



APRESENTAÇÃO DO SEMINÁRIO 3

ALUNO: Bruno Sergio de Brito

PROFESSOR: Paulo Victor P. Marcondes



# **Optimization methodology of a product of white line by computational analysis using statistical approach and finite elements**

## **Metodologia de otimização de um produto da linha branca por análise computacional usando abordagem estatística e de elementos finitos**

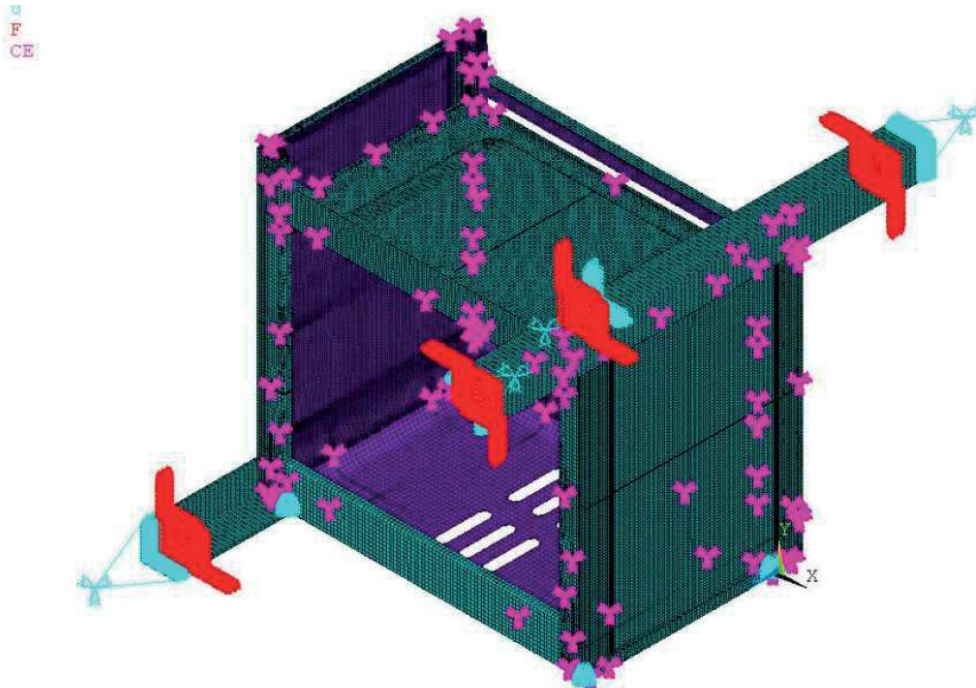
Autores: C.J. Sousa; P.V.P. Marcondes; S.F. Lajarin

Data da publicação: Setembro de 2016

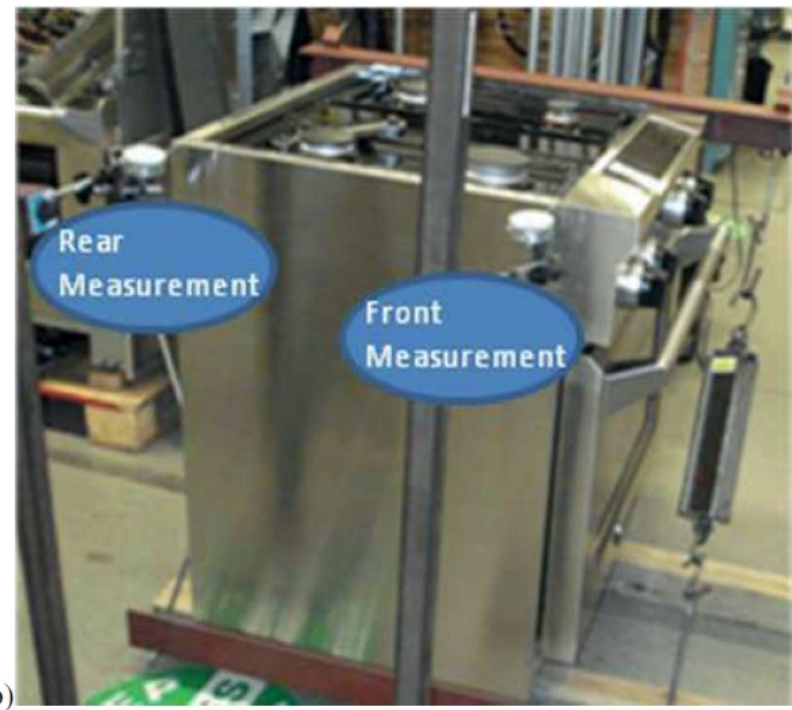
International Scientific Journal published monthly by the World Academy of Materials and Manufacturing Engineering

