

<https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2018>

## Desenvolvimento do módulo de falhas de uma planta industrial virtual aplicada a fins educacionais.

## Development of a failure module for a virtual industrial plant towards educational means.

**Matheus Teixeira Talacio**

[mtalacio@gmail.com](mailto:mtalacio@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

**Alessa Anjos de Oliveira**

[alessa@alunos.utfpr.edu.br](mailto:alessa@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

### RESUMO

**OBJETIVO:** Desenvolver um módulo de falhas dinâmico para implantação em uma planta industrial virtual. **MÉTODOS:** Pesquisa investigativa de tipos de falhas resultando em dois tipos escolhidos, falha aleatória e falha por uso. Para as falhas aleatórias é desenvolvido um algoritmo básico para gerar um defeito de acordo com a probabilidade decidida pelo usuário. Para as falhas por uso, é utilizada a distribuição de Weibull para gerar falhas com uma probabilidade dinâmica que aumenta em função da quantidade de usos do componente. **RESULTADOS:** Integração dos módulos em todos os sensores da planta virtual, agregados à uma interface gráfica para melhor experiência de usuário. **CONCLUSÕES:** A implantação do módulo foi satisfatória com os objetivos impostos, aumentando o realismo da simulação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Algoritmos computacionais. Automação Industrial. Educação. Simulação de Falhas. Plantas Industriais.

### ABSTRACT

**OBJECTIVE:** Develop a dynamic failure module to deploy on a virtual industrial plant. **METHODS:** Investigational Research resulting in two types of failures being chosen, random failure and fatigue failure. For random failures a basic algorithm is developed to generate a defect accordingly a probability decided by the user. For fatigue failures, the Weibull distribution is used to generate faults with a dynamic probability in function of the use amount of the component. **RESULTS:** Deployment of the modules on all sensors in the virtual plant, attached to a user interface for a better user experience. **CONCLUSIONS:** The module deployment was satisfactory within the objectives, increasing simulation realism.

**KEYWORDS:** Computer algorithms. Industrial Automation. Education. Failures Simulation. Industrial Plants.

**Recebido:** 30 ago. 2018.

**Aprovado:** 13 set. 2018.

#### Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

A formação de profissionais capacitados na área de automação industrial é de alta importância devido ao avanço das tecnologias aplicadas aos processos. Porém, devido à falta de espaços e alto custo dos equipamentos educacionais, nem sempre o aprendizado é satisfatório. Um dos métodos mais eficazes para a substituição de plantas físicas nas aulas práticas é o uso de simuladores computacionais (TALACIO et al. 2017).

Dentre os vários aspectos a serem explorados no estudo de processos industriais, o comportamento e tratamento de falhas é de suma importância, já que uma das dificuldades no setor é gerenciar o tempo de inatividade para que não haja perdas de produtividade, afetando assim, os custos e qualidade do produto final. (VALDMAN, 2010; OPPELT, 2016).

Para que uma planta virtual incorpore este aspecto, ela deve ter como premissa um módulo de falhas que se aproxime de processos reais, pois, induz o aluno a lidar com estes problemas e criar um controle que antecipe-os.

Este trabalho é a continuação de um projeto de desenvolvimento de uma planta virtual, tipo esteira seletora de caixas por cor, de baixo custo, e tem como objetivo a incorporação de um módulo de falhas ao *software* atual.

## MÉTODOS

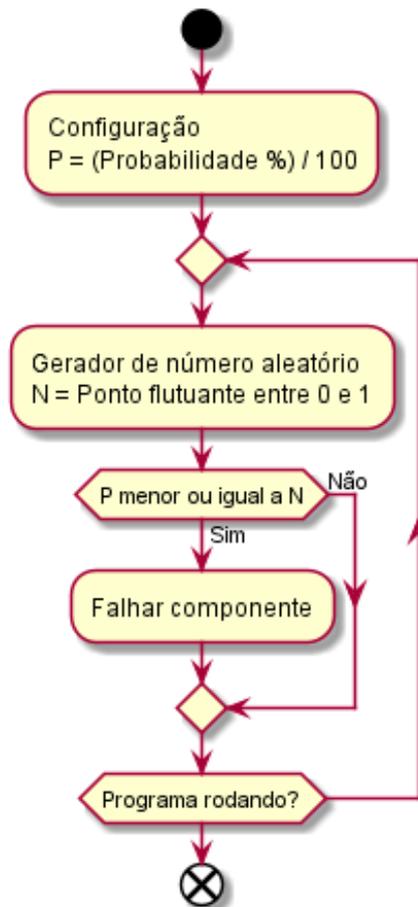
Todo processo real está sujeito a falhas. No escopo industrial são encontrados 3 tipos de falhas: prematuras, aleatórias e por desgaste/uso (PINTO, 2018). Neste trabalho apenas são considerados as falhas aleatórias e por desgaste, pois, são as mais imprevisíveis e apresentam maior desafio durante a criação de controles.

