-se que resultados diretos de disponibilidade, redução de custos relacionados às operações e manutenção, redução de indicadores socioambientais, ganhos com a TEO, entre outros indicadores, provém do planejamento estratégico de gestão de ativos.

Filho (2014) comenta que desde a implantação do sistema de gestão de ativos, foram gerados benefícios, tanto operacional como financeiro. A partir dessas iniciativas, riscos foram eliminados e falhas forçadas foram reduzidas, como se percebe na taxa equivalente de paradas forçadas, que diminuiu em mais de 75% de 2009 para 2013.

As contribuições advindas dos indicadores do estudo e caso apresentado por Coelho (2015) é apresentado a seguir.

Tabela 11: Panorama realizado no caso prático apresentado por Coelho (2015)

Estudo de caso "Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas"	
INDICADOR	**CONTRIBUIÇÕES**
Requisitos Gerais	Foi elaborado um sistema de Gestão de Ativos em mais de metade dos equipamentos. No entanto não está completamente documentado. De uma maneira geral, existem lacunas no entendimento geral do que é um sistema de gestão de ativos e na sua documentação.
Política da Gestão de Ativos	Política da gestão de ativos é comunicada de forma informal a colaboradores com responsabilidades inferiores, ainda assim não o sendo de forma completa.
Estratégia da Gestão de Ativos	Apresenta pequenas incongruências como não ter em conta o ciclo total de vida dos ativos, mas sim parcialmente, contando apenas a partir da instalação dos mesmos e não do momento do projeto. São feitas revisões anuais à estratégia da gestão de ativos e qualquer mudança tem uma avaliação de impacto na política da gestão de ativos ou plano estratégico organizacional.
Objetivos da Gestão de Ativos	A organização definiu os objetivos de acordo com a estratégia pretendida, com base na experiência e dados passados. No entanto, nem todos os objetivos são mensuráveis ou estão documentados. A melhoria contínua está presente na maioria dos objetivos propostos, mas nem todos são contemplados, especialmente os de menor importância.
Planos da Gestão de Ativos	A organização está no processo de documentar o seu plano de gestão de ativos que englobe as atividades do ciclo de vida dos seus ativos, pois neste momento só os ativos e sistemas de ativos mais críticos é que dispõem da devida documentação. Segundo o gestor de ativos, faltam à organização medidas e recursos que permitam uma execução eficiente e rentável do plano da gestão de ativos.

Estudo de caso "Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas"	
INDICADOR	**CONTRIBUIÇÕES**
Planos de Contingência	Estão em vigor planos e processos de emergência adequados, prontos a responder a incidentes credíveis com o objetivo de permitir a continuidade das atividades de gestão de ativos, consistentes com políticas e estratégias da gestão de ativos. Estes planos e processos são testados semestralmente e revistos anualmente. Após realização dos mesmos são efetuadas análises e avaliações de modo a determinar a eficácia e eficiência dos processos e planos.
Estrutura, Autoridade e Responsabilidades	A responsabilidade do sistema de gestão de ativos foi delegada pela gestão de topo da organização à pessoa com as melhores competências para desempenhar a devida função.
Terceirização das Atividades da Gestão de Ativos	As atividades terceirizadas passam essencialmente pela manutenção dos ativos. Como tal essas atividades são devidamente controladas de modo a cumprir os objetivos e estratégia definidos.
Processos da Gestão de Risco	A organização está em processo de documentar a identificação e avaliação de risco relacionado com os ativos no seu ciclo de vida, mas o processo está de certa forma incompleta ou existem inconsistências entre as abordagens, faltando também à integração no sistema de gestão de ativos. A gestão de risco contínua de certa forma a ser executada muito com base na experiência dos trabalhadores.
Metodologia da Gestão de Risco	A organização está em processo de implementação de metodologias proativas de gestão de risco, que incluem a consideração da alteração do risco ao longo do tempo. As metodologias estão incompletas, pois a variação do risco ao longo do tempo é novamente apenas tida em conta com base na experiência, ou seja, com pouca documentação relativa.
Identificação e Avaliação de Risco	Estão em vigor algumas orientações que permitem melhorar a consistência e uso de dados credíveis, mas o processo ainda está em desenvolvimento. A probabilidade e frequência de um evento ocorrer são tidas em conta na avaliação do risco. As avaliações de risco são anuais, e são tidos em conta possíveis incidentes e possíveis acontecimentos. Cada um desses acontecimentos tem uma probabilidade associada e com base nessa probabilidade foi elaborada uma matriz de risco. Com base nessa matriz de risco, são estimadas e avaliadas as consequências de um evento na avaliação de risco. Assim, a matriz alia a consequência de um evento com a probabilidade de o mesmo acontecer.

