



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



INTEGRAÇÃO DE POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO EM UM SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS: SINERGIA E DESENVOLVIMENTO.

ANDREZA CRISTINA DA SILVA - andreza.cristinas@ufpe.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

NILTON RODRIGO DA SILVA ARAÚJO – nilton.araujo@ufpe.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

GABRIEL HERMINIO DE ANDRADE LIMA – gabriel.herminio@ufpe.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE

ANA PAULA CABRAL SEIXAS COSTA – apcabral@ufpe.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

ÁREA: 1. ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO

SUBÁREA: 1.3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

PALAVRAS-CHAVES: GESTÃO DE ATIVOS; MANUTENÇÃO; MODELOS DE
SUBSTITUIÇÃO.

1. Introdução

Um ativo é caracterizado como sendo todo bem e direito de uma organização que lhe proporciona benefícios presentes ou futuros (BEZERRA; SILVANA C. SOARES, 1997). Logo, tendo em vista a sua importância e contribuição para o contexto organizacional, faz-se necessário à sua gestão efetiva por meio inclusive de sistemas de informação, com o intuito de potencializar o seu impacto na organização na qual está inserido.

A Gestão de Ativos (GA) permite que uma organização obtenha valor dos ativos e alcance os seus objetivos organizacionais (ISO, 2014). Nesse contexto, dentre as atividades-chaves de GA, a manutenção preventiva emerge como um fator crucial para a operação dos ativos. Esse tipo de manutenção visa reduzir ou evitar a falha obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (KARDEC; NASCIF, 1999).

Dentro do âmbito das políticas de manutenção, destaca-se o modelo de substituição por idade, que é definido como a substituição de um item antes da falha (ZHAO, 2017). O modelo é comumente aplicado para ativos menos complexos, onde ao identificar a falha, essas devem ser reparadas o mais rápido possível (BARLOW; HUNTER, 1960).

Contudo, apesar do modelo de substituição possuir um histórico antigo de estudos e desenvolvimento, como os apresentados por Barlow (BARLOW; HUNTER, 1960), ainda faltam evidências de sua aplicação prática (SCARF, 2024). Principalmente quando se trata de sistemas automatizados, onde há uma dificuldade na conversão da linguagem matemática complexa do modelo para a linguagem computacional dos sistemas de informação. Dessa forma, esta pesquisa visa a implementação de um modelo de substituição por idade em um sistema de informação de GA.

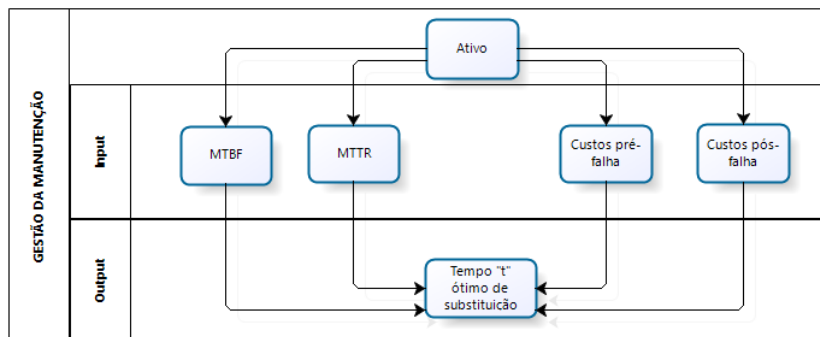
2. Implementação do modelo de substituição por idade

O modelo desta pesquisa foi incorporado ao sistema de informação para GA *Impact of Assets on Business Processes and Strategies* (IMPACTUS), desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento de Informação e Decisão (CDSID-UFPE). O qual é dividido em módulos de gerenciamento, um desses módulos é o de gestão da manutenção, como é representado na Figura 1 a seguir.

Para a aplicação do modelo, é necessário organizar os *inputs* e *outputs* do sistema. Os *inputs* são classificados como sendo: o tempo médio entre falhas (MTBF), o tempo médio de reparo (MTTR) (BOROWSKI, 2023) e os custos pré-falha e pós-falha. O MTBF é o espaço médio de tempo entre o funcionamento pleno do equipamento e a sua falha, já o MTTR é o

tempo necessário para realizar a manutenção do equipamento e realocá-lo para a operação (MIKELL P. GROOVER, 2011).

FIGURA 1 – Esquemática do sistema



Fonte: Esta pesquisa (2024).

Posteriormente, como resultado da junção desses *inputs* no modelo de substituição por idade, temos como *output* o tempo “t” ótimo de substituição de um ativo. Esse *output* é indispensável pois está ligado a probabilidade de falha e os custos relativos à falha do ativo, custos esses que podem ser tanto financeiros quanto de segurança para o sistema. Assim, ao encontrarmos o tempo ótimo a para a substituição do ativo, há uma redução dessa probabilidade e seus respectivos custos associados, e isso contribui para a economia e a extensão da vida útil do ativo.

2. 1 Formulação do modelo em um em sistema de informação para GA.

