

**CONVENCION INTERNACIONAL DE LA INGENIERIA EN CUBA
CIIC 2010**

**EVENTO: VI Conferencia de Ingeniería Mecánica, Eléctrica e Industrial.
CIMEI 2010**

Título: The use of mechanical test to evaluate product seatpost Fork.

Autores:

Lic. Ruy Sidney Nascimento dos Santos¹

Dra. Marlene Araújo de Faria²

M.Sc. Jandecy Cabral Leite³

¹Universidade Federal do Pará - UFPA

²Universidade do Estado do Amazonas - UEA

³Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia - ITEGAM

RESUMEN

Technological innovation has been one of the fundamental factors that drive major companies to stay atop the world ranking of global market, according to the technological advance the engineering sector has sought solutions that provide positive results for growth of your company or organization. Simulation methods for evaluating the mechanical behavior of products subjected to static loads and dynamic loads are extremely necessary to reduce the costs of manufacturing products. The use of mechanical tests is of vital importance in evaluating the product. Computational tools with Nx Nastran can contribute to evaluation of the deformations occurring in the product under the influence of various loads, increasing the reliability of product design. Thus, computational tools have a key role in the process of technological innovation.

Keywords: Technological Innovation, Mechanical Tests, Software Nx Nastran.

**CONVENCION INTERNACIONAL DE LA INGENIERIA EN CUBA
CIIC 2010**

**EVENTO: VI Conferencia de Ingeniería Mecánica, Elétrica e Industrial.
CIMEI 2010**

Título: O uso de ensaios mecânicos para avaliação do produto canote do garfo.

Autores:

Lic. Ruy Sidney Nascimento dos Santos¹

Dra. Marlene Araújo de Faria²

M.Sc. Jandecy Cabral Leite³

¹Universidade Federal do Pará - UFPA

²Universidade do Estado do Amazonas - UEA

³Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia - ITEGAM

RESUMO

A inovação tecnológica tem sido um dos fatores fundamentais que levam grandes empresas a permanecerem no topo do ranking mundial do mercado globalizado, de acordo com o avanço tecnológico o setor de engenharia tem buscado soluções que ofereçam resultados positivos em prol do crescimento de sua empresa ou organização. Métodos de simulação para avaliação do comportamento mecânico de produtos submetidos a cargas estáticas e cargas dinâmicas são extremamente necessárias para redução dos custos de fabricação dos produtos. O uso de ensaios mecânicos é de vital importância para avaliação do produto. Ferramentas computacionais com o Nx Nastran podem contribuir para avaliação das deformações ocorridas no produto sob efeitos de várias cargas, aumentando a confiabilidade do projeto do produto. Com isso, as ferramentas computacionais têm um papel fundamental no processo de inovação tecnológica.

1. Introdução

Vivemos hoje na era da tecnologia da informação, que através de programas e softwares desenvolvidos pela engenharia de softwares chegam a oferecer diversos recursos a uma empresa ou instituição, atendendo assim suas necessidades nas mais diversas áreas existentes, quer sejam administrativas, financeiras ou produtivas, seja no ramo industrial ou comercial o objetivo é sempre o mesmo, a satisfação do cliente. No entanto, quando pensamos em um serviço ou um produto que será oferecido ao mercado ou cliente, devemos analisar diversos fatores que estarão envolvidos neste processo, e um desses fatores é conhecido como simulação, ou seja, uma metodologia ou fase de teste cujo objetivo é analisar o desempenho e sucesso do produto.

Durante a fase de simulação, foi disponibilizado do que existe de mais avançado no ramo da tecnologia da informação, as ferramentas de softwares, CAD/CAM E CAE desenvolvidas para exercerem o papel principal no decorrer de todo o experimento realizado. Para que possamos entender a importância que essas ferramentas computacionais exercem, utilizamos durante a simulação o software NX Nastran.

Podemos então observar que a tecnologia da informação é uma parceria certa quando queremos trabalhar com inovação tecnológica, o produto que foi desenvolvido passou por um processo de experimento, onde seu desempenho atingiu a precisão ideal pelo qual foi projetado e planejado. Durante o processo industrial, todos os recursos tecnológicos computacionais agregaram valores ao produto, conquistando cada vez mais espaço dentro das grandes indústrias e centros de pesquisa e desenvolvimento P&D. Através de sua eficiência e praticidade a procura por essas ferramentas aumentaram compulsivamente.

