

DESEMPENHO DE TORQUE EM PORCAS DIN 934 COM NYLOK® X PORCAS DIN 985 CONFORME A IFI 555

TORQUE PERFORMANCE ON DIN 934 NUTS WITH NYLOK® X DIN 985 NUTS CONFORMING TO IFI 555

MAIA, Bruno Inácio da¹
FUTAMI, André Hideto²
OLIVEIRA, Marco Aurelio de³

RESUMO: Este artigo aborda um estudo prático sobre a possibilidade de adaptação das porcas sextavadas conforme a norma DIN 934 com aplicação de Nylok® em sua rosca, quando comparados com as porcas sextavadas conforme a DIN 985. Os ensaios foram realizados para ambas opções conforme a norma IFI 555, os resultados encontrados mostram-se positivos quanto à possibilidade das adaptações.

Palavras-chave: Porcas. Conformação a frio. Torque.

ABSTRACT: *This article deals with a study on the possibility of fitting the DIN 934 hexagonal nuts with Nylok application on their thread, when compared to the hex nuts according to DIN 985. The tests were carried out for both options according to the standard IFI 555, The results found are positive regarding the possibility of the changes.*

Keywords: *Nuts. Cold forming. Torque.*

1 INTRODUÇÃO

O cenário da competitividade mundial exige mudanças constantes que gerem ganhos de rentabilidade e menor impacto ambiental para a sociedade, as inovações e melhorias em produtos e processos tendem a seguir este caminho. Os ganhos incrementais em processos de manufatura e especificação de projetos de produtos auxiliam as organizações a otimizar seus custos internos e gerar distintas fontes de competição (CAND, 2016; DA MAIA et al., 2016).

¹ Mestrando, Engenharia de Produção, UNISOCIESC, Santa Catarina, Brasil. E-mail: inaciodamaia@gmail.com.

² Doutor, Engenharia de Produção, UNISOCIESC, Santa Catarina, Brasil. E-mail: Andre.futami@sociesc.com.br.

³ Doutor, Engenharia de Produção, UNISOCIESC, Santa Catarina, Brasil. E-mail: Marco.aurelio@sociesc.com.br.



A utilização de aplicações parafusadas é milenar, sendo relatado historicamente como o início das aplicações na Grécia antiga, onde elas eram utilizadas na aplicação de força no processo de prensagem e moagem dos grãos. Segundo Bhattacharya et al. (2008), a principal obra de grande porte que relata a utilização de fixadores em larga escala foi ocorrida na construção da Iron Bridge em Telford na Inglaterra.

Desde então, o mercado de fixadores tem se desenvolvido exponencialmente, oferecendo inúmeras soluções de produtos para distintas aplicações, visando geralmente à facilidade de aplicação, manutenção e geração de competitividade com soluções oferecidas anteriormente. O universo que compõe a família dos fixadores é tangenciado por variados componentes, entre: parafusos, porcas, arruelas, grampos, hastes, entre outros.

Geralmente são elementos roscados, desenvolvidos e comercializados por intermédio de normas internacionais que definem e garantem universalmente suas dimensões, resistências mecânicas, materiais utilizados, tolerâncias dimensionais, entre outros atributos dos produtos (LEE et al., 2005; MILANI; HAMED, 2008; VAZQUEZ et al., 2017).

O processo de construção por meio de juntas parafusadas é considerado como um dos métodos de união de maior utilização em montagens industriais (LEE et al. 2005; STÉPHAN et al., 2012). Isso se deve ao fato de que esse processo possui várias vantagens, como a facilidade para montagem e desmontagem (PAI; HESS, 2002), e alto grau de aplicabilidade sem danos às peças desmontadas, com o uso de ferramentas muito simples (BHATTACHARYA et al., 2008).

Conforme Cooper (2016), Rubera, Chandrasekaran e Ordanini (2016), uma das vertentes para o avanço tecnológico em desenvolvimento de novos produtos está fundamentado no projeto e elaboração de protótipos, para que possam ser aplicados na prática nos fins que se destinam e avaliar seu desempenho. Basicamente esses novos produtos precisam oferecer reais avanços em relação aos produtos tradicionais, de tal forma, este artigo baseia-se nesse fundamento para o estudo que foi aplicado.

