

## DISTRIBUIÇÃO WEIBULL: UMA FERRAMENTA DE APOIO À MANUTENÇÃO PREDITIVA PARA INDÚSTRIA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Vitor Henrique Piva (UNIVALI) [vitorpiva9@gmail.com](mailto:vitorpiva9@gmail.com)  
Moacir Marques (UFSC) [engenheiomarques@yahoo.com.br](mailto:engenheiomarques@yahoo.com.br)

### Resumo:

Dentro de uma cadeia produtiva, a manutenção está ligada diretamente ao conceito de produtividade e qualidade, a necessidade de aumentar a disponibilidade operacional vem sendo impulsionada pela competitividade dos mercados e suas instabilidades. Devido a isso, a gestão da manutenção assume papel importante no planejamento estratégico das empresas, visto que, a indisponibilidade do maquinário influencia de forma significativa na eficiência da indústria. Esta pesquisa busca propor a utilização da distribuição de *Weibull* como uma ferramenta que auxilie na programação da manutenção preditiva a fim de facilitar as tomadas de decisões dos gestores e otimizar os processos de manutenção, fornecendo dados que possam diminuir os índices de manutenção corretiva, proporcionando maior controle da cadeia produtiva ao gestor, permitindo o planejamento das paradas programadas e evitando as eventuais não programadas.

**Palavras chave:** Manutenção preditiva, Distribuição de *Weibull*, Indústria cerâmica.

## WEIBULL DISTRIBUTION: A TOOL TO SUPPORT PREDICTIVE MAINTENANCE TO CERAMIC TILE INDUSTRY

### Abstract

Within a production chain, maintenance is directly linked to the concept of productivity and quality, the need to increase operational availability has been driven by the competitiveness of markets and their instabilities. Due to this, the management of the maintenance assumes important role in the strategic planning of the companies, since, the unavailability of the machinery influences significantly in the efficiency of the industry. This research seeks to propose the use of the Weibull distribution as a tool that assists in the programming of the predictive maintenance in order to facilitate the decision making of the managers and to optimize the maintenance processes, providing data that can reduce the indexes of corrective maintenance providing greater control from the productive chain to the manager, allowing the planning of the scheduled stops and avoiding the eventual ones not programmed.

**Key-words:** Predictive maintenance, Weibull distribution, Ceramic industry.

## 1. Introdução

Os sistemas de produção industrial continuamente estarão sujeitos aos desgastes em consequência do uso e da vida útil de seus equipamentos, essa deterioração muitas vezes acaba por elevar os custos de produção, diminuir a qualidade, e conseqüentemente reduzir a eficiência da cadeia produtiva (DOHI, *et al.*, 2001). Todavia, a gestão da manutenção se torna uma chave importante para a redução de problemas advindos dessas ocorrências.

Segundo afirmam Kardec e Nasfic (2009), a manutenção além de ser uma função do sistema produtivo, ela deve garantir a confiabilidade e a disponibilidade do mesmo, atendendo as necessidades do processo garantindo a segurança e a sua integridade, com custos e despesas adequados a cada situação.

Segundo dados fornecidos pela Abramam (2013), o Brasil possui um custo de manutenção por faturamento bruto de 4,69% do PIB (Produto Interno Bruto), o que exalta ainda mais a importância da gestão da manutenção no país e o desenvolvimento de aplicações inovadoras para as práticas de manutenção.

As indústrias que atuam no ramo cerâmico apresentam características similares ao restante do círculo industrial brasileiro, atuando muitas vezes através de intervenções imediatas, onerando os custos de produção e dificultando o controle total dos sistemas produtivos, tornando visível a necessidade das empresas deste setor de aumentarem a busca por melhorias nos seus resultados operacionais (BRISTOT *et al.*, 2012).

Contudo, para poder gerenciar com eficácia o planejamento das manutenções, não se pode mais permitir a tomada de decisões de maneira empírica, todo gestor deve possuir informações suficientes para o embasamento de suas decisões, portanto, é indispensável o desenvolvimento de sistemas que canalizem e forneçam informações a fim de possibilitar tomadas de decisões mais precisas (BRISTOT, 2012).