Estudo de caso "Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas"	
INDICADOR	**CONTRIBUIÇÕES**
Uso e Manutenção da Informação de Risco dos Ativos	Existe um feedback eficaz que é transmitido à estrutura de gestão global de risco através de avaliações de risco relacionadas com os ativos e com o desenvolvimento de medidas de controlo. Devido a auditorias externas, a regulamentações e requisitos, a identificação, a análise e as medidas de controlo são revistas anualmente, sendo estas devidamente documentadas.
Atividades do Ciclo de Vida	Estão em vigor processos e procedimentos eficazes para gerir e controlar a implementação do plano de gestão de ativos durante as atividades relacionadas com a criação de ativos, incluindo a fase de projeto, modificação e construção. Existe um estudo sobre a melhoria e controlo de atividades dos ativos, no entanto contínua ser baseado na experiência e não existe muita documentação relativa a este tema.
Investigação de Falhas nos Ativos, Incidentes e Não conformidades	Organização encontra-se em processo de definir essas mesmas responsabilidades e autoridades. De certa forma, as responsabilidades e autoridades estão definidas informalmente pelo responsável da gestão de ativos, mas sem a existência de documentação que o comprove. Relativamente à investigação de incidentes, falhas ou não conformidade de forma uma atempada, a organização dispõe de processos documentados, o que acaba por fornecer de forma progressiva, as etapas em que a investigação se encontra, bem como por quem é que é feita. Fornecem também uma escala temporal apropriada e como é que os resultados devem ser comunicados. Os processos documentados não estão ainda totalmente implementados, pelo que ainda podem existir falhas ou inconsistências. A organização reconhece ainda a necessidade de desenvolver um processo consistente para a determinação de ações preventivas, mas este não está totalmente desenvolvido ou implementado.
Revisão do Sistema de Gestão	São regularmente realizadas avaliações pela gestão de topo, onde a eficácia e adequação do sistema de gestão de ativos é revista, incluindo a política, a estratégia e os planos de gestão de ativos.

Fonte: Filho (2014)

Nota-se, a partir da tabela 11, da tabela 8 e figura 21, anteriormente apresentadas, que a empresa encontra-se em uma fase de desenvolvimento do sistema de gestão de ativos, existindo lacunas no entendimento geral sobre gestão de ativos e na documentação adequada.

Em alguns requisitos, é possível notar que a empresa já possui certo nível de competência e integração, mas não possui o ideal, apresentando pequenas incongruências como falta de comunicação e implantação de processos de documentação.

Já em relação à análise, identificação e avaliação de riscos, a empresa apresenta grande conhecimento aos vários tipos de risco a que está exposta. Existem relatórios de avaliação de riscos e provas documentais que fornecem informações necessárias à gestão de risco tomar as atitudes necessárias.

Conforme Coelho (2015), a empresa necessita identificar os requisitos prioritários apontados utilizando uma *gap Analysis*, de modo a desfrutar toda a contribuição realizada pelo estudo, podendo também ser aproveitado para futuros desenvolvimentos.

Após toda a análise e recomendações realizadas por Coelho (2015), cabe à empresa em estudo realizar as orientações para conseguir uma certificação em conformidade com a PAS 55 e a NBR ISO 55000.

