

Levantamento das premissas para simulação de imagens de radiografia de soldas em detectores digitais utilizando o Geant4

Premises to Weld radiography image simulation in digital detectors using Geant4

RESUMO

Fabiano Purkote
purkote@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Walmor Cardoso Godoi
walmorgodoi@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

A radiografia de soldas é uma técnica de Ensaio Não Destrutivo (END) muito utilizada. A solda é um processo que tem como função a união de dois materiais com o objetivo de fornecer uma resistência maior a peça que está sendo fundida. O objetivo deste trabalho foi realizar estudos para levantamento das premissas para a simulação de radiografias de soldas utilizando o *software* Geant4, além de obter parâmetros para melhorar e determinar as características de qualidade radiográfica no ensaio não-destrutivo. Como resultado, foram definidos os seguintes parâmetros para a simulação do *software* Geant4: metal base (aço 304L), espectro de energia (100 KeV a 500 KeV), posicionamento da fonte e do detector e geometria do objeto estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Geant4. Radiografia. Simulação. Solda.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

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



ABSTRACT

Weld radiography is a widely used Nondestructive Testing (NDT) technique. Welding is a process that has the function of joining two materials in order to provide greater resistance to the part being cast. The objective of this work was to conduct studies to survey the assumptions for the simulation of weld radiographs using Geant4 software, as well as to obtain parameters to improve and determine the characteristics of radiographic quality in the non-destructive test. As a result, the following parameters were defined for the Geant4 software simulation: the base metal (304L steel), the energy spectrum (100 KeV to 500 KeV), the source and detector positioning and the geometry of the object studied.

KEYWORDS: GEANT4. RADIOGRAPHY. SIMULATION. WELD.

INTRODUÇÃO

Mesmo com os avanços na área da tecnologia e processos de fabricação a solda continua sendo essencial na produção de uma gama de produtos diferentes e que estão presentes no nosso cotidiano. Segundo Marques (1991), um grande número de vários e distintos processos usados na produção, fabricação e recuperação de peças, estruturas e equipamentos são incorporados pelo termo "SOLDAGEM", sendo que, soldagem é definida como a união de materiais metálicos.

A solda pode ser feita de várias maneiras, sendo que, cada processo possui vantagens, desvantagens e características específicas diferentes, assim, a escolha do processo de soldagem depende da função e das propriedades do objeto que se deseja produzir.

A execução do procedimento de soldagem deve ser realizada com precisão e cautela de quais erros podem ocasionar falhas na solda, comprometendo as propriedades, características e até mesmo a resistência da peça fabricada.

A descontinuidade de uma solda é definida como a interrupção ou violação estrutural na região soldada, sendo considerada um defeito quando esta falha ocasionar uma incapacidade parcial ou total quando se comparar aos padrões de qualidade (Barra e Pereira, 1999).

Para garantir a qualidade e a segurança necessita-se de um procedimento de inspeção para verificar se o objeto estudado possui falhas e se está em condições de funcionamento sem que ocorram problemas, com a finalidade de evitar acidentes. Esse método de inspeção é denominado ensaio e os ensaios são classificados em destrutivos e não-destrutivos. Para a inspeção de peças e juntas soldadas utilizam-se os métodos não-destrutivos, que não danificam os objetos a serem visualizados. Entre os ensaios não-destrutivos, encontra-se a radiografia que utiliza uma fonte de radiação (posicionada perpendicularmente em relação ao objeto) para irradiar a peça e um receptor de imagem (filme radiográfico) posicionado atrás do objeto (ANDREUCCI, 2017).

O objetivo deste trabalho foi de verificar e estudar as melhores condições para levantar premissas para a realização do ensaio não-destrutivo utilizando os recursos disponíveis no *software* Geant4 através de simulações, também, para melhorar e determinar características da qualidade radiográfica referente ao ensaio.

O Geant4 é um kit de ferramentas que proporciona a criação e execução de aplicativos para simulações, utilizando o método de Monte Carlo, sendo que tem como objetivo simular a passagem de partículas pela matéria. Além disso, suas aplicações englobam as áreas de Física nuclear, alta energia, estudos em ciências médicas e espaciais. Trata-se de um software não executável e composto por classes divididas e criadas através da linguagem C++.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para a realização deste trabalho foi um computador, cedido pela UTFPR e que está localizado no Laboratório de Imagens 3D e Inteligência Artificial (lab3D&IA) e o *software* Geant4, distribuído gratuitamente através do portal da CERN Technology (Geant4, 2019). A consulta das referências foi feita no acervo da biblioteca da UTFPR.