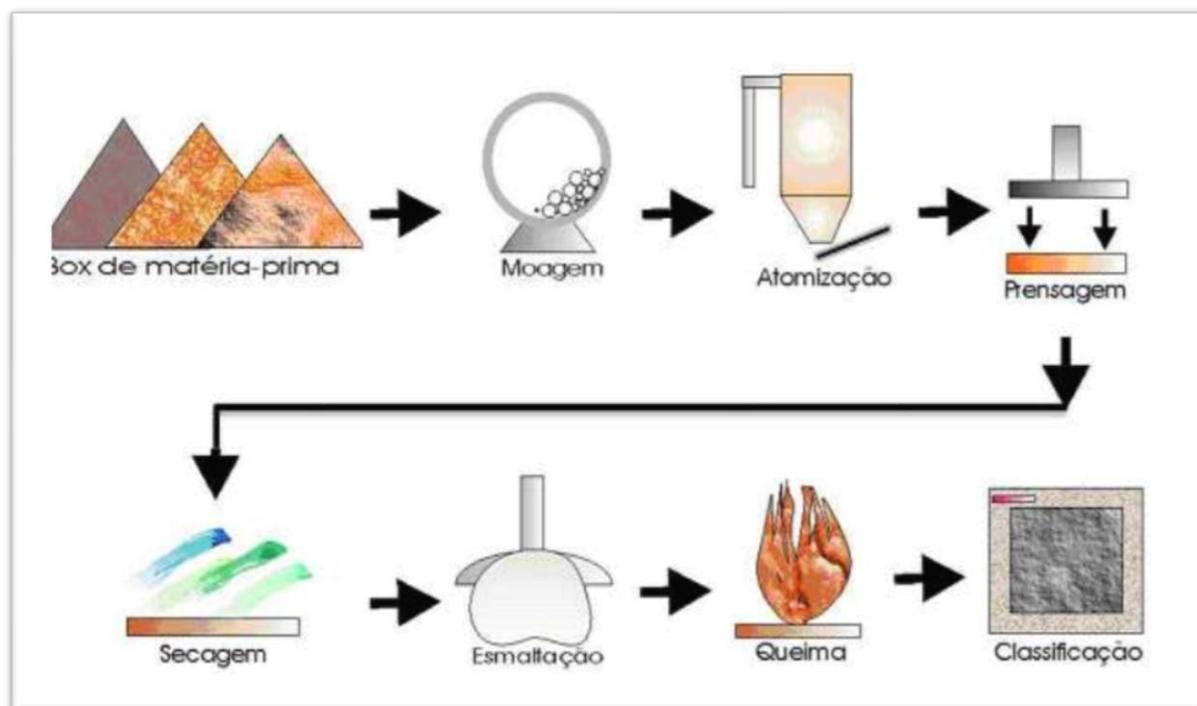
## 2. Indústria de revestimentos cerâmicos

Desde a Idade Média a arte da cerâmica vem se adaptando através dos diversos aspectos da vida cotidiana do ser humano, na atualidade apesar do advento das tecnologias, a beleza e a perfeição das peças se mantêm, e impressionam tanto como as fabricadas pelas civilizações da Antiguidade (BRISTOT, 2012).

Se analisarmos o contexto brasileiro, os primeiros registros da cerâmica foram encontrados na ilha de Marajó apontando as diversidades da cultura indígena, porém, estudos indicam que uma cerâmica mais simples, provavelmente de origem amazônica, foi criada por volta de cinco mil anos atrás. O processo empregado por esses povos era através de instrumentos rudimentares, que foram evoluindo com o passar do tempo com o uso de tornos e “rodadeiras” (BRISTOT, 2012).

Analisando o contexto “atual”, o processo de fabricação de cerâmicas sofreu alterações e aperfeiçoamentos com o decorrer do avanço da tecnologia e de suas aplicações, segundo Bristot (2012) para os processos de pavimentos e revestimentos cerâmicos, são desenvolvidas 3 fases: (a) preparação das matérias primas; (b) conformação da peça; e, (c) tratamentos para conferir as propriedades finais desejadas ao produto, como submetendo-o a secagem e a queima.

