



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021**

JONES DE OLIVEIRA LIMA, Cap QOENG

Manutenção: uma necessidade para continuidade de serviços do Instituto de
Aeronáutica e Espaço

Rio de Janeiro

2021

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

JONES DE OLIVEIRA LIMA, Cap QOENG

Manutenção: uma necessidade para continuidade de serviços do Instituto de
Aeronáutica e Espaço

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica como requisito parcial para
aprovação no Curso de Pós-graduação em
Gestão Pública com ênfase em Projetos e
Processos.

Linha de Pesquisa: Logística e Mobilização
Aeroespaciais

Orientadora: Isabel Corrêa da Costa Mileski,
Cap QODENT

Rio de Janeiro

2021

JONES DE OLIVEIRA LIMA, Cap QOENG

Manutenção: uma necessidade para continuidade de serviços do Instituto de
Aeronáutica e Espaço

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Thiago Diorgilis Ribeiro **Daniel**, Maj QOAV
EAOAR

Isabel Corrêa da **Costa** Mileski, Cap QODENT
EAOAR

Rio de Janeiro
2021

RESUMO

A manutenção é uma atividade essencial para se manter a produtividade de uma empresa, reduzir custo, além de garantir a segurança de seu patrimônio e de seus funcionários durante as atividades de desenvolvimento, montagem e teste de um produto. Este ensaio defende a realização de uma manutenção de modernização da instalação elétrica da Divisão de Eletrônica do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE). Para isso, utilizam-se três argumentos para ratificar essa ação: reduzir o custo atual do Instituto com energia elétrica e paradas não programadas; prover a segurança e a prevenção de acidentes que possam ser causados por falhas elétricas, decorrentes da falta de manutenção, contra seus funcionários e bens patrimoniais; e garantir que o IAE cumpra seus objetivos, previstos pelo COMAER e entidades correlacionadas ao Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), da forma mais eficiente e eficaz possível. Com base nesses argumentos, fica evidente que uma manutenção desse porte permitirá ao IAE atender as expectativas do Programa Espacial Brasileiro, garantindo o país, por intermédio da FAB, na vanguarda e inserindo-o no restrito grupo de países que dominam as tecnologias de acesso ao espaço.

Palavras-chave: Manutenção. Modernização. PNAE. Instalação elétrica.

1 INTRODUÇÃO

Novas tecnologias vêm surgindo com o passar dos anos, corroborando para que se alcance o máximo de eficiência energética para atender a necessidade de consumo por eletricidade de seus usuários. Porém, a capacidade de suprir essa demanda por energia nem sempre é acompanhada pelas instalações prediais, de forma que problemas como a sobrecarga dos circuitos elétricos das edificações estão sujeitos a acontecer, podendo evoluir para acidentes.

A instalação elétrica da Divisão de Eletrônica (AEL), do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), é uma instalação obsoleta, remonta à década de 60, e, recentemente, vem apresentando várias falhas como: valores de tensão flutuante entre o aterramento e a alimentação da rede elétrica durante ensaios de integração de veículos de sondagem; suscetibilidade a queda de raios, danificando diversos computadores e outros equipamentos ligados à rede; desligamentos repentinos do disjuntor geral da subestação do prédio devida à sobrecarga; necessidade de utilização de extensões e adaptadores devida à falta de padronização das tomadas, provocando mal contato na energização de equipamentos durante os ensaios e etc.

A priori, ela necessita de uma manutenção de modernização (ou *retrofit*) que, segundo Bonin (1988), é um conjunto de ações preventivas e corretivas realizadas de forma que a recuperação ultrapasse os valores iniciais do projeto original, fixando um novo patamar de qualidade para atendimento de uma nova demanda. E nesse contexto de modernização da AEL, usar tecnologias avançadas em sistemas prediais e materiais modernos e eficientes, em consonância com a Implantação do Programa de Eficiência Energética no âmbito do COMAER (PEE-COMAER) (BRASIL, 2018a). Dessa forma, este trabalho vem demonstrar que o IAE deve realizar uma manutenção de modernização na instalação elétrica predial da AEL.

