

Vol 4 Issue 5 Feb 2015

ISSN No : 2249-894X

---

*Monthly Multidisciplinary  
Research Journal*

*Review Of  
Research Journal*

Chief Editors

---

**Ashok Yakkaldevi**  
A R Burla College, India

**Flávio de São Pedro Filho**  
Federal University of Rondonia, Brazil

**Ecaterina Patrascu**  
Spiru Haret University, Bucharest

**Kamani Perera**  
Regional Centre For Strategic Studies,  
Sri Lanka

## Welcome to Review Of Research

RNI MAHMUL/2011/38595

ISSN No.2249-894X

Review Of Research Journal is a multidisciplinary research journal, published monthly in English, Hindi & Marathi Language. All research papers submitted to the journal will be double - blind peer reviewed referred by members of the editorial Board readers will include investigator in universities, research institutes government and industry with research interest in the general subjects.

### Advisory Board

Flávio de São Pedro Filho Federal University of Rondonia, Brazil	Delia Serbescu Spiru Haret University, Bucharest, Romania	Mabel Miao Center for China and Globalization, China
Kamani Perera Regional Centre For Strategic Studies, Sri Lanka	Xiaohua Yang University of San Francisco, San Francisco	Ruth Wolf University Walla, Israel
Ecaterina Patrascu Spiru Haret University, Bucharest	Karina Xavier Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA	Jie Hao University of Sydney, Australia
Fabricio Moraes de Almeida Federal University of Rondonia, Brazil	May Hongmei Gao Kennesaw State University, USA	Pei-Shan Kao Andrea University of Essex, United Kingdom
Anna Maria Constantinovici AL. I. Cuza University, Romania	Marc Fetscherin Rollins College, USA	Loredana Bosca Spiru Haret University, Romania
Romona Mihaila Spiru Haret University, Romania	Liu Chen Beijing Foreign Studies University, China	Ilie Pinte Spiru Haret University, Romania
Mahdi Moharrampour Islamic Azad University buinzahra Branch, Qazvin, Iran	Nimita Khanna Director, Isara Institute of Management, New Delhi	Govind P. Shinde Bharati Vidyapeeth School of Distance Education Center, Navi Mumbai
Titus Pop PhD, Partium Christian University, Oradea, Romania	Salve R. N. Department of Sociology, Shivaji University, Kolhapur	Sonal Singh Vikram University, Ujjain
J. K. VIJAYAKUMAR King Abdullah University of Science & Technology, Saudi Arabia.	P. Malyadri Government Degree College, Tandur, A.P.	Jayashree Patil-Dake MBA Department of Badruka College Commerce and Arts Post Graduate Centre (BCCAPGC), Kachiguda, Hyderabad
George - Calin SERITAN Postdoctoral Researcher Faculty of Philosophy and Socio-Political Sciences Al. I. Cuza University, Iasi	S. D. Sindkhedkar PSGVP Mandal's Arts, Science and Commerce College, Shahada [ M.S. ]	Maj. Dr. S. Bakhtiar Choudhary Director, Hyderabad AP India.
REZA KAFIPOUR Shiraz University of Medical Sciences Shiraz, Iran	Anurag Misra DBS College, Kanpur	AR. SARAVANAKUMARALAGAPPA UNIVERSITY, KARAIKUDI, TN
Rajendra Shendge Director, B.C.U.D. Solapur University, Solapur	C. D. Balaji Panimalar Engineering College, Chennai	V.MAHALAKSHMI Dean, Panimalar Engineering College
	Bhavana vivek patole PhD, Elphinstone college mumbai-32	S.KANNAN Ph.D , Annamalai University
	Awadhesh Kumar Shirotriya Secretary, Play India Play (Trust), Meerut (U.P.)	Kanwar Dinesh Singh Dept.English, Government Postgraduate College , solan

More.....

Address:-Ashok Yakkaldevi 258/34, Raviwar Peth, Solapur - 413 005 Maharashtra, India  
Cell : 9595 359 435, Ph No: 02172372010 Email: ayisrj@yahoo.in Website: www.ror.isrj.org



**A STUDY ON THE RELIABILITY ASSOCIATED  
WITH MAINTAINING AN ELECTRIC POWER  
MOTO GENERATOR OF ELECTRICITY THAT  
FEEDS AN OIL REFINERY IN THE STATE OF AMAZONAS.**

(Análise da confiabilidade de um motogerador de energia elétrica que abastece uma Refinaria de Petróleo do Estado do Amazonas (Brasil)).