A Figura 1 representa de maneira simplificada o processo de fabricação de revestimentos cerâmicos.



Fonte: Fonseca (2000).

Figura 1 - Processo de fabricação de revestimentos cerâmicos via úmida

Inicialmente é realizada a preparação da massa, onde o objetivo no processo de moagem é diminuir o tamanho das partículas do material sólido empregado, aumentando a superfície específica do mesmo a fim de melhorar a capacidade de reação da matéria prima. Em seguida deve ser eliminada uma parte da água até atingir a umidade necessária para cada processo, na fabricação de placas de revestimentos cerâmicos o método mais utilizado é a secagem por atomização (BRISTOT, 2012).

Realizada a preparação da massa, o processo de conformação da peça se dá mais comumente através da prensagem hidráulica, resultando em grande rendimento da produção, facilidade de automatização e bons resultados no produto acabado, isto se aplicado a prensagem a seco que permite praticamente eliminar a contração a seco e apresentando o diferencial pela maior produtividade (NEGRE, 1998).

De acordo com a afirmação de Bristot (2012) uma vez conformada, a peça será submetida a etapa de secagem, onde o calor é introduzido normalmente por convecção eliminando a água restante do processo anterior a fim de evitar defeitos.

Em produtos não esmaltados, após a etapa de secagem é realizado a queima, já em produtos esmaltados, na etapa seguinte a secagem é aplicado a esmaltação que cobrirá a superfície da peça, conferindo ao produto diversas propriedades técnicas e estéticas. Realizado o processo de esmaltação, é iniciado o processo de queima, que garantirá grande parte das características do produto: resistência mecânica, facilidade de limpeza, resistência ao fogo, estabilidade dimensional dentre outros. Na etapa final, o processo de classificação atende aos requisitos

técnicos e estéticos estipulados pelo fabricante, partindo de classificadoras automáticas e inspeções visuais (BRISTOT, 2012).

### 3. Manutenção preditiva

As técnicas preditivas determinam a maneira de como é feito o monitoramento da condição e quais devem ser as ações de intervenção. Quanto maior o desenvolvimento tecnológico do equipamento melhor e mais confiável será o fornecimento das informações sobre o estado do equipamento, e mais eficaz será a avaliação delas. Também conhecida como manutenção sob condição ou com base no estado do equipamento, a manutenção preditiva é a intervenção realizada com base na alteração de parâmetros que indicam a condição ou o desempenho do equipamento sem que interfira na operação do sistema, cujo este é acompanhado por condições sistemáticas (KARDEC; NASFIC, 2009).

Trabalhar com um plano de manutenção preditiva apresenta diversas vantagens, no quesito vida útil dos componentes é atingível o aproveitamento máximo dos equipamentos, minimizando as intervenções e reparos de emergência proporcionando a programação antecipada das manutenções. Porém, apresentam desvantagens quando falamos dos instrumentos e inspeções periódicas que devem ser implantadas, acarretando em aumento dos custos e maior especialização do corpo técnico da empresa, todavia deve ser analisada as condições técnicas e econômicas de cada equipamento ou sistema, a fim de escolher a aplicação deste método (BARAN, 2011)

Segundo Kardec e Nasfic (2009) seu enfoque principal é a prevenção das falhas nos equipamentos, como o acompanhamento dos parâmetros fornece informações em tempo real, ele permite a operação contínua do equipamento predizendo as condições em que o mesmo se encontra, privilegiando a disponibilidade à medida que as intervenções são realizadas somente quando o grau de degradação atinge ou se aproxima do limite pré-estabelecido. Permitindo a preparação do serviço antes de executá-lo, proporcionando maior tempo para a tomada de decisões. Em relação a produção, a manutenção preditiva é a metodologia que apresenta os melhores resultados, pois as ações de intervenção acontecem somente quando necessário.