A principal contribuição deste estudo está relacionada à melhoria de produtos já existentes e consolidados no mercado, fazendo adaptações na cadeia de manufatura que agregue valor aos fabricantes, com: a diminuição do consumo de matéria-prima, menos operações do processo de produção, menor *lead time* para reposição dos estoques, sem investimento em anéis de *nylon* e liberação de áreas de estoque de componentes. E aos clientes, com: menor peso por



peça, condição de preços diferenciadas, opções diferenciadas de produtos com a mesma funcionalidade.

Para o pleno entendimento deste artigo, este encontra-se subdividido sobre a seguinte ótica: explicação das diferenças entre as porcas DIN 934 e DIN 985, seguido pela explanação da tecnologia denominada Nylok®. No 3º tópico será abordada a metodologia utilizada para obtenção dos resultados, que será abordado no tópico 5, finalizando com a conclusão.

2 PORCAS DIN 934 E DIN 985

As porcas são consideradas como elementos de fixação polivalentes, ou seja, existe uma vasta gama de aplicação para o mesmo produto. É comum encontrar variações nos tipos das porcas, e as principais variações podem ser elencadas, como: porcas de solda, porcas sextavadas, porcas quadradas, porcas redondas, porcas com flange, porcas com *nylon*, porcas com *flange e nylon*, porcas com deformação lateral, entre outras opções.

Geralmente, esses produtos apresentam possibilidades de diversificação nos seus atributos, tais como: dimensional da chave, tipo de chave, material de fabricação, classe de resistência mecânica, tipo do tratamento superficial, entre outros. Na maioria das vezes as porcas são utilizadas em conjunto com os parafusos, formando assim, as uniões ou juntas aparafusadas.

O processo de manufatura das porcas é derivativo da conformação a frio, podendo haver casos de conformação a quente ou mesmo processos complementares de usinagem. Normalmente, as máquinas de conformação de porcas operam com velocidades superiores a 7.000 peças por hora, e as máquinas de fazer as roscas com velocidades superiores a 3.000 peças por hora, caracterizando produção de larga escala.

Os processos secundários variam de acordo com os tipos de porcas, podendo haver processos de: cravamento dos anéis de *nylon*, deformação lateral, usinagem, tratamento térmico, tratamento superficial, entre outros.

Este estudo se encontra delimitado na comparação do teste de torque, conforme a IFI 555 para as porcas que seguem os requisitos da DIN 934 com aplicação de Nylok® em sua rosca, em comparação com as porcas que seguem os requisitos da DIN 985.

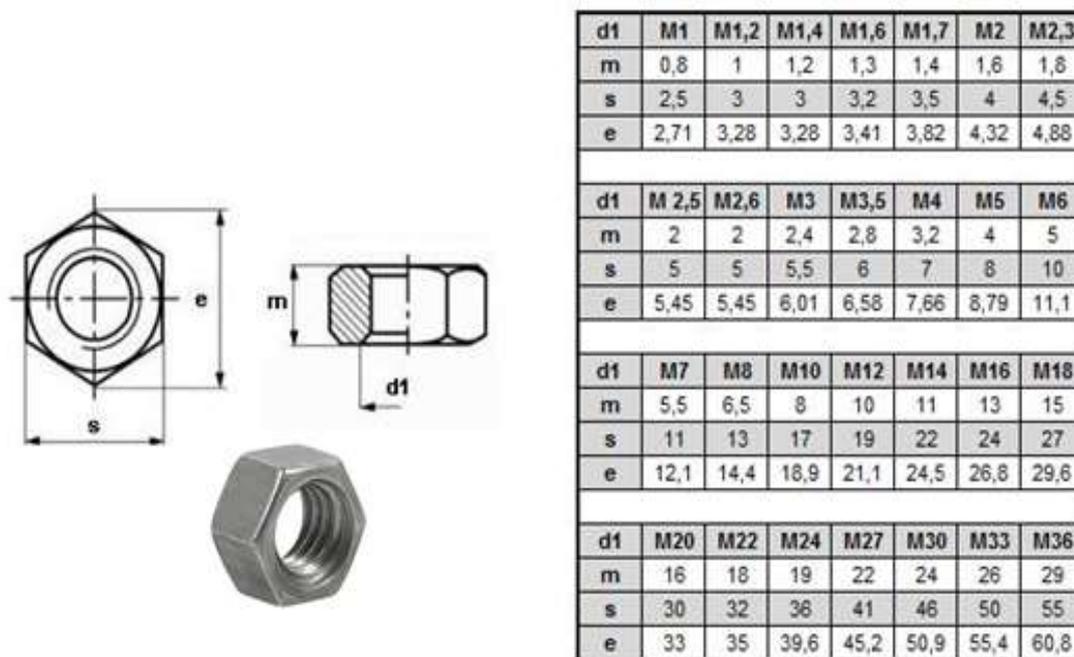
A principal variável deste estudo é a aplicação do Nylok® na rosca das porcas que não tem em sua concepção a propriedade de garantir determinados valores de torque – DIN 934,



