

# ESTRATÉGIA DE GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS: UM ESTUDO DE CASO NA SAMARCO MINERAÇÃO\*

*Fabício Dardengo Hupp<sup>1</sup>  
Christine Pereira Garcia Santana<sup>2</sup>  
Celso de Azevedo<sup>3</sup>*

## Resumo

O ponto de partida de um sistema de gestão em conformidade com a ISO 55000 é a elaboração de uma estratégia de gestão de ativos consistente com o plano estratégico da organização. A principal dificuldade em fazer isso de forma eficaz é construir uma ligação lógica entre os objetivos estratégicos organizacionais e as atividades de ciclo de vida nos ativos. Este trabalho mostra um estudo de caso na Samarco Mineração, onde esta dificuldade foi tratada com o uso do método SADT (Structured analysis and design technique), que permite uma exposição gradual de um tema complexo através de uma estrutura de diagrama. A partir da análise deste estudo de caso, será avaliada a validade do método SADT para este problema.

**Palavras-chave:** Gestão de Ativos; Estratégia; SADT; ISO55000

## ASSETS MANAGEMENT STRATEGY: A STUDY CASE IN SAMARCO MINERAÇÃO

### Abstract

The starting point of an ISO-55000 compliant asset management system is to build an asset management strategy consistent with the strategic organizational plan. The main problem for doing it is to create a logical chain linking organizational objectives to life cycle activities. This work shows a case study at Samarco, where this problem was dealt with the SADT method (Structured Analysis and Design Technique), which allows a gradual exposure of a complex theme using a diagram structure. The analysis of this case study will reveal if it's valid to use this method on this kind of problem.

**Keywords:** Asset; Strategy; Management; Study.

<sup>1</sup> Engenheiro mecânico, CMRP e CSSBB, especialista de manutenção, gerência geral de operações/gerência de manutenção de Ubu, Samarco Mineração, Unidade Ubu, ES, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheira elétrica, CMRP, engenheira de manutenção, gerência geral de operações/gerência de manutenção de Germano, Samarco Mineração, Unidade Germano, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro mecânico, PhD, Consultor, Diretor, Assetsman, Paris, França.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Objetivo

Em 2014, as gerências de manutenção da Samarco Mineração implementaram uma estratégia de gestão de ativos físicos, combinando o atendimento aos requisitos da BSI: PAS-55 com a técnica de SADT (Structured Analysis and Design Technique). Este trabalho analisa este caso, descrevendo o contexto em que foi realizado, as características gerais da estratégia criada, os resultados esperados e obtidos, as principais dificuldades e os fatores críticos de sucesso. O trabalho é concluído analisando a eficiência da técnica do SADT para este tipo de iniciativa, e seu efeito na gestão da Samarco.

### 1.2 Justificativa

A gestão da manutenção passa por uma fase de transformação, ao buscar incorporar as técnicas de gestão de ativos físicos. Alguns autores se referem ao presente momento como “a quarta geração da manutenção” [1].

A gestão de ativos atende a demandas de planejamento dos custos de ciclo de vida dos ativos físicos. Estes custos incluem os determinísticos (como aquisição e descarte) e os probabilísticos (como os de mão de obra de reparo e demanda de sobressalentes) [2]. Como a maior parte dos custos ocorre durante a vida operacional do ativo [3] [4], os profissionais de manutenção e operação são protagonistas no planejamento e controle dos custos de ciclo de vida. Na Samarco Mineração as gerências de manutenção assumiram este papel, tornando-se coordenadoras de uma iniciativa que busca incorporar as melhores práticas de gestão de ativos à gestão da empresa.

A BSI: PAS-55 [5] define os requisitos para um sistema de gestão de ativos físicos; sendo um destes requisitos a implementação de uma estratégia de gestão de ativos que traduza os objetivos do plano estratégico da organização em um plano geral de longo prazo para os ativos físicos desta organização. A Samarco Mineração, como parte da iniciativa descrita anteriormente, desenvolveu e implementou uma estratégia corporativa de gestão de ativos e manutenção.