O modelo descrito anteriormente pode ser aplicado em um sistema automatizado, visando facilitar a GA em sistemas de informação. A formatação da implementação é ilustrada no pseudocódigo na Figura 2.

A Figura 2 representa uma visão geral de como seria a implementação do modelo ao utilizar uma linguagem de programação genérica. O intuito é que a partir de um histórico de dados de falha, o qual deve ser disponibilizado pela organização e, posteriormente, o algoritmo desenvolvido devolve como *output* o tempo ótimo de substituição.

Na resolução das formulações matemáticas, optou-se pela adoção do software “Rstudio”, no qual foi aplicado a lógica do pseudocódigo da Figura 2. Com intuito de simulação, foram adotados custos pré e pós falha arbitrários. Um parâmetro adicional utilizado foi a Função Densidade de Probabilidade (PDF) da Weibull, essa que foi escolhida por descrever adequadamente falhas observadas ao longo de um certo tempo (HALLINAN, 1993).

FIGURA 2 – Algoritmo do modelo de substituição por idade

```

Var
t, inter_falhas : inteiro;
custo_após_falha, custo_antes_falha: double;

Se o item falha antes de t:
  Para i de t até intervalo_falhas:
    Para j de infinito até intervalo_falhas:
      custo_esperado = (custo_após_falha * integral(PDF_Weibull[i]))
                    + (custo_antes_falha * integral(PDF_Weibull[j]))
    Fim
  Fim
Fim
Para i de 0 até intervalo_datas:
  Para j de infinito até intervalo_datas:
    tempo_uso = integral(x * PDF_Weibull[i]) + t * integral(PDF_Weibull[j])
  Fim
Fim
custo_médio(t) = custo_esperado / tempo_uso;
Minimize custo_médio;
tempo_ótimo = resultado;
Exiba tempo_ótimo;

```

Fonte: Esta pesquisa (2024).

3. Aplicação no sistema de GA IMPACTUS

Para fins de aplicação, foram utilizados um histórico de manutenção de uma máquina e suas respectivas falhas associadas. O ativo funciona 24 horas por dia, durante todos os dias do ano, a base de dados utilizada é disponibilizada pelo site “Kaggle” (ARNAB, 2020).

TABELA 1 – Dados de falha

Data	HORÁRIO	ERRO
24/05/2015	02:00:00	erro 1
21/05/2015	07:00:00	erro 1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
20/03/2015	18:00:00	erro 2

Fonte: Esta pesquisa (2024).

A Tabela 1 representa uma parcela dos dados filtrados, separados por: data da falha, horário e o tipo de erro. Para os cálculos, utilizou-se quarenta coletas de tempos de falha seguindo o padrão ilustrado na Tabela 1. Como *output*, foi obtido que o valor “t” que minimiza o custo, que foi de aproximadamente 5 meses. Ou seja, o tempo ótimo de substituição do ativo, nesse contexto, deve ser a cada 5 meses.

4. Conclusão

Desse modo, evidencia-se que no contexto da GA, as políticas de manutenção ao serem implementadas em sistemas de informação automatizados como no sistema IMPACTUS, são aliadas para a estender a vida útil dos ativos. Visto que, com o auxílio computacional os ativos podem ser explorados em seu máximo potencial a custo mínimo.

Outro fator a ser ressaltado é a implementação do modelo de substituição por idade de forma prática e automática, resultando em um *output* útil e que pode ser utilizado amplamente nas organizações. Esse *output* auxilia a organização no planejamento da substituição dos ativos que já atingiram seu tempo estabelecido, como também no planejamento para novas aquisições, aumentando a produtividade e diminuindo o custo organizacional.

REFERÊNCIAS

ALAN KARDEC; JÚLIO NASCIF. **Manutenção: função estratégica**. 1º Edição ed. Rio de Janeiro: Quality Mark, 1999.

ARNAB. Microsoft Azure Predictive Maintenance. **Kaggle**, 2020.

BARLOW, R.; HUNTER, L. Optimum Preventive Maintenance Policies. **Operations Research**, fev. 1960. v. 8, n. 1, p. 90–100.

BEZERRA; SILVANA C. SOARES. **Ativos tangíveis e ativos intangíveis**. [S.l.]: [s.n.], 1997.

BOROWSKI, S. *et al.* Mathematical Model for Determining the Time of Preventive Replacements in the Agricultural Machinery Service System with Minimal Repair. **Applied Sciences (Switzerland)**, 1 jan. 2023. v. 13, n. 1.

HALLINAN, A. J. A Review of the Weibull Distribution. **Journal of Quality Technology**, abr. 1993. v. 25, n. 2, p. 85–93.

MIKELL P. GROOVER. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura**. 3ª Edição ed. [S.l.]: [s.n.], 2011. V. 1.

SCARF, P. *et al.* Modified age-based replacement. **Reliability Engineering and System Safety**, 1 maio. 2024. v. 245.

ZHAO, X. *et al.* **Age replacement models: A summary with new perspectives and methods**. **Reliability Engineering and System Safety**. Elsevier Ltd.