



**APLICAÇÃO DO PDCA NO AUMENTO DA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA EM UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA SITUADA
NA REGIÃO DE MANHUAÇU - MG**

Rodrigo Luís Zine

Marcelus Xavier Oliveira

**Curso: Engenharia de Produção, Período: 10º período, Área de Pesquisa:
PDCA**

Resumo: O presente trabalho aborda a aplicação de um método interativo de gestão de quatro passos conhecido por Ciclo de Deming ou Ciclo de PDCA na geração de energia elétrica onde um empreendimento de ativos da CEMIG busca um melhor planejamento em sua operação e manutenção para aumento de sua eficácia. Esse método se divide em PLAN (Planejar), DO (Executar), CHECK (Controlar) e ACT (Agir) que é um método de melhoria continuada para o rastreamento de anomalias e auxílio nas ordens e execução de melhorias encontradas para algum tipo de processo ou produção.

Palavras-chave: PDCA. Produção. Planejamento. Energia Elétrica.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é beneficiado com diversos recursos para geração de energia elétrica que alimenta o Sistema Interligado Nacional (SIN), operado pelo Operador Nacional de Sistema Elétrico (ONS, 2019) que abrange todo o país. Diferentes empresas de geração e distribuição de energia fazem com que toda a população tenha acesso à energia elétrica exigida de acordo com a (ABNT, 2019) e através das Normas Brasileiras (NBR) 5410, 5418, 13534, 13570, 14039 e 14639 que denominam a padronização a ser aplicada nas instalações de acordo com a sua especificação.

Segundo a Agência Reguladora (ANEEL, 2019), o país tem uma carga de energia elétrica instalada de aproximadamente 163.790.982 kW que estão dispostos para a população em diferentes fontes geradoras como, hidrelétricas, eólicas e térmicas, sendo assim conduzidas por um sistema de transmissão composta por linhas de Transmissão e Subestação Elevadoras / Rebaixadoras, findando para as redes de distribuições chegando ao consumidor final.

Contudo, o que diz respeito à geração de energia elétrica, toda área de mercado que tem suas várias estruturas operacionais, o padrão de confiabilidade deve estar estruturado e principalmente planejado nas organizações para não haver atrasos, falhas de comunicação, retrabalhos, paradas ininterruptas, perda de geração que por fim, gera perda de capital (tempo ocioso), manutenções corretiva, manobras incorretas e incertezas da operação.

Analisando essas razões aos quais as anomalias acima descritas não pode haver em uma organização, cuja finalidade seja o comércio de energia elétrica em que faça parte do Sistema Interligado Nacional (SIN), sistema ao qual se tem um grau de alta complexidade, o planejamento tem papel essencial na operação de toda cadeia da energia, desde a geração, passando pela transmissão, até a distribuição. O planejamento alinhado às estruturas operacionais buscando confiabilidade do sistema, uma ideia abordada para estudo e análise de caso foi de método iterativo de gestão, o PDCA¹ que tem por finalidade o estudo de interagir esse imenso mercado complexo gerando eficácia e confiabilidade.

A empresa analisada é uma Pequena Central Hidrelétrica de propriedade da Empresa CEMIG (Companhia Elétrica de Minas Gerais) situada na zona rural do município de Manhuaçu – MG, Zona da Mata mineira, ao qual sua principal função é a geração para a cidade de Reduto e sua zona rural e para Santana do Manhuaçu. A PCH Sinceridade possui uma carga instalada de 1400 KW/hora composta por duas unidades geradoras com geradores síncronos acoplados em duas turbinas tipo Francis Horizontal com uma vazão de 2,23 metros cúbicos de água por segundo, uma barragem que designada por suas tubulações faz com que tenha uma queda de pressão de 56,57psi e operadas por equipes locais ou pelo sistema remoto através do Centro de Operação fora do horário comercial, ficando assim, uma equipe de plantão para evitar qualquer tipo de anomalia.

¹ PDCA (do inglês: PLAN - DO - CHECK - ACT ou Adjust) é um método iterativo de gestão de quatro passos, utilizado para o controle e melhoria contínua de processos e produtos. É também conhecido como o círculo/ciclo/roda de Deming, ciclo de Shewhart, círculo/ciclo de controle, ou PDSA (plan-do-study-act).

O estudo desse empreendimento nesse artigo está voltado para o aumento e eficiência na geração de energia utilizando o PDCA para designação de ordens de serviços e compras ao setor de fornecimento, mobilização de equipes de manutenção e operação, pedidos de liberação de sistemas e documentos de operação, laudos técnicos e cálculos de prazo de parada das unidades geradoras a fim de efetuar a instalação de uma nova tecnologia fazendo com que as unidades geradoras se tornem mais eficazes e menos ociosas aumentando consideravelmente a receita.

Essa pesquisa tem como principal objetivo a implantação do PDCA na operação e manutenção em um dos empreendimentos de ativos da CEMIG buscando sempre diminuir o tempo ocioso das unidades geradoras aumentando seu capital de geração, diminuindo as falhas de comunicação e potencializando sua eficiência. Findando assim, se obtém o início da pesquisa em estudos direcionado a metodologia mais à frente apresentada direcionando seus resultados e conclusões aos leitores de forma clara e objetiva.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial Teórico

2.1.1 As unidades de Geração e o Meio Ambiente

Tem-se conhecimento que as unidades de geração de energia elétrica são de suma importância para desenvolvimento da sociedade, pois são de inúmeras utilidades a sua definição e implantação tanto econômica e social. Porém, suas instalações precisam ser estudadas e classificadas observando que uma vez investida tem a preocupação ambiental para construção e rendimento econômico e sócio ambiental, deste modo podemos entender que:

[...] No Brasil, o procedimento de avaliação de impactos ambientais está vinculado ao processo de licenciamento ambiental. A Avaliação de Impacto Ambiental foi instituída em vários países para possibilitar uma análise prévia da viabilidade ambiental de um empreendimento ou atividade proposta, propiciando a adoção de medidas mitigadoras para os potenciais impactos identificados, incluindo as alterações no projeto original que tornem o empreendimento viável do ponto de vista socioambiental que possibilite sua inserção local e regional (MONTANO.M, 2010).

FIGURA1 - Geradores e Reservatórios



FONTE: (EBC, 2016)



Sendo observado esse fim, todas as unidades geradoras instaladas têm sua definição implantada ao sistema e amparo de gestões que fazem com que sejam viáveis e economicamente ativas superando as expectativas de seus investidores. Desse modo, todo investimento voltado a usinas hidrelétricas tem que estar dentro das normas governamentais ambientais definidas em vigência para o sucesso do empreendimento e autorização de início de construção e operação sendo que todo ele atinge vasta área ambiental, áreas populacionais, deslocamento de moradores regionais e a mudança ambiental do meio ao qual será implantado.

Analizando a figura 1, nota-se a dimensão que as Usinas Hidrelétricas podem ocupar um espaço no meio ambiente e observar a tipologia de sua infraestrutura e seu espaço físico. Sendo assim, Queiroz (2014) afirma com sua visão que:

[...] afirma que "o enchimento de reservatórios tem levado ao esvaziamento da vida de milhares de pessoas, a despeito das insuficientes e amiúdes equivocadas ações compensatórias a elas dirigidas pelo poder público". A construção das usinas, na maior parte das vezes, provoca um deslocamento de famílias e de modos de vida, para outras áreas territoriais, visando à formação do reservatório da futura hidrelétrica (QUEIROZ, 2014).

As regiões do nosso país têm inúmeras particularidades impostas ao desafio de se obter esse empreendimento em questões socioambientais como, geografia voltada ao tipo de terreno, solos, recursos hídricos e atividades econômicas como de populações ribeirinhas que usam os afluentes para o sustento de sua família e o desenvolvimento regional abrange economicamente o setor de alimentação em períodos sazonais ou não.

Na construção de uma Usina Hidrelétrica, sem dúvidas os riscos a sociedade e ao meio ambiente são iminentes tanto aos trabalhadores que estão em uma área de alta periculosidade que, pelo Ministério de Trabalho são resguardados pelo adicional de periculosidade, aposentadoria especial e direito de recusa que são regidos por lei de ações trabalhistas, e também o impacto social, onde várias pessoas tem que deixar sua casa tendo que se mudar para outro local. Voltando ao arranjo físico, a barragem tem grau prejudicial elevado, pois altera a natureza de forma abrangente como, o clima, fauna desaparece, pois, com a construção da barragem, os peixes em seu período de reprodução são impedidos de avançar a nascente do rio, evitando a conclusão do ciclo, outros animais presentes fogem de seu lugar de origem, árvores apodrecem debaixo da água gerando gás metano que é um poluente que corrói turbinas, impedem a reprodução de peixes e permite a proliferação de algas e causam um desequilíbrio aquático.