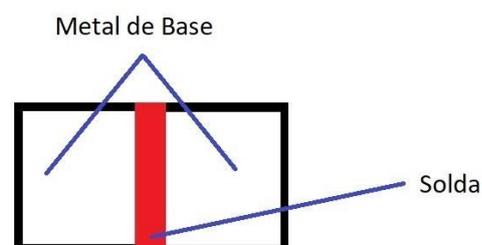
Foi necessário a instalação de uma biblioteca denominada CLHEP (Biblioteca De Classes para Física de Altas Energias) que fornece um conjunto de classes de fundação e utilidade específicas, como vetores de física, geometria, álgebra linear e geradores aleatórios. Após esta etapa, iniciou-se a instalação do Geant4, onde foram instaladas todas as bibliotecas de extensão disponíveis e que fornecem variáveis e vários recursos importantes para realizar as simulações de maneira específica.

As placas de metal de base foram definidas como Aço 304L (Aço inoxidável). Para a simulação foi definida uma fonte emissora de radiação, com energia na faixa de 100 keV a 500 keV, posicionada perpendicularmente ao objeto. Também foi posicionado posterior a peça um detector digital para a coleta dos dados a serem analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos resultados do levantamento das premissas para uso do Geant4 em radiografias de solda foi a definição de um modelo virtual de geometria para utilizar no *software*, que consistia em duas placas de metal de base unidas por uma solda, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Modelo virtual.



Fonte: Os autores.

Os estudos mostraram que os dados obtidos pela simulação devem ser analisados e utilizados para criar uma imagem das radiografias de solda e para interpretar os fenômenos físicos que ocorrem no experimento.

O estudo não obteve resultados concretos pois as simulações não chegaram ao final devido a dificuldade do manuseio do software Geant4 e da quantidade de alterações necessárias no código fonte dos arquivos relacionados a simulação. Porém, foram evidenciados pontos interessantes em relação a simulações principalmente no Geant4, tendo em vista que na área de radiologia industrial e na inspeção de peças e materiais não há conteúdo publicado relacionado a simulação de eventos físicos.

Apesar da dificuldade, a pesquisa foi de grande importância pois proporcionou um aprendizado relevante. Um *software* de simulação é um programa complicado de instalar e manusear e através das experiências que me foram proporcionadas com o Geant4, aprendi a instalar, usar e entender processos computacionais, não só de funcionamento do programa mas também da instalação e compilação de exemplos presentes no ambiente do Geant4.

A instalação é complexa pois não há muitos tutoriais e o Geant4 apresenta muitos recursos e funções que devem ser selecionados durante a instalação através de código no prompt de comando, dependente de como o programa será utilizado. Além disso possui requisitos por exemplo, o compilador cmake, a biblioteca CLHEP e vários outros conforme a seleção do usuário na instalação (inclusive drivers gráficos para rodar as simulações), pois auxiliam na instalação e no funcionamento do Geant4. Foi um processo que levou bastante tempo mas que proporcionou uma experiência importante já que aprendi a instalar da forma correta.

É interessante ressaltar a parte dos fenômenos físicos e a etapa de preparação para a simulação, por que, para a simulação rodar da forma planejada é necessário definir parâmetros como os citados no materiais e métodos (definição de geometria), além de configurar e definir a fonte e o espectro utilizados em cada experimento e a faixa de energia. Dentro de tudo isso se torna complexo a forma de inserir ou alterar as informações dentro do Geant4, já que se deve ter conhecimento de programação e entender a lógica que se é utilizada nos códigos para se obter um resultado melhor. A linguagem utilizada pelo software é C++ e possui cerca de 12 arquivos que podem ser alterados conforme a necessidade do usuário, sendo que, quando se altera um arquivo geralmente se deve alterar os outros também.

CONCLUSÃO

Foram definidas as premissas para a realização das simulações no software Geant4: a geometria virtual do objeto; o material do metal de base (aço 304L); o

espectro de energia da fonte de radiação (100 KeV a 500KeV); o posicionamento da peça, da fonte e do detector. Entretanto houveram as dificuldades relacionadas ao manuseio do software, em questão a alteração dos códigos para rodar a simulação, pois trata-se de alterações em diversos arquivos utilizando a linguagem de programação C++. Nestes arquivos há diversas informações referentes aos parâmetros discutidos e que apresentam muita complexidade, já que, ao alterar um arquivo os outros também devem ser alterados, caso contrário é apontado um erro ao compilar a simulação. Também, é escasso o material de apoio tanto para instalar o programa quanto para o manuseio e alterações necessárias nas simulações conforme a necessidade do usuário. Porém, é de grande importância o estudo de soldas através de simulações computacionais já que na radiologia industrial não foram encontrados estudos desta área.

REFERÊNCIAS

BARRA, Sergio Rodrigues; PEREIRA, Aldo Santos. **DESCONTINUIDADES EM SOLDAGEM**. Trabalho de Pesquisa (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MARQUES, Paulo Villani Tecnologia da Soldagem. Belo Horizonte: 1ªedição, Editora “O LUTADOR”, 1991. p.17-18

ANDREUCCI, Ricardo “Radiologia Industrial”, apostila ABENDI, 2017. Disponível em:<http://www.abendi.org.br/abendi/Upload/file/radiologia_maio_2017.pdf> Acesso em: 24 de Setembro de 2018.

O *software* é distribuído pelo CERN através do link: <https://geant4.web.cern.ch/> .