**Antonio Claudio Kieling<sup>1</sup> and Lucas Pontes Renck<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Amazonas - Brazil.

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Amazonas – Brazil.

**Abstract:**-This paper presents a case study on the level of reliability provided by a power generator that supplies all electricity used in one refinery located in the state of Amazon as in Brazil. First, were analyzed its reliability, from data obtained in the field, as its not planned shutdown. These data were considered in the Weibull analysis and tables and graphs were constructed showing the level of reliability over time during the equipment operation. A few improvements in the system were implemented, and after this, a new study of there liability of the equipment was performed in way to prove the provided improvements.

**Keywords:**Reliability, Electric Power, Moto Generator.

## Resumo

O presente trabalho apresenta um estudo de caso, sobre o nível de confiabilidade proporcionado por um motogerador que fornece a energia elétrica para uma refinaria no Estado do Amazonas. Analisou-se a sua confiabilidade a partir de dados obtidos em campo, tais como suas paradas não programadas. Estes dados foram utilizados na análise de Weibull apresentando-se tabelas e gráficos demonstrando o nível de confiabilidade ao longo do tempo de funcionamento do equipamento. Em base aos problemas detectados no sistema durante o estudo de confiabilidade, melhorias foram implementadas e posteriormente realizou-se um novo estudo da confiabilidade do equipamento para comprovar-se o nível de melhorias proporcionadas.

**Palavras-chave:** Confiabilidade, Energia Elétrica, Motogerador.

## 1. Introdução

A manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave tanto para a produtividade quanto para a qualidade dos produtos. Baixa qualidade e produtividade acabam colocando em risco a sobrevivência da empresa. Como a manutenção dos equipamentos pode desempenhar um papel importante na melhoria da produtividade, os ganhos potenciais com a melhoria do seu gerenciamento não podem ser simplesmente desprezados.

A manutenção está diretamente ligada ao nível de confiabilidade do sistema, pelo fato da mesma, sendo realizada com a sua devida qualidade, proporcionar um índice maior de probabilidade do equipamento não falhar.

O caso estudado reflete esta condição. A probabilidade de falha do equipamento avaliado, aumenta perante o tempo entre manutenções.

## 2. Considerações sobre manutenção e confiabilidade

### 2.1. Importância da manutenção

Segundo Xenos (1998), formalmente, a manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, ou seja, manter significa fazer tudo o que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Basicamente, as atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, causada pelo seu desgaste natural e pelo uso. Esta degradação se manifesta de diversas formas, desde a aparência externa ruim dos equipamentos até perdas de desempenho e paradas da produção, fabricação de produtos de má qualidade e poluição ambiental.

### 2.2. Confiabilidade de sistemas

Em termos gerais, o conceito de risco está intimamente relacionado à presença de situações indesejáveis, sob o ponto de vista do usuário do sistema, produto ou equipamento. Se estas situações indesejáveis implicarem risco de vidas humanas ou prejuízos econômicos-financeiros de elevado valor, devem ser adotados esforços adicionais no sentido de minimizar ou mesmo evitar estas situações quando possível.

Freqüentemente, as precauções adequadas contra essas situações indesejáveis só podem ser implantadas se o nível de risco envolvido puder ser muito bem avaliado tanto quantitativamente quanto qualitativamente, indicando desta forma os pontos falhos de um produto, sistema ou equipamento, de forma a conferir e sugerir ações preventivas ou corretivas mais eficientes.

Lafraia (2001) comenta que a confiabilidade é a avaliação probabilística do risco ou falha de um sistema ou produto que caracteriza o aspecto fundamental da chamada análise de confiabilidade.

Para Osada (2000) este instrumento visa a proporcionar um bom desempenho funcional com baixo índice de falhas de um produto, pois esforços tradicionais de projeto não estavam sendo suficientes para conferir estas características a equipamentos cada vez mais complexos.

Pode-se verificar que maior parte das variáveis envolvidas em um projeto são valores que não podem ser perfeitamente definidos (tolerâncias, material, solicitações), ou seja, são variáveis aleatórias que, em maior ou menor grau, requerem um tratamento probabilístico para serem consideradas em cada componente considerado.