As falhas de natureza aleatória são causadas por problemas originados na fabricação do dispositivo, má configuração e outras causas que não podem ser previstas em projeto. Já as falhas por tempo e uso, também classificadas como desgastes, acontecem devido à vida útil do equipamento, onde a probabilidade de defeito aumenta em função da utilização e é agravada com a falta de manutenção.

## FALHAS ALEATÓRIAS

Neste tipo de falha foi decidido que é de escolha do usuário a probabilidade em porcentagem na qual o dispositivo apresenta defeito. Na Figura 1 é representado em fluxograma o algoritmo escolhido.

Figura 1 – Fluxograma do algoritmo de falha aleatória



Fonte: Autoria Própria (2018).

Para implementar o algoritmo no sistema é preciso considerar as limitações de um *software* real. Não é possível realizar a verificação de falha continuamente, pois, isto acarretaria uma utilização excessiva da memória do computador, causando problemas na performance que por sua vez resultam em lentidão e até travamentos. Assim, limitou-se esta função para que a verificação ocorra em intervalos de 5 segundos. Também, o código foi escrito de forma que a mudança do valor deste intervalo seja fácil para posteriores desenvolvedores.

O gerador de números aleatórios usado é aproveitado das bibliotecas inclusas no *Unity 3D*, motor gráfico em que a planta é desenvolvida, o qual é um sistema pseudoaleatório que usa o valor do relógio do computador para garantir que os valores resultantes sempre sejam diferentes em cada simulação. Este algoritmo, além de em intervalos de 5 segundos, é executado também na utilização dos sensores através das caixas.

## FALHAS POR USO

Em contraste com o módulo de falhas aleatórias, neste se faz necessário um algoritmo em que a probabilidade de defeito de um componente da planta seja dinâmica e em função do número de utilização do mesmo. Para isso, foi usado a distribuição de Weibull.

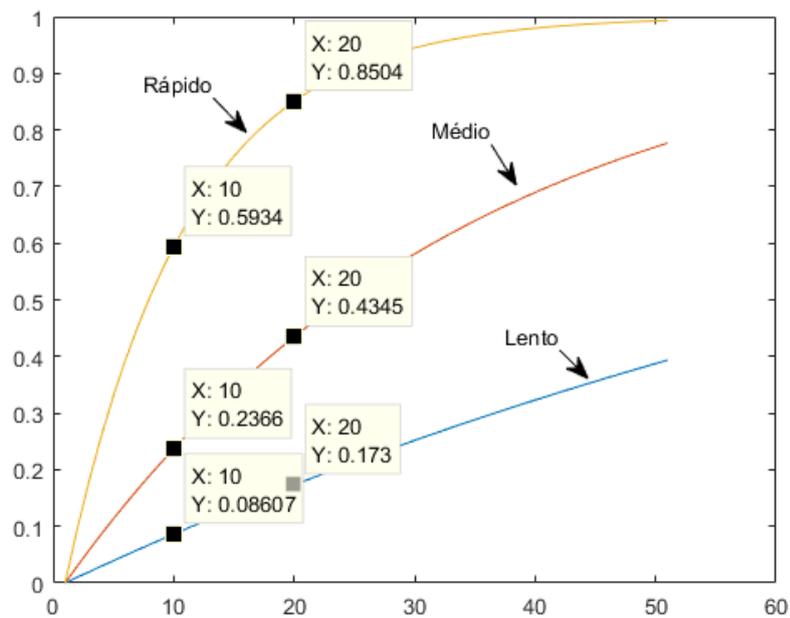
A distribuição de Weibull é usada para descrever vários tipos de falhas observadas em componentes, esta é aplicada amplamente em análises de sobrevivência e confiabilidade (LAI, 2006). A função probabilidade de defeito pela quantidade de usos é definida na Equação 1.

$$f(x) = 1 - \exp\left\{-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\delta\right\} \quad (1)$$

Os parâmetros alfa e delta foram ajustados para se adaptarem ao objetivo de ser uma simulação de desgaste, portanto, apresentam valores extrapolados em três pré-definições de velocidades de crescimento da probabilidade de falha: lento, médio e rápido.