Segundo Paquete (2018) em sua reportagem publicada na revista "Super Interessante", diz que:

[...] É um estrago e tanto. Na área que recebe o grande lago que serve de reservatório da hidrelétrica, a natureza se transforma: o clima muda, espécies de peixes desaparecem, animais fogem para refúgios secos, árvores viram madeira podre debaixo da inundação... E isso fora o impacto social: milhares de pessoas deixam suas casas e têm de recomeçar sua vida do zero num outro lugar. No Brasil, 33



mil desabrigados estão nessa situação, e criaram até uma organização, o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB). Pode parecer uma catástrofe, mas, comparando com outros tipos de geração de energia, a hidrelétrica até que não é ruim. Quando consideramos os riscos ambientais, as usinas nucleares são mais perigosas. E, se pensarmos no clima global, as termoeletricas – que funcionam queimando gás ou carvão – são as piores, pois lançam gases na atmosfera que contribuem para o efeito estufa. A verdade é que não existe nenhuma forma de geração de energia 100% limpa (PAQUETE.S, 2018).

Ou seja, embora seja uma proposta pensada de maneira positiva a atender uma população, existem inúmeros fatores que devem ser analisados, estudados e observados para a implantação de um empreendimento desse porte, visando minimizar os impactos ambientais sempre voltando o pensamento para a questão da sustentabilidade, que é um assunto em alta na atualidade.

2.1.2 Planejamento na Gestão de Ativos

Desde o início de operações de ativos da geração, o PDCA, por exemplo, obtém um papel importante na gestão que impacta na estratégia no controle da O&M que revoga em suas várias estruturas operacionais garantindo eficiência e controle aos usuários desse método iterativo. O planejamento de ativos envolve duas funções que são, secundárias e primárias, ao qual se faz parte da Estratégia de Gestão de Ativos e assim usando essas funções, engloba a definição de aquisição de ativos que se destaca em quatro fases: Planejamento, Aquisição, Operação e Manutenção e Recondicionamento. O plano deve aperfeiçoar e garantir requisitos de sucesso ao empreendimento ao qual define o valor total, necessidade de recursos, interdependências, os riscos e impacto no desempenho.

[...] Um documento criado em 2004 chamado de PAS55 que é uma especificação inglesa que define os conceitos de uma regulamentação na gestão de ativos e essa especificação se aborda na definição do sistema de gestão de ativos, como: “Atividades e práticas sistemáticas e coordenadas pelas quais uma organização gerencia de maneira ótima e sustentavelmente seus ativos e/ou sistemas de ativos, seu desempenho associado, riscos e custos durante seus ciclos de vida com a finalidade de alcançar seu planejamento estratégico organizacional (LANGNER, 2015).

O documento referido acima, por Langner (2015) recomenda ações que devem ser orientadas e consideradas no desenvolvimento do sistema que abrange tópicos de definições e orientações que deve ser tratadas como diretrizes entre a complexidade do ativo voltado a sua capacidade e documentações de recursos destinados (dependendo do âmbito e da sua natureza de atividades). Enquanto o escopo deve ser bem definido e cobrir todo o portfólio empenhado para garantir o ativo necessário, ao mesmo tempo deve ser flexível para definição dos limites empenhados ao Sistema Integrado Brasileiro. O sistema de gestão que integra todo processo existente como, meio ambiente e operação, deve estar alinhado para competência governamental a fim de liberação de outorgas e autorizações de funcionamento, cabendo assim o ativo no auxílio de requisitos regulatórios e legais.

[...] Os critérios para construir uma usina têm que ser fundamentais basicamente em critérios técnicos, eficiência, custo benefício e

pronto. Tem que ter engenharia, cálculo, planejamento (para 50 anos), objetivos, metas e estratégias de desenvolvimento. Por causa de discussões ou reivindicações sem critérios científicos, muitas obras necessárias deixam de ser construídas e que acaba sendo prejudicado é a própria sociedade (economicamente e socialmente) (NASSIF, 2013).

A figura 2 mostra o processo dos sistemas de gestão e ativos dentro da proposta apresentada no artigo que é o PDCA.

Figura 2 - Relação e segmento previsto na estrutura de Sistema de Gestão



Fonte: (IAM, 2019)

2.1.3 Aplicação do Sistema de Gestão Integrado na operação

Fatores de organizações no trabalho e controle nas unidades de negócios estão meramente classificados na eficiência e objetivos alcançados no sucesso de qualquer organização cuja finalidade está focada na busca de rendimento e lucro em qualquer empreendimento, e com isso, um sistema de gestão integrado como o PDCA se torna indiscutivelmente uma ferramenta disposta a ser implantada para definição de controle e organização de qualquer visão definida.

Segundo ScSampaio (2011) o ciclo do PDCA foi criado por Walter A. Shewart em meados de 1920. Baseiam-se no gerenciamento integrado, na solução de problemas, planejamento, correções e ações futuras e tudo que está a fim de se obter diretrizes a serem almejadas pelas organizações, que se destina em quatro passos que são o planejamento, ação, verificação e ação.

Correa (2017) diz que na gestão de operações de usinas ministrada por um sistema de gestão integrado na operação e manutenção de usinas hidrelétricas se deve não só ao tema voltado a lucratividade de geração de energia, mas sim em conscientização à qualidade, meio ambiente e saúde dos trabalhadores que,



impacta nos objetivos das organizações em termos legais perante a lei e a normas prepostas a essas condições e sistemas de gestão como a ISO9001, OHSAS 18001 e ISO14001 (ABNT, 2019) e sem deixar de mencionar que o trabalho dos funcionários tanto em questão de conhecimento técnico ou disposição é de suma importância para o andamento da operação e conservação das instalações.

[...] Avaliando sob o âmbito empresarial, pode-se afirmar que ao desenvolver um SGI, este tem o objetivo de aumentar constantemente o valor percebido pelos stakeholders (partes interessadas nos projetos) nos produtos e serviços. Além disso, o sucesso no segmento de mercado ocupa (por meio da melhoria contínua) nos resultados operacionais, a satisfação dos funcionários com a organização e da própria sociedade, com a contribuição social da empresa e o respeito ao meio ambiente que permite um melhor reconhecimento e sinergia dos processos, a identificação e melhor controle dos impactos ambientais, riscos e danos à integridade física e saúde dos colaboradores (CORREA, 2017).

Sendo assim, nota-se que o cuidado e o bem-estar do funcionário está diretamente ligado ao bom desempenho da empresa, quanto mais conhecimento o funcionário possui, mais chances de minimizar problemas dentro da empresa.

2.1.4 As vantagens de SGI na organização

Organização em quaisquer atividades gera confiança e credibilidade a todos os envolvidos diretamente e indiretamente em funções definidas pra cada um e o SGI implantado nas organizações envolvidas no mercado de geração de energia elétrica, aumenta a credibilidade na operação e assim aumentando a eficiência energética no Sistema Interligado Nacional ajudando a suprir com cada vez mais eficácia as demandas ordenadas pelos consumidores por toda sociedade dependendo dos momentos sazonais do sistema.

A integração de diretrizes nas organizações de mercado energético, se traçada corretamente, pode-se dar um norte na obtenção de metas avaliativas de desempenho que citadas como exemplo por (CORREA, 2017), busca uma maior visão de credibilidade podendo abranger mais de um sistema de gestão além de se cumprir o que as normas já se tratam nas suas ementas.

[...] A implantação de um sistema de gestão acarreta inúmeros benefícios para os empreendimentos, indo além daqueles citados pelas normas. Entretanto, o desenvolvimento de um sistema de gestão integrado, abrangendo mais de um sistema de gestão ou norma resulta em inúmeros benefícios (CORREA, 2017).

Abaixo são citados alguns benefícios na implantação do SGI segundo (CORREA, 2017):

- * Política- Uma política única de gestão, fácil aplicação, agradável visualmente, redução de custos para impressão e divulgação;

- * Monitoramento da conformidade legal aplicável- Único programa de conformidade legal, interação de tarefas, redução substancial de obrigações a serem cumpridas de forma repetitiva;



- * Determinação de escopo- Integração do escopo para todos os sistemas ou possibilidade de exclusão quando necessário;
- * Processos de liderança e comprometimento- Melhor alinhamento das atividades relacionadas ao processo;
- * Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais- Melhor alinhamento as atividades relacionadas ao processo;
- * Objetivos do SGI e planejamento para alcançá-los- Padronização das informações levadas a alta administração, facilidade de controle;
- * Monitoramento, medição, análise e avaliação- Padronização das informações, facilidade de controle;
- * Comunicação- Padronização da gestão de comunicação interna e externa;
- * Informação documentada- Padronização da informação em um único manual, facilitando o entendimento de operações;
- * Controle operacional- Padronização da informação em um único procedimento, facilidade de entendimento, redução da carga de controle de documentos;
- * Análise crítica- Integração dos assuntos em uma única reunião;
- * Auditoria interna- Realização do programa em uma única auditoria, padronização dos relatórios, realização de um único curso de auditores integrados, facilidade de entendimento pelos colaboradores;
- * Não conformidade e ação corretiva- Único programa de monitoramento, interação de tarefas, redução substancial de obrigações a serem cumpridas de forma repetitiva.