Assim, o Instituto se beneficiará da redução de custos com contas de energia elétrica e paradas não programadas onde, no cenário atual de contenção e restrição de recursos financeiros, poderá investir esse lucro em outras necessidades.

Reduzirá a probabilidade de ocorrência de acidentes que podem levar à perda de patrimônio e risco à vida de seus funcionários, evitando passivos trabalhistas, perda de mão de obra e repercussão negativa na imagem do Instituto.

Bem como, fará com que a gestão correta da manutenção auxilie o IAE na consecução de seus objetivos estratégicos da forma mais eficiente e eficaz possível.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A redução de custos

Uma ideia generalizada que existe sobre a manutenção é a de ser uma despesa desnecessária e que pode ser postergada, enquanto na verdade ela tem a função de minimizar os gastos, reduzindo os custos com grandes reformas e correções, pois os gastos com manutenção são previsíveis, dando para se orçar e programar seus pagamentos, enquanto consertos podem resultar na troca de toda uma instalação ou equipamento. A manutenção preventiva evita que a estrutura seja paralisada para a realização de um grande reparo de forma inesperada, sem programação, e reduz o tempo de indisponibilidade do sistema e gasto com homem-hora pra resolução do problema. (MACÊDO, 2015; MULLER, 2010; ROCHA, 2007).

Nesta última década, a AEL realizou diversos desenvolvimentos, porém, nesse mesmo período, não ocorreu nenhuma reforma ou manutenção para se adequar às necessidades dos projetos, a não ser a realização de manutenções corretivas pontuais para sanar problemas que ocorreram.

Segundo a Lei de Sitter (1984 apud MONJARDIM, 2017), a manutenção corretiva não planejada é cinco vezes mais dispendiosa do que outros tipos de manutenção. Ela gera perda de produção, produtividade e qualidade nos produtos (KARDEC; RIBEIRO, 2002; SEVERIANO FILHO; LESSA, 2012).

Outro ponto é que instalações elétricas antigas estão sujeitas a sobrecargas que provocam aquecimento, aumentando a perda elétrica devido ao mau contato causado pelo aumento de temperatura e o desgaste prematuro da isolação de cabos elétricos e outros isolantes, dando início à fuga de corrente elétrica, ocasionando desperdício de energia e faturas de contas mais caras (ANEEL, 2019; D'AVILA; BURANI; GRIMONI, 2007).

Em estudos realizados (CASTRO, 2015; SERAFIN, 2010), foi possível verificar uma redução do consumo de energia com a aplicação de programas de eficiência elétrica na ordem de 30%, os quais são refletidos no valor monetário da conta de energia. E, de acordo com PEE-COMAER (BRASIL, 2018a, p. 5):

A busca pela eficiência em todas as áreas de atuação é uma Diretriz permanente no âmbito da Força Aérea Brasileira (FAB) e, neste contexto, destaca-se o Programa de Eficiência Energética (PEE). [...] tem como objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica em toda a estrutura organizacional do COMAER, no território nacional, priorizando os projetos

quanto à viabilidade econômica referente à melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica.

2.2 Perda material e garantia e resguardo à vida

Todos itens de consumo e equipamentos possuem um prazo de validade, e isso não é diferente das instalações elétricas. Aziz et al. (2012) estima que cabos e outros componentes elétricos possuem uma vida útil de, aproximadamente, 30 anos.

As falhas são eventos intempestivos, estando suscetíveis a ocorrer em quaisquer sistemas e em quaisquer fases de sua vida, seja na fase infantil, útil ou de desgaste (HBM PRENSCIA INC, c2020) e o que faz variar a probabilidade de sua ocorrência é a realização ou não de uma manutenção. De acordo com Pujadas et al. (2012), 66% das causas dos acidentes, em edificações com mais de 10 anos de uso, são relacionadas à deficiência com a manutenção, perda precoce de desempenho e deterioração.