### 1.3 Contextualização

A empresa se define da seguinte forma, [6]:

“Fundada em 1977, a Samarco é uma empresa brasileira de mineração, de capital fechado, controlada em partes iguais por dois acionistas: BHP Billiton Brasil Ltda. e Vale S.A. Nosso principal produto são pelotas de minério de ferro, produzidas a partir da transformação de minerais de baixo teor em um produto nobre, de alto valor agregado, e comercializado para a indústria siderúrgica mundial. Somos essencialmente uma empresa exportadora e, em 2012, vendemos nossa produção para siderúrgicas de 25 países das Américas, Ásia, África, Europa e Oriente Médio.”

E descreve sua participação na sociedade sendo [6]:

“Nossa capacidade nominal produtiva é de 22,250 milhões de toneladas anuais. Geramos mais de 2,5 mil empregos diretos e 3,4 mil empregos indiretos. Além desses, há os postos de trabalho gerados pelas obras de nossa expansão, o Projeto Quarta Pelotização, com até 13 mil vagas temporárias no pico das obras e 1.100 na fase de operação. Somos a segunda maior exportadora no mercado transoceânico de pelotas de minério de ferro e, em 2013, fomos novamente reconhecidos como a Melhor Empresa de Mineração do Brasil e a segunda maior do setor, pela revista Exame, e uma das 150 Melhores Empresas para Você Trabalhar, pelo Guia Você S/A.”

A respeito de seu processo produtivo, trata-se de uma empresa típica de mineração: de operação contínua e de uso intensivo de capital. O estudo de caso se refere a toda cadeia produtiva; sendo o escopo das práticas de gestão de ativos aplicáveis aos ativos da Mina ao Porto, permeando os processos de extração, britagem, beneficiamento, mineroduto na Unidade de Germano. E na Unidade de Ubu, o minério é transformado em pelotas, através dos processos de espessamento, filtragem, adição de calcário, carvão e aglomerantes, formação das pelotas por ação mecânica, endurecimento por ação termoquímica, peneiramento e, finalmente, estocagem e embarque.

A manutenção na Samarco é essencialmente composta por duas gerências: uma na unidade de Germano, e uma na unidade de Ubu. De um ponto de vista corporativo, trata-se uma estrutura mista de manutenção, mas do ponto de vista das unidades, tratam-se de estruturas centralizadas [1].

Em empresas com processos deste tipo, e a exemplo das siderúrgicas [8], os ativos operam 24 horas por dia, e as avarias interrompem a operação de vários sistemas operacionais. O papel da manutenção neste contexto é garantir produção contínua com o menor número possível de paradas por ano, de maneira custo-efetiva.

Após anos de busca por alta disponibilidade dos sistemas e redução de custo de manutenção, nem sempre de maneira consistente, as lideranças da manutenção tiveram contato com os conceitos de gestão de ativos e perceberam que não era possível obter este objetivo sem um gerenciamento do ciclo de vida.

Uma das razões para esta conclusão é suportada por Lloyd [5], que afirma que apenas 20% do custo de vida é gasto durante projeto e aquisição, mas estas fases definem 80% do custo de ciclo de vida. Ou seja, a manutenção responde pela maior parte dos custos de vida, mas por não atuar ativamente na especificação, projeto, aquisição, construção e instalação dos ativos, não pode atuar de maneira totalmente eficaz no controle destes custos. Por este motivo a Samarco decidiu atribuir às gerências de manutenção o protagonismo na implementação das práticas de gestão de ativos físicos na empresa.

Esta decisão envolve algumas dificuldades inerentes à constituição da empresa, sendo as mais significativas devido a estrutura da empresa, onde os setores de Compras, Engenharia e Manutenção/Operação respondem a diretorias diferentes, e à distância entre as unidades de Germano e Ubu, que acarreta em dificuldades logísticas e diferenças culturais.

Mas a Samarco também possui condições favoráveis, como a existência de um forte programa de melhoria contínua baseada na metodologia Lean Seis Sigma, e um baixo turnover no pessoal próprio de manutenção, levando a um quadro composto de profissionais experientes, com bom conhecimento sobre os ativos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Planejamento

A iniciativa de implementar as práticas de gestão de ativos na gestão da empresa foi tratada como um projeto cujo objetivo foi desenvolver e executar uma estratégia de gestão de ativos, descrevendo as ações de melhoria e desenvolvimento para os 5 anos seguintes.

