LEI DO RESFRIAMENTO DE NEWTON: APLICAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS

Daniele Lima Santos[1]
Regivaldo Vieira Lima[2]
Renisson Andrade Ramos[3]
Tassia MillenaCarvalho Barros[4]
Aislan Primo[5]
Maria Anita S. S. de mendonça[6]

cadernos de graduação
ciências exatas e tecnológicas

Engenharia Elétrica

ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

A aplicação das equações diferenciais para criação de modelos de estudo de problemas reais é ferramenta essencial que tem o poder para visualizar e descrever vários fenômenos dentro da engenharia e suas técnicas. O presente trabalho objetiva analisar uma dessas aplicações, referindo-se ao estudo da lei de resfriamento de Newton para determinar o modelo na produção de blocos cerâmicos. A metodologia aqui empregada envolve um estudo bibliográfico contextualizado a fim de conhecer e simular o experimento mais próximo do real. Nesse sentido foi realizada uma visita técnica há uma unidade de produção de blocos cerâmicos a partir da qual desenvolvemos este artigo. Assim, observando os resultados podemos constatar que o uso do artifício matemático é de grande valia para determinação dos fatores de complexidade que interferem e agem sobre a lei de resfriamento.

PALAVRAS-CHAVE:

Lei de Resfriamento de Newton. Equações Diferenciais. Blocos Cerâmicos.

ABSTRACT

The application of the differential equations for the creation of study models of real problems is an essential tool that has the power to visualize and describe several phenomena within the engineering and its techniques. The present work aims to analyze one of the applications referring to the study of the law of Newton cooling to determine the model in the production of ceramic blocks, a methodology used here involves a contextualized bibliographical study of a conception and simulation of the experience. In this sense, a technical visit was made to a unit of ceramic blocks production from the qualification of the article. Thus, the results may prove that I use the mathematical artifice of great value for determining the factors of complexity that interfere and act on a law of cooling.

KEYWORD:

Ceramic blocks. Differential Equations. Newton's Cooling Law

1 INTRODUÇÃO

A equação diferencial é uma equação que apresenta derivadas ou diferenciais de uma função desconhecida (a incógnita da equação). Equação diferencial ordinária (EDO) envolve derivadas de uma função variável independente. O estudo dessas equações permite ao indivíduo a criação de modelos Capazes de descrever fenômenos de diversos tipos sejam estes físicos, biológicos ou químicos. Na engenharia principalmente pode ser utilizada para projetar diversas coisas e consequentemente realizar estudo de caso, fenômenos e problemas. Em se tratando da engenharia civil, sua aplicação pode analisar desde a produção de um simples tijolo até a construção de grandes obras como pontes, edifícios, barragens etc.

Neste artigo procurou-se direcionar aplicação da equação diferencial ordinária (EDO) ao estudo de modelagem da Lei de Resfriamento de Newton na produção de blocos cerâmicos. Essa lei afirma que a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e o meio que o rodeia, ou seja, expressa como variáveis o tempo e a diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente, levando em consideração a forma do objeto e sua composição material.

O presente trabalho traz as definições sobre Equação diferencial ordinária e suas aplicações na modelagem matemática, tendo como foco uma visita técnica realizada pelos membros desta equipe em uma fábrica produtora de blocos cerâmicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Junção dos conceitos e propriedades matemáticas com os estudos Analíticos e realização ou observação alguns experimentos possibilita a compreensão de determinados fenômenos físicos, químicos, biológicos ou de qualquer natureza é possível por meio da modelagem matemática com aplicação das equações diferenciais ordinárias prever determinadas reações de um dito material e também soluções para os vários problemas encontrados por meio de uma equação diferencial ordinária capaz de descrever ou representar esses fenômenos, facilitando uma melhoria na qualidade analítica dos processos.

Aplicação das equações diferenciais ordinárias possibilita a solução de diversos problemas tanto na área matemática como em diversas outras áreas do conhecimento. Ulysses Sodré (2003) afirma que equações diferenciais envolvem uma função incógnita e suas derivadas e ela é dita a ordinária se a função incógnita depende apenas de uma variável independente e a sua ordem é a mesma da mais alta derivada que aparece na equação.