De acordo com Bristot (2012), atualmente existem inúmeras técnicas preditivas que podem ser aplicadas em razão de cada cenário, analisando as condições técnicas e econômicas de cada equipamento. Portanto as principais e mais conhecidas são:

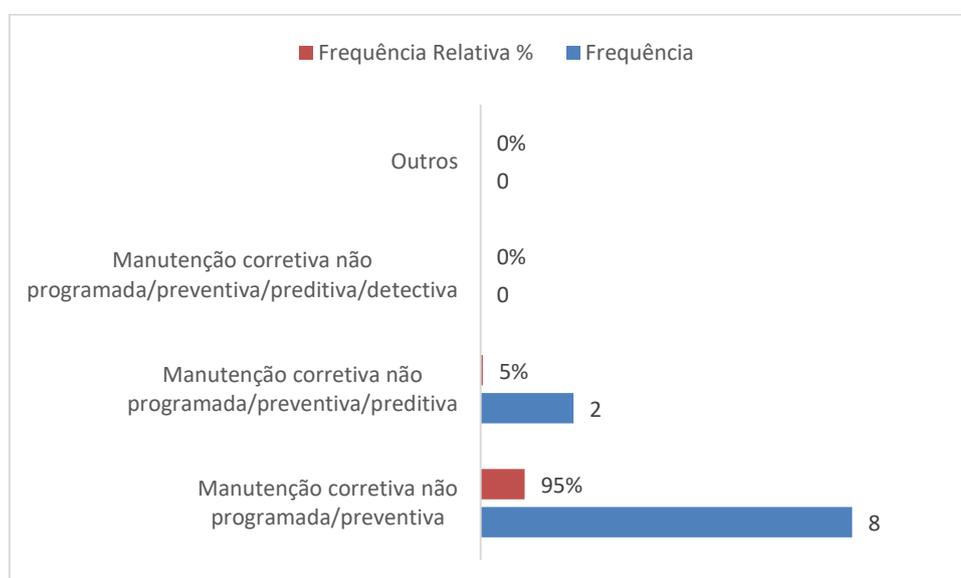
- a) Análise de vibrações;
- b) Análise de óleo;
- c) Termografia;
- d) Ultrassonografia;
- e) Líquido penetrante;
- f) Radiografias;
- g) Teste hidrostático.

Para Kardec e Nasfic (2009) certos fatores devem ser levados em consideração na adoção deste tipo de política de manutenção, portanto para que seja adotada condições básicas devem ser exigidas, são elas:

- a) Monitoramento/medição: o sistema deve permitir o acompanhamento da condição;
- b) Custos envolvidos: o equipamento ou sistema deve se mostrar merecedor desde tipo de ação;
- c) Progressão: As causas das falhas devem permitir um acompanhamento da progressão;
- d) Acompanhamento: Análises e diagnósticos devem ser executados através de um programa de acompanhamento, seja por tempo ou estado.

### 3.1. Manutenção preditiva em equipamentos cerâmicos

De acordo com Bristot et al. (2012) as atividades de manutenção desenvolvidas pelas empresas deste ramo, destinam cerca de 95% das autuações em intervenções corretivas e preventivas, conforme é possível observar nas Figura 2.



Fonte: Adaptado de Bristot et al. (2012).

Figura 2 - Tipos de manutenção adotadas pelas empresas do ramo cerâmico

Neste contexto é possível perceber a adoção da manutenção corretiva e preventiva nas indústrias de revestimentos cerâmicos como base para as intervenções necessárias, mostrando a necessidade de um acompanhamento preditivo, que poderá ser realizado com a avaliação dos equipamentos e linhas, através de medições, acompanhamento e monitoramento de parâmetros (BRISTOT et al. 2012).

### 4. Manutenção centrada em confiabilidade

Nos últimos anos observou-se um aumento na procura por sistemas que possuem melhor desempenho e um custo acessível, conseqüentemente a redução da probabilidade de falhas teve de ser reduzida, em seu sentido mais amplo a partir dessa premissa é definida a confiabilidade, que está associada ao funcionamento de um produto ou sistema sem que este apresente quebras ou falhas (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011).