Ainda considera Osada (2000) que um dos elementos centrais é fornecer parâmetros adequados para tratar estes aspectos no projeto, uma vez que a confiabilidade de um produto é algo que se planeja no estágio de projeto, pois, para um produto já em produção ou distribuição, praticamente nada pode ser feito para melhoria da confiabilidade. Assim, se um produto não se mostrar confiável, apenas um extensivo trabalho de alterações no projeto pode ajudar, envolvendo frequentemente grandes perdas de tempo, dinheiro e prestígio. O projetista deve, portanto, ter conhecimento preciso e adequado da confiabilidade.

Geralmente, conceitos como confiança no equipamento, durabilidade e operação sem falhas são relacionados à idéia de confiabilidade. Matematicamente confiabilidade pode ser definida como a probabilidade de que um componente ou sistema cumpra sua função com sucesso, por um período de tempo previsto, sob condições de operação especificadas.

O inverso da confiabilidade configura a probabilidade do componente ou sistema falhar. A definição de falha, no contexto da confiabilidade, é a impossibilidade de um sistema ou componente cumprir com sua função no nível especificado ou requerido.

Segundo Kardec (2001), a função de Weibull mostra-se bastante adequada à análise de falha em equipamentos. Esta foi eleita como uma das ferramentas mais importantes para análise de confiabilidade.

A Análise de Weibull é um método estatístico que correlaciona dados específicos de falha com uma distribuição particular, podendo indicar se a falha é um evento prematuro (mortalidade infantil), randômico (aleatório) ou ocasionada por desgaste (final de vida econômica).

Para se trabalhar com a Análise de Weibull, uma condição é fundamental: ter um bom histórico de Manutenção. Estando a análise apoiada em dados, não tê-los ou ter dados não confiáveis inviabiliza, completamente, sua utilização.

A confiabilidade de um sistema é dado pela função oposta a análise de Weibull.

$$C(t) = 1 - F(t)$$

#### Onde:

C(t) : Confiabilidade do sistema em função do tempo de funcionamento.

F(t) : Função distributiva acumulativa das probabilidades de falha de um sistema em função do tempo de

funcionamento.

Para o cálculo da função distributiva da análise de Weibull, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta}$$

Onde:

e : Número de Euler (2,71828).

t : Tempo de Operação do equipamento.

t<sub>0</sub> : Intervalo de tempo que o equipamento não apresenta falhas.

η : Vida característica ou Parâmetro de Escala.

β : Fator de forma.

### 3. Estudo de Caso da Refinaria de Manaus no Amazonas

#### 3.1 Cálculo e análise da confiabilidade do sistema

A Refinaria estudada possui um motogerador modelo Wartsila Vasa 32 9R32LNGD, que gera sua demanda de energia elétrica e consegue alimentar totalmente a mesma. Quando o equipamento para surge a necessidade da refinaria, para não parar suas atividades de refino, utilizar a energia fornecida por uma geradora externa local, usualmente muito mais cara e instável.

Seu nível de criticidade é máximo em uma escala de 1 até 6, logo este é um equipamento de extrema importância para a Refinaria.



Figura 1 – MOTOGERADOR Wartsila Vasa 32 9R32LNGD

Primeiramente, foram avaliadas cada atividade individual de manutenção e como executá-las de forma adequada. De acordo com o manual do motogerador, as atividades de manutenção são divididas em intervalos de tempo dados em horas.

De acordo com o fabricante, as suas manutenções devem ser divididas em: 50, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 12.000, 16.000, 24.000 e 48.000 horas de funcionamento.

Para cada intervalo de tempo definiu-se um padrão de execução, visando evitar o desperdício de tempo na procura de soluções nos manuais e auxiliando na aprendizagem dos técnicos sobre dúvidas que estes possuíam. O padrão é um passo-a-passo de como se deve realizar cada atividade da respectiva manutenção.

O manual de cada manutenção foi estudado e a sequência das manutenções foram digitadas em uma planilha para melhor visualização. A partir da sequência de manutenções, foram verificadas cada atividade da respectiva manutenção, e para cada atividade foi feito um levantamento dos passos de execução da mesma. A partir destes dados, foram obtidas fotografias dos componentes onde são realizadas as manutenções. Após a obtenção das fotografias foi criado um padrão de execução detalhado para cada atividade.

Foram avaliadas as manutenções de 50, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 horas de funcionamento e concluiu-se que entre as manutenções de 2.000 e 4.000 horas, as paradas não programadas eram mais frequentes.

Neste intervalo são realizadas várias manutenções: são inspecionados os resfriadores de água do sistema de arrefecimento do moto gerador, é trocado o óleo do cárter, são verificados todos os instrumentos de medição de temperatura e pressão, é inspecionado o limitador de velocidade mecânico e é realizada a troca de todos os filtros de óleo lubrificante, filtro de ar, filtro de óleo diesel leve e pesado.

