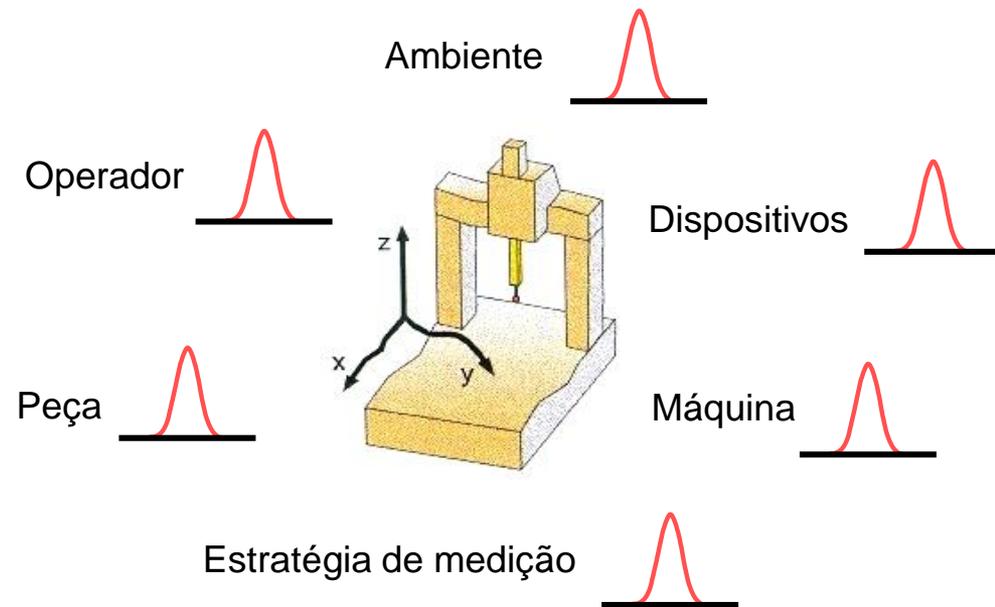
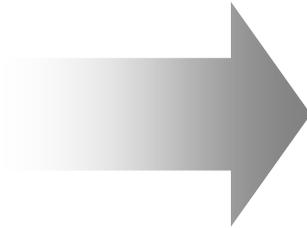


# FORMA 3D

## Análise de Sistema de Medição 3D segundo guia MSA



# MSA na Medição 3D

O MSA ou Análise de Sistemas de Medição tornou-se uma ferramenta muito utilizada para a garantia da qualidade dos dados produzidos por medições, em outras palavras, garantia da confiabilidade metrológica.

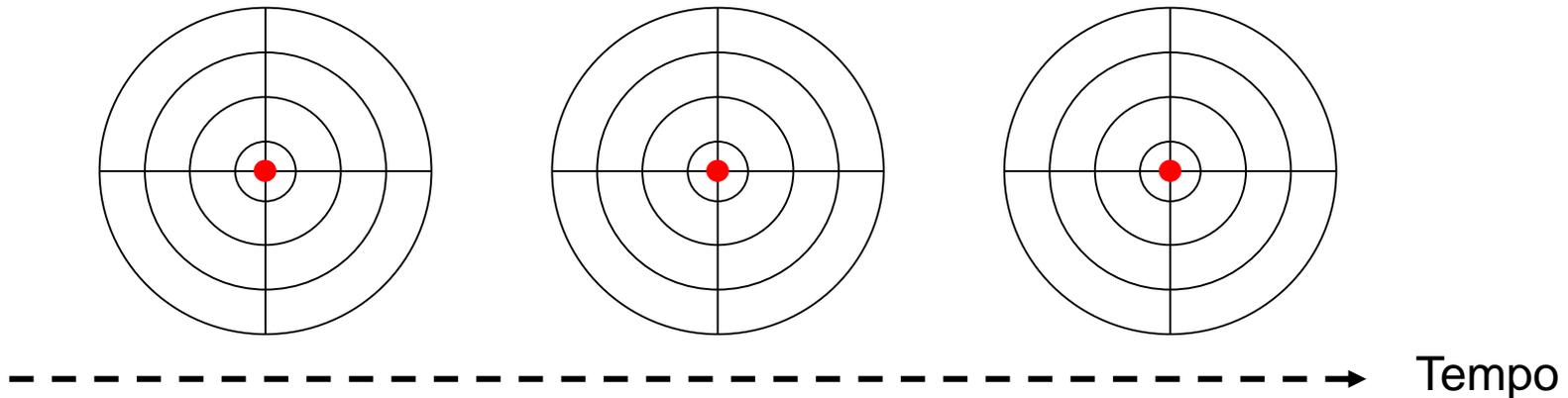
Surgida no ambiente da indústria automotiva americana em 1990, a diretriz da AIAG (Automotive Industry Action Group) que regulamenta o MSA está em sua 4ª edição (2010), e hoje é largamente empregada para a análise dos mais variados processos de medição, dentre estes a Medição 3D, nos mais variados setores produtivos.