O projeto ficou sob responsabilidade de dois engenheiros de manutenção com dedicação *full time*, um em cada unidade. Atuando como facilitadores, estes reuniram o conhecimento disponível para desdobrar os objetivos estratégicos da Samarco em ações de melhoria, cujos prazos e escopo foram negociados com os responsáveis. Para fazer esse desdobramento considerando as melhores práticas de gestão de ativos, optou-se pela contratação de um consultor IAM Endorsed, que auxiliou na compreensão e aplicação prática dos requisitos da PAS-55 e ISO-55000.

### 2.2 Metodologia

A estratégia está baseada na implementação de três trade-off's de ciclo de vida, suportando a tomada de decisão dentro dos processos de gestão de ativos. A Figura 2 mostra os principais custos ao longo da vida de um ativo. Os trade-offs consistem em levar em conta a soma destes custos ao tomar decisões de especificação, aquisição, operação, manutenção, reforma e descarte de ativos.

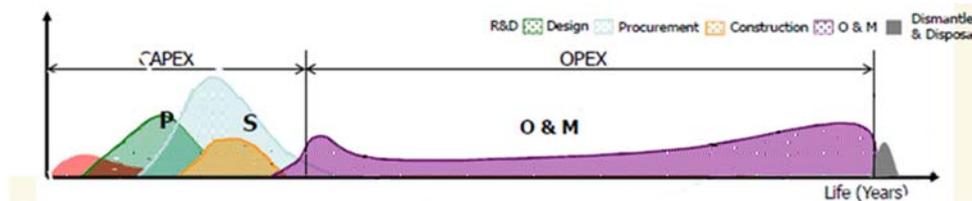


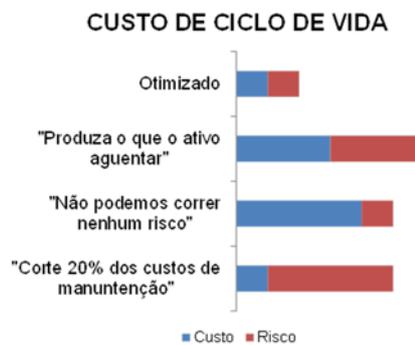
Figura 1 - Custos ao longo da vida de um ativo, segundo Azevedo [8].

O trade-off CAPEX/OPEX é explicado por autores como Blanchard e Fabrycky [9], Lloyd [4], Kelly [3], e Azevedo [8] que afirmam que cerca de 80% dos custos de ciclo de vida de um ativo são operacionais (combustíveis, manutenção, etc.). Porém, as decisões tomadas durante o projeto definem 80% do custo ao longo de toda a vida. Ou seja, a busca por reduzir custos de manutenção tomando ações em ativos em idade operacional não é suficiente para otimização do custo. Para isso é necessário manter uma política adequada de investimentos de capital, mantendo a base de ativos com a capacidade otimizada.



Figura 2 - Efeito do trade-off "CAPEX/OPEX" no custo de ciclo de vida

O trade-off RISCO/CUSTO é o de envolvimento direto da manutenção, e consiste em tomar decisões que diminuam o risco de falha a um custo economicamente viável. Técnicas como Manutenção Centrada em Confiabilidade e Análise de Causas Raízes são tipicamente aplicadas para este tipo de decisão. Uma interface importante é com a Operação, que precisa compreender a relação entre capacidade instalada e desempenho exigido ao ativo; conforme Moubray [10], cada ativo possui uma capacidade de projeto, que não pode ser aumentada através da intensificação das atividades de manutenção.



**Figura 3** – Efeito do trade-off “CUSTO/RISCO” no custo de ciclo de vida

O trade-off CURTO/LONGO PRAZO se baseia na ideia de que existe um momento ideal de substituição de cada ativo, chamado vida econômica. Isto é definido por Woodward [11] como o período em que a obsolescência econômica demanda a substituição por uma alternativa de menor custo. Os custos de manutenção e operação crescem com o tempo, devido à degradação dos ativos; por isso é preciso monitorar esta evolução e considerar os custos em longo prazo e não cair no raciocínio errôneo de que “o ativo já está pago, então este gasto vale à pena”.



**Figura 4** - Efeito do trade-off "CURTO/LONGO PRAZO" no custo de ciclo de vida

Como a finalidade da estratégia era incorporar estes *trade-off's* como elementos de tomada de decisão nos processos de gestão de ativos físicos, foram definidos objetivos estratégicos associados a cada um deles, que foram detalhados até o nível de pacotes de trabalho.