2.2 METODOLOGIA

Segundo Martins (2019), a pesquisa realizada neste trabalho foi classificada como descritiva. Os estudos ou as pesquisas descritivas são uma boa forma de poder de investigação de problemas no qual a análise de dados não pode ser alterada ou não se deseja interferir nas informações apuradas. Nesse sentido, a pesquisa descritiva se assemelha muito com a exploratória, mas a principal diferença entre as ambas é que na descritiva o autor possui um conhecimento, ou familiarização, com o assunto em questão sendo o principal objetivo buscar uma nova ideologia para o estudo abordado.

Quanto à metodologia, foi escolhida a opção de fontes primárias, ou seja, uma busca de dados e informações direto da fonte, pois a metodologia aplicada foi em uma usina hidrelétrica da CEMIG chamada Sinceridade situada no município de Manhuaçu-MG em que houve uma manutenção de melhoria tecnológica visando o aumentando da produtividade na geração de energia elétrica. A tradução de resultados da pesquisa também será de forma quali/quantitativa (MARTINS, 2019), ou seja, os resultados obtidos serão coletados e manipulados na forma de dados numéricos.

2.2.1 PDCA

Segundo (VEYRAT, 2015) o ciclo PDCA se especifica como uma plataforma de repetições de dados levantados e avaliados para o acompanhamento de tal evento buscando corrigir algum problema encontrado. Essa gestão integrada é dada como uma forma de um método de melhoria continuada onde ela pode ser aplicada através de planilhas ou fluxogramas onde o aplicador elabora suas perguntas direcionadas a um caminho em que através de requisitos e respostas se chega as definições obtidas para a análise de conclusão do objetivo e assim avalia se o processo ou o serviço está sendo satisfatório e onde se deve corrigir.

[...] A base desta ferramenta está na repetição. Ela é aplicada sucessivamente nos processos para que se busque a melhoria de forma continuada. Neste contexto, o planejamento, a padronização e a documentação são práticas importantes, assim como medições precisas. Outros fatores abordados pelo ciclo PDCA são os talentos e habilidades dos profissionais envolvidos. PDCA é uma sigla que dá nome a uma ferramenta usada na gestão da qualidade dos processos. Seu foco é a solução de problemas seguindo as quatro fases indicadas pelas letras (Plan, Do, Check e Act = Planejar, Fazer, Verificar e Agir). Por ser uma ferramenta de uso cíclico, ela também promove a melhoria contínua dos processos (VEYRAT, 2015).

Joana (2018) afirma que o PDCA é uma ferramenta essencial também nas análises da gestão de qualidade em processos ou serviços ao qual sua sustentabilidade se dá aos índices de padronizações aos quais se implementa o correto a ser executado, métodos eficazes de análise crítica do que está sendo executado, transição de conhecimento, levantamento de soluções de problema, método participativo de melhoria e conclusão e avaliação de melhoria.

[...] O ciclo PDCA é um método que visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma organização. É um eficiente modo de apresentar uma melhoria no processo. Padroniza as informações do controle da qualidade, evita erros lógicos nas análises, e torna as informações mais fáceis de entender. Pode também ser usado para facilitar a transição para uma cultura de melhoria contínua (JOANA, 2018).

O método de gerenciamento ocorreu com a aplicação do PDCA para controle iterativo da execução das atividades de melhoria da produtividade energética da usina hidrelétrica de Sinceridade aplicada em quatro etapas do PDCA que serão o Plan (planejar), Do (fazer), Check (checar) e Act (agir).

2.2.2 Aplicação do PDCA na PCH

O método de gestão interativo proposto nesse artigo se faz eficiente e satisfatório na execução do serviço analisado na PCH Sinceridade para o andamento da melhoria implantada e com tais finalidades de agilizar com o planejado evitando atrasos, minimizando a parada programada da usina para o serviço, eliminando retrabalhos, maior geração de resultados, diminuindo tempo ocioso, potencialização da geração, valor agregado de possíveis investimentos de terceiros e stakeholders, confiabilidade, segurança e maior renda da geração, sendo assim, o método que pode ser aplicado em diversas áreas se faz jus quanto a sua



eficiência e eficácia se tornando algo essencial na execução de tal serviço possibilitando uma alta clareza no que se pode fazer para ter um planejamento proeminente.

O objetivo do PDCA no trabalho das equipes de manutenção e operação da usina hidroelétrica, se da principalmente na agilidade e execução do serviço porque com as máquinas paradas para a manutenção preventiva executada, não tem geração de energia e o ganho de capital se da por produção de Mega Watts e acaba diminuindo a porcentagem de lucro sem contar que com a usina indisponível, ela não recebe pela ANEEL a verba de contribuição de Geração Disponível que é uma verba arrecadada por estar com as máquinas disponíveis para geração ajudando no controle e suprindo o Sistema Interligado Nacional, que no caso da empresa que estiver com a geração indisponível, ela não recebe do governo essa contribuição.

Analizando a questão do planejamento que envolve diversos setores da empresa, foi pensado e implantado o PDCA como mencionado acima que é uma ferramenta bastante útil nessa melhoria continuada que traria mais confiabilidade na hora de planejar, executar, analisar e agir sem ter receio de imprevistos e se acontecesse um imprevisto na hora da implementação ela seria pequena em função de um bom planejamento e não prejudicaria na finalidade do processo de execução.

Um bom planejamento se tornou indispensável ou senão o mais utilizado nessa gestão integrada o (PDCA) sempre direcionando focos que abrangia toda sua cadeia de estruturas operacionais para o andamento de um bom serviço de todos os envolvidos. Um bom planejamento se fez por vera rispidez na eliminação de retrabalhos e correção das etapas após o PLAN que, logo abaixo, estão os acontecimentos das outras etapas que compõe a Gestão Integrada que também são indispensáveis para o sucesso e a eficácia do processo. Lembrando que todos os quatro passos que o PDCA abrange e proporciona, tem que estar bem alinhados e ser todos executados corretamente para uma validação segura.

As fases do método do estudo e aplicação nas atividades foram gerenciadas de tal maneira:

- Plan
 - Planejamento de orçamentos e compras dos equipamentos:
 - Identificação dos Painéis de Comunicação que atendem os padrões da CEMIG
 - Aquisição do Painelelétrico de Comando 1900x800x600
 - Aquisição do PLC Allen Bradley Micro Logix 1500
 - Aquisição do Software do PLC Allen Bradley Micro Logix 1500
 - Cartões Lógicos PROSOFT INRAX
 - Cabos ópticos de Comunicação Remota SPDIF/Toslink Digital Switch 3in1w/Remot
 - Switch Siemens SCALANCE XC-100
 - Bloqueios Temporários de Manobras
 - Planejamento dos Departamentos das Engenharias para normas da ABNT e procedimentos técnicos, operacionais e estruturais.