O número de incêndios por curto-circuito reflete a defasagem das instalações elétricas nas edificações em acompanhar a necessidade dos usuários. Esses eventos, na maioria das vezes, têm início pela sobrecarga em condutores que aquecem e perdem a isolamento, dando origem ao fogo. A ocorrência de um acidente elétrico gera perda de patrimônio e gastos, e pode provocar danos em várias escalas, desde atingir um único equipamento quanto danificar toda uma rede e os equipamentos ligados a ela. Pode ocasionar uma simples falta de energia quanto a geração e propagação de um incêndio de grande escala. Segundo Andrade (2019), no Paraná, 54% dos incêndios foram originados por falha elétrica.

A manutenção se faz necessária para atendimento às normas de segurança em vigor no país, de forma a evitar perda de patrimônio causado por incêndios ou por descargas elétricas e garantir a segurança à vida dos seus funcionários e usuários daquele sistema, já que, segundo a ABRACOPEL (2020, p. 21):

[...] os eventos com choque elétrico lideram o ranking de acidentes de origem elétrica no país no ano de 2019, com 909 registros, sendo 697 fatais, seguidos pelos incêndios por sobrecarga, com 656 ocorrências onde 74 pessoas foram vítimas fatais e os acidentes por descargas atmosféricas, que somaram 85 episódios levando a óbito 50 pessoas.

Os dados do Anuário Estatístico da Abracopel (2020) revelam um aumento de 20%, tanto nas ocorrências, quanto nas mortes. E, mais uma vez, as causas mais

comuns atribuídas aos acidentes são as instalações elétricas antigas, a falta de manutenção, o desconhecimento do risco e a sobrecarga de tomadas para conexão de diversos equipamentos ao mesmo tempo.

A morte do empregado em acidente de trabalho, diferente da perda de um bem, acarreta vários efeitos jurídicos, gerando repercussões na esfera cível, trabalhista e previdenciária, sendo garantidos os deveres de ordem moral e material ao empregador. E dependendo do tipo de descumprimento do empregador em face ao empregado, pode-se dizer em crime e não somente de um acidente de trabalho.

A NR-10 (BRASIL, 2004) trata como obrigação do empregador a garantia a seus funcionários da realização do serviço em um ambiente de trabalho saudável e seguro, sob pena de responsabilização, tanto nos casos de culpa ou dolo por parte do empregador, pelos acidentes que vierem ocorrer ao empregado.

A infraestrutura de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da área de acesso ao espaço é, geralmente, composta por equipamentos de tecnologia restrita, cerceada por embargos internacionais e licenças para uso, de desenvolvimento longo e de valor financeiro considerável, além de necessitar de mão de obra qualificada, cujo o treinamento e experiência levam anos para serem formados. E a perda de algum desses itens, devida a uma falha elétrica, prejudicaria o andamento do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

Além disso, acidentes envolvendo danos às pessoas sempre trazem outros impactos além de passivos trabalhistas. Eles geram abalo na imagem da empresa afetando sua credibilidade; diminuição do clima organizacional interno; aumento da fiscalização sobre a organização; redução de competitividade devida à perda de mão de obra treinada e capacitada; e, se tratando principalmente de um órgão público, repercussão negativa do país no exterior, frente a organismos internacionais.

2.3 A manutenção como meio para se atingir os objetivos

Por causa da alta competitividade entre as empresas, as indústrias têm se preocupado cada vez mais com questões estratégicas, dentre elas a área de manutenção, trazendo-a a um patamar de importância no âmbito empresarial, onde passa a ser vista como uma função estratégica indispensável à produção para o alcance dos objetivos finais de desempenho, a satisfação dos clientes, a rentabilidade das empresas e sobreposição à concorrência, focando na disponibilidade e

preservação dos equipamentos e outros ativos, quando a demanda por produção for solicitada, e com isso garantir qualidade, segurança e confiabilidade de seus produtos (BARROS; LIMA, 2011; BRANCO FILHO, 2008). Otani e Machado (2008) vão além, eles afirmam que a atividade de manutenção possibilita o crescimento e expansão, e não apenas garantir a sua sobrevivência.