- A indústria busca constantemente a redução dos custos de produção combinada com a melhoria da qualidade do produto.
- Neste trabalho, propõe-se uma metodologia de otimização para um produto da linha branca.
- O objetivo é estudar o comportamento de alguns componentes após uma redução na espessura da chapa e manter as mesmas cargas estruturais originais.
- Tekkaya et al. divide o objetivo da indústria com a simulação de conformação de chapas em três grupos principais:
  1. redução de tempo;
  2. redução de custos;
  3. aumento da qualidade do produto.
- A simulação computacional por elementos finitos combinado com um bom projeto experimental e análise estatística apropriada pode ajudar a indústria a desenvolver produtos com menos tempo, custo e com maior qualidade.

- A estrutura de um fogão composto por oito componentes foi modelado em 3D, em seguida, importada para uma aplicação comercial de elementos finitos (Ansys);
- A conexão entre os componentes é do tipo rígida (Tipos de contato);
- Material caracterizado como aço carbono, módulo elástico  $2.1e5$  MPa e coeficiente de Poisson 0,3.
- Modelo computacional do fogão com as condições de contorno definidas e força diagonal de 1,22 kN foi aplicada.



- As medições de deflexão foram feitas no produto real através de relógio comparador após teste de esforço diagonal;
- De acordo com a norma ANSI Z21.1-2005, um produto de linha branca, para o mercado norte-americano, deve suportar forças diagonais de 1,22 kN e não pode exceder a uma deflexão de 2,5 mm;
- A medição foi feita com base em informações de deslocamento verificadas no software.



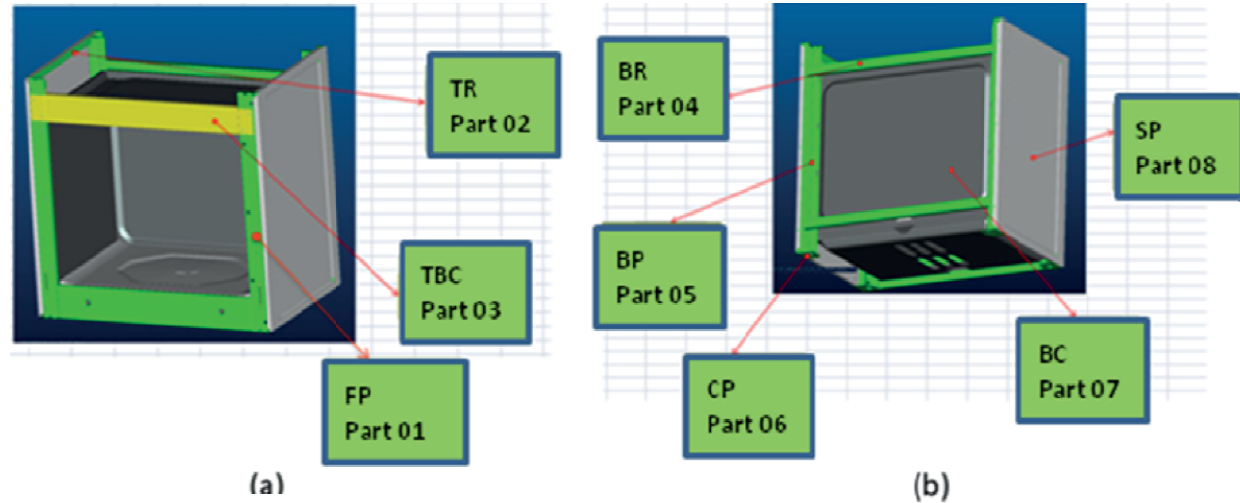
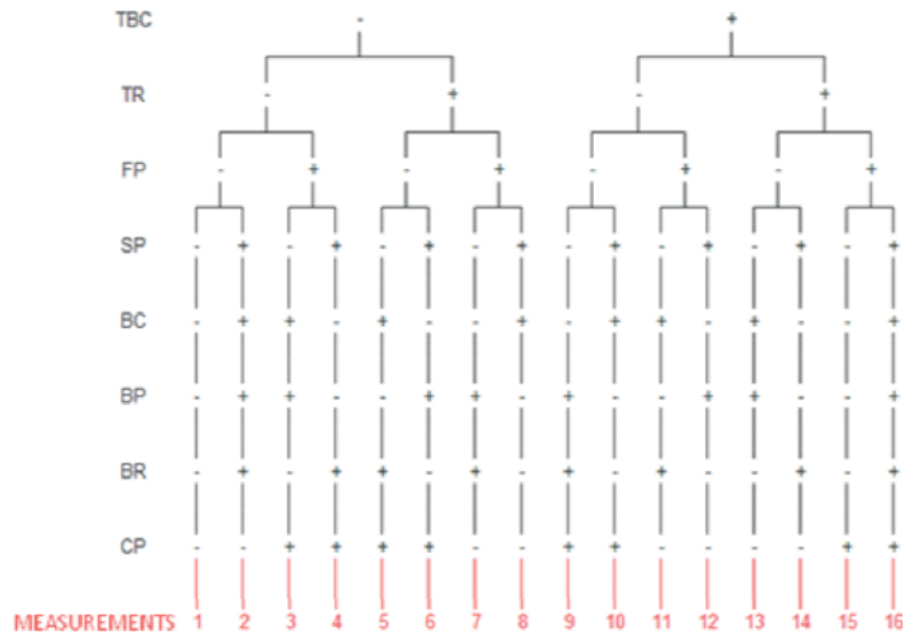