Na literatura são encontradas diversas definições para confiabilidade, para Ferreira (1986) é a propriedade com que algo ou alguém é confiável, ou seja, que merece crédito pelo que pode apresentar, de maneira mais técnica Bergamo (1997) define que a confiabilidade é a capacidade que um equipamento têm de executar sua função, sem falhas e com as condições e funções de que foi destinado a fazer.

No âmbito da engenharia, as análises relacionadas ao desempenho de um produto ou sistema, todavia, tende a necessidade de uma definição quantitativa da confiabilidade, que normalmente é desenvolvida em termos de probabilidade, adotando termos correspondentes ao desempenho das funções predeterminadas em um período de tempo sem apresentar quebras ou falhas (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011).

O tempo que um equipamento permanece funcionando dentro dos limites de especificação de um projeto sem apresentar falhas ou variações, é identificado como a confiabilidade que este produto pode oferecer, o que torna, uma característica extremamente importante para determinado equipamento ou sistema (TAKAYAMA, 2008).

Conforme afirma Bristot (2012), para considerar verdadeiramente a confiabilidade de um equipamento é necessário analisar se o equipamento é mantido e operado adequadamente conforme as especificações do seu fabricante mediante ao projeto, ou seja, deve atender os limites que são acatados como ideais para o mesmo.

Conforme a afirmação de Xavier e Nascif (2009, p. 140), a manutenção centrada em confiabilidade “é uma metodologia que estuda um equipamento ou um sistema em detalhes, analisa como ele pode falhar e define a melhor forma de fazer manutenção de modo a prevenir a falha ou minimizar as perdas decorrentes da falha”.

Este tipo de ferramenta baseada em conhecimentos de engenharia, permite que as atividades de manutenção sejam aprimoradas, reduzindo falhas, acidentes e consertos, de acordo com Fogliatto (2011) a manutenção centrada em confiabilidade é desenvolvida por um conjunto de técnicas que garantem que os sistemas de uma empresa continuem funcionando por um período de tempo maior.

Juntamente com essas técnicas, este tipo de manutenção se propõe a monitorar os tipos de falhas possíveis entre os produtos ou sistemas, e também desenvolver ações que possam evitá-las no futuro (VIANA, 2002).

Uma equipe com este foco deve ser formada por um facilitador, um operador do sistema, um engenheiro, um mecânico e um eletricista, todos possuindo conhecimento da máquina ou do sistema em questão, e por fim o total apoio do líder para garantir que os princípios a manutenção centrada em confiabilidade sejam atendidos (FOGLIATTO, 2011).

## 5. Gestão da manutenção

Todo e qualquer processo industrial visa a obtenção da maior produtividade aliada ao emprego eficaz e mais eficiente da instalação industrial disponível, claro está, que dentre os principais fatores, encontra-se o mantimento dos maquinários e instalações em ótimas condições de funcionamento. Para isso, são necessárias as intervenções de manutenção a fim de manter todo o sistema em funcionamento (MOUTA, 2011).

Rodriguez (2002), define como gestão o modo de relação entre as pessoas na busca de um objetivo em comum, tendo como base 5 pilares, sendo esses, pessoas, na tradução de seus

comportamentos, processos, sistematizando a estrutura da organização, tecnologia, no âmbito do fluxo de informações, educação e aprendizado, na busca de melhores práticas e inovações, e por fim a estratégia, no qual define as prioridades e metas a fim de atingir os objetivos.

Segundo Mouta (2011) a gestão da manutenção, se propõe a desenvolver um certo equilíbrio entre as ações a serem tomadas e o nível de serviço a ser executado, uma boa gestão busca regularizar os gastos evitando custos expressivos, deste modo alguns aspectos econômicos são destacados: diminuição de custos diretos, menor imobilizado de peças de reposição, economia de energia, enriquecimento da empresa e eventos relacionados ao ambiente produtivo.