Tabela 12: Panorama realizado no caso prático apresentado por Fecha (2012)

Estudo de caso "Aplicação da PAS 55 na operação da rede elétrica de distribuição – departamento de operação e manutenção da direção de telecontrolo"	
INDICADOR	**CONTRIBUIÇÕES**
Estrutura de gestão de ativos	Foi sugerida uma definição de uma estrutura de funções, responsabilidades e hierarquia na gestão de ativos. Uma definição da metodologia para revisão e auditorias periódicas é necessária.
Documentação e procedimentos dos sistemas do departamento	Foram definidos procedimentos através de consultas com colaboradores, que resultaram em melhores práticas que poderão ser utilizadas por operadores, alcançando uma maior eficiência das atividades realizadas.
Requisitos Gerais	Para os requisitos gerais da organização foi entregue ao departamento pontos assinalados de forma a facilitar a identificação de pontos a melhorar e aplicações de melhorias nos processos internos.
Gestão de Risco	Foram analisados os pontos de melhoria identificados no *Gap Analysis*, indicando sua importância, vantagens no aperfeiçoamento do sistema atual, resultados esperados e a metodologia utilizada. Foi realizado uma matriz de risco dos ativos e uma otimização das intervenções.

Fonte: Fecha (2012)

A partir do panorama realizado na tabela 12, é possível caracterizar o estado atual das práticas que estão sendo executadas no departamento de operação e manutenção de automação e telecontrole do Porto (OMPRT), de acordo com os requisitos da PAS 55. A execução desses requisitos permite que a empresa tenha o sistema de gestão de ativos cumpridos, otimizando o melhoramento contínuo da organização,

Com a aplicação do *Gap Analysis,* é possível verificar as práticas executadas e as práticas que necessitam de aperfeiçoamento para cumprir com os requisitos da PAS 55. Foi possível identificar os principais pontos de melhoria do departamento, dentre os quais são os processos de documentação das práticas e conhecimento dos colaboradores, avaliação da condição de risco dos ativos, implementação de uma estrutura de gestão de ativos e os requisitos gerais da PAS 55.

Foi realizado por Fecha (2012) um estudo mais detalhado sobre os processos de gestão de risco e dos procedimentos e documentação da empresa. A partir desse estudo, Fecha (2012) definiu métodos de análises de risco e processos de documentação, otimizando o sistema do departamento.

Assim, com a aplicação da metodologia de *Gap Analysis*, foi possível definir áreas alvo de análises e efetuar uma revisão das práticas realizadas pelo departamento para estar conforme a PAS 55.

Tabela 13: Panorama realizado no caso prático apresentado por Niquele (2012)

Estudo de caso "Avaliação do desempenho da gestão de ativos após a suspensão do programa de manutenção autônoma em uma indústria de cartões de PVC"	
INDICADOR	**CONTRIBUIÇÕES**
Estrutura de gestão de ativos	Foi definido um plano de ação de contemplando as fases do projeto de melhoria, com intuito de nortear a equipe e verificar os pontos principais a serem observados.
Disponibilidade	Após a paralisação do projeto PIT STOP, houve uma queda significativa dos indicadores de manutenção. Somente após a implantação do sistema de gestão de ativos, houve a tendência de melhora dos indicadores, ficando mais próximos do planejado.
Histórico de falhas (MTBF, MTTR, Número de falhas)	O treinamento de operadores para atividade de aferimento resultou na diminuição da probabilidade de falha e monitoramento das atividades de rotina dos operadores. Utilizou-se a metodologia de análise por árvore de falhas utilizando o relacionamento hierárquico entre modos de falhas identificados no FMEA.
Custos operacionais	Realização de revisão dos modos de falha e reestruturação do estoque de sobressalentes colaborou para a melhora no indicador de custos com disponibilidade.
Estoque de sobressalentes	Houve a contratação de colaborar especialista em controle de peças e a criação de um plano de verificação dos itens cadastrados no *Software.* A empresa, após a atualização dos dados no sistema, realizou a nacionalização de peças.

Fonte: Niquele (2012)

O panorama apresentado na tabela13 permite a formulação de conclusões a respeito da aplicação do sistema de gestão de ativos na empresa.