Kardec e Ribeiro (2002) afirmam que, para uma organização ser competitiva, ela precisa agir através de decisões assertivas voltadas à correta priorização de aplicação de investimentos e recursos, buscando o resultado operacional da companhia. Ela precisa evoluir mais rápido que seus concorrentes, direcionando a manutenção para os objetivos estratégicos da organização.

Organizações industriais existem em função do lucro e relacionam manutenção com rentabilidade, já que exerce influência na capacidade de produção e no custo operacional (MACÊDO, 2015). No caso do IAE, a sua existência se dá para o fortalecimento do país através da PD&I, utilizando equipamentos e mão-de-obra para transformar materiais em produtos acabados, sendo possível relacionar a manutenção com o sucesso de um desenvolvimento.

O IAE é uma das unidades da FAB integrante do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), e é responsável pela execução das principais atividades estratégicas do PNAE. Além de possuir atribuições bem definidas no ROCA (BRASIL, 2018b) voltadas às atividades de acesso ao espaço, aeronáutica e defesa, o Instituto tem um envolvimento com uma série de órgãos nacionais e internacionais, *stakeholders*, patrocinadores e clientes.

Atrasos de cronogramas devida à perda de materiais e/ou equipamentos que dão suporte à produção de sistemas de acesso ao espaço é prejudicial não só ao IAE, mas a todo o COMAER, podendo causar a perda de clientes e diminuir a credibilidade e disponibilização de novos recursos pelos *stakeholders* e patrocinadores para continuidade das atividades voltadas aos objetivos estratégicos ditados pela Alta Direção (BRASIL, 2019). Objetivos muitas vezes regidos por contratos que trazem cláusulas com assunção de responsabilidades e reparação de danos a terceiros.

A garantia de disponibilidade de seus equipamentos é um fator fundamental para que o Instituto seja eficiente e eficaz na execução de suas atividades de PD&I, mantendo sua função disponível para a operação, sustentando o prazo de entrega e a qualidade do produto ou serviço (KARDEC; RIBEIRO, 2002).

3 CONCLUSÃO

Instalações antigas tendem a apresentarem patologias e, sem a manutenção adequada, podem causar atrasos no cumprimento dos cronogramas e entregas; perda de clientes; gasto de homem-hora na análise e detecção da falha e nas atividades de reparo dos equipamentos atingidos; passivos trabalhistas e etc. Em adição, paradas não programadas são onerosas e prejudicam o produto final, já que a ocorrência de uma falha pode ocasionar a perda de bens e patrimônio, onde, os valores de uma infraestrutura da área de acesso ao espaço são consideráveis, além de pôr em risco a vida dos usuários e operadores daquela instalação.

E, para mitigar ou, até mesmo, eliminar esses efeitos nocivos, o IAE deve realizar uma manutenção de modernização na instalação elétrica predial da AEL. Assim, o Instituto logrará êxito na redução de custos com as tarifas energéticas, em consonância com o PEE-COMAER, atingindo a economicidade desejada; reduzirá a probabilidade de ocorrência de acidentes que podem levar à perda de patrimônio e de mão de obra; e, garantirá uma maior disponibilidade de seu parque fabril, o qual repercutirá na qualidade de seus produtos e na satisfação de seus clientes, patrocinadores e *stakeholders*, auxiliando o IAE a atingir seus objetivos estratégicos da forma mais eficiente e eficaz possível.

Dessa forma, o IAE poderá atingir com o sucesso esperado os objetivos constantes no PNAE, satisfazendo os integrantes do SINDAE os quais presta conta, de forma a fortalecer e inserir o Brasil, por intermédio da Força Aérea Brasileira, no seleto grupo de países que dominam tais tecnologias de acesso ao espaço.

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. **Anuário estatístico de acidentes de origem elétrica 2020 – Ano base 2019**. Salto (SP): ABRACOPEL. 2020.