Na visão de Márquez (2009), o gerenciamento da manutenção deve buscar a maior disponibilidade e desempenho do maquinário, traduzindo-se em diversas diretrizes, tais como:

- a) Qualidade, mensurar o desempenho das atividades de manutenção através de indicadores;
- b) Garantia de prazos;
- c) Melhoria contínua no treinamento do pessoal responsável pela manutenção.
- d) Solução de problemas crônicos, eliminar os retrabalhos e desenvolver procedimentos padrões;
- e) Contratação de terceiros para a execução de serviços específicos que sejam viáveis economicamente de acordo com cada situação.

Portanto, a premissa de uma gestão da manutenção eficaz está diretamente relacionada ao convencimento da alta gerência em investir na manutenção, estabelecendo metas e objetivos práticos, porém considerando as avarias imprevistas, visto que, controlar e detectar instabilidades nos equipamentos pode ser difícil se forem considerados os possíveis erros humanos, falta de treinamentos ou negligências (MOUTA, 2011).

## 6. Distribuição de Weibull

Conforme a afirmação de Fogliatto e Ribeiro (2011), se analisarmos o âmbito da modelagem em termos de confiabilidade, a distribuição estatística que mais se adapta é a de Weibull, este tipo de distribuição é amplamente utilizada em pesquisas na área da gestão da manutenção, isso se deve ao fato de que ela tem a possibilidade de representar pequenas amostras com um resultado considerado razoável para uma análise.

Frequentemente utilizada para descrever o tempo de vida de produtos e sistemas industriais, ela possibilita a representação de amostras com diferentes comportamentos de tempos até a falha. A distribuição de Weibull normalmente não provem da estatística clássica, e nem da estatística elementar, mas é provavelmente discutida e tratada em trabalhos que manipulam resultados experimentais, Ela se aproxima normalmente de uma distribuição normal, porém se mostra uma representante exata da distribuição exponencial (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

De acordo com Gondim e Duarte (2005), adequada para as leis que regem as falhas em equipamentos, e considerando que o sistema seja composto por diversos componentes e que a taxa de falhas não seja constante, a distribuição de *Weibull* permite:

- a) Representar falhas típicas de partida (mortalidade infantil, falhas aleatórias e falhas devido ao desgaste;

- b) Obter parâmetros significativos da configuração das falhas;
- c) Representação gráfica simples.

Para isso, as principais expressões matemáticas são:

a) 
$$f(t) = \beta \eta^{-\beta} (t - t_0) \exp\left(-\left(\frac{t - t_0}{\eta}\right)^\beta\right);$$

b) 
$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t - t_0}{\eta}\right)^\beta\right],$$
 probabilidade de um item falhar em um intervalo  $t$ ;

c) 
$$R(t) = 1 - F(t) = \exp\left[-\left(\frac{t - t_0}{\eta}\right)^\beta\right],$$
 confiabilidade;

d) 
$$Z(t) = \left(\frac{\beta}{\eta^\beta}\right) (t - t_0)^{\beta-1},$$
 taxa de falha;

e) 
$$TMEF = t_0 + \eta \Gamma(1 + \beta^{-1}),$$
 tempo médio entre falhas;

f) 
$$\sigma = \eta \left[ \Gamma(1 + 2\beta^{-1}) - \Gamma^2(1 + \beta^{-1}) \right]^{1/2},$$
 desvio padrão;

g) 
$$E(t) = \frac{1}{\eta} \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right).$$