Este material informativo apresenta de modo resumido o MSA e sua importância, bem como particularidades de sua aplicação na Medição 3D. Juntamente com o GD&T, o MSA é um requisito de competência cada vez mais exigido pelo mercado para profissionais envolvidos em atividades de medição por coordenadas.

*Os temas aqui apresentados são objetos de estudo dos cursos do Programa FORMA3D e foram deles extraídos.*

# Imperfeição Metroológica

Um sistema de medição perfeito produziria sempre resultados exatos todas as vezes que fosse usado. Sem erros, sem nenhuma variabilidade e sem nunca sair desta condição de perfeição ao longo do tempo.

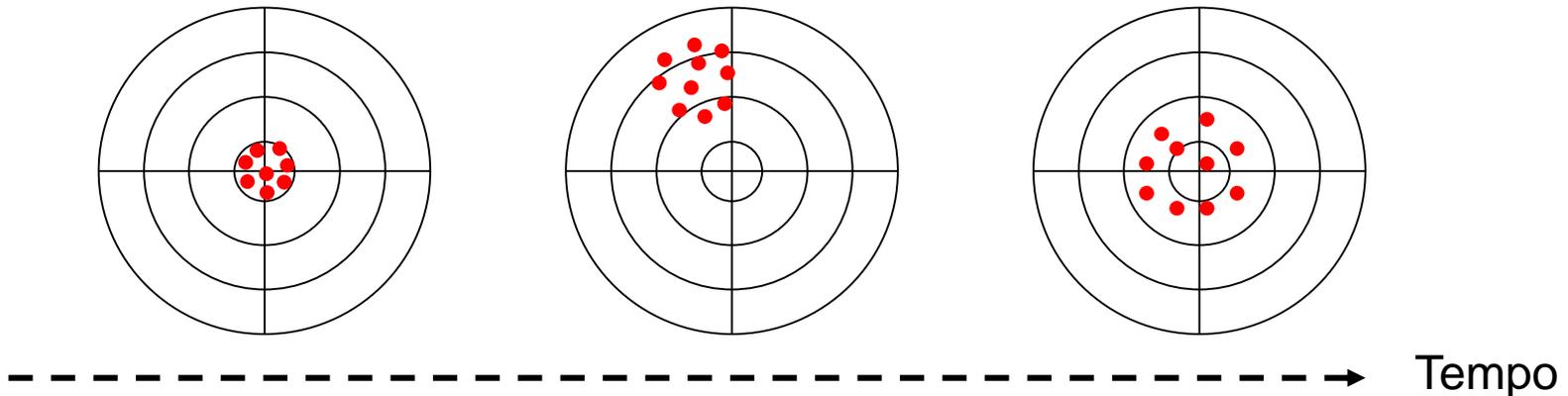


Infelizmente, não existe perfeição no nosso mundo real e material, aí incluso o mundo da metrologia.

# Imperfeição Metrológica

Sistemas de medição reais operam sob a influência dos 5 M's (imperfeitos) que participam do processo de medição, influenciando os resultados. Resultados com erros, resultados que não repetem, resultados que variam ao longo do tempo, com a troca de operadores ou de ambiente de medição, são alguns dos sintomas de que algo não vai bem em um processo de medição.

**5 M's: Máquina + Metrologista + Mensurando + Método + Meio Ambiente**



# Imperfeição Metrológica

Diante da constatação de que a perfeição metrológica dos processos de medição é inatingível, são necessários métodos de análise e critérios de aceitação para assegurar que os dados obtidos nas medições estejam dentro de uma “imperfeição aceitável”.