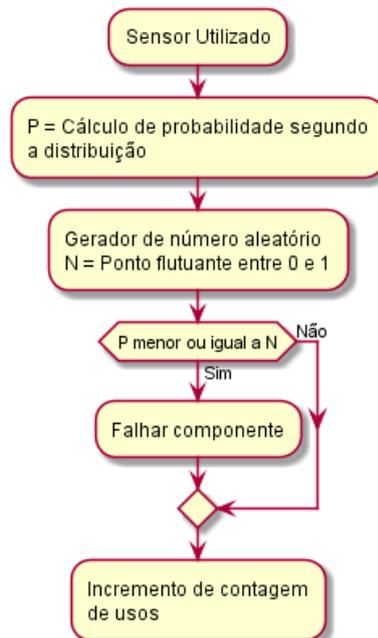
O gráfico de crescimento para as três opções está representado na Figura 2, onde o eixo X e o eixo Y indicam a quantidade de usos e a probabilidade, respectivamente. O algoritmo de falhas por uso está representado em fluxograma na Figura 3.

Figura 2 – Gráfico de crescimento de probabilidade de falhas por uso



Fonte: Autoria Própria (2018).

Figura 3 – Algoritmo de falhas por uso



Fonte: Autoria Própria (2018).

O gerador de número aleatório e verificação de falha são os mesmos utilizados na seção FALHAS ALEATÓRIAS. Este algoritmo, diferente do módulo de falhas aleatórias, é executado somente ao se utilizar o sensor.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O módulo foi implementado na simulação para todos os sensores, e os tipos específicos de falhas que podem ocorrer são: detecção fantasma, na qual o sensor é ativado espontaneamente, e não detecção.

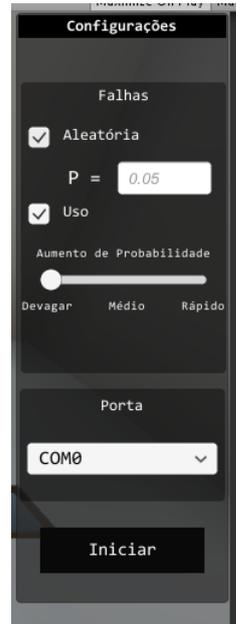
Também, para melhor experiência de usuário, foram criadas interfaces gráficas para configuração e listagem das falhas ocorridas durante a simulação. As interfaces gráficas são demonstradas nas figuras 4 e 5.

Figura 4 – Janela de listagem de falhas na simulação



Fonte: Autoria Própria (2018).

Figura 5 – Janela de configuração de falhas



Fonte: Autoria Própria (2018).

Através de simulações com os dois modos de falhas, é possível comprovar que a programação dos algoritmos e a integração com a planta estão de acordo com os métodos definidos no projeto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, analisando os resultados é possível concluir que os objetivos impostos neste trabalho foram atingidos. Os benefícios verificados neste módulo incluem realismo de simulação, flexibilidade nas configurações e baixo custo de produção.

Algumas restrições como três pré-configurações de parâmetros na distribuição de Weibull, traz como possibilidade a realização de pesquisas de interesse e viabilidade para atender uma gama de usuários mais avançados em uma versão futura.

## REFERÊNCIAS

TALACIO, M. T. et al. **Desenvolvimento de Plantas Virtuais para o aprendizado de Sistemas de Automação Discreta**. In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO - UTFPR, 7., 2017, Londrina. **Anais...** Londrina: UTFPR, 2017.

VALDMAN, Andrea. **Sistema de automação para monitoramento online de gases residuais e diagnóstico de uma caldeira operada com misturas diesel/biodiesel**. 2010. 244 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

OPPELT, Mathias. **Virtual commissioning in a virtual environment.** In: PETROLEUM AND CHEMICAL INDUSTRY CONFERENCE EUROPE (PCIC EUROPE), 2016, Berlim: IEEE, 2016. p. 1-8.

PINTO, M. C. B. Classificação das Falhas no Processo. **Blog da Qualidade**, Cornélio Procópio, 29 mai. 2004. Disponível em:  
<<http://www.blogdaqualidade.com.br/classificacao-das-falhas-no-processo/>>.  
Acesso em: 30 ago. 2018.

LAI, Chin-Diew.; D. N. Murthy.; and XIE, Min. **Weibull distributions and their applications.** Springer handbook of engineering statistics. London: Springer, 2006. p. 63-78.