- Estabelecimento dos padrões de acordo com as normas técnicas vigentes em segurança de instalações elétricas
 - Revisão e modificação do Manual de Operação e Diagramas Unifilares da usina
 - Validação de Ordens de Serviços e procedimentos de segurança padrão CEMIG
 - Autorização e vigência das empresas terceirizadas na prestação de serviços
 - Disponibilização de apoio técnico de Engenheiros e Técnicos Eletrotécnicos e Automação em caso de necessidade
 - Aprovação de custos adicionais que venha a decorrer durante o processo de instalações
 - Previsão de Erro
 - Análise e aprovação de conclusão da instalação
 - Organização de Reitoria de análise de objeção da pós-conclusão e eficiência
-
- Planejamento das equipes de manutenção e equipes de operações da usina que tratarão das manobras de equipamentos que darão disponibilidade à execução das atividades.
 - Disponibilidade das equipes operacionais e da manutenção
 - Revisão de EPI's e EPC's
 - Reserva de Frotas adequadas para transporte de pessoal e ferramentas
 - Preenchimento e revisão de check list de ferramentas e materiais
-
- Planejamento do Centro de Operações de Usinas (COS) que ficará responsável pelo sincronismo e balanceamento do Sistema Interligado Nacional.
 - Liberação e expedição de PT's
 - Contato e comunicação com outras empresas de Ativos de Geração, Transmissão e Distribuição que podem ser afetadas pela intervenção
 - Autorização do início da parada das máquinas á equipe de operação para que logo após as equipes de manutenção possa iniciar a intervenção
 - Monitoramento das PT's e prazos de revalidação das mesmas
 - Monitoramento dos Sistemas e Redes da Usina
-
- Planejamento do cronograma do tempo de serviço e definição de tempo início e término das atividades.
 - Criação do cronograma de planejamento das atividades e tempo entre as equipes de trabalho e o Centro de Operações visando



não estipular quaisquer variáveis que possa interferir ao sistema energético

- Monitoria local de possibilidade de otimização de tempo de serviços e eliminação de retrabalhos
- Do
 - Execução do cronograma planejado e deslocamento das equipes de manutenção e operação à usina para início do serviço programado
 - Procedimentos de segurança e preenchimento de análise de risco das atividades a ser executados.
 - Execução de manobras de equipamentos e unidades geradoras das equipes de operação de acordo com procedimentos do COS e o manual de operação da usina
 - Liberação da equipe de operação para início das atividades
 - Desmontagem do painel do sistema de comunicação
 - Realização de limpeza e preparação do painel para receber o novo equipamento, substituição de cabos ópticos e de alimentação VCA, replanejamento do layout dos equipamentos no painel de comunicação.
 - Instalação do novo equipamento de comunicação remota, retorno das manobras executadas anteriormente, reestabelecimento da comunicação com o Centro de Operação e retorno das atividades de geração de energia.
- Check
 - Constatado falha do PLC na parametrização de dados do sistema, reset em modo manual sendo que modo teria que estar automático e portas lógicas indicando incompatibilidade RX/TX com sistema do Centro de Operação.
- Act
 - Ação corretiva implantada com auxílio de um Notebook disponibilizado com software do PLC, sendo conectado ao próprio através da entrada HMDI e sanando as falhas encontradas, sendo modificadas as parametrizações de acordo com as necessidades. Após correção das falhas e verificação do sistema, foi constatado através de testes que o sucesso da implantação estava definida disponibilizando as Unidades Geradoras ao novo Sistema.

2.3 Resultados



Segundo Neto (2016) todo PDCA implantado deve garantir uma forma de confiabilidade e eficácia tanto qualitativo ou quantitativo tornando o processo seguro e confiável nas medidas que cada situação traz consigo. O método deve satisfazer de forma satisfatória todo o trabalho realizado deixando de omitir todas as etapas por ser uma forma padronizada de visualizar as possíveis causas de um seguimento desejado e escolhido para implantação de melhoria e mostrar ao desejado o foco alcançado na forma de representações que achar necessária os resultados satisfatórios alcançados com essa gestão. Sendo assim, qualquer situação indesejada encontrada em quaisquer seja as áreas, o PDCA pode ser desenvolvido sem exceção de ideias, culturas e região, formas de processo produtivo, questionários, etc, sendo aplicação bastante satisfatória tanto em análise clínicas ou de satisfação pessoal e organizacional.

[...] Uma das grandes vantagens do Ciclo PDCA é ser um método que permite maior confiabilidade e eficácia na execução das atividades de uma empresa. O ciclo propõe uma forma otimizada e contínua de análise e controle de todas as etapas do processo produtivo. Além disso, a simplicidade de aplicação é um aspecto que chama a atenção nesse método de gestão. Como o PDCA se trata de um ciclo, todas as etapas devem ocorrer continuamente, sem exceção. A omissão de qualquer uma delas pode causar sérios prejuízos e falhas no processo como um todo. Outra grande vantagem do ciclo PDCA é o princípio de que as etapas podem sempre ser melhoradas e adaptadas de acordo com as necessidades da empresa. Por isso, durante o processo de execução, é preciso estar atento aos possíveis desvios em relação ao planejamento inicial. Vale destacar que, para aumentar os benefícios da aplicabilidade do ciclo PDCA, o mesmo pode ser utilizado em complemento com outras ferramentas de qualidade, como o 5W2H e a Análise Swot. A utilização do PDCA auxilia na integração das etapas produtivas, uma vez que incorpora melhorias a cada ciclo (NETO, 2016).

Os resultados abaixo a serem apresentados se aderem a essa gestão de formas qualitativas e quantitativas que de acordo com os resultados colhidos, a empresa estudada teve de forma grandiosa a eficiência energética elevada e os processos de padronização redefinidos tudo mostrando como o PDCA beneficiou a gestão do serviço realizado.

2.3.1 Elevação da Geração de Mega Watts

A usina hidrelétrica mencionada tem sua principal atividade voltada à geração de energia elétrica composta por barragem, turbina e geradores que compõe ao quadro de grupos geradores da instalação com capacidade de nominal de 1.4 MW/H. A análise dos dados se deu por período antes da implantação e depois da implantação, que foi definida com intuito de observar a eficiência antes e após. A análise se deu no mês de novembro de 2017 e depois em março de 2018, pois o período da implantação ocorreu nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018.

Com o embasamento das informações se definiu o quanto de geração a mais obteve sendo assim impactando na lucratividade. Na análise dos dados em tabelas abaixo, foi constatado uma aumento significativo de 95,31% na geração de energia nos períodos pesquisados sem esquecer que a geração é influenciada pelas afluentes do rio que disponibiliza matéria prima para a operação que no caso é a água.

2.3.1.1 Geração Antes da Implantação

Tabela 1 – Geração de energia das PCH antes da implantação de melhoria

Mês / Ano

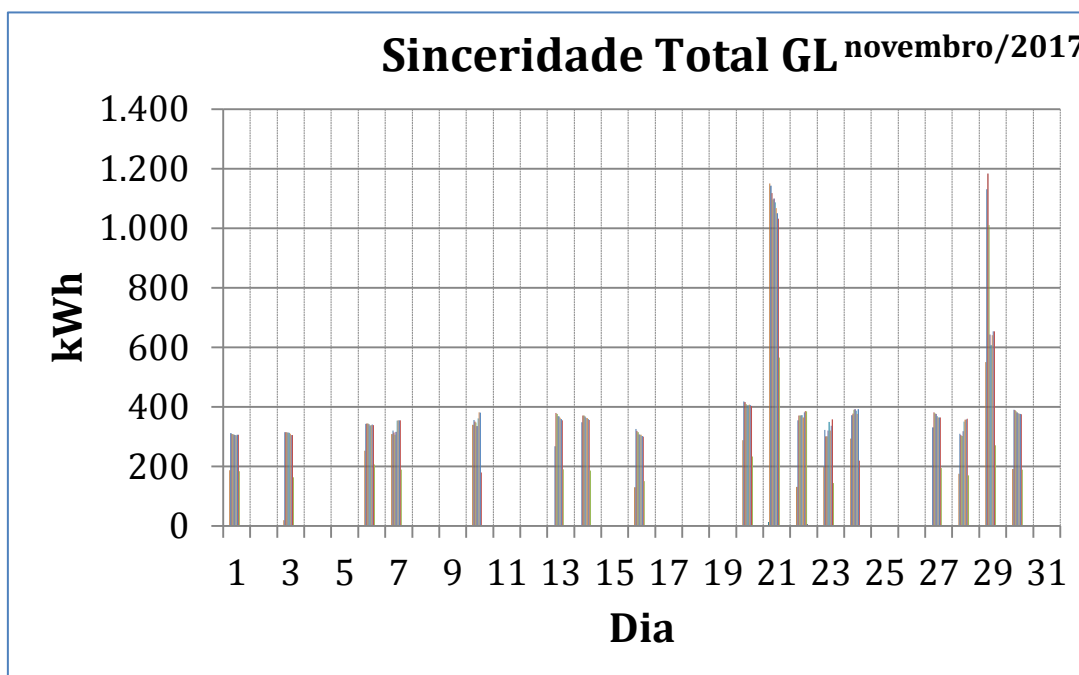
(valores em MWh)

Novembro/2017

Unidades Geradoras	Energia Gerada (MWh)	MW-médios
Tronqueiras Total GL	1.877,580	2,608
Dona Rita Total GL	604,193	0,839
Sinceridade Total GL	64,536	0,090
Neblina Total GL	685,510	0,952
Peti Total GL	2.634,529	3,659
Ervália Total GL	963,798	1,339

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 3 – Geração Mês de Novembro 2017