O MSA é um método com este objetivo, realizando de forma prática um diagnóstico bastante completo do processo de medição, e permitindo a identificação de deficiências, pontos de melhoria e ações corretivas nos 5 M's do processo. Como o MSA busca avaliar o processo de medição por completo, o procedimento experimental busca envolver todos os participantes do processo de medição.

FORMA **3D**

[www.forma3d.com.br](http://www.forma3d.com.br)

**AIAG**  
Automotive Industry Action Group



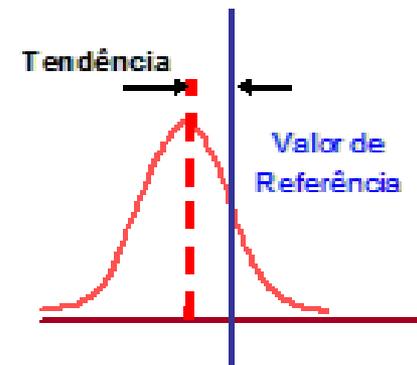
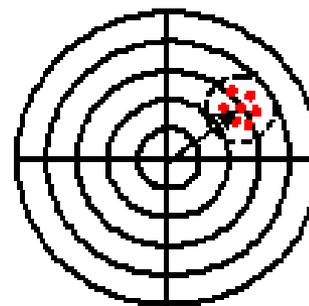
1990: 1ª Edição  
1995: 2ª Edição  
2002: 3ª Edição  
2010: 4ª Edição



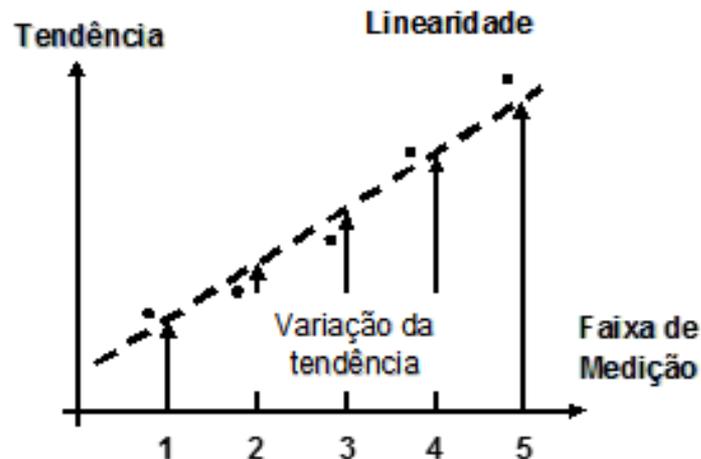
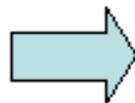
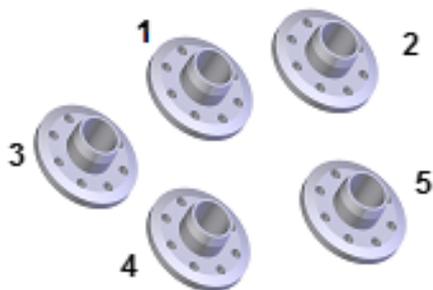
# Aspectos Avaliados em Estudos MSA

## Tendência e Linearidade:

Buscam avaliar se o sistema de medição está operando sob influência significativa de erros sistemáticos. A Tendência estima o erro sistemático pontualmente, e a Linearidade revela como a Tendência varia ao longo da Faixa de Medição do Sistema de Medição.