ANDRADE, T. L. D. Análise e Mapeamento de Ocorrências de Incêndio. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2019, Campo Mourão. **Anais**. Campo Mourão: SIMEPRO. 2019.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Relatório de Perdas de Energia Elétrica na Distribuição**. Brasília (DF): ANEEL. 2019.

- AZIZ, M. M. A. E. *et al.* Estimation of the Lifetime of Electrical Components in Distribution Networks. **The Online Journal on Electronics and Electrical Engineering**. Cairo, p. 269-273. jan. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ernst_Gockenbach/publication/3275654_Estimation_of_the_Lifetime_of_the_Electrical_Components_in_Distribution_Networks/links/53df70720cf2aede4b48fa3f.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.
- BARROS, J. F. R.; LIMA, G. B. A. A gestão da manutenção no plano estratégico dos empreendimentos industriais. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 7., 2011, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: CNEG. 2011.
- BONIN, L. C. Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual. *In*: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1988, Porto Alegre. **Anais**, v. 1. Porto Alegre: UFRGS. 1988. p. 1-31.
- BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. ICA 400-54: Implantação do Programa de Eficiência Energética (PEE) no âmbito do COMAER. **Boletim do Comando da Aeronáutica**: Brasília, DF, n. 189, p. 70-95, 5 jul. 2018a.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. ROCA 21-75: Regulamento do Instituto de Aeronáutica e Espaço. **Boletim do Comando da Aeronáutica**: Brasília, DF, n. 114, p. 61-116, 29 out. 2018b.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. ICA 11-7: Programa de Trabalho Anual do Instituto de Aeronáutica e Espaço. **Boletim do Comando da Aeronáutica**: Brasília, DF, n. 31, p. 103-208, 25 fev. 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE nº 598 de 07 de dezembro de 2004. Altera a Norma Regulamentadora nº 10, que trata de Instalações e Serviços em Eletricidade, aprovada pela Portaria nº 3.214, de 1978. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 141, n. 235, p. 74-77, 8 dez. 2004. [Alterada pela Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016 e Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019]. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/12/2004&jornal=1&pagina=74&totalArquivos=152>. Acesso em: 10/10/2020.
- CASTRO, D. F. **Eficiência energética aplicada a instalações elétricas residenciais**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- D'AVILA, R. S.; BURANI, G. F.; GRIMONI, J. A. B. Análise de perdas elétricas residenciais. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 19., 2007, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SNPTEE. 2007.
- HBM PRENSCIA INC. **The weibull.com reliability engineering resource website**:

Characteristics of the Weibull Distribution. c2020. Disponível em: <https://www.weibull.com/hotwire/issue14/re basics14.htm>. Acesso em: 24 out. 2020.

KARDEC, A.; RIBEIRO, H. **Gestão estratégica e manutenção autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MACÊDO, J. A. G. **Planejamento e controle da manutenção preventiva como meios para diminuir a manutenção corretiva**. 2015. Trabalho de estágio supervisionado (Conclusão de disciplina) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

MONJARDIM, L. F. L. **A importância da manutenção para a conservação do bom desempenho das edificações ao longo de sua vida útil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

MÜLLER, Y. P. **Manutenção predial**: geração de indicadores de desempenho para a Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

OTANI, M.; MACHADO, W. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência de classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, no. 2, p. 01-16, 2008.

PUJADAS, F. Z. A. *et al.* **INSPEÇÃO PREDIAL: A saúde dos edifícios**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PERÍCIAS DO IBAPE, 2012, São Paulo. **Cartilha**. São Paulo: IBAPE. 2012.

ROCHA, H. F. Importância da manutenção predial preventiva. **HOLOS**, v. 2, p. 72-77, 2007.

SERAFIN, R. M. **Avaliação da redução do consumo de energia elétrica em função do retrofit no edifício sede da Eletrosul**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SEVERIANO FILHO, C.; LESSA, L. Critérios no delineamento de medidas de produtividade para avaliação do desempenho organizacional. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19., 2012, Bauru. **Anais**. Bauru: SIMPEP. 2012.