

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE SÃO PAULO

WELLINGTON LUZ DA SILVA

RA 9767454

BACK, N. et al. Capítulo 11 - Modelagem e simulação de soluções de projeto. In: BACK, N., et al. **Projeto Integrado de Produtos**: planejamento, concepção e modelagem. 1ª Edição. ed. Barueri: Manole, v. 1, 2008. p. 435-485.

**São Paulo
2017**

1 RESUMO

O capítulo 11 apresenta conceitos de modelos que auxiliam na simulação do produto ou ambiente incluindo algumas definições, classificações, riscos e aplicações de modelos.

De maneira mais abrangente o modelo pode ser definido como: “[..] uma versão simplificada de algo que é real [..]” (*apud* Schichl, 2003).

Partindo do objeto real, pode ser criado modelos com funções que atendam diferentes propósitos, como: explicar fenômenos, realizar previsões, tomada de decisões, comunicação ou outros propósitos (exemplo: Normas Técnicas).

Com relação à classificação dos modelos (*apud* Lorenz, 2004 e Roozenberg e Eekels, 1995) podemos classifica-los em: geométrico, físico, biológico, material, estrutural, funcional, estocástico, determinístico, estático, dinâmico, contínuo, discreto, combinado, corpóreo, abstrato, computacional, síncrono, diacrônico, icônico e analógico.

Como vantagens do uso de modelos em projeto integrado de produtos pode ser destacado que (*apud* Lorenz, 2004) os custos dos modelos são inferiores aos sistemas modelados, os modelos são mais abundantes para experimentos, os modelos são usados sem risco ao sistema original e são usados em outra escala de tempo (exemplo de testes acelerados).

Os principais riscos podem ser considerados (*apud* Lorenz, 2004) a transferência equívoca (ou acrítica) dos resultados obtidos a partir do modelo para a realidade e também o risco de manipulação destes resultados.

De modo simplificado o processo de modelagem tem as seguintes etapas (*apud* Lorenz, 2004):

1. Definição das condições do modelo.
2. Criação ou seleção de um modelo.
3. Observação do sistema original para coletar dados de entrada para o modelo.
4. Verificação e validação do modelo às condições de referência.
5. Avaliação e experimentos com o modelo para a obtenção do conhecimento.
6. Transferência desse conhecimento para o sistema original.
7. Verificação da validade desse conhecimento para o original.

Fabricantes de veículos utilizam modelos e simuladores veiculares para obtenção do conhecimento do comportamento de um determinado veículo submetido a certas condições aplicadas por atuadores hidráulicos ou dinamômetros, por exemplo. Com esses tipos de modelos é possível obter simulações de forças no eixo dianteiro e traseiro, é possível analisar o comportamento dos freios quando submetidos à uma condição em particular e também a durabilidade de certos componentes submetidos à fadiga.

Modelos analógicos e análise dimensional pode ser utilizado, com o auxílio da álgebra linear, para entender propriedades do original e como elas estão relacionadas entre si. No modelo analógico distingue-se do protótipo, o protótipo é verossímil ao original enquanto que o modelo é um objeto em escala, normalmente reduzida. Através das condições e fatores são determinados os produtos adimensionais, os quais irão representar as relações entre as variáveis.

Simulação de escoamento é outro modelo comumente usado pela indústria automobilística, naval, aeronáutica e aeroespacial para se conhecer o comportamento tanto de líquidos como de gases em torno de superfícies. Um exemplo de aplicação pode ser destacado a Ferrari nas temporadas de 1999 a 2004 que obteve enorme sucesso como consequência direta dos testes realizados em túneis de vento.

O modelo como auxílio na tomada de decisões logo na fase inicial do projeto pode indicar: alteração no projeto visando a sua melhoria, a sua interrupção caso o modelo comporta de forma insatisfatória ou conceber o produto. É importante salientar que não importa quão avançado um modelo seja, existem suposições ocultas e antes de se obter conclusões esse aspecto deve ser considerado.

Com o surgimento da estereolitografia em 1987 uma nova técnica de obtenção de modelos na fase conceitual do projeto é possível: a prototipagem rápida. Com isso ainda na fase inicial do projeto é possível obter um modelo gráfico e estrutural similar ao original.

O correto entendimento da modelagem exige que o responsável por este processo realize uma análise de confiança deste modelo, levando em consideração as incertezas associadas aos resultados obtidos dos modelos.

2 ANÁLISE CRÍTICA


De modo geral a apresentação de modelos apresentado pelos autores (BACK, OGLIARI, *et al.*, 2008) é bem clara e concisa. Um aspecto muito relevante deste capítulo é que ele procura exemplificar de uma forma bem detalhada em certo ponto os principais modelos adotados pela indústria na época em que foi escrito. Com esses tipos de exemplificações fica evidente a adequação de determinados tipos de modelos à aplicações que estes são designados.


Um outro ponto positivo pode ser dado ao fato de que apesar de não ser descritos todos os tipos de modelos, eles foram ao menos citados, o que dá uma ideia abrangente dos tipos de modelos e a linha de sua aplicabilidade segundo a tabela de classificação dos modelos apresentada logo no início do capítulo (*apud* Lorenz, 2004).

Embora o capítulo aborde alguns aspectos da simulação computacional, ele não abrange um dos mais conhecidos e aplicados modelos da atualidade, mesmo para a época isso já era uma tendência, a técnica de análise de elementos finitos e a integração de *softwares* como CAD, CAE e CAM. A exemplo de outros autores (KAMINSKI, 2015) a utilização de ferramentas CAD/CAE/CAM pode ser de grande utilidade em um projeto do produto com qualidade e criatividade. Por esse motivo pode se atribuir um aspecto negativo ao omitir esse assunto do capítulo.