Peças calibradas



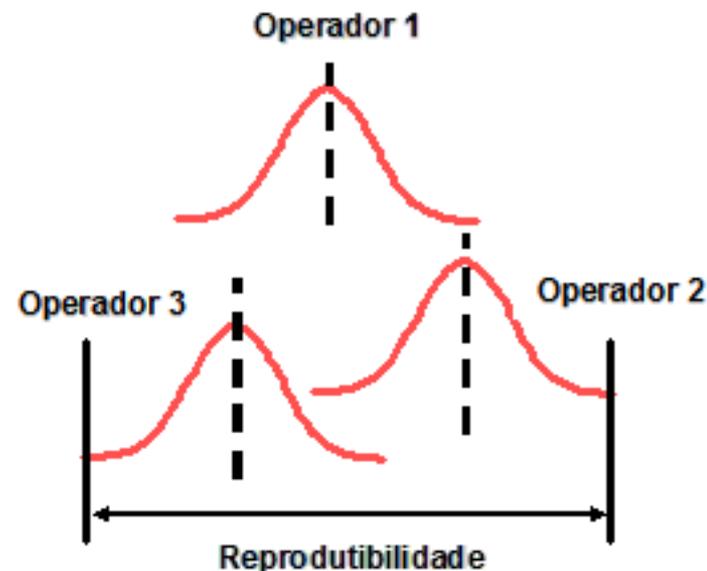
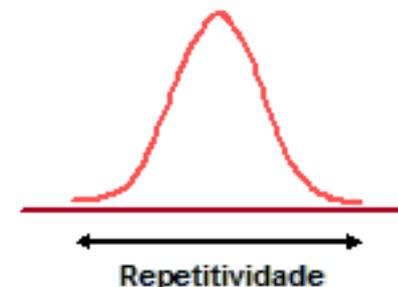
# Aspectos Avaliados em Estudos MSA

## Repetibilidade e Reprodutibilidade:

São parâmetros utilizados para avaliar se o sistema de medição está operando sob influência significativa de erros aleatórios.

A Repetibilidade estima a variabilidade do sistema quando mantidas todas as condições de medição (todos os 5 M's) inalteradas. A Reprodutibilidade estima como os resultados conseguem ser reproduzidos em diferentes condições de medição (alterando um ou mais dos 5 M's).

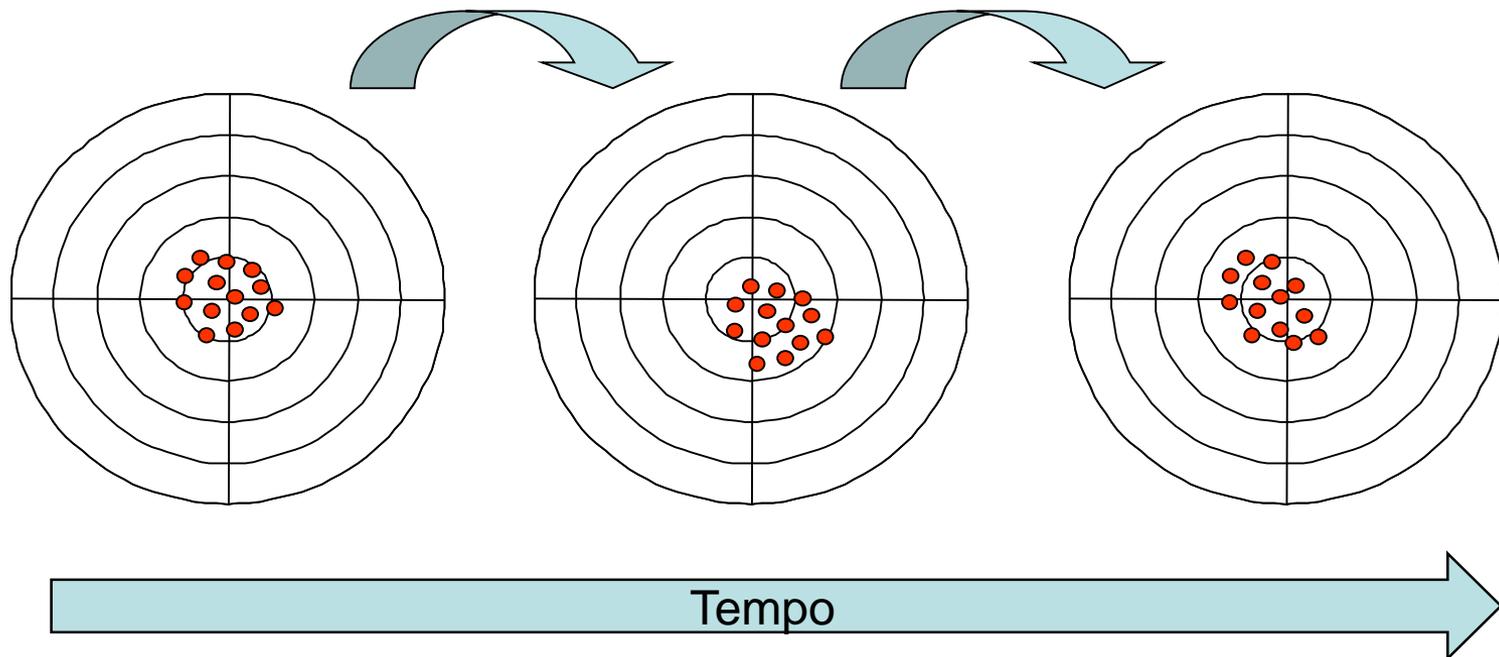
Um parâmetro combinado da Repetibilidade com a Reprodutibilidade, chamado de R&R é muito empregado para a aceitação de processos de medição.