O presente trabalho baseia-se na lei de resfriamento de Newton que apresenta uma equação diferencial de primeira ordem linear, estudada a partir do método das EDOs separáveis descrita da seguinte maneira:

$$F(t, y, y') = 0$$

$$\frac{dT}{dt} = f(t, y)$$

A partir daí escreve se essa equação da seguinte forma:

$$M\ (t, y)\ dt + N\ (y)\ dy = 0$$

Observa-se, portanto, que é possível realizar a separação das funções onde cada membro da igualdade possuir somente um tipo de variável, possibilitando assim a realização da Integração em cada um dos membros de forma mais simplificada, chegando a uma solução de maneira mais rápida.

A partir de várias leituras e pesquisas bibliográficas e da visita de campo realizada pela equipe foi possível desempenhar algumas considerações que elucidaram e contribuíram para o desenvolvimento deste artigo.

3 ANÁLISE TEÓRICA

Quando observarmos corpos a diferentes temperaturas é possível perceber se estes estão em contato. Em caso positivo haverá uma transferência de calor do corpo mais quente transferir a calor para o corpo que está mais frio ao ponto em que se consiga um equilíbrio térmico, ou seja, ambos adquiram a mesma temperatura.

A lei de Newton vem confirmar e analisar essa observação ela postula que eu alcance do equilíbrio térmico de um sistema, envolvendo dois ou mais corpos ocorre quando ambos atingem a mesma temperatura, o dito equilíbrio térmico. Bronson (2008, p. 34) afirma: "a taxa de variação temporal da temperatura de um corpo é proporcional a diferença de temperatura entre o corpo e o meio circundante".

Segundo Bassanezzi e Ferreira (1988) "O corpo sem fonte de calor interna deixado em um ambiente com temperatura T, sua temperatura tende a entrar em equilíbrio com a temperatura do ambiente 'Ta'". Se T<Ta este corpo se aquecerá, mas no caso contrário onde T>Ta o corpo resfriará. Como a temperatura do corpo é considerado uniforme ela será uma função do tempo, ou seja, T=T(t), quanto maior for [T - Ta], Mais rápida será variação T(t).

4 MODELAMENTO MATEMÁTICO

A lei empírica de resfriamento de Newton pode ser descrita pela Equação:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_a)$$

Onde:

- **dT/dt** é a variação da temperatura em relação ao tempo

- **K** é um coeficiente de proporcionalidade, que depende da superfície exposta, do calor especifico do corpo e também das características ambientais e climáticas

-**T** é a temperatura inicial do corpo

- **Ta** é a temperatura ambiente

Utilizando o método de separação de variáveis para encontrar a solução da "Equação", obtemos:

$$\int \frac{dT}{(T - T_a)} = \int -kdt \,,$$

$$\ln(T - T_a) + C_1 = -kt + C_2 \,,$$

$$\ln(T - T_a) = -kt + C_3.$$

$$T = T_a + Ce^{-kt} \,,$$

$$\text{Onde } C = e^{C_3}.$$

Supondo que no instante inicial, t = 0, temos a temperatura inicial, T_0 a solução então é dada por:

$$T(t) = T_a + (T_0 - T_a) \cdot e^{-k \cdot t}$$

A constante k, em algum tempo específico, k_t, pode ser calculada pela Equação:

$$k_t = \frac{1}{t} \ln \left[\frac{(T_0 - T_a)}{(T(t) - T_a)} \right]$$

O bloco atingirá o equilíbrio térmico somente no limite em que o tempo tender ao infinito, pois $\lim_{t\to\infty} T(t) = T_a$. entretanto, podemos estipular um valor máximo para a diferença entre $T(t)$ e T_a, estabelecendo uma quantidade de tempo praticável e minimizada.

Assumindo: como a quantidade de tempo tal que $T(\tau) - T_a \leq \frac{1}{10^n}$ °C, com n inteiro positivo, obtemos a Desigualdade

$$T_a + (T_0 - T_a) \cdot e^{-k \cdot \tau} \leq \frac{1}{10^n} + T_a$$

Simplificando a desigualdade e isolando τ; obtemos a Desigualdade:

$$\tau \geq \frac{1}{k} \cdot \ln[10^n \cdot (T_0 - T_a)]$$

Se τ em horas não for um número inteiro, consideramos o valor em horas de τ como sendo a próxima hora inteira. Portanto, a Desigualdade fornece o tempo necessário para que $T(\tau) - T_a \leq \frac{1}{10^n}$ °C.