em comparação com porcas que tem em sua atribuição e requisitos de produtos garantir determinados valores mínimos de torque – DIN 985.

As especificações dimensionais, conforme a norma DIN 934, demonstradas na Figura 1, são consideradas as clássicas porcas sextavadas comuns, são facilmente encontradas em pequenos varejos e indústrias e, conseqüentemente, uma das variações de porcas que detém maior demanda de mercado.

Figura 1 – Geometria porcas DIN 934



Fonte: DIN 934 (2007).

Em contrapartida, as especificações dimensionais da norma DIN 985 podem ser visualizadas na Figura 2, o atributo principal desse produto é o inserto de *nylon* que compõe a sua especificação.

A função do inserto de *nylon* é oferecer o torque prevalente na contrapeça, são utilizadas em segmentos de mercado em que o alto nível de qualidade dos produtos está relacionado à segurança e confiabilidade, é utilizada como modo de prevenção de falhas.

Elas foram desenvolvidas para melhorar o desempenho nas montagens sujeitas a interferências de vibrações, trepidações e outras oscilações de cargas dinâmicas. Essas

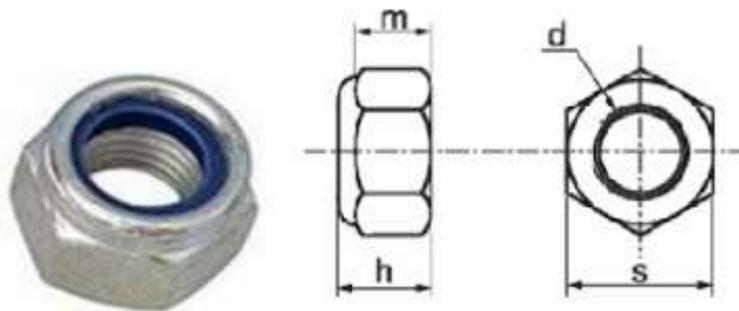


oscilações são provenientes das oscilações e movimentos naturais de sistemas e equipamentos em movimento e em regime de trabalho.

Esta porca em âmbito de manufatura, quando comparada com a DIN 934, apresenta maior número de operações, possui maior peso por causa do acréscimo do nylon e do sobremetal para enclausurar o nylon no alojamento, que faz parte da porca. Ou seja, o custo de manufatura da porca DIN 985 comparado com a DIN 934 é superior.

Por não haver uma opção similar que atenda os requisitos técnicos de desempenho do torque, esse produto continua sendo imperativo nos canais de aplicação de demandam suas especificações.

Figura 2 – Geometria porcas DIN 985



d	M8	M10	M10	M12	M12	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24
Pitch	1.0	1.0	1.25	1.0	1.25	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	1.5	1.5
h	8	10	10	12	12	12	14	16	16	20	22	24
m	5.5	6.5	6.5	8	8	8	9.5	10.5	13.0	14	15	15
s	13	17	17	19	19	19	22	24	27	30	36	41

d	M24	M27	M27	M30	M30	M33	M36	M39	M42	M45	M48
Pitch	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0
h	24	27	27	30	30	33	36	39	42	45	48
m	15	17	17	19	19	22	25	27	29	32	36
s	41	46	46	46	46	50	55	60	65	70	75

Fonte: DIN 985 (2012).