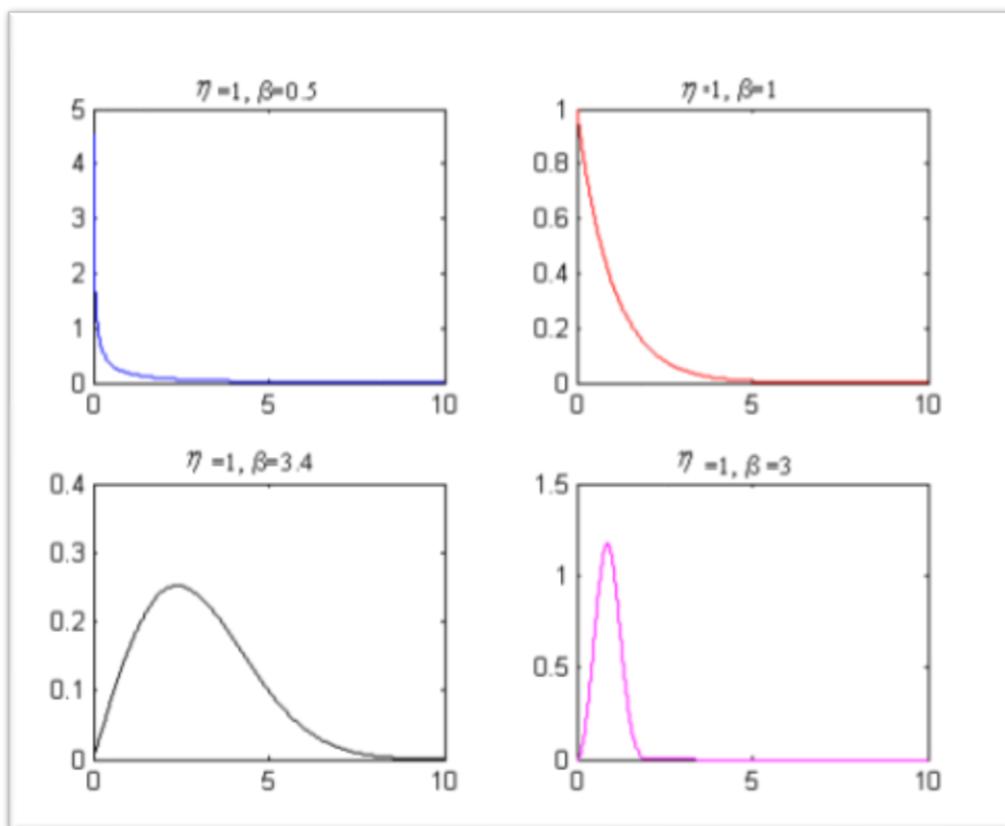
Onde:

- a)  $t_0$  = Vida mínima, intervalo de tempo que o equipamento não apresenta falhas;
- b)  $\eta$  = Vida característica, intervalo de tempo entre  $t_0$  e  $t$  no qual ocorrem 63,2% das falhas;
- c)  $\beta$  = Fator de forma, indica a forma da curva e as características das falhas.

Quando:

- a)  $\beta < 1$ , mortalidade infantil;
- b)  $\beta = 1$ , falhas aleatórias;
- c)  $\beta > 1$ , falhas por desgaste.

A Figura 3 apresenta de maneira gráfica o comportamento da distribuição quando alterado o parâmetro fator de forma  $\beta$ .



Fonte: Gondim e Duarte (2005).

Figura 3 - Comportamento da distribuição

## 7. Conclusões

Novas metodologias para o auxílio da gestão da manutenção que visam a redução das intervenções corretivas e consequentemente a redução da indisponibilidade dos equipamentos tornaram-se alvo das grandes organizações, visto que, as recentes pesquisas apontam que os custos com a manutenção compreendem uma parcela significativa do faturamento bruto das empresas.

Todavia apesar das inúmeras técnicas já conhecidas, as empresas do ramo cerâmico possuem uma alta taxa de intervenções imediatas, isto é, manutenções corretivas que são aplicadas apenas quando as falhas já comprometem o funcionamento do sistema. Portanto, a manutenção preditiva aliada à distribuição de *Weibull* pode ser uma forte aliada para a redução dessas paradas imprevistas. Conforme ilustra a Figura 4, a distribuição atua preenchendo a lacuna entre a manutenção preditiva e a atuação da mesma na indústria, facilitando o planejamento das manutenções já que fornece informações sobre o comportamento das falhas em um dado intervalo de tempo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 4 – Atuação da distribuição de *Weibull*

Contudo, este modelo de distribuição se mostra proeminente já que trabalha com o tratamento dos dados reais de tempos entre falhas de determinados equipamentos, em vista disso, conforme indicado no item 3 e aplicando equação “b)” é possível determinar a probabilidade de falha de um equipamento em um dado intervalo de tempo e com isso estabelecer parâmetros para a programação da manutenção preditiva nos equipamentos.