Fonte: Dados da Pesquisa

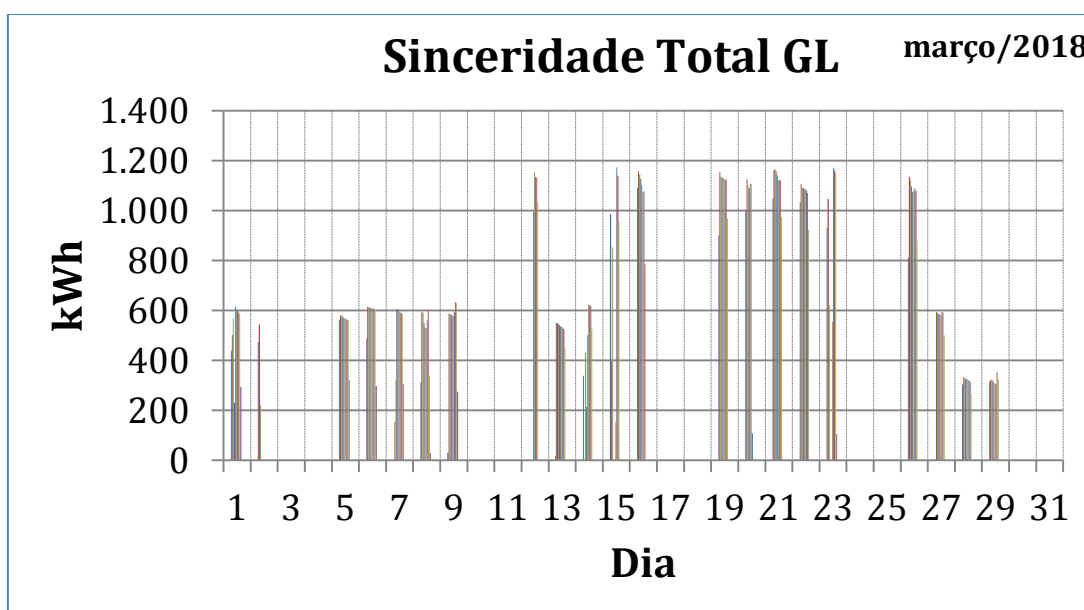
2.3.1.2 Geração Após a Implantação

Tabela 2 – Geração de energia das PCH após da implantação de melhoria

Mês / Ano (valores em MWh)		
Março/2018		
Unidades Geradoras	Energia Gerada (MWh)	MW-médios
Tronqueiras Total GL	2.682,896	3,606
Dona Rita Total GL	1.087,082	1,461
Sinceridade Total GL	122,293	0,164
Neblina Total GL	773,295	1,039
Peti Total GL	3.248,728	4,367
Ervália Total GL	3.301,198	4,437

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 4 – Geração Mês de Novembro 2017



Fonte: Dados da Pesquisa

2.3.2 Confiabilidade na Operação e Manutenção

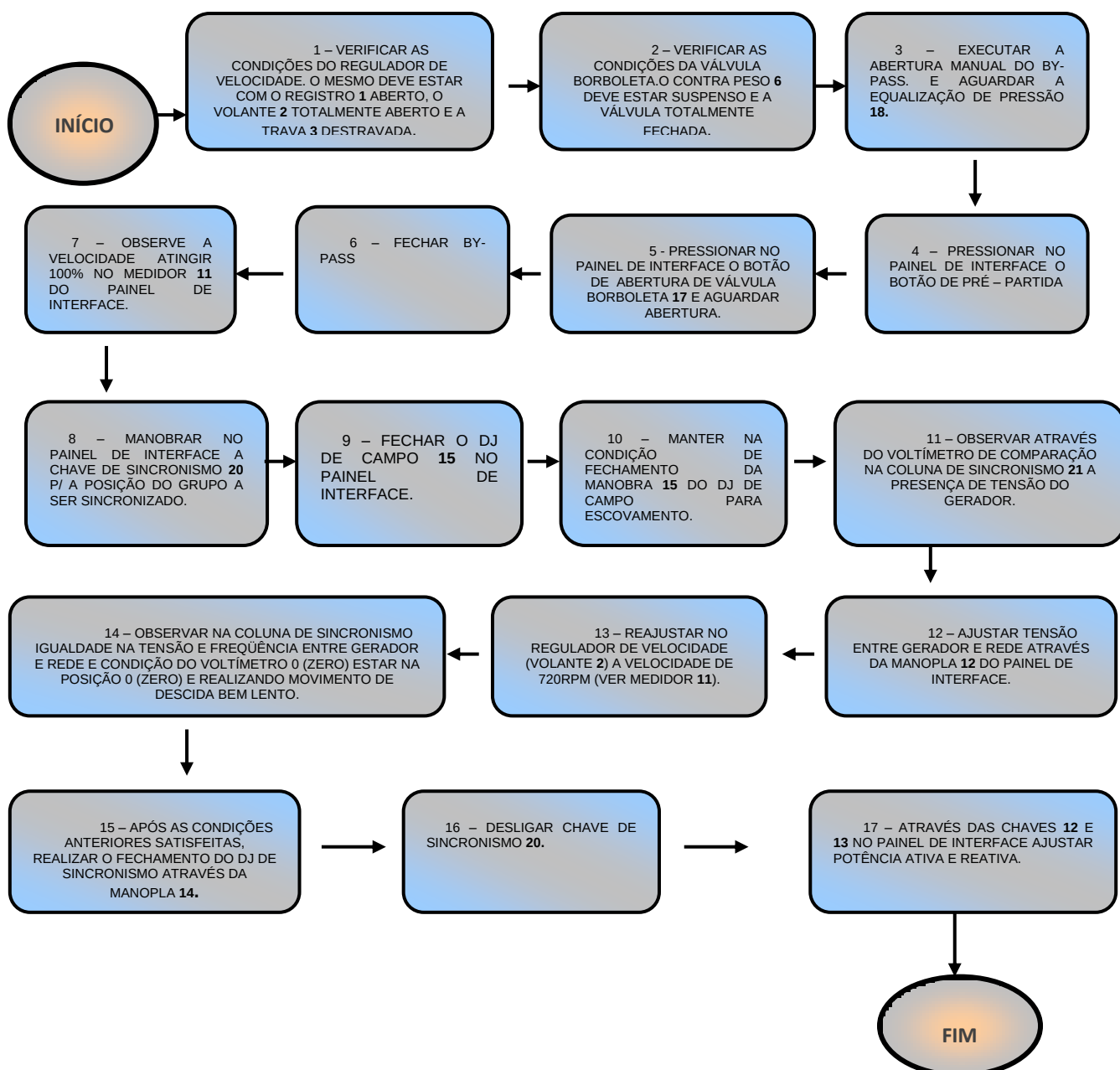
Com a implantação do novo sistema, se teve a necessidade de implantar métodos nas manobras de operação a fim de evitar erros e falhas no processo de operação a fim de aumentar a confiabilidade e minimizar falhas em uma partida de uma unidade geradora que ocasionaria desparametrização no novo sistema de comunicação.

Pensado nisso foi concluída a montagem de um fluxograma de Operação de partidas das unidades geradoras que resultou em uma maior confiabilidade dos colaboradores que resultaria impactantemente na integridade dos equipamentos e

dos próprios colaboradores finalizando uma boa prática de melhoria de operação e abrangendo um mapeamento dos processos de geração da usina podendo ser consultado em casos de dúvidas, baixa confiança e passivo de estudos e aprendizagem. O objetivo é facilitar a operacionalização dos equipamentos da PCH Sinceridade visto que esta, atualmente, não é informatizada, ou seja, todos os procedimentos da usina são manuais, tendo que ser minimizado dessa forma, as possibilidades de qualquer falha do Operador da Usina.