A base de estudo foi fundamentada nestes dois produtos, compostos por normas de fabricação e atributos de produtos distintos. A validação da possível adaptação do produto é comprovada pelo teste de torque, conforme exposto no tópico 5, no qual serão tratados os resultados comparativos entre os produtos distintos.



3 NYLOK

O NYLOK® *Patch*, também chamado de TUF-LOK®, ESLOK™ ou DRILOC Plastic®, é a aplicação de *nylon* azul em uma parte da rosca do fixador (*patch*). Este nylon é aplicado por fusão, ficando totalmente aderido à rosca e tornando-se parte dela. O NYLOK® *Patch* provoca uma interferência mecânica por ocasião da montagem, eliminando as folgas existentes entre as roscas e tornando o fixador autotravante, resistente à soltura por vibrações e cargas dinâmicas, e autovedante, resistente a vazamentos de líquidos e gases (ARUMALA; MCCULLEY; YILMAZ, 2000; NYLOK, 2011).

Para o travamento e vedação o (*patch*) precisa ser aplicado em um arco de até 180 ou 360 graus ao redor da rosca. O comprimento do “*patch*” mais usual é de uma a uma vez e meia o diâmetro do parafuso que está sendo aplicado, para as porcas é utilizado a altura total destas, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Porcas aplicadas com Nylok *Patch*®



Fonte: Nylok do Brasil (2011).

As laterais da camada do *patch* não são bem definidas, apresentam um *overspray* fora do *patch* (respingos de nylon) que não interferem na ação do *patch* propriamente dito. A presença desse *patch* é suficiente para proporcionar propriedades autotravantes e autovedantes para a maioria das aplicações encontradas na indústria.

Os *patches* mais curtos ou mais longos poderão ser estudados, para adequar-se perfeitamente às exigências particulares de cada caso. Para vedação em pressões mais elevadas, menos usuais, um arco de 360 graus (toda a volta da rosca do fixador) pode ser aplicado.



4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Gil (2002), o teste prático e aplicado é considerado como um diferencial para validação de experimentos, gerando resultados confiáveis e de fácil análise.

O teste foi composto pela utilização de 20 peças M8 com passo de 1,25 milímetros, sendo 10 delas conforme DIN 985 e 10 conforme DIN 934 com a inclusão de *nylok patch*® 360° na rosca das porcas.

Os corpos de prova utilizados são parafusos DIN 933 M8 com passo de 1,25 milímetros, correspondentes a 20 unidades, visto que após a aplicação da porca o corpo de prova precisa ser descartado

Foi utilizado para a realização dos testes e aplicação das peças um taquímetro calibrado e aferido por órgão certificador, aliado a uma bancada e uma morsa, conforme pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Testes de aplicação das porcas



Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Os testes foram efetivados individualmente para as 20 peças e apontados em uma planilha eletrônica os resultados encontrados. De posse dos resultados encontrados e registrados, foi possível fazer a comparação de desempenho das distintas peças em relação ao desempenho esperado na norma IFI 555.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio da aplicação do testes foram elencados conforme pode ser avaliado nas Tabelas 1, 2 e 3.



A dispersão dos resultados das 20 peças, separados 10 peças por modelo de porca oferecem a possibilidade de comparar os desvios e a média dos resultados obtidos, diante de análises estatísticas pode-se fazer a inferência dos resultados e traçar as conclusões dos testes. Os registros da Tabela 1, são referente aos testes com a porca DIN 934 com a aplicação do Nylok Patch®.

Os resultados obtidos para a instalação da porca apresentaram um delta de 50%, sendo o mínimo 1,40 N.m e máximo 2,80 N.m, a norma IFI 555 estabelece apenas a força máxima para instalação de 7,00 N.m. A remoção obtida para as mesmas 10 peças, foram: para a primeira remoção o resultado mínimo encontrado foi de 1,0 N.m e máximo de 1,20 N.m, o estabelecido pelo norma é no mínimo 1,00 N.m. Já para a terceira remoção o resultado mínimo encontrado foi de 0,60 N.m e máximo de 0,80 N.m, o estabelecido pelo norma é no mínimo 0,40 N.m.

Conforme os resultados e análises, as porcas com a aplicação do *Nylok Patch*® atendem às solicitação da norma IFI 555 para a instalação, primeira e terceira remoção da porca, para as 10 peças aplicadas. Assim sendo, o produto está aprovado de acordo com a norma de desempenho.