Ainda como complemento, as equações “d)” e “e)” apontam consecutivamente a taxa e o tempo médio entre as falhas, permitindo que se faça uma avaliação do comportamento de vida do equipamento para que sejam tomadas as decisões de acompanhamento do estado de funcionamento do mesmo, aliada a isso a equação “c)” determina a confiabilidade do equipamento, adotando os termos correspondentes ao desempenho das suas funções em um período de tempo sem apresentar quebras ou falhas.

Outrossim, sugere-se a partir desta pesquisa, trabalhos futuros analisando a aplicação do modelo de distribuição de *Weibull* para outros tipos de indústria, e como complemento o tratamento real dos dados.

## Referências

**ABRAMAN.** CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 28º, 2013, Salvador. A situação da manutenção no Brasil: Abramam – Associação Brasileira de Manutenção, 2013.

**BARAN, L. R.** MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE APLICADA NA REDUÇÃO DE FALHAS: UM ESTUDO DE CASO. 2011. 103 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão Industrial Produção e Manutenção, Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1450/3/PG\\_CEGIPM\\_VII\\_2011\\_12.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1450/3/PG_CEGIPM_VII_2011_12.pdf)>. Acesso em: 26 jul. 2018.

**BERGAMO, V. F.** Confiabilidade Básica e Prática. São Paulo: E. Blucher, 1997.

**BRISTOT, V. M.** Estudo para implementação de sistema de gestão de manutenção em indústrias de conformação de revestimentos cerâmicos. 2012. 169 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia, Departamento de Metalurgia da Escola de Engenharia da Ufrgs, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/60711/000862673.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

**BRISTOT, V. M. et al.** Manutenção Preditiva em Indústrias de Revestimentos Cerâmicos. Cerâmica Industrial, Porto Alegre, p.29-35, 17 jan. 2012. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/ldtm/publicacoes/2012/Artigo%20Revista%20Cer%20C3%A2mica%20Industrial.pdf>>.

Acesso em: 18 jul. 2018.

**BUDYNAS, R. G.; NISBETT, J. K.** Elementos de Máquinas de Shigley: Projeto de Engenharia Mecânica. 8. ed. Porto Alegre: Amgh, 2011.

**DOHI, T. et al.** *Optimizing the repair-time limit replacement schedule with discounting and imperfect repair.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 7, n. 1, p. 71-84, jan-abr 2001.

**FERREIRA, A. B. D. H.** Novo dicionário de língua portuguesa. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

**FONSECA, A.** Tecnologia do Processamento Cerâmicos. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

**FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D.** Confiabilidade e Manutenção Industrial. Rio de Janeiro: Elsevier: Abepro, 2011.

**GONDIM, R.; DUARTE, M. A. V.** APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA NA MANUTENÇÃO PREDITIVA. Famat, Uberlândia, v. 5, n. 5, p.211-223, set. 2005.

**KARDEC, A.; NASFIC, J.** Manutenção: função estratégica. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

**MÁRQUEZ, A. C.** *The maintenance management framework: a practical view to maintenance management.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 15, n. 2, 2009.

**MOUTA, C. S. P.** Gestão da Manutenção. 2011. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia Electromecânica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011. Disponível em:<<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3810/1/Tese%20Final%20-%20Carla%20Mouta.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

**NEGRE, F.; SANCHES E.** “Avanços no Processamento de Pós Atomizados para a Fabricação de Revestimentos”. Anais do Science of Whiteware I. Instituto de Tecnologia Cerâmicas; Universidad Jaume I, Castellón, Espanha, 1998.

**RODRIGUEZ, M. V. R.** Gestão empresarial: organizações que aprendem. Rio de Janeiro, Qualitymark: Petrobrás, 2002.

**TAKAYAMA, M. A. S.** ANÁLISE DE FALHAS APLICADA AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA MANUTENÇÃO. 2008. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008\\_3\\_Mariana-Amorim.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_3_Mariana-Amorim.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2018.

**VIANA, H. R. G.** PCM - Planejamento e controle da manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed., 2002.