Abaixo segue o fluxograma dos procedimentos aplicáveis de operação:

Figura 5- Fluxograma do Novo Processo de Partida UG's (Soares, 2013)



Fonte: Dados da Pesquisa

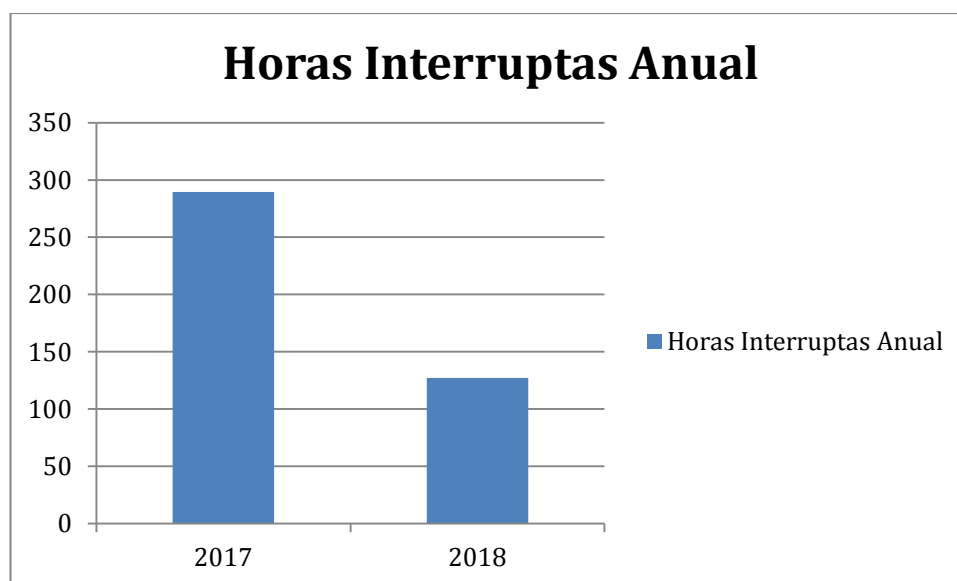
2.3.3 Redução de Horas Interruptas e Aumento das Ininterruptas

Segundo Dicio (2019) interruptas significa interrupção ou modo de parada ou pausa de acordo com nossa língua portuguesa. Em relação a interruptas ela pode ser um benefício ou um malefício de acordo em que ela é aplicada ou para uma definição implantada.

No artigo imposto, a palavra interrupta que difere no caso analisado é um malefício, pois o ativo lucra de acordo com as horas geradas, ou seja, ela ganha por produção, quanto ela mais gera mais ela rende seu capital e as paradas interruptas que no caso não são bem vindas ou esperadas que elevam seu tempo ocioso sem geração fazendo assim seu rendimento diminuir. As paradas interruptas e ininterruptas também trabalham lado a lado, pois matematicamente o obviamente, se tiver horas interruptas reduzidas, também haverá um aumento nas horas ininterruptas que é o oposto do malefício que a interrupta traz para uma usina hidrelétrica.

Segue a figura abaixo o gráfico correspondente à ilustração das paradas interruptas reduzidas de acordo com o serviço realizado:

Figura 6- Gráfico de Horas Interrupta Anual

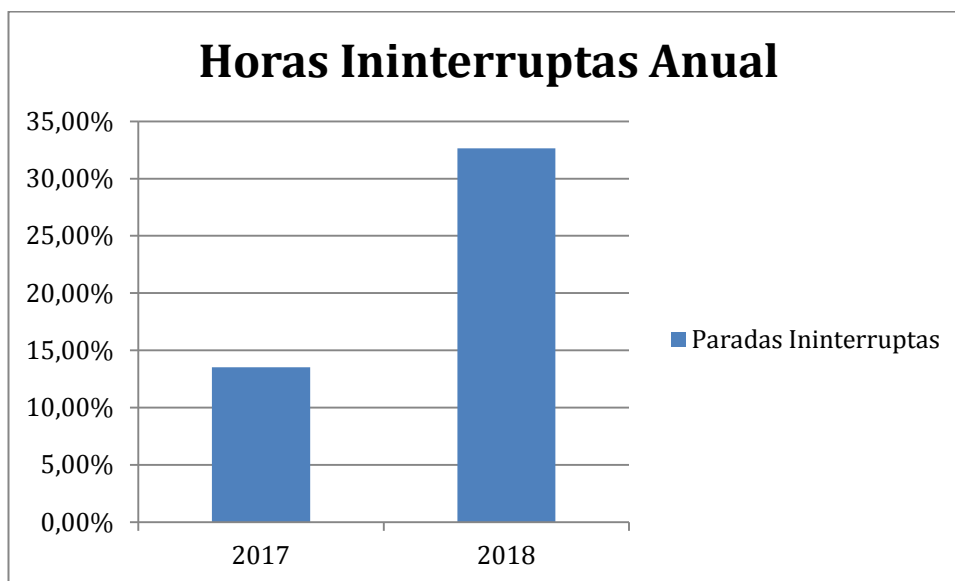


Fonte: Dados da Pesquisa

Na figura 4 as horas caíram de 289,63 horas para 127,31 horas, uma redução de 61,96%.

Na figura abaixo se encontra o gráfico de paradas ininterruptas que por outro lado é satisfatório para a geração que quanto maior o índice de paradas ininterruptas, maior a geração obtida. Na usina estudada se teve um aumento de paradas ininterruptas que passou de 13,54% para 32,63% de eficiência.

Figura 7- Gráfico de Horas Ininterruptas Anual



Fonte: Dados da Pesquisa

Pela figura 5 é possível notar um acréscimo de 19,09% de eficiência das paradas ininterruptas

2.3.4 Redução de Tempo Ocioso

Na usina hidrelétrica sinceridade havia também a necessidade de eliminação de tempos ociosos buscando diminuir a obsolescência das máquinas e diminuir as horas paradas definidas em tempo ocioso. Uma das metas no planejamento seria a redução de tempo ocioso na operação das máquinas, homem-hora, sistemas, redes de comunicação e de manobras que essa melhoria traria satisfatoriamente uma melhoria notória. Uma das definições definidas seria diminuir o tempo ocioso para aproveitamento das horas em outras atividades em que a melhoria traria para uma melhor independência das unidades geradoras

Abaixo segue os gráficos barra e tipo pizza para esclarecimento e entendimento das ociosidades do ano de 2017:

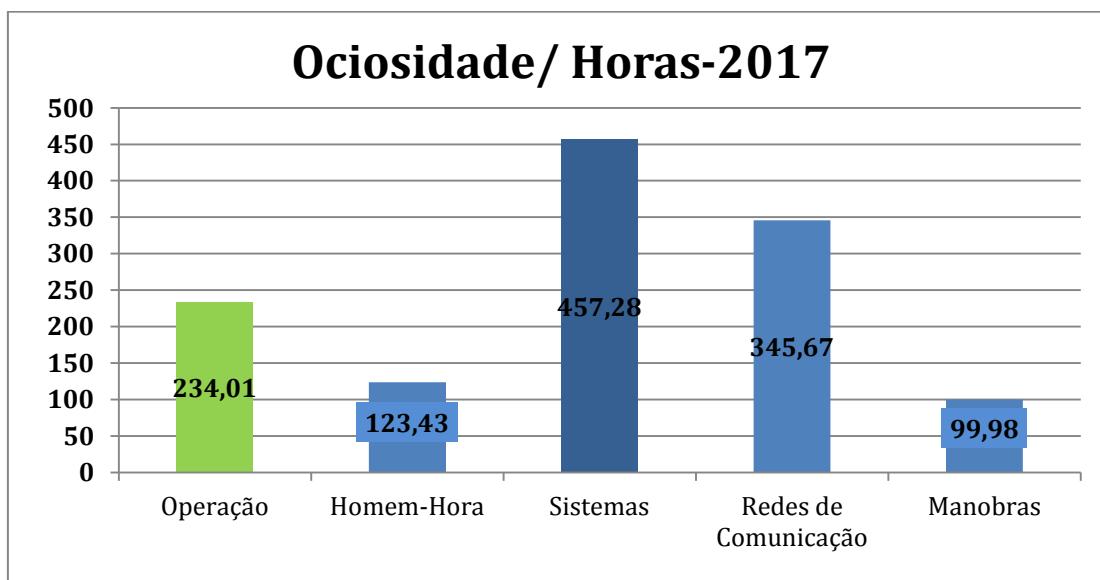


Tabela 3- Ociosidade de Horas em 2017

Ociosidades/ Horas- 2017		
Operação	234,01	19%
Homem-Hora	123,43	10%
Sistemas	457,28	36%
Redes de Comunicação	345,67	27%
Manobras	99,98	8%
Total	1260,37	100%

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 9- Gráfica Barra de Ociosidade Horas 2017