Tabela 1 – Desempenho porcas DIN 934 com aplicação Nylok Patch ®

DIN 934 com Nylok®				
Testes de Torque Conforme IFI-555				
Valores Expressos em N.m				
Peças	Instalação	Aperto	1a Remoção	3a Remoção
	Máx. 7,0	23,00	1,00 Mín.	0,40 Mín.
1	2,20	23,00	1,10	0,60
2	2,20	23,00	1,10	0,60
3	2,30	23,00	1,00	0,60
4	2,70	23,00	1,20	0,70
5	1,40	23,00	1,10	0,70
6	2,80	23,00	1,20	0,80
7	2,10	23,00	1,10	0,70
8	1,80	23,00	1,00	0,60
9	1,80	23,00	1,10	0,70
10	2,10	23,00	1,10	0,70
Média	2,14	23,00	1,10	0,67

Fonte : Dados da pesquisa (2016).



Os registros da Tabela 2, são referentes aos testes com a porca DIN 985, que contêm os insertos de *nylon*. Os resultados obtidos para a instalação da porca apresentaram um delta de 16,6%, sendo o mínimo 2,00 N.m e máximo 2,40 N.m, a norma IFI 555 estabelece apenas a força máxima para instalação de 7,00 N.m. A remoção obtida para as mesmas 10 peças, foram: para a primeira remoção o resultado mínimo encontrado foi de 1,40 N.m e máximo de 1,70 N.m, o estabelecido pelo norma é no mínimo 1,00 N.m. Já para a terceira remoção o resultado mínimo encontrado foi de 0,10 N.m e máximo de 1,10 N.m, o estabelecido pelo norma é no mínimo 0,40 N.m.

De acordo com os resultados e análises, as porcas conforme a DIN 985 atendem à solicitação da norma IFI 555 para a instalação, primeira e terceira remoção da porca, para 8 das 10 peças aplicadas. Assim sendo, o produto está aprovado de acordo com a norma de desempenho.

Tabela 2 – Desempenho porcas DIN 985

DIN 985				
Testes de Torque Conforme IFI-555				
Valores Expressos em N.m				
Peças	Instalação	Aperto	1a Remoção	3a Remoção
	Máx. 7,0	23,00	1,00 Mín.	0,40 Mín.
1	2,00	23,00	1,70	1,20
2	2,20	23,00	1,50	1,00
3	2,10	23,00	1,60	1,10
4	2,20	23,00	1,50	1,00
5	2,40	23,00	1,50	1,00
6	2,30	23,00	1,60	1,00
7	2,20	23,00	1,50	1,00
8	2,00	23,00	1,60	0,10
9	2,00	23,00	1,40	0,90
10	2,10	23,00	1,50	1,00
Média	2,15	23,00	1,54	0,93

Fonte : Dados da pesquisa (2016).



Os resultados obtidos comparando o desempenho dos distintos produtos, pode ser avaliado conforme o Quadro 3.

Os resultados expressos para as porcas DIN 985 e DIN 934 com a aplicação do Nylok Patch®, infere uma diferença maior de 4% na média geral para a aplicação de instalação entre os modelos, de 41% maior para a primeira remoção e 39% maior para a terceira remoção.

Apesar de os desvios apresentados, os resultados atingidos atendem às premissas da norma IFI 555, estando aprovado as duas formatações de produto.

Tabela 3 – Comparativo de desvios DIN 985 e DIN 934 com aplicação Nylok Patch ®

Desvios DIN 985 x DIN 934 com Nylok®				
Testes de Torque Conforme IFI-555				
Valores Expressos em N.m				
Peças	Instalação	Aperto	1a Remoção	3a Remoção
	Máx. 7,0	23,00	1,00 Mín.	0,40 Mín.
1	-9%	0%	55%	100%
2	0%	0%	36%	67%
3	-9%	0%	60%	83%
4	-19%	0%	25%	43%
5	71%	0%	36%	43%
6	-18%	0%	33%	25%
7	5%	0%	36%	43%
8	11%	0%	60%	-83%
9	11%	0%	27%	29%
10	0%	0%	36%	43%
Média	4%	0%	41%	39%

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Os resultados obtidos demonstram positivamente potencial de alteração da configuração do produto sem interferir no seu desempenho.