O desgaste dos filtros é o principal fator que contribui para a parada não programada do motogerador. Pelo fato de ser utilizado na partida do mesmo, o óleo diesel leve (que é um combustível de baixa densidade) se mistura após 30 minutos com o óleo diesel pesado, e esta condição resulta na obstrução e desgaste de várias partes dos filtros de combustível.

O ar que circula no setor de geração de energia, possui um número elevado de partículas em suspensão, pois o mesmo se encontra nas proximidades do setor de caldeiras, que produzem vapor para o processo de refino do petróleo. Logo, os filtros de ar de carga ficam saturados rapidamente.

Com a utilização deste motogerador, a refinaria possui autonomia de sua própria energia elétrica. Quando são realizadas as manutenções preventivas, que será necessário o desligamento do motogerador, é comunicado com antecedência à concessionária de energia elétrica para a mesma realizar a sua operação de abastecimento para a refinaria.

Quando ocorre alguma parada não programada do equipamento, automaticamente a refinaria é alimentada pela rede da concessionária de energia elétrica, porém, como não ocorreu um aviso prévio, a refinaria recebe uma multa por este fato.

Desta forma, se mostra importante um estudo sobre a confiabilidade deste motogerador, para que este pudesse ser apresentado junto aos departamentos de manutenção mecânica, financeiro, gerência geral e concessionária de energia elétrica, para posteriormente permitir uma negociação menos onerosa em relação a estas paradas não comunicadas.

Para se realizar um estudo da distribuição de Weibull e confiabilidade do motogerador foram necessários 6 meses de observação e registros das suas paradas não programadas em base a um determinado intervalo de tempo.

Em função do intervalo de tempo de manutenção em que ocorre a maior incidência de paradas não programadas entre 2.000 e 4.000 horas de manutenção, dividiu-se o intervalo de manutenção entre 2000 a 4000 horas em 10 intervalos de 200 horas. A partir das observações, elaborou-se um quantitativo de verificação da quantidade de paradas não programadas em cada intervalo de tempo, como demonstrado na tabela 1.

Tempo até falhar (Horas)	Frequência Observada de Falhas
2000-2200	1
2200-2400	1
2400-2600	2
2600-2800	2
2800-3000	3
3000-3200	4
3200-3400	4
3400-3600	5
3600-3800	6
3800-4000	7
Total	35

Fonte: Refinaria Isaac Sabbá

**Tabela 1 - Paradas não programadas em seus respectivos intervalos de tempo.**

A partir dos dados das paradas não programadas, calculou-se o fator de forma ( $\beta$ ), e este resultou em  $\beta=1,80$ , o que indica a ocorrência de falhas por desgaste ( $\beta>1$ ).

A vida característica do equipamento resultou em 1741,85 horas, onde esta indica o intervalo de horas em que ocorrem 63,2% das falhas.

O tempo médio sem falha (MTTF) do equipamento resultou em 3548,66 horas.

A partir dos parâmetros definidos e utilizando-se a distribuição de Weibull para estes dados, elaborou-se a tabela 2 e o gráfico 1 para uma melhor visualização da probabilidade do equipamento não falhar em seus respectivos tempos.

Probabilidade do Equipamento não Falhar (%)	Tempo (Horas)
100	2000
98,02	2200
93,24	2400
86,45	2600
78,28	2800
69,31	3000
60,06	3200
50,98	3400
42,41	3600
34,60	3800
27,69	4000

Fonte: Os autores.

Tabela 2 - Probabilidade do equipamento não falhar em seu respectivo tempo.