Table 1.  
Stove components

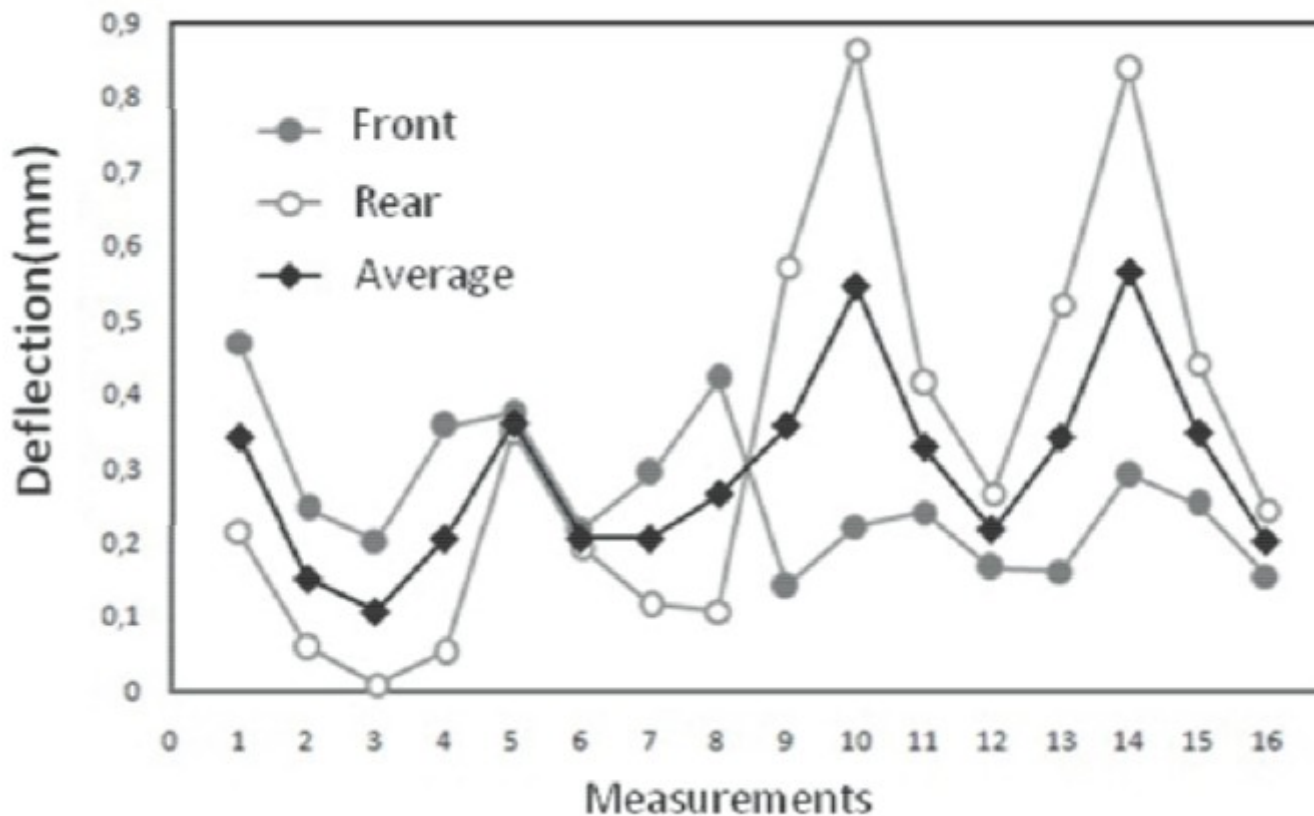
Peace	Name	Thickness, mm	
		+	-
1	BC	0.61	0.45
2	CP	1.14	0.75
3	FP	1.21	0.75
4	SP	0.61	0.45
5	TBC	WITH	WITHOUT
6	BP	1.14	0.75
7	BR	0.584	0.45
8	TR	WITH	WITHOUT