Fonte: Dados da Pesquisa

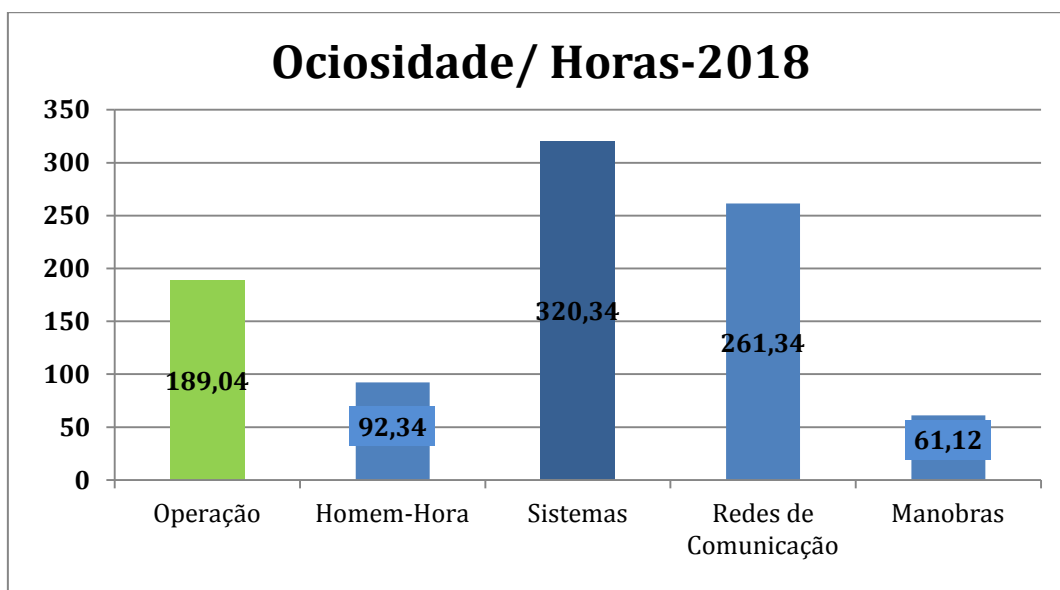
Abaixo as ociosidades do ano de 2018:

Tabela 4- Ociosidade de Horas em 2018

Ociosidades/ Horas-2018		
Operação	189,04	20%
Homem-Hora	92,34	10%
Sistemas	320,34	35%
Redes de Comunicação	261,34	28%
Manobras	61,12	7%
Total	924,18	100%

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 11- Gráfico Barra de Ociosidade Horas 2018



Fonte: Dados da Pesquisa

Com os dados levantados, segue a seguir os resultados obtidos com o trabalho realizado, as informações estão disponíveis abaixo:

Tabela 5- Resumo de Redução de Ociosidade

Resumo de Redução de Ociosidade Alcançada			
Setor	Horas/2017	Horas/2018	Porcentagem Reduzida
Operação	234,01	189,04	-19,21%
Homem Hora	123,43	92,34	-24,93%
Sistemas	457,28	320,34	-29,94%
Redes de Comunicação	345,67	261,34	-26,31%
Manobras	99,98	61,12	-38,86%
Total	1260,37	924,18	-26,67%

Fonte: Dados da Pesquisa

2.3.5 Visão Externa e Interna da Melhoria Implantada

Nos resultados da melhoria implantada, sempre objetivou o que de fato o novo sistema traria de melhoria tanto macro e micro do negócio. Com isso, os resultados não trariam só em formas quantitativas, mas sim também embasamento de forma críticas e amplas o que o trabalho proporcionaria na amplitude do mercado externo quanto o interno, como por exemplo, um investidor querendo adicionar seu

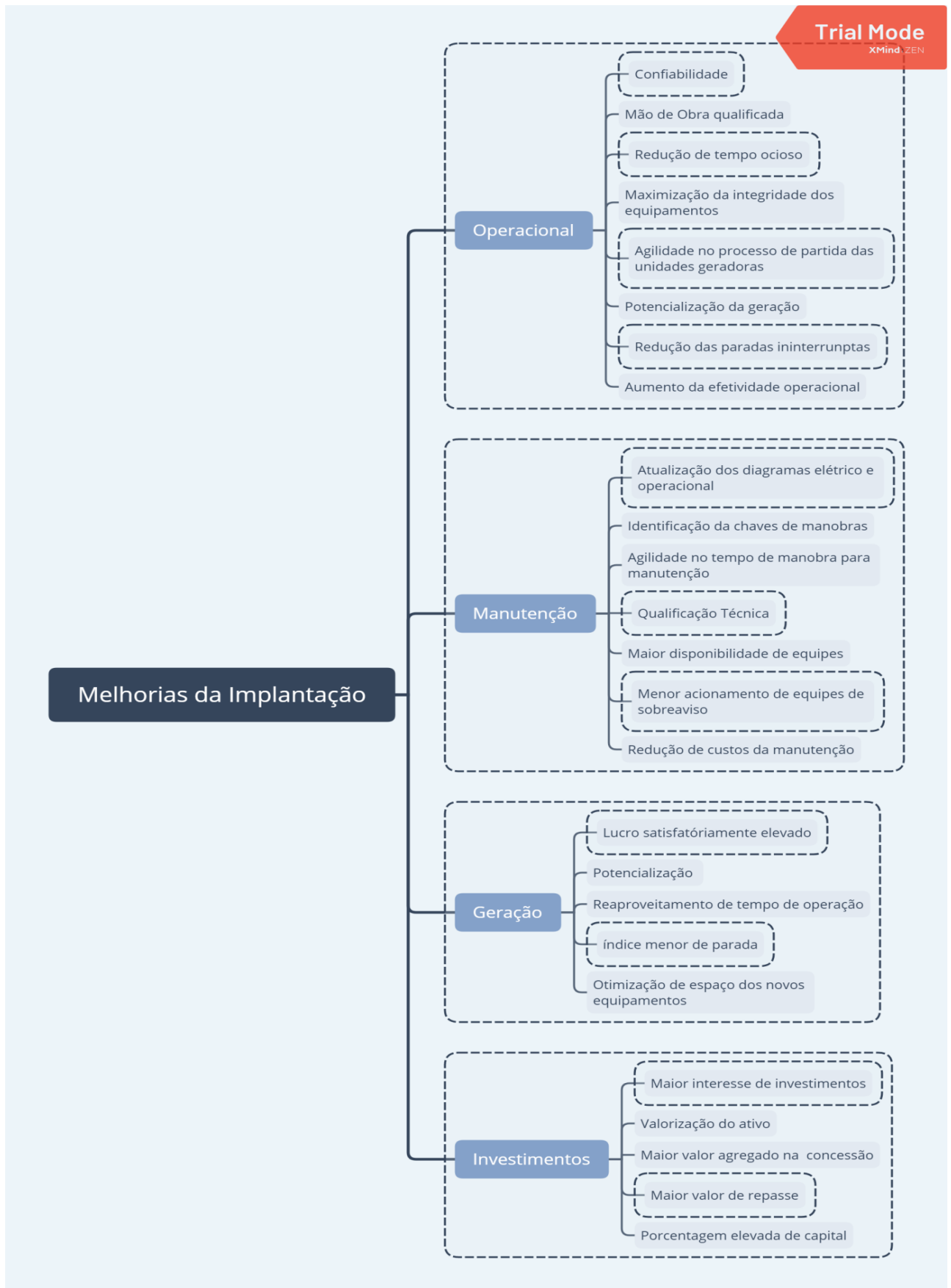


capital para futuros rendimentos esperados e com isso se buscava uma melhor amostra de como a melhoria levaria para os interessados o que eles podiam analisar e entender.

Pensando dessa forma, foi estipulado e analisado o que esse investimento traria de positivo de forma qualitativa no embasamento após a conclusão do serviço e efetivando o que o PDCA ajudou a proporcionar satisfatoriamente. Com o intuito de observar o que obteve com a análise, foi criado um painel semântico com as informações de forma detalhada do alcance superado.

Esperado assim, logo abaixo se pode compreender o que o sistema trouxe de benefícios para a visão das pessoas externas e de possíveis investidores com o auxílio do painel semântico que é uma ferramenta ótima para criação de planilhas ou processos de ótima visualização e entendimento:

Imagem 1- Melhorias da Visão Operacional e Macronegócio (Tavares.L, 2017)



Fonte: Dados da Pesquisa

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo se propôs a análise de uma usina hidrelétrica em cima da aplicação do PDCA conforme suas definições a fim de realizar uma melhoria na implantação de um novo sistema que buscou planejar tal atividade usando as técnicas da gestão interativa maximizando e produzindo e efetivando a eficiência energética da usina de Sinceridade.

Com a implantação do novo sistema, foi destacado o PDCA para o auxílio no planejamento do projeto e na execução das atividades visando reduzir mão de obra, retrabalhos e ociosidade. O PDCA foi um método de gestão interativo que auxiliou na sinergia das equipes e dos processos designados atingir a uma meta e seguir uma diretriz implantada na fase de planejamento efetivando o projeto como válido e consistente.