Este desdobramento pode ser considerado como a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), ferramenta definida pelo PMI (Project Management Institute) [12] como é um processo de subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis.

Porém, um dos requisitos da PAS-55 é demonstrar o “line of sight” da gestão de ativos, ou seja, como os objetivos da organização serão desdobrados até as atividades de ciclo de vida. A equipe do projeto avaliou que esta ferramenta não era adequada para

este fim. Portanto, a EAP foi traduzida para a linguagem SADT, que evidencia a relação entre todos os inputs e outputs, recursos e restrições de um projeto, desde o objetivo geral, até o último pacote funcional de trabalho. Os fundamentos desta linguagem estão descritos no capítulo 2.2.1.

### 2.2.1 A técnica SADT

SADT significa *Structured Analysis Design Technique* (Técnica de Análise Estruturada de Projetos), e foi desenvolvida na área de engenharia de sistemas por Douglas Ross em 1977 [13]. Em essência, trata-se de um método que:

- Descreve um sistema na forma de uma hierarquia de funções;
- Associa a linguagem dos desenhos técnicos com a linguagem escrita, para descrever uma ideia;
- Baseia-se em uma premissa reconhecida da psicologia, de que as pessoas conseguem absorver 6 informações por vez;
- Permite a exposição de uma ideia complexa em níveis hierárquicos, de detalhamento crescente;



Figura 5 - Elementos básicos SADT

Esta análise funcional de sistemas já foi aplicada a diversas situações, desde gestão de projetos até mapeamento de processos. A estrutura hierárquica se aplica especialmente ao planejamento estratégico, que precisa com que fazer os objetivos estratégicos abrangentes sejam desdobrados até o nível das atividades de rotina. Isto também é válido para a PAS-55, onde o termo *line of sight* (linha de visão) é usado neste sentido: a estratégia de gestão de ativos deve ser consistente com o plano estratégico organizacional, e por sua vez deve “descer” até o nível das atividades de ciclo de vida. Isso é fundamental para o sucesso de uma empresa, pois a compra, operação, manutenção e descarte de ativos não pode se manter constante em função das variações no cenário externo.

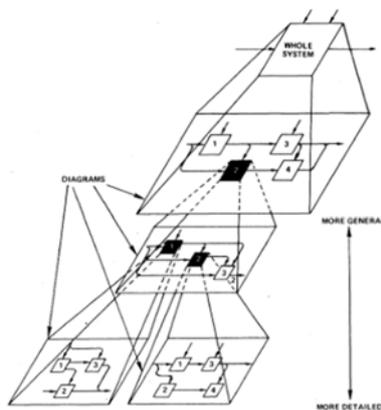


Figura 6 - Ilustração da exposição hierárquica do sistema [13]

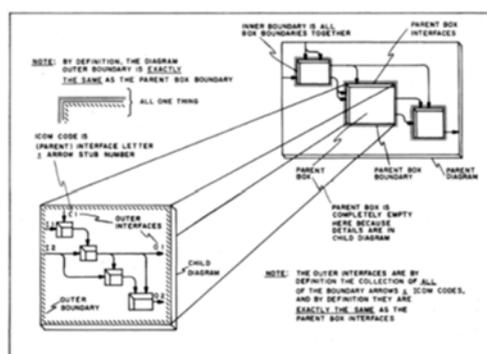


Figura 7 - Relação entre diagramas "pais" e "filhos" [13]. Os filhos recebem os códigos "ICOM" (Input, Control, Output, Mechanism) dos "pais", numerados na ordem em que aparecem (ex: I1, O2, M2, etc.)

## 2.3 Visão Geral do Modelo SADT

A figura 8 descreve o nível mais alto do modelo, onde os objetivos estratégicos são tratados como entradas, e a capacidade produtiva do portfólio de ativos como a saída. As políticas corporativas são as restrições impostas, e os colaboradores, ferramentas e TI e de RH o suporte disponível.