- Dos oito componentes estruturais estudados seis foram analisados com duas opções de espessuras e os outros dois componentes foram analisados nas condições originais ou removidos da estrutura;

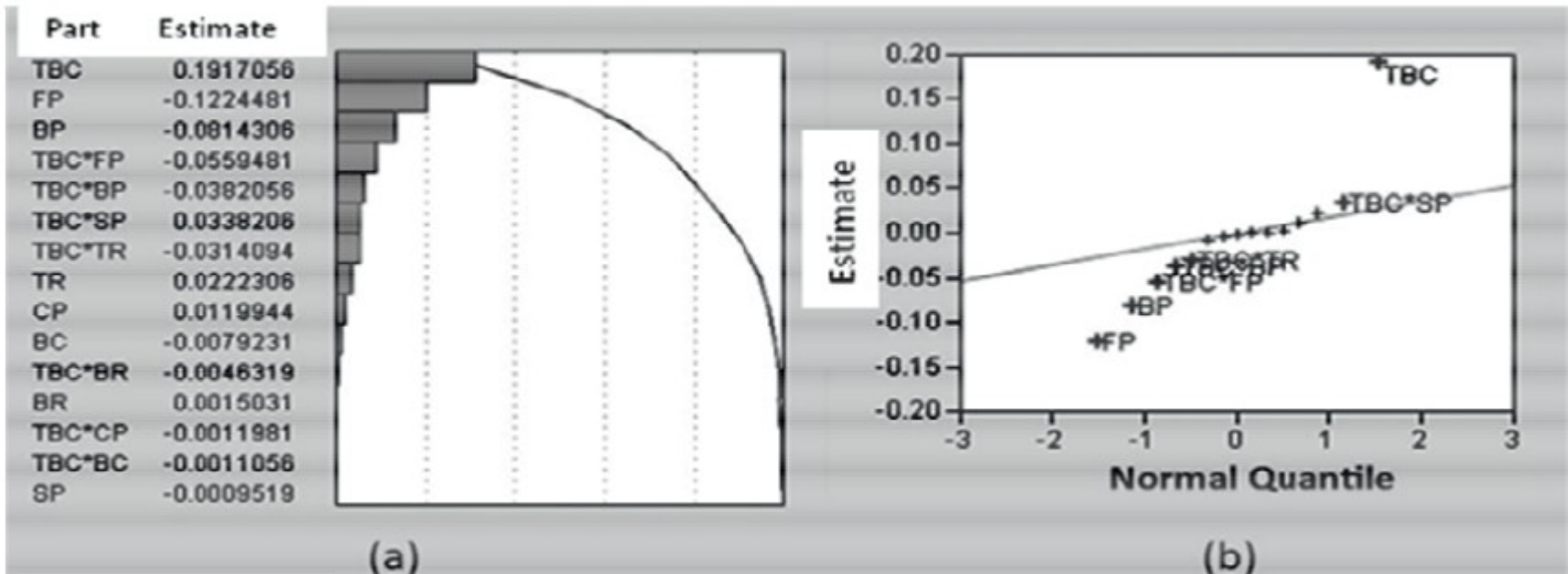
- Um projeto experimental fracionário foi realizado com 16 fatores de simulação de acordo com o diagrama de relacionamento;
- O fatorial fracionário analisa apenas uma parte de todas as combinações possíveis contidas em um fatorial completo;
- Com esses fatores, um diagrama de relacionamento pode ser obtido combinando todas as opções possíveis dos materiais;
- As combinações foram analisadas estatisticamente pelo software Jump<sup>®</sup> que indica quais são as melhores combinações para serem montadas no quadro.



