

## ESTABILIDADE DE NAVIOS

Luana Segantim Gimenes (PIC/Uem), Rodrigo Martins (Orientador), e-mail:  
rmartins@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

### Ciências Exatas e da Terra - Matemática - Teoria das Singularidades e Teoria das Catástrofes

**Palavras-chave:** Singularidades, Estabilidade, Navios

#### Resumo

Sejam  $S$  a secção transversal de um navio e  $B(\theta)$  seu centro de flutuabilidade, onde  $\theta$  é o ângulo entre o eixo central de  $S$  e o eixo vertical. Neste trabalho nós estudamos o lugar geométrico  $L$  descrito por  $B(\theta)$  e chamado Locus de Flutuabilidade. Posteriormente, adentramos ainda mais neste assunto analisando que o envelope das retas normais à  $L$  é uma cúspide, onde, entre outros fatores naturais, se estrutura a estabilidade do navio.

#### Introdução

A Teoria de Singularidades é uma subárea da Matemática que se baseia no estudo de pontos de instabilidade em sistemas estáveis. É uma área de estudo relativamente recente e que possui várias aplicações e pode descrever situações cotidianas, isto é, compreender matematicamente como alguns fenômenos acontecem.

Dentre tais aplicações está a flutuabilidade de navios, um dos cerne do presente trabalho. Usando ferramentas algébricas e importantes formulações diferenciáveis, descrevemos em termos de simbologia matemática, como um navio permanece estável.

Além disso, outra perspectiva abordada, também em Teoria das Singularidades, e por isso não disjunta da anterior, se trata da classificação das singularidades de germes de aplicações diferenciáveis.

#### Materiais e métodos

A metodologia deste projeto de iniciação seguiu os padrões da pesquisa em Matemática, isto é, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre o assunto abordado, os materiais relevantes foram selecionados, estes eram inicialmente Poston e Stewart (1978) e posteriormente Bruce e Giblin (1992), estudos individuais e discussões semanais, por meio de seminários eram realizadas com o orientador.

#### Resultados e Discussão

Partindo de conceitos básicos da matemática, estudamos tópicos diferenciáveis, como expansões em Série de Taylor e os teoremas da Função Inversa e Implícita. Em suma, vimos também resultados que simplificam determinados tipos de aplicações, como o Lema de Morse, sendo estes teoremas as primeiras classificações das singularidades de funções diferenciáveis de várias variáveis. Além disso, analisamos a geometria de um navio, onde mais precisamente pudemos verificar que o envelope das retas normais ao Locus de Flutuabilidade é uma cúspide de equação

$$ax^2 = by^3, \quad a, b \in \mathbb{R}.$$

E a partir disso, juntamente com o auxílio de conceitos físicos, analisamos como se comporta a estabilidade do navio de acordo com a posição do centro de flutuabilidade do mesmo.

### Conclusões

Nos deparamos com uma situação cotidiana, a estabilidade de navios, que através de ferramentas essenciais e básicas, pôde ter sido matematizada. Pudemos fazê-lo pois ao perceber que o Locus de Flutuabilidade era descrito por uma parábola, é natural pensar-se em propriedades que podemos extrair de tal objeto. E esta conjuntura não se limita somente a este caso, há outros fenômenos naturais que podem ser descritos através de singularidades, como exemplo, raios ópticos emitidos em uma superfície curva.

### Agradecimentos

Agradeço a Deus, à minha família, ao Professor Doutor Rodrigo Martins pela orientação e ensinamentos, à Professora Doutora Claudete Martins pela ajuda disponibilizada e ao Programa de Educação Tutorial PET-Matemática pelo apoio educacional e financeiro.

### Referências

POSTON, T.; STEWART, I. **Catastrophe Theory and its applications**. Ins. Mineola, New York: Dover Publications, 1978.

BRUCE, J. W.; GIBLIN, P.J. **Curves and Singularities**: A geometrical introduction to singularity theory. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.