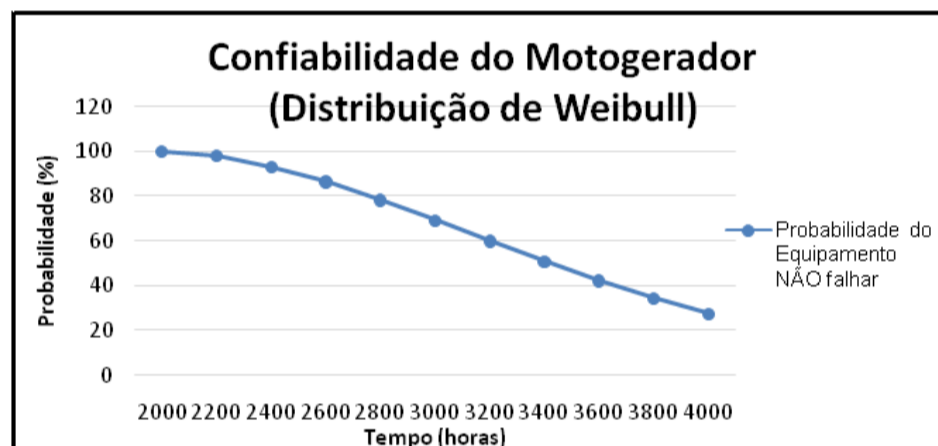


Gráfico 1 – Confiabilidade do Motogerador

O gráfico 1 indica que após a manutenção de 2000 horas a confiabilidade dos equipamentos é de 100%, em função de que os componentes que causavam as falhas foram todos trocados por novos.

Pode-se verificar também pela curva do gráfico 1 que a confiabilidade dos equipamentos vai diminuindo conforme se verifica o aumento das horas de funcionamento, pois os componentes trocados na manutenção de 2000 horas começam a se desgastar.

### 3.2 Análise da confiabilidade após a inclusão das melhorias no sistema.

A partir do estudo realizado, os dados obtidos foram apresentados à gerência de manutenção mecânica da refinaria e uma cópia foi enviada para o fabricante.

O fabricante analisou detalhadamente o relatório enviado em conjunto com toda a memória de cálculo detalhada do estudo, e indicou o uso de uma linha especial de filtros para ar e diesel pesado, prevendo assim uma melhora no sistema de filtragem.

Após a compra e instalação dos filtros especiais, realizou-se um novo estudo de confiabilidade do motogerador nos mesmos moldes do estudo realizado anteriormente.

Desta forma, foram analisados os dados e criou-se a tabela 3 com a quantidade de paradas não programadas no intervalo de 2.000 até 4.000 horas de funcionamento do equipamento, já com o motogerador utilizando os novos filtros.

Tempo até falhar (Horas)	Frequência Observada de Falhas
2000-2200	1
2200-2400	1
2400-2600	0
2600-2800	0
2800-3000	1
3000-3200	2
3200-3400	3
3400-3600	3
3600-3800	4
3800-4000	4
Total	19

Fonte: Os autores

**Tabela 03 - Paradas não programadas em função do tempo, após a instalação dos novos filtros**

Os dados da tabela3 permitem calcular o fator de forma  $\beta = 1,37$ , assim o sistema ainda indica a ocorrência de falhas por desgaste em função de que  $\beta$  é maior que 1.

O tempo médio sem falha (MTTF) do equipamento aumentou para 4118,77 horas.

A confiabilidade do sistema foi recalculada, de acordo com os intervalos de tempo de funcionamento do equipamento estabelecidos, e a partir das observações, elaborou-se um novo quantitativo de verificação da quantidade de paradas não programadas em cada intervalo de tempo, como demonstrado na tabela 4 e no gráfico 2.

Após a utilização da nova linha de filtros recomendada pelo fabricante, verificou-se que a confiabilidade do sistema após o intervalo de 4.000 horas resultou em 44,24%. Logo, comparando-se os dados anteriores a instalação da nova linha de filtros, que era 26,69%, obteve-se uma melhora significativa de 16,55% na confiabilidade do motorizador ao final do intervalo de tempo de funcionamento determinado.

Probabilidade do Equipamento não Falhar (%)	Tempo (Horas)
100	2000
96,64	2200
91,51	2400
85,63	2600
79,41	2800
73,08	3000
66,82	3200
60,73	3400
54,91	3600
49,40	3800
44,24	4000

Fonte: Os autores



Tabela 04 - Probabilidade do equipamento não falhar em em função do tempo após melhorias