Segundo Niquele (2012), o objetivo central do estudo realizado foi demonstrar a importância de ativos tangíveis e intangíveis na geração de valor, demonstrando as diferenças do desempenho econômico nas ações de gestão dos ativos.

Foram analisadas neste trabalho as amostras de gestão do modelo PIT STOP em comparação com a metodologia de gestão de ativos na empresa. A perda do conhecimento de operadores habilitados em manutenção autônoma foi crucial para a baixa nos indicadores de manutenção.

De acordo com Niquele (2012), o principal motivo para a paralisação do programa de manutenção autônoma PIT STOP foi a necessidade de aproveitar o conhecimento de operadores em outras áreas da empresa.

Niquele (2012) cita que, após a paralisação do programa, houve uma queda média de 2% na disponibilidade de equipamentos. Prejuízos financeiros nesse período ocasionaram perda de volume produtivo, aumento com custos de mão de obra, retrabalho e custos com sobressalentes.

Após a implantação do sistema de gestão de ativos, houve a redução dos estoques de peças, diminuição da taxa de falhas de equipamentos e aumento da disponibilidade do setor de *embedding* da empresa.

Segundo Niquele (2012), o modelo de gestão mostrou-se eficaz, e ficou exposto que todo modelo de gestão tem o seu tempo médio de amadurecimento. Resultados duradouros podem ocorrer em médios e longos prazos para que se reflitam resultados positivos.

Este estudo demonstrou a importância de monitorar o desempenho dos ativos tangíveis na geração de valor, pois resultados encontrados como custos, disponibilidade, estoque de sobressalentes e confiabilidade de ativos foram evidenciados.

De maneira geral, as empresas apresentam a implantação de um sistema de gestão de ativos e análise e minimização dos riscos existentes. É possível notar que obtiveram sucesso na aplicação da metodologia utilizada, conforme demonstram os indicadores e as recomendações realizadas.

Os autores sugerem uma segunda etapa de estudo para um aperfeiçoamento da metodologia para uma melhor aplicação dos resultados obtidos ou realização em áreas mais específicas.

Foi possível notar, após a análise dos estudos realizados, que vários benefícios foram gerados às empresas, tanto operacionais quanto financeiros, além de resultados aos ativos. Porém, é necessária uma constante atenção aos requisitos impostos pela gestão de ativos, para um bom funcionamento do sistema.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise dos resultados após a aplicação de metodologias de verificação de práticas de gestão de ativos em empresas de grande porte, para fins de responder à questão problema apresentada no primeiro capítulo.

Com o auxílio de metodologia apresentada no terceiro capítulo e metodologias apresentadas pelos autores dos estudos, foi possível identificar os pontos de melhoria e realizar recomendações necessárias para o melhor desenvolvimento do sistema de gestão de ativos.

Os estudos de caso apresentados comprovaram que um sistema de gestão de ativos implantado com objetivos traçados pode contribuir para um aperfeiçoamento do desempenho da organização, além de garantir um grande controle sobre os ativos da corporação, através de projetos elaborados, custos otimizados nas fases de aquisição e descarte, bem como processos de operação aprimorados durante a manutenção.

Pode-se afirmar que esse trabalho atingiu os objetivos aos quais se propôs, demonstrando a importância de fiscalizar os sistemas de gestão de ativos aplicados em empresas para a geração de valor e desempenho da empresa, pois os resultados encontrados foram evidenciados nos estudos apresentados.

5.2 Recomendações

Quanto a trabalhos futuros, é recomendado com base nos requisitos apresentados pelas normas NBR ISO 55000 e PAS 55, os seguintes temas:

- A influência da análise de risco na gestão de ativos;
- Análise do conceito de *LCC – life cicle costing* na gestão de ativos aplicado a;
- Previsão de custo de vida de ativos no sistema de gestão de ativos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRAMAM – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, RJ. 2015.