É possível afirmar que a porca DIN 985 apresenta resultados melhores do que a porca DIN 934 com aplicação de Nylok®, inclusive garantindo propriedades superior ao que a norma solicita.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou comprovado que o teste aplicado nas porcas DIN 934 com a aplicação do Nylok® atende aos requisitos de desempenho atribuídos nas norma IFI-555. Visto que a especificação para instalação máxima deve ser 7,0 N.m e encontrado de 2,80 N.m, de primeira remoção mínimo de 1,00 N.m e encontrado de 1,20 N.m e terceira remoção mínimo de 0,40 N.m e encontrado de 0,60 N.m.

As maiores variações comparativas de desempenho encontram-se na remoção das peças, a DIN 934 com a aplicação do *Nylok*® apresenta uma força de remoção menor do que a DIN 985. Isso se pode atribuir às variáveis distintas de atributos entre os produtos.

É possível concluir que o teste aplicado e validado, pode gerar melhorias e ganhos para as empresas e clientes.

A economia para as empresas encontra-se em variáveis, como: massa do produto visto a diminuição da altura das peças, diminuição do uso de matéria-prima para fabricação, *lead time* de produção em decorrência de um fluxo menor de manufatura, compra de insertos de *nylon*, entre outros.

Para clientes, existe uma outra opção de produto, que corresponde aos mesmos desempenhos exigidos em normas, obtém menor peso e condições comerciais diferenciadas.

REFERÊNCIAS

ARUMALA, Joseph O.; MCCULLEY, Robert; YILMAZ, Emin. The Relationship between the tightening torque and the clamp force of small industrial screw fasteners. **Age**, v. 5, p. 2, 2000.

BHATTACHARYYA, Sayantani et al. Nonlinear fluid dynamics from gravity. **Journal of High Energy Physics**, v. 2008, n. 02, p. 045, 2008.

CAND, MA Ludmilla Shkurti PhD. Structure, Strategy and Organizational Design in Albanian Context. **European Journal of Multidisciplinary Studies**, v. 1, n. 1, p. 233, 2016

COOPER, Robert G. Agile–Stage-Gate Hybrids: The Next Stage for Product Development Blending Agile and Stage-Gate methods can provide flexibility, speed, and improved communication in new-product development. **Research Technology Management**, v. 59, n. 1, p. 21-29, 2016.



DA MAIA, Bruno Inácio; FUTAMI, A. H.; de Oliveira, Marco A.; HURTADO, A. L. B. Estrutura de Vendas nas Organizações de Conformação a Frio do Norte de Santa Catarina. **Espacios (Caracas)**, v. 37, p. 22, 2016.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo**, v. 5, p. 61, 2002.

LEE, N. K. S.; AN, Y.; TSUNG, F. Studying effects of screw-fastening process on assembly accuracy. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 25, p. 493-499, 2004.

MILANI, A. A.; HAMED, Mohsen. A knowledge-based system for selecting fastening tools in automobile assembly lines. In: **Industrial Technology, 2008. ICIT 2008. IEEE International Conference on**. IEEE, 2008. p. 1-7.

NYLOK (Brasil). **TRAVA MECÂNICA E VEDANTE EM NYLON AZUL**. Disponível em: <<http://nylok.com.br/>>. Acesso em: 08 jan. 2011.

PAI, N. G.; HESS, D. P. Three-dimensional finite element analysis of threaded fastener loosening due to dynamic shear load. **Engineering Failure Analysis**, v. 9, n. 4, p. 383-402, 2002.

RUBERA, Gaia; CHANDRASEKARAN, Deepa; ORDANINI, Andrea. Open innovation, product portfolio innovativeness and firm performance: the dual role of new product development capabilities. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 44, n. 2, p. 166-184, 2016.

STÉPHAN, Pierre; MATHURIN, Florestan; GUILLOT, Jean. Experimental study of forming and tightening processes with thread forming screws. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 212, n. 4, p. 766-775, 2012.

VAZQUEZ, Alejandro Rosas; PAISANO, Fernando; GUTIERREZ, Diego Santillan. **Use of Plastic Trim Fasteners for Automotive Trimming Applications**. SAE Technical Paper, 2017.