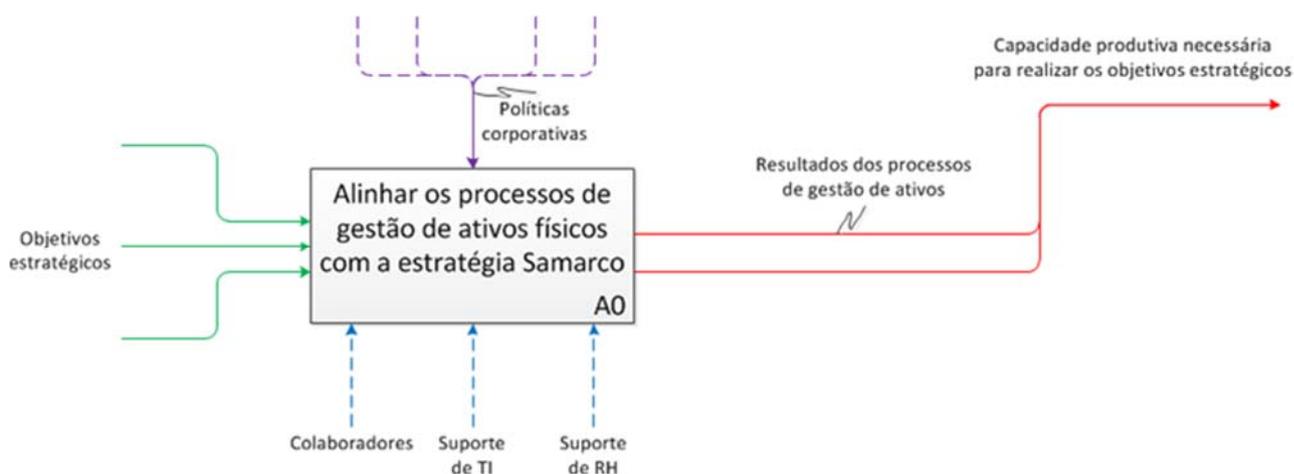


Figura 8 - Modelo SADT – Nível A0 (não detalhado)

O desdobramento do diagrama geral mostra os nós A1 a A4. Cada nó está relacionado a um *trade-off*, e há um quarto para as atividades de suporte.

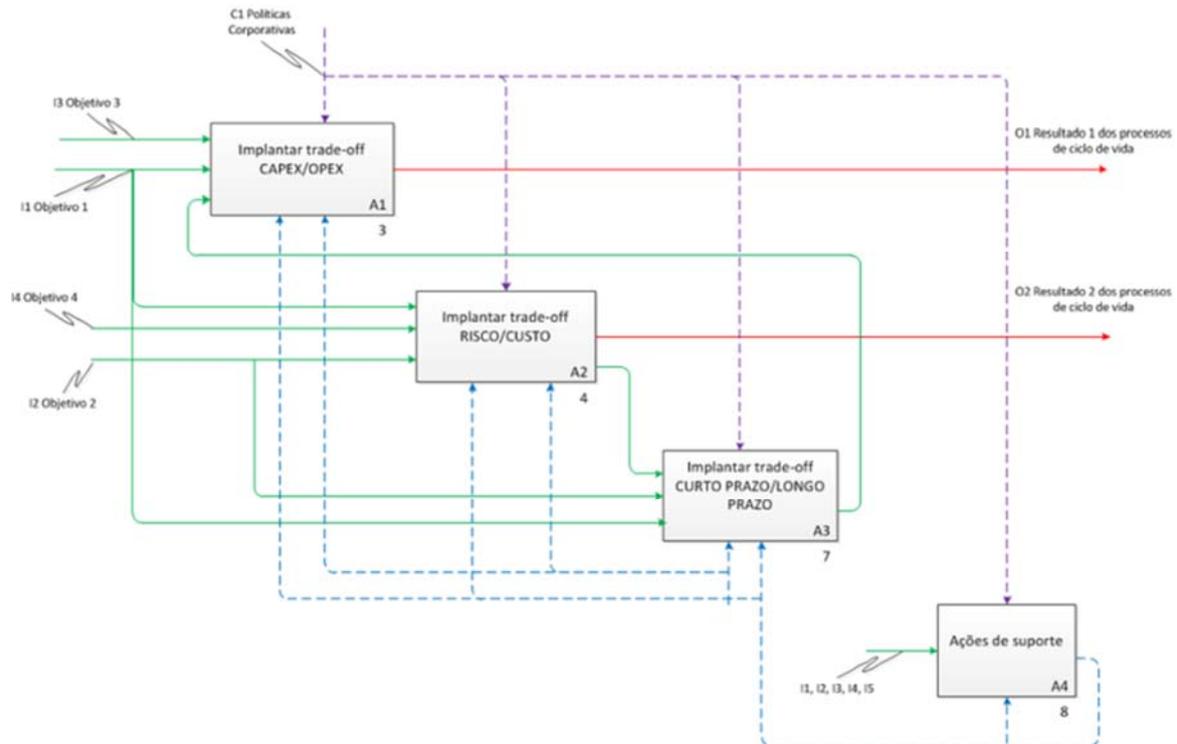


Figura 9 - Modelo SADT - Nível A0 (detalhado)