As análises e os dados foram obtidos através de levantamentos de geração e produtividade energética para saber do ganho de eficiência para efetivar o trabalho realizado formalmente junto ao plano de contenção e valorização do empreendimento. Com a melhoria implantada na instalação, o empreendimento se tornou mais consolidada e valorizada em ambiente macroeconômico tornando visada por investidores externos e stakeholders fazendo com que a empresa proprietária (CEMIG) tivesse um maior investimento e uma maior credibilidade diante do mercado de ativos. Os objetivos de potencialização da geração esperados foram alcançados e mediante aos dados do período mencionado viabilizando e enaltecendo esse artigo.

Diante das discussões de resultados, a instalação contou com um aumento significativo de 95,31% na produção de energia elétrica com 22 dias de execução de atividades da implantação contada com mão de obra de técnicos e engenheiros mediante as especificações técnica coordenada e planejada para as atividades mencionada. Sua energia elétrica disponibilizada ao sistema se dá por conta da ANEEL que estabelece suas participações em mercado privado e livre tendo em vista prévias necessidades de região e período sazonais. Com os objetivos da implantação também foi alcançado a redução de horas interruptas que são prejudiciais a empreendimento e consequentemente assim aumentando as horas ininterruptas que ao contrário é ótimo para o rendimento da geração mostrado em gráficos no artigo. A ociosidade também é influenciada pelas horas ininterruptas e interruptas, pois com a maximização das horas ininterruptas, se teve uma redução total de 26,67% nas gerações das máquinas disponíveis.

A pesquisa realizada se deu por satisfatória ao apresentar dados e informações bastante relevantes da melhoria do novo sistema e principalmente pelo conhecimento adquirido durante o processo de pesquisa onde se pôde obter um conhecimento significativo do PDCA e como ele pode ser efetuado e usado em prática no dia a dia de uma organização ou na aplicação na execução de um serviço que facilita todo seu planejamento, execução e análise de correção por se tratar de um método de gestão interativo eficiente e claro auxiliando também nas ferramentas de qualidade se tiver impostas. Visando principalmente a conclusão que se deu por conta dessa análise, ficou claro o rendimento positivo da implantação do método de gestão interativo maximizando sua potência de geração evitando retrabalhos durante o processo de implantação.

4. REFERÊNCIAS

Bibliografia

- ABNT. (03 de 01 de 2019). *Agência Brasileira de Normas Técnicas*. Acesso em 17 de 03 de 2019, disponível em Norma Técnica: <http://abnt.org.br/paginampe/noticias/234-instala%C3%A7%C3%A3o-el%C3%A9trica-mais-segura-com-a-norma-t%C3%A9cnica-abnt-nbr-5410>
- ANEEL. (18 de 03 de 2019). *Capacidade Brasil*. Acesso em 19 de 03 de 2019, disponível em Banco de Informações de Geração: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>
- ANPPAS. (07 de 10 de 2010). *anppas, org*. Acesso em 22 de 04 de 2019, disponível em ANPPAS: <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT14-344-287-20100902124004.pdf>
- Correa, A. (02 de 01 de 2017). *acervi digital .ufpr*. Acesso em 21 de 04 de 2019, disponível em Acervi digital: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/54124>
- CORREA, A. (08 de 03 de 2017). *UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR*. Acesso em 17 de 05 de 2019, disponível em IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO NA USINA: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/54124/R%20-%20E%20-%20ALEXANDRE%20CORREA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DICIO. (01 de 01 de 2019). *Dicionário*. Acesso em 15 de 09 de 2019, disponível em Dicionário: <https://www.dicio.com.br/interrupta/>
- EBC, A. B. (03 de 02 de 2016). *Barragens/Hidrelétricas*. Acesso em 25 de 03 de 2019, disponível em EBC: https://www.google.com.br/search?q=imagens+de+usinas+e+barragens&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwifhJir-J_iAhW7LLkGHbIWCVoQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657
- GGN, J. (21 de 04 de 2019). *Jornal*. Acesso em 22 de 04 de 2019, disponível em jornal ggn: www.jornalgggn.com.br/economia/os-criterios-para-a-construcao-de-usinas-hidreletricas
- GUEDES, D. H. (01 de 08 de 2018). *UFPEL*. Acesso em 23 de 05 de 2019, disponível em UFPEL: https://wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/files/2018/08/Apostila-Hidr%C3%A1ulica-versao-2018_2.pdf
- GUILHERME. (12 de 03 de 2018). *Hidroelétricas*. Acesso em 2019 de 04 de 19, disponível em Antonio: <http://www.dem.feis.unesp.br/intranet/capitulo8.pdfvhttp://www.antonioguilherme.web.br.com/Arquivos/hidro.php>
- IAM. (02 de 01 de 2019). *Assetsman*. Acesso em 05 de 04 de 2019, disponível em Assetsman: <https://www.assetsman.com/News.html?lang=fr>
- JOANA. (01 de 11 de 2018). *UFJF*. Acesso em 2019 de 09 de 2019, disponível em TCC Eng Produção: http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2008_3_Joana.pdf



Langner, A. J. (9 de 04 de 2015). *UTFPR*. Acesso em 22 de 04 de 2019, disponível em repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6842/1/CT_COELE_2015_1_01.pdf

LANGNER, A. (03 de 08 de 2015). *Roca*. Acesso em 12 de 05 de 2019, disponível em AUDITORIA DA TERCEIRA FASE DA PIRÂMIDE ESTRUTURAL DE: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6842/1/CT_COELE_2015_1_01.pdf

LEONEL. (01 de 06 de 2008). *Aplicação da Prática do PDCA*. Acesso em 02 de 09 de 2019, disponível em Monografia Eng de Produção: https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Paulo-Henrique-Leonel.pdf

MARTINS, E. (03 de 01 de 2019). *METTZER*. Acesso em 14 de 05 de 2019, disponível em Pesquisa descritiva: saiba como desenvolver para seu trabalho acadêmico: <https://blog.mettzer.com/pesquisa-descritiva-tcc/>

MONTANO.M. (01 de 04 de 2010). *Scielo*. Acesso em 22 de 04 de 2019, disponível em A viabilidade ambiental no licenciamento de: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n1/12.pdf>

NASSIF. (04 de 03 de 2013). *ggn*. Acesso em 12 de 05 de 2019, disponível em Os critérios para a construção de usinas hidrelétricas: <https://jornalggn.com.br/economia/os-criterios-para-a-construcao-de-usinas-hidreletricas/>

NETO, J. (21 de 03 de 2016). *Gestão Empresarial*. Acesso em 10 de 09 de 2019, disponível em Settings: <https://www.setting.com.br/blog/gestao-empresarial/vantagens-ciclo-pdca/>

ONS. (02 de 01 de 2019). *Sistema Interligado Nacional*. Acesso em 2019 de 03 de 17, disponível em Operador Nacional do Sistema: <http://ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>

PAQUETE.S. (04 de 07 de 2018). *Super Interessante*. Acesso em 20 de 03 de 2019, disponível em Qual o impacto ambiental da instalação de uma hidrelétrica?: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-o-impacto-ambiental-da-instalacao-de-uma-hidreletrica/>

QUEIROZ. (01 de Julho de 2014). *QUEIROZ*. Acesso em 10 de 04 de 2019, disponível em Ambiente e Sociedade: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000300007

SCSAMPAIO. (07 de 02 de 2011). *Ciclo de Deming*. Acesso em 02 de 04 de 2019, disponível em Ciclo de Deming ou Ciclo PDCA: <https://scsampaio.files.wordpress.com/2011/12/ciclo-de-deming-ou-ciclo-pdca.pdf>

Scsampaio. (01 de 2010). *Ciclo de Deming ou PDCA*. Acesso em 22 de 04 de 22, disponível em Site da Scsanpaio.

SIENGE. (25 de 10 de 2017). *Segurança em Eletricidade*. Acesso em 02 de 05 de 2019, disponível em SIENGE BLOG: <https://www.sienge.com.br/blog/seguranca-em-eletricidade/>

Soares, É. (02 de 09 de 2013). *Fluxograma*. Acesso em 26 de 09 de 2019, disponível em Fluxograma de Processos: http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2013-09/fluxograma_da_agdr.pdf



Super, A. (18 de 04 de 2011). *SuperAbril*. Acesso em 22 de 04 de 2019, disponível em Super Abril: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-o-impacto-ambiental-da-instalacao-de-uma-hidreletrica/>

Tavares.L. (09 de 02 de 2017). *XMind*. Acesso em 2019 de 08 de 27, disponível em Fluxograma:

<https://dspaceprod01.grude.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/OAUFMG/593/Tutorial%20sobre%20Xmind-2.pdf?sequence=4>

Veyrat, P. (20 de 07 de 2015). *Venki*. Acesso em 06 de 09 de 2019, disponível em Conceito PDCA: <https://www.venki.com.br/blog/ciclo-pdca-conceito/>