Em suma o capítulo 11 transmite o conceito necessário e a importância da utilização e da correta avaliação dos dados obtidos através de modelos, de modo geral essa etapa inerente ao projeto do produto deve ser observada com muito cuidado e a representação ou modelo deve apoiar os projetistas no desenvolvimento do projeto.

3 SLIDES DA APRESENTAÇÃO


**ESCOLA POLITÉCNICA**




BACK, N. et al. Capítulo 11 - Modelagem e simulação de soluções de projeto. In: BACK, N., et al. **Projeto Integrado de Produtos**: planejamento, concepção e modelagem. 1ª Edição. ed. Barueri: Manole, v. 1, 2008. p. 435-485.

PVE5301 – Projeto Integrado do Produto Automotiva

WELLINGTON LUZ DA SILVA

**ESCOLA POLITÉCNICA**



Conteúdo

1. Definição de modelo
2. Classificação dos modelos
3. Vantagens e Riscos
4. Exemplos de Modelos
5. Análise crítica

2



- De maneira mais abrangente o modelo pode ser definido como: "[...] uma versão simplificada de algo que é real [...]" (*apud* Schichl, 2003).
- Com relação à classificação dos modelos (*apud* Lorenz, 2004 e Roozenberg e Eekels, 1995) podemos classifica-los em: geométrico, físico, biológico, material, estrutural, funcional, estocástico, determinístico, estático, dinâmico, contínuo, discreto, combinado, corpóreo, abstrato, computacional, síncrono, diacrônico, icônico e analógico.



3



- Como vantagens do uso de modelos em projeto integrado de produtos pode ser destacado que (*apud* Lorenz, 2004) os custos dos modelos são inferiores aos sistemas modelados, os modelos são mais abundantes para experimentos, os modelos são usados sem risco ao sistema original e são usados em outra escala de tempo (exemplo de testes acelerados).



- Os principais riscos podem ser considerados (*apud* Lorenz, 2004) a transferência equívoca (ou acrítica) dos resultados obtidos a partir do modelo para a realidade e também o risco de manipulação destes resultados.

4



Modelos e Simuladores Veiculares



Fonte: CARJAM TV. Mercedes AMG GT Engine Sound Design Dyno Test 2016 Commercial CARJAM TV 4K 2015. [You Tube](https://www.youtube.com/watch?v=3ST7FU3WaAw), 3 Dezembro 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3ST7FU3WaAw>>. Acesso em: 13 Março 2017.

5



Simulação de Escoamento



Fonte: CARWP #CARWP. TÚNEL DE VENTO Mercedes-Benz Classe C Cabriolet 2017 #Mercedes. [You Tube](https://www.youtube.com/watch?v=RH_R0cRWCVI), 2 Março 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RH_R0cRWCVI>. Acesso em: 14 Março 2017.

6



Prototipagem Rápida

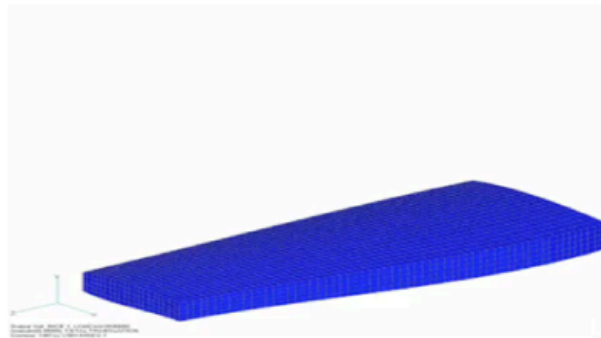


Fonte: SEAGRUPO. Prototipagem Rápida 3D Zcorp - Z650. [YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=APaBWdgg10Q), 17 Outubro 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=APaBWdgg10Q>>. Acesso em: 15 Março 2017.

7



Elementos Finitos

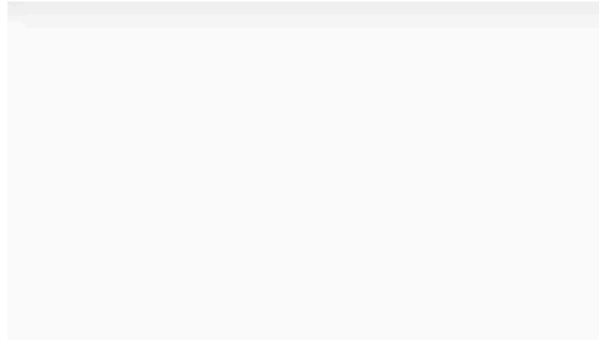


Fonte: NEISOFTWARE NEI SOFTWARE NASTRAN FEA. Nastran Finite Element Analysis Software Engineering Simulation Demo Video. [YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=geUCvKavHfE), 8 Dezembro 2008. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=geUCvKavHfE>>. Acesso em: 15 Março 2017.

8



Digital Mock Up (DMU)



Fonte: GEOMETRIC SOLUTIONS. Siemens PLM - NX software - Overview.flv. [YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=4muv2-sPH5s), 21 Abril 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4muv2-sPH5s>>. Acesso em: 15 Março 2017.

9



- Em suma o capítulo 11 transmite o conceito necessário e a importância da utilização e da correta avaliação dos dados obtidos através de modelos, de modo geral essa etapa inerente ao projeto do produto deve ser observada com muito cuidado e a representação ou modelo deve apoiar os projetistas no desenvolvimento do projeto.



10