XXXI Seminário de INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFERSA

Núcleo de Avaliação: Núcleo II

Área temática: Ciências Exatas e da Terra

Área do Conhecimento: Matemática

Estudo de Integrais Múltiplas e suas Aplicações

Raissa Sousa Ferreira, Ivan Mezzomo

As integrais múltiplas constituem uma ferramenta essencial na engenharia e nas ciências exatas, sendo amplamente aplicadas na determinação de grandezas físicas como volume, massa e centro de massa tridimensionais. A formulação dessas integrais permite representar matematicamente sistemas reais, mas a resolução analítica nem sempre é viável devido à complexidade das funções envolvidas ou à geometria da região de integração. Nesse contexto, a integração numérica se apresenta como uma alternativa eficiente, proporcionando aproximações confiáveis por meio de métodos iterativos e discretizações sucessivas. Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo entre quatro métodos numéricos aplicados à resolução de integrais triplas: Regra do Trapézio, Regra 1/3 de Simpson, Regra 3/8 de Simpson e Regra da Quadratura Gaussiana. Estes metódos são prioritariamente usados na resolução de figuras planas, e neste trabalho adaptamos para figuras tridimensionais. O estudo foi desenvolvido com base em um problema aplicado de engenharia, envolvendo a determinação dos volumes de componentes de um aerogerador Enercon E-82 EP2 E4, cujas partes principais foram modeladas geometricamente como sólidos de revolução: a nacele como um elipsoide, a torre como um cone truncado e o rotor como um paraboloide de revolução. A modelagem das funções foram realizadas a partir da escala real dos componentes e a vizualização tridimensional no software SketchUp, permitindo a visualização precisa das geometrias adotadas. A etapa de simulação numérica foi implementada em linguagem Python (versão 3.13.2), executada em um computador com processador Intel Core i5, 8 GB de memória RAM e sistema operacional Windows 10. Foram aplicadas diferentes subdivisões do domínio (n = 30, 60, 120, 360 e 600) para avaliar o comportamento dos métodos em relação à precisão e ao custo computacional. No caso específico da estimativa numérica do volume da nacele, na regra da quadratura gaussiana, obtivemos para n = 30 o valor de 198,654206 m^3 (erro de $1.173x10^{-2}$) e 196,368471 m^3 para n = 600 (erro de $9.641x10^{-5}$). O desempenho de cada método foi analisado com base no erro relativo, utilizando como referência os valores. Os resultados indicaram que todos os métodos forneceram aproximações adequadas, com destaque para a Regra 3/8 de Simpson, que apresentou menor erro relativo e maior estabilidade, atingindo erros da ordem de 10^{-8} na determinação do volume da nacelle. Como limitação, ressalta-se que o estudo considerou apenas sólidos regulares devido as restrições da modelagem matemática. A Quadratura Gaussiana apresentou desempenho semelhante apenas para subdivisões mais refinadas, enquanto as Regras do Trapézio e de Simpson 1/3 exibiram precisão intermediária. Observou-se também que o custo computacional cresce proporcionalmente a n^3, devido à natureza tridimensional da integral. No cálculo do volume da nacele pela regra da quadratura gaussiana, o tempo de processamento foi de 55 segundos para n = 30 e 240 segundos para n = 600. Em síntese, o estudo confirma a eficiência da integração numérica, destacando a Regra de Simpson 3/8 como o método mais preciso e estável, sendo recomendada para o cálculo de volumes e propriedades físicas de sólidos complexos.

Palavras-chave: Integrais múltiplas, Integração numérica, Aerogerador.
Agência financiadora: PIVIC.

Campus: Mossoró.