# Aspectos Avaliados em Estudos MSA

## Estabilidade:

É um parâmetro calculado para avaliar como a exatidão do sistema de medição se altera ao longo do tempo.

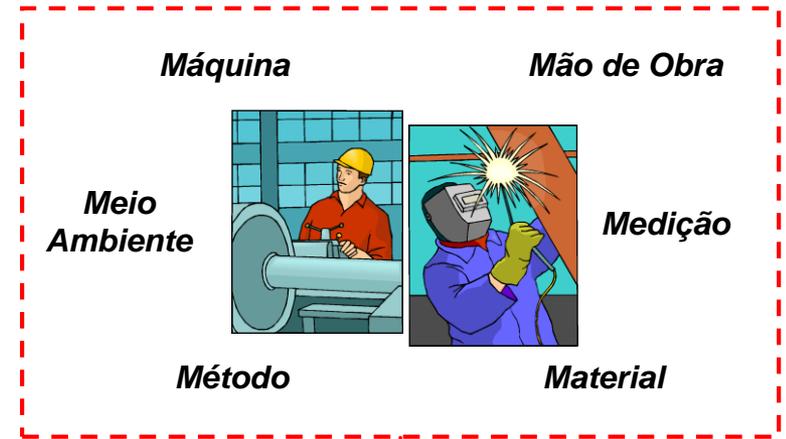


# Aspectos Avaliados em Estudos MSA

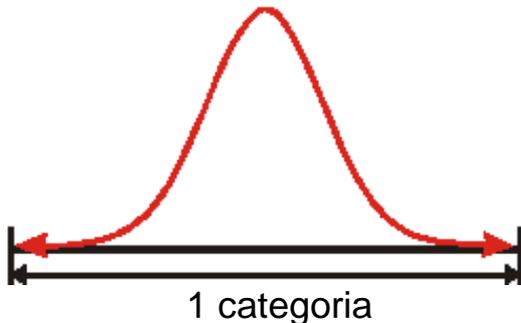
## Discriminação:

Avalia se a resolução do sistema de medição é suficiente para indicar variações entre diferentes produtos medidos em série.

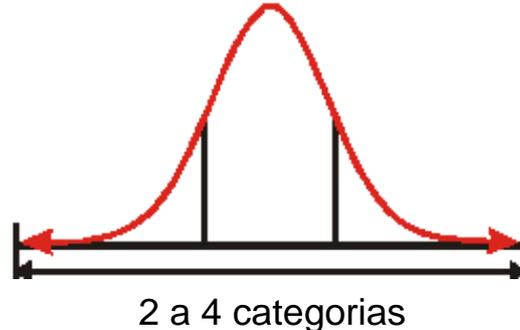
De modo prático, identifica se o sistema de medição consegue “enxergar” a variabilidade dos processos de fabricação.



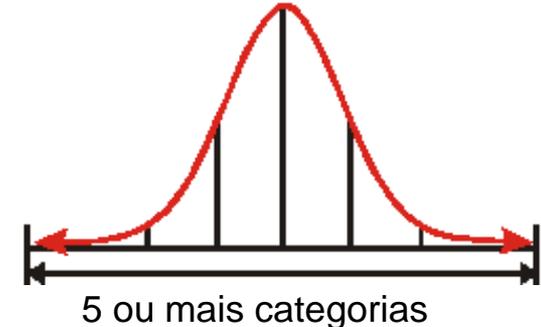
Variação de Processo



Variação de Processo



Variação de Processo



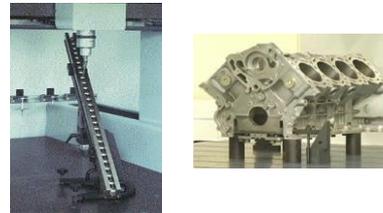
# Critérios de Aceitação

Cada um dos parâmetros é calculado de uma maneira diferente, a partir de resultados de ensaios práticos diferentes. Alguns testes são realizados com padrões ou peças calibradas, outros testes são realizados com uma única peça medida repetidas vezes ao longo do tempo, outros testes são realizados com diversas peças de produção e diferentes operadores, e assim por diante.