ARCOS, G. A. **Gestão de Ativos - PAS 55.** Abraman, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 5462: Confiabilidade e Mantenabilidade.** Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSIS, R.; JULIÃO, J. **Gestão da Manutenção ou Gestão de Activos? (custos ao longo do Ciclo de Vida)** – Faculdade de Engenharia da Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 55000: Gestão de ativos – Visão geral, princípios e terminologia.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISSO 31000, Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ATAULO, R. S. S. **Gestão de ativos industriais: matriz informacional de apoio à decisão tática.** Dissertação (especialista em engenharia de produção) – ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2013.

ASIEDU, Y.; GU, P. **Product life cycle cost analysis: state of the art review.** International Journal of Production Research, Vol. 26. 1998.

BARBOSA, W. K. R.; SOUZA, A. P. **Otimização de frota através da gestão de ativos.** ABRAMAM – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, RJ. 2015.

BESCHERER, F. **Established Life Cycle Concepts in the Business Environment – Introduction and terminology.** Laboratory of Industrial Management Report Series, Helsinki University. 2005

BROWN, R. J.; YANUCK, R. R. **Introduction to Life Cycle Costing.** The Fairmont Press, Inc. e Prentice-Hall, Inc. USA - 1985.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração.** 8ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

COELHO, R. W. S. **Aplicação do conceito de gestão de ativos físicos numa estação elevatória de águas.** Dissertação – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2015.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

FECHA, J. F. F. **Aplicação da PAS 55 ao departamento de operação e manutenção da operadora de rede elétrica de distribuição.** Dissertação – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002.

FILHO, I. T. C. F. **Estratégia para gestão de ativos e minimização de riscos operacionais em sistema de geração hidroelétrica.** Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KARDEC, A.; NASCIF, J.; LAFRAIA, J. R.; ESMERALDO, J. **Gestão de Ativos.** 1ª Ed. – Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M, A. **Metodologia científica.** 6ª Ed. – São Paulo: Atlas Editora, 2011.

MARTINS, J. C. **O papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, 2015.

MENEGHELLI, L. **O ambiente das organizações na era da globalização.** Instituto Catarinense de Pós-Graduação. Disponível em: http://www.posuniasselvi.com.br/artigos/rev01-03.pdf. Acesso em 08/2014.

MONCHY, François. **A Função Manutenção.** São Paulo: Durban, 1987.

NASCIF, J.; DORIGO, L. **Manutenção orientada para resultados.** Qualitymark: Rio de Janeiro, 2013.

NIQUELE, J. **Avaliação do desempenho da gestão de ativos após a suspensão do programa de manutenção autônoma em uma indústria de cartões de PVC.** Trabalho de conclusão de curso especialização de gerencia de manutenção, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

OUERTANI, M. Z.; PARLINKAD, A. K.; MCFARLANE, D. **Asset information management: Research challenges.** Institute of Electricity and Electrical Engineering Computer Society. Marrakech, Morocco. 2008

PINTO, A. K. Nascif, J. **Manutenção Função Estratégica**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION. **PAS 55: Asset Management.** Londres – Grã Bretanha, 2008.

SALLES, C. A. C.; SOLER, Alonso M.; VALLE, José A. S.; RABECHINI, Roque; **Gerenciamento de riscos em projetos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

SANTOS, J. V.; MARTINS R. A. **Sistema de gestão de risco aplicado à gestão de ativos**.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª ed. 2005 - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção.** 3ª ed., revisada. São Paulo: All Print, 2009.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 4ª Ed. – São Paulo: Atlas, 1987.

WHITE, G. E.; OSTWALD, P. F. **Life cycle costing. Management Accounting**, Vol. 57 N. 7, 1976

WOODWARD, D. **Life Cycle Costing – theory, information acquisition and application**. International Journal of Project Management, Vol. 15. 1997

XAVIER, J. N.; DORIGO, L. C. **A Importância da Gestão na Manutenção ou Como Evitar as Armadilhas na Gestão da Manutenção.** TECÉM – Tecnologia Empresarial Ltda. Belo Horizonte, MG, 2013.

ANEXOS