- Os valores das dezesseis deflexões dos ensaios computacionais são apresentados e pode ser observado que a menor média de valores de deflexão ocorreu nos casos 3, 6, 12 e 16;

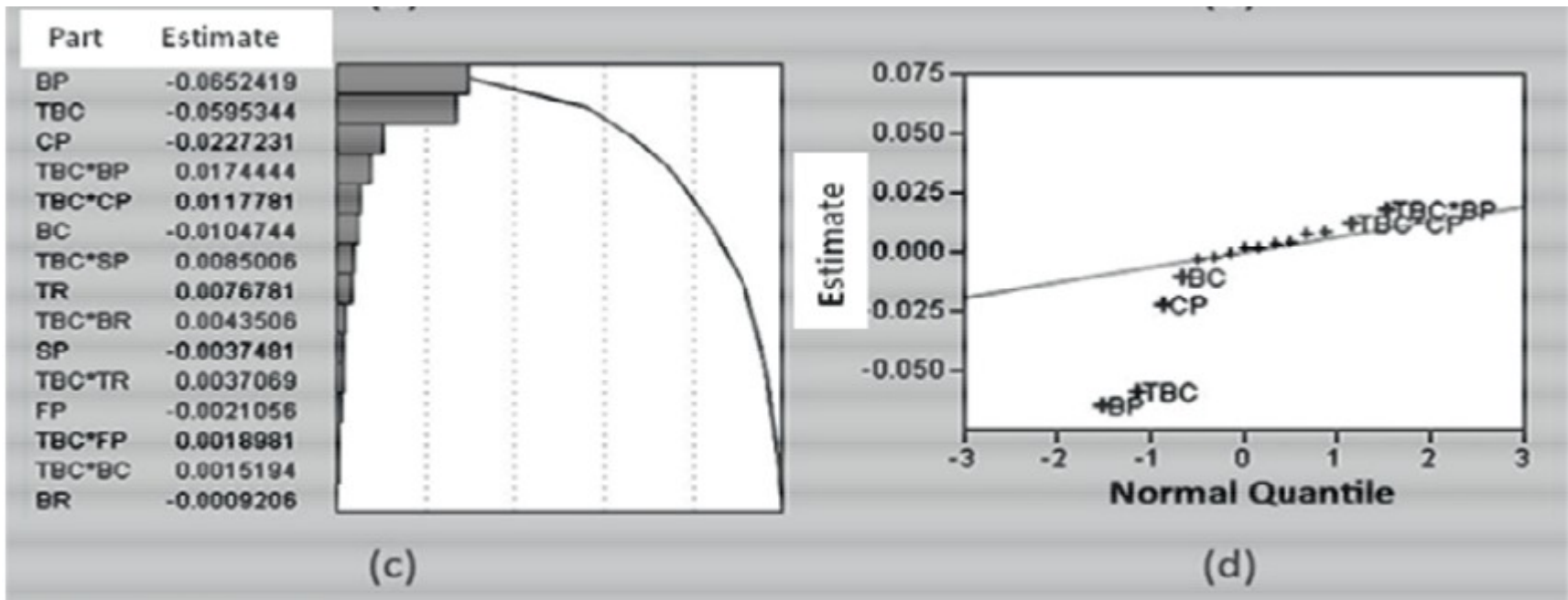


- Pode-se observar que as partes TBC, FP e BP são as mais significativas para o experimento e 88,7% da variação experimental é devido a elas;
- Pode-se ignorar os fatores pequenos ou sem influência no resultado.