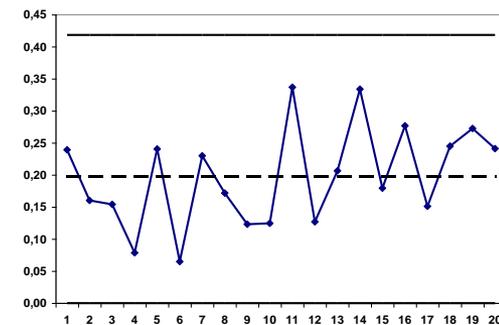
## Medição



## Medições em Padrão ou peça calibrada



## Análises



# Critérios de Aceitação

Para cada parâmetro avaliado no estudo do sistema de medição existem critérios de aceitação bem definidos no Guia MSA.

A **Tendência** e a **Linearidade** são aceitáveis caso o seu valor seja menor do que a variabilidade inerente dos sistemas de medição.

A **Repetibilidade** e a **Reprodutibilidade** são aceitáveis caso sua combinação (R&R) não ultrapasse uma certa porcentagem da tolerância do produto (quando o sistema de medição é usado para controle de produto) ou da variação natural do processo de fabricação (quando o sistema de medição é usado para controle de processo).

A **Discriminação** está adequada caso a resolução do sistema de medição não ultrapasse uma certa fração da variabilidade natural do processo de fabricação.

# MSA na Medição 3D

A medição 3D, realizada por métodos de medição com contato ou sem contato, possui características distintas de outros sistemas de medição empregados em metrologia dimensional, tais como:

- Sensibilidade a erros microgeométricos (rugosidade e ondulações) e erros macrogeométricos (erros de forma);
- Automatização e informatização da operação de medição;
- Sensibilidade a deformações nas peças causadas pela máquina de medir e dispositivos;
- Sensibilidade ao ambiente, especialmente em peças de grande porte e medição em campo;
- Grande quantidade de parâmetros a definir antes da medição;
- Uso de dispositivos de fixação para a peça;
- Necessidade de alinhamento matemático da peça;
- Complexidade de geometria das peças medidas e da informação geométrica de interesse;
- Dentre outros.



# MSA na Medição 3D

Todos estes aspectos devem ser considerados quando de um estudo de MSA em um processo de medição 3D, caso contrário o resultado obtido no estudo pode estar contaminado por influências desconhecidas e levar a um diagnóstico errado do processo de medição.

Exemplos de problemas e desafios no estudo MSA de Processos de Medição 3D:

- Estudo de Repetibilidade variando parâmetros da medição (pontas, velocidades, alinhamentos, programa, temperatura, etc);
- Não consideração do nível de automação em estudos de reprodutibilidade;
- Medição indevida de padrões em estudos de linearidade;
- Desconsideração do erro de forma da peça em estudos de R&R;
- Configuração inadequada da resolução do sistema de medição;
- Desconsideração da influência do dispositivo de fixação da peça;
- Estudos com peças flexíveis;
- Estudos de R&R de medições 3D em campo;
- Influências ambientais em medição óptica;
- Dentre outros.

# Treinamento de MSA aplicado na Medição 3D

Dadas as características inerentes aos processos de medição 3D, é importante o conhecimento de como elas podem influenciar o gerenciamento de um estudo de MSA. O conhecimento destes aspectos irá permitir um planejamento, uma execução e uma análise do estudo de modo bem mais seguro.

Portanto, além de conhecer em detalhes a filosofia do MSA, como ocorrem os testes, os cálculos e as análises dos resultados dos estudos, é importante contextualizar o método dentro da medição tridimensional.

Lembre-se que o conhecimento de MSA é cada vez mais um requisito de empregabilidade no mercado.

**Isto e muito mais você encontra em nossos cursos.**



**Formação Avançada em Metrologia 3D**  
[www.forma3d.com.br](http://www.forma3d.com.br)