## 2.4 Linha do Tempo

O projeto foi iniciado em novembro de 2013, e a fase de planejamento foi concluída em julho de 2014. A execução prevê uma etapa de revisão e construção de processos, seguida por uma fase de replicação, detalhada em atividades até o fim de 2017.

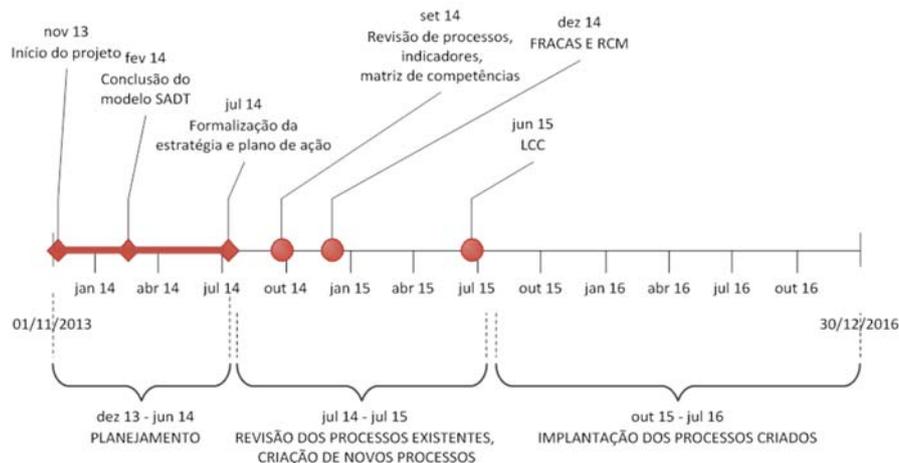


Figura 10 - Linha do tempo das primeiras etapas do projeto

Durante a segunda fase, alguns processos serão revisados e outros, construídos. Este tipo de ação tem como produto o processo mapeado e a elaboração das instruções de trabalho necessárias. Após isso, são executadas ações para “incorporar” o processo à rotina. Por exemplo, o processo FRACAS será aplicado num pequeno sistema, como piloto, onde foram testados os métodos de registro, análise e prevenção de falhas. Só então será replicado para todas as equipes, que foram treinadas para executar as atividades previstas.

Ao fim da segunda fase, começa um novo ciclo, onde a estratégia será revisada, e a possibilidade de certificação revisitada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo maior desta estratégia é prover a capacidade produtiva necessária para realizar a visão 2022 da Samarco Mineração. Espera-se que isto seja acompanhado de uma série de ganhos intermediários, tais como:

- Padronizar os workflows da Manutenção entre as unidades;
- Encontrar o valor ideal para a proporção OPEX/CAPEX;
- Aumentar a produtividade da mão de obra de manutenção;
- Revisar e organizar os planos de manutenção;
- Estabelecer uma linguagem comum de custos entre Manutenção e Compras;
- Estabelecer uma linguagem comum de custos entre Manutenção e Engenharia;
- Estabelecer um conceito comum de “ativo” entre Manutenção e Controladoria;
- Melhorar a acurácia e facilidade de acesso às informações relacionadas aos ativos.
- Criar a possibilidade futura de obter a certificação ISO-55000.

### 4 CONCLUSÃO

A conclusão imediata do trabalho foi que “Gestão de Ativos Físicos” não é o novo nome da manutenção, que por sua vez é apenas uma das etapas do ciclo de vida. No entanto, como até 80% dos custos ao longo da vida de um ativo são operacionais, e todos estes custos estão direta ou indiretamente ligados à manutenção, é natural que os gestores de manutenção assumam o protagonismo das iniciativas industriais envolvendo gestão de ativos.