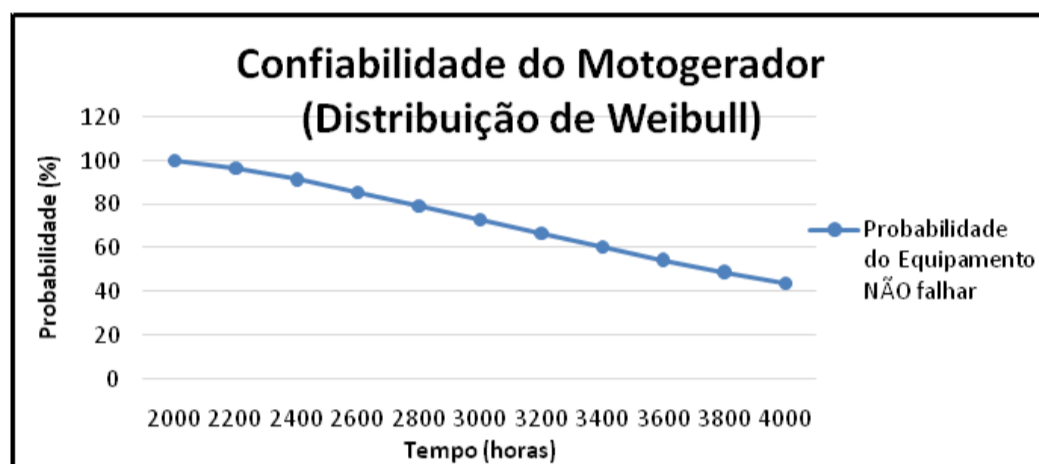


Gráfico 2 – Confiabilidade dos Motogeradores após melhorias

#### 4. Conclusão

Inicialmente realizou-se um histórico de manutenção para se avaliar a confiabilidade do motogerador relacionado com seu tempo de funcionamento. A partir dos dados obtidos, criou-se tabela e gráfico como instrumentos do estudo da confiabilidade que o motogerador fornece.

A curva do gráfico de confiabilidade mostra que a mesma diminui com o passar do tempo devido ao desgaste dos componentes utilizados no sistema.

O estudo de confiabilidade foi enviado ao fabricante, e o mesmo indicou a utilização de uma linha de filtros que possuem em seus elementos internos uma maior resistência ao atrito do óleo de pesado e do ar de carga.

O novo estudo realizado mostrou que, realizando-se a troca dos filtros como indicado pelo fabricante, o aumento de confiabilidade foi significativo. O número de paradas não programadas caiu de 35 para 19.

Desta forma, o custo pago a concessionária de energia elétrica pelas paradas do motogerador fora reduzido proporcionalmente ao número de paradas não programadas, resultando em uma queda de 45,71% no valor final da fatura (conta de energia).

Uma sugestão para um trabalho futuro seria a de verificar pela análise de Weibull se o intervalo de manutenções que o fabricante recomenda é o mais apropriado para o bom funcionamento do equipamento e duração da sua vida útil.

Sem dúvida, o processo de analisar a confiabilidade de um sistema é fundamental para que possamos verificar sua estabilidade e comportamento ao longo do tempo e fornece elementos que embasam o processo de determinação de causas do funcionamento abaixo do esperado que permitem realizar melhorias. O espelho das melhorias que podem ser implementadas e as eficiências que as mesmas apresentam após a sua implementação, sem dúvida, são os seus maiores benefícios e contribuições para sistemas críticos em geral.

#### Referências

- 1.KARDEC, ALAN.; NASCIF, JÚLIO. Manutenção: Função Estratégia.,2.ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.,p.83-87, 2001.
- 2.LAFRAIA, J. R. B. Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark,p.64-69, 2001.
- 3.OSADA, TAKASHI.; TAKAHASHI, YOSHIKASU. TPM MPT Manutenção produtiva total, 2.ª ed. São Paulo IMAN.,p.102-107, 2000.
- 4.XENOS, H. G. Gerenciando a manutenção produtiva. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Industrial,p.245-258, 1998.



**Antonio Claudio Kieling**

Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Amazonas - Brazil.

# Publish Research Article International Level Multidisciplinary Research Journal For All Subjects

Dear Sir/Mam,

We invite unpublished Research Paper, Summary of Research Project, Theses, Books and Books Review for publication, you will be pleased to know that our journals are

## Associated and Indexed, India

- \* Directory Of Research Journal Indexing
- \* International Scientific Journal Consortium Scientific
- \* OPEN J-GATE

## Associated and Indexed, USA

- DOAJ
- EBSCO
- Crossref DOI
- Index Copernicus
- Publication Index
- Academic Journal Database
- Contemporary Research Index
- Academic Paper Database
- Digital Journals Database
- Current Index to Scholarly Journals
- Elite Scientific Journal Archive
- Directory Of Academic Resources
- Scholar Journal Index
- Recent Science Index
- Scientific Resources Database

Review Of Research Journal  
258/34 Raviwar Peth Solapur-413005, Maharashtra  
Contact-9595359435  
E-Mail-ayisrj@yahoo.in/ayisrj2011@gmail.com  
Website : www.ror.isrj.org