5 CONCLUSÕES

O resfriamento do bloco cerâmico está relacionado ao material do qual foi fabricado, as suas condições ambientais e climáticas. As constantes de proporcionalidade (k) encontrada por meio da modelagem da EDO não podem ser generalizadas, uma vez que os blocos cerâmicos não são feitos de uma mesma forma, a norma para os blocos cerâmicos, NBR 15270:05, específica às características geométricas, físicas e mecânicas do bloco. A constante (k) determinada pode ser estendida aos blocos cerâmicos do mesmo lote de fabricação do bloco estudado, na qual os blocos estejam nas mesmas condições ambientais e climáticas do bloco estudado. No caso do bloco revestido a dosagem da argamassa deve ser a mesma do bloco estudado.

As temperaturas encontradas, quando comparadas às temperaturas encontradas por meio da EDO modelada, apresentam uma variação. Essa variação se deve a fatores externos ao sistema, como ventos e luminosidade.

Com a equação geral do resfriamento dos blocos cerâmicos em mãos, é possível que se elabore pesquisa com a finalidade de descobrir como melhor aplicá-la no processo de fabricação. Pesquisa essa que poder ser baseada em diversos corpos de prova de blocos cerâmicos, com diferentes tempos de resfriamento e cura, para assim encontrarmos quais constantes nos fornecem blocos com as melhores razões de tempo de resfriamento e resistência obtida.

A cerâmica é um tipo de material que pode se diferenciar bastante a depender do seu tempo de resfriamento, de modo que, objetos de cerâmica com diferentes tempos de resfriamento obtêm diferentes índices de resistência, rigidez e tenacidade. Desse modo, resultados obtidos neste artigo, servem como base para novos trabalhos com a finalidade de encontrar diferentes tempos de resfriamento, que serão possíveis para obter diferentes tipos de cerâmicas, cerâmicas essas com aplicações diferentes na construção civil e em outras áreas.

A lei de resfriamento de Newton pode ser aplicada no fenômeno do resfriamento de blocos cerâmicos. A boa compreensão e o domínio dos conceitos e propriedades das equações diferenciais podem gerar métodos para aperfeiçoamento das soluções encontradas, assim, gerando um resultado melhor elaborado e mais satisfatório, permitindo ao interessado gerar gráficos, ou abordagens numéricas para exposição dos resultados obtidos. Vimos a importância da compreensão de métodos matemáticos e físicos para que nos torne possível fazer a análise e descrição matemática de fenômenos físicos, analisando seu comportamento num intervalo de tempo e as tendências comportamentais que o mesmo possa aderir durante sua evolução. Este trabalho permitiu a aplicação da teoria das equações diferenciais ordinárias na engenharia civil e engenharia de produção.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, R.C.; FERREIRA JR, W.C. **Equações diferenciais com aplicações**. São Paulo: Harbra Ltda, 1998.

BRONSON, R.; COSTA, G. **Equações diferenciais.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

RESFRIAMENTO DE UM CORPO. Disponível em: <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/denise/caloretemperatura/resfriamento.pdf>. Acesso em: 23/11/2016

SODRÉ, U. Apostila de equações diferenciais ordinárias. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2003. Disponível em: <http://www.mat.uel.br/matessencial/superior/pdfs/edo.pdf>. Acesso em: 23/11/2016

TAVARES, V. **EDO de primeira ordem e a lei de resfriamento de Newton**. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano – UNIFRA, 2009. Disponível em: <http://www.unifra.br/cursos/matematica/downloads/TFG.pdf>. Acesso em: 23/11/2016

ZILL, D.G; CULLEN, M.R. **Equações Diferenciais.** V.1, 3.ed. São Paulo: Makron, 2008

Data do recebimento: 27 de Janeiro de 2017
Data da avaliação: 05 de Fevereiro de 2017
Data de aceite: 15 de Fevereiro de 2017

1 Graduanda do curso de Engenharia Civil da Universidade Tiradentes – UNIT. E-maildaniele.lima@unit.grupotiradentes.com
2 Graduanda do curso de Engenharia Civil do Universidade Tiradentes– UNIT.E-mail: regivaldo.vieira@unit.grupotiradentes.com
3 Graduando do curso de Engenharia Civil da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: renison.andrade@unit.grupotiradentes.com
4 Graduanda do curso de Engenharia Civil da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: tassia.millena@unit.grupotiradentes.com
5 Prof. Esp. da Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: aislanprimo14@gmail.com
6 Graduanda em Licenciatura em Matemática da Universidade Tiradentes – UNIT . E-mail: anitasilvs74@gmail.com