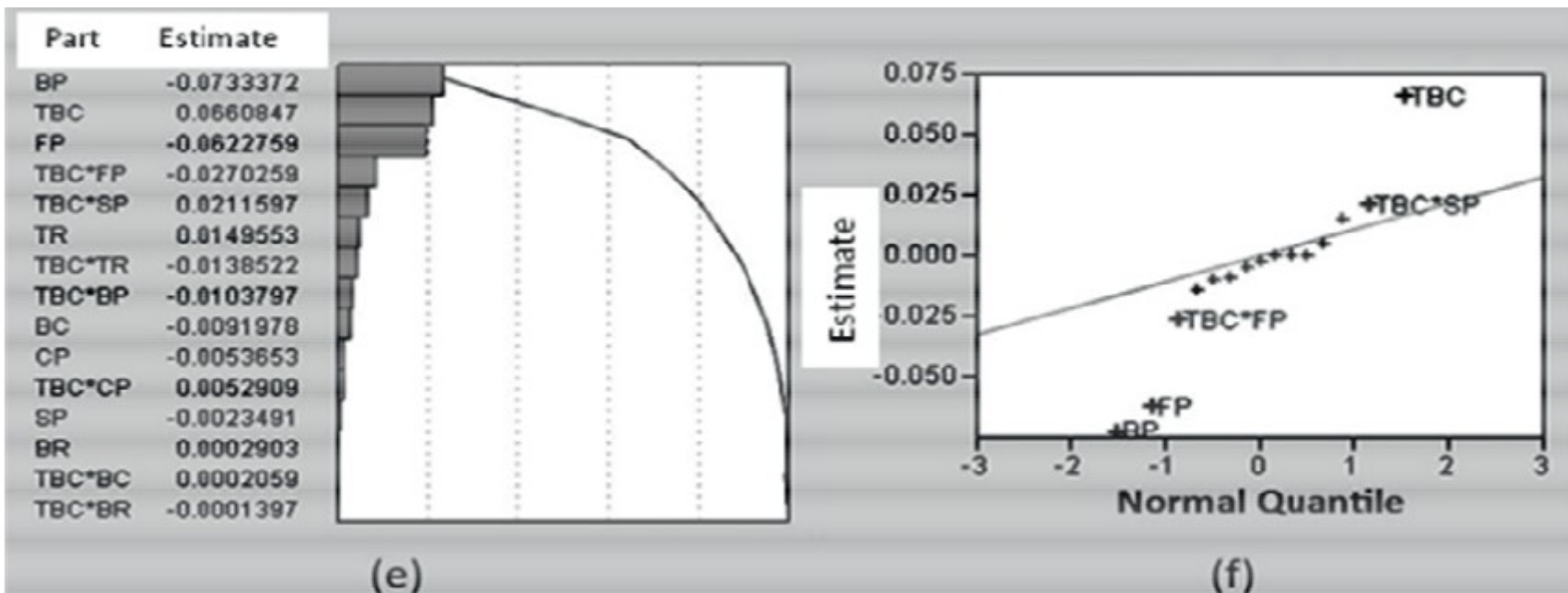




- Pode-se observar que as partes TBC, FP e BP são as mais significativas para o experimento e 88,7% da variação experimental é devido a elas;
- Pode-se ignorar os fatores pequenos ou sem influência no resultado.



- Pode-se observar que as partes TBC, FP e BP são as mais significativas para o experimento e 88,7% da variação experimental é devido a elas;
- Pode-se ignorar os fatores pequenos ou sem influência no resultado;
- Os resultados da medição de deflexão foram utilizados para equiparar a redução de espessura para uma estrutura com oito componentes.



- A equação 1 prevê a deflexão frontal. O valor de 0,263 é a deflexão média da frente e os valores apresentados na equação 1, à frente de cada componente, corresponde ao valor de deflexão do componente na região frontal.

$$\text{Deflection (front)} = 0.263 + (-0.065 * BP) + (-0.059 * TBC) + (-0.023 * CP)$$

- Na equação 2 pode-se calcular a deflexão traseira. O valor de 0,328 é a deflexão média da parte traseira e os valores presentes na frente de cada componente, equação 2, correspondem à quantidade de deflexão da parte traseira.

$$\text{Deflection (back)} = 0.328 + (0.192 * TBC) + (FP * -0.122) + (-0.081 * BP)$$

- Na equação 3 pode-se calcular a média da deflexão. O valor de 0,297 é a deflexão média e os valores na frente de cada componente, na equação 3, correspondem ao valor médio de deflexão no respectivo componente.

$$\text{Deflection (average)} = 0.297 + (-0.073 * BP) + (0.066 * TBC) + (-0.062 * FP)$$

- Neste trabalho, foi proposto um método para otimizar a espessura da chapa de uma estrutura de linha branca;
- A metodologia apresentada ainda requer experimentação prática para obter uma indicação do erro que deve ser usado na equação, a fim de obter o menor ruído no experimento.

- O artigo propõe um procedimento experimental para avaliar a influência das mudanças na espessura dos componentes estruturais;
- Observou-se que, através de um projeto experimental apropriado e simulação computacional, é possível otimizar um produto ainda no estágio de projeto;
- Além disso, o estudo mostra que a escolha adequada de fatores e análise estatística eficiente é importante para a confiabilidade dos resultados.