O cenário brasileiro atual reforça essa conclusão, onde a Abramam (Associação Brasileira de Manutenção) lidera a disseminação do tema, sendo parte do GFMAM (Global Forum on Maintenance and Asset Management), e organizador das versões portuguesas da BSI: PAS-55 e ISO-55000.

Também é possível concluir que, uma vez compreendidos os conceitos da gestão de ativos, não é possível realizar a gestão da manutenção da mesma forma. Apesar de 80% do custo de vida ser operacional, as decisões tomadas durante o projeto definem 80% deste custo. Logo, a busca tradicional da manutenção por alta disponibilidade a baixo custo não é factível sem que haja envolvimento entre a manutenção e os times de projeto, aquisição e construção.

Apesar destas conclusões sobre manutenção e gestão de ativos, também é importante compreender que “Gestão de Ativos Físicos” não é o mesmo que “Obter a certificação ISO-55000”. Para algumas organizações, é interessante implementar um sistema de gestão de ativos físicos, enquanto para outros apenas a incorporação destes conceitos em seu atual sistema de gestão é o suficiente.

Este último é o caso da Samarco Mineração, onde não há interesse imediato de nenhum de seus stakeholders nesta certificação. Porém, como está claro que os objetivos estratégicos corporativos precisam ser “traduzidos” em objetivos de manutenção, e que a gestão moderna da manutenção precisa considerar o ciclo de vida dos ativos, a Samarco optou por cumprir estes requisitos sem priorizar a certificação, apenas substituindo seu “plano estratégico de manutenção” por uma “estratégia de gestão de ativos físicos”.

Naturalmente, os requisitos da BSI: PAS-55 foram usados como referência para estabelecer as ações da estratégia, levando em consideração um possível cenário de

interesse futuro na certificação, a Samarco poderá obtê-la com um esforço menor do que as organizações que a estabeleceram como objetivo inicial.

Apesar do protagonismo mencionado da Manutenção, este tipo de iniciativa envolve vários outros setores da organização, principalmente Financeiro, Compras, Almoxarifado, Engenharia e Operação. Devido a essa interface é preciso dedicar o devido esforço à gestão de mudanças, identificando os principais envolvidos e definindo ações adequadas de comunicação e treinamento.

Concluindo; a aplicação dos trade-offs nos processos de ciclo de vida será a base das iniciativas de contribuição da manutenção na Samarco para a realização da visão 2022.

## REFERÊNCIAS

- 1 Nascif, Júlio e Dorigo, Luiz Carlos. *Manutenção Orientada para Resultados*. Rio de Janeiro : Quality Mark, 2010.
- 2 Kelly, Anthony. *Strategic Maintenance Planning*. Oxford : Butterworth-Heinemann, 2006.
- 3 Lloyd, Chris. *Asset Management - Whole-life management of physical assets*. London : Thomas Telford, 2010.
- 4 Institute of Asset Management. *PAS 55-1 Part 1: Specification for the optimized management of physical Assets*. s.l. : British Standards, 2008. 978-0-580-50975-9.
- 5 Samarco Mineração. *Site Corporativo*. [Online] fev de 2014. [www.samarco.com.br](http://www.samarco.com.br).
- 6 Takahashi, Yoshizaku e Osada, Takashi. *Manutenção Produtiva Total*. São Paulo : IMAM, 2010.
- 7 Azevedo, Celso. *Se as Máquinas Falassem*. s.l. : Saraiva, 2007.
- 8 Fabrycky, Wolter J. e Blanchard, Benjamin S. *Life-cycle cost and economic analysis*. s.l. : Prentice Hall, 1991.
- 9 Moubray, John. *Reliability Centered Maintenance*. Leicestershire : Aladon, 1991. 0-9539603-0-7.
- 10 Woodward, David G. *Life Cycle Costing - theory, information acquisition and application*. *Internacional Journal of Project Management*. 6, 1997, Vol. 15.
- 11 Project Management Institute. *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia Pmbok®)*. s.l. : Saraiva, 2013.
- 12 Ross, Douglas T. *Structured Analysis (SA): A language for communicating ideas*. *IEEE Transactions on software engineering*. 1, 1977, Vol. 3.
- 13 *Regime de Competência*. Wikipedia. [Online] 2011. [http://pt.wikipedia.org/wiki/Regime\\_de\\_compet%C3%Aancia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Regime_de_compet%C3%Aancia).