A utilização das ferramentas CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacture) e CAE (Computer Aided Engineer) no processo de desenvolvimento tecnológico e fabril, passaram a exercer um papel de extrema importância no decorrer do estudo experimental, visualizando o processo de inovação tecnológica do produto, onde através da simulação feita o mesmo saiu do estágio de protótipo para um produto final, pronto para ser comercializado.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste artigo foi criada uma parceria do fornecedor Produfer Comércio de Ferramentas Ltda e uma empresa que atua no Pólo Industrial de Duas Rodas, cujo foco é a fabricação de bicicletas, os dados levantados foram baseados na quantidade de experimentos feitos de acordo com as normas NBR 5426 [1] e NBR 5427 [2], com o produto canote do garfo acoplado ao quadro da bicicleta. Através de um experimento realizado na peça canote do garfo, os ensaios mecânicos foram observados, servindo como base para a análise comportamental do produto. Todos os testes foram realizados com base na NBR 14714: 2001 [3]. Através do impacto de força 70 kg contra o conjunto em questão cujo objetivo foi de analisar se o canote do garfo sofreria ou não ruptura, o qual então foi aprovado ou reprovado após este teste.

2.1. Material e Métodos

O material utilizado foi fornecido por uma empresa situada no Pólo Industrial de Manaus (PIM), a qual trabalha exclusivamente na fabricação de tubos, perfis, telhas e seus derivados. De acordo com este fornecedor, o material foi desenvolvido pela matéria prima conhecida como aço carbono, cujo produto fabricado passou a ser chamado de tubo com costura industrial, ou simplesmente tubo industrial, que serviu para a fabricação da peça canote do garfo, na qual foram utilizados dois tipos de tubos industriais, o de uma polegada de diâmetro por dois milímetros de parede sendo seis metros de comprimento, e o de uma polegada e um quarto de diâmetro com três milímetros de parede por seis metros também de comprimento.

De acordo com as normas técnicas de fabricação, o material foi enquadrado como aço carbono tipo industrial NBR ISO 6591:1981 [4] obedecendo assim, as regras da Norma Técnica Brasileira.

Os métodos utilizados na fabricação do produto contaram com uma tecnologia de ponta, a tecnologia da informação, a qual exerceu o papel fundamental no processo fabril, cuja missão foi um dos fatores responsáveis pela qualidade e garantia do produto. Através dos recursos tecnológicos computacionais oferecidos nos processos de fabricação do tubo, a base fundamental da metodologia exigiu como suporte essencial a ferramenta computacional conhecida como CAM, cujo papel foi responsável pelo processo de manufatura assistido pelo computador, onde o profissional qualificado inseriu cálculos computacionais que geraram medições precisas e qualitativas.

Este método foi realizado através da interpretação do código de máquina, mais conhecido como linguagem de programação, onde os dados inseridos pelo operador da máquina passaram por um processo de decodificação binária, a qual contou com a ajuda de um software específico para este tipo de trabalho, atendendo assim o objetivo para qual foi programada.

2.1.1 Descrição Técnica do Canote do Garfo

A descrição do produto canote do garfo passou por um processo de fabricação industrial, a qual dependeu de diversas fases envolvendo máquinas, ferramentas, instrumentos de medição e principalmente a mão de obra qualificada. Considerando que o material (tubos industriais de aço carbono) que foi utilizado já se encontrava no chão da fábrica do fornecedor Produfer, foi realizado então a fase inicial do produto chamada de corte a qual teve como medida de 193 mm de comprimento do tubo de 1 polegada de diâmetro, e 45 mm de comprimento do tubo de 1 polegada e um quarto. O primeiro corte de 193 mm, o nome a essa peça do produto é chamada de corpo do canote do garfo, e o segundo corte de 45 mm, o nome a ser dado é bucha do canote do garfo.

A bucha do canote do garfo recebeu dois processos de usinagens em ambas as pontas, para facilitar seu encaixe no corpo do canote do garfo, e quatro furos de 6,3 milímetros de diâmetros na mesma direção, onde dois furos são responsáveis pela saída de suspiro da peça e dois responsáveis pela local de fixação do pára-lama dianteiro da bicicleta através de parafusos.

No corpo do canote do garfo foi feito um rosqueamento de 24 fios em uma ponta com comprimento de 45 mm e um rasgo de chaveta de 3 mm de largura e 35 mm de comprimento. Após esse processo foi realizado o encaixe da bucha no corpo do canote do garfo, daí em diante realizou-se mais uma usinagem de rebaixo na bucha para acoplar a arruela a qual foi encaixada quando montaram o canote do garfo no quadro, formando assim um conjunto. E por último, a inspeção da qualidade do produto foi analisada, bem como suas medidas e cotas, que chegaram ao tamanho final do produto de 196 mm de comprimento, de acordo com o CAD, desenho feito no computador, onde após a homologação realizada, o produto canote do garfo foi entregue ao cliente.

2.1.2 Especificação do Material

O primeiro material utilizado na fabricação do produto canote do garfo, foi o tubo industrial com costura de uma polegada de (\varnothing 1 pol.) diâmetro com espessura de parede de $e=2,00 \pm 0,1$ mm.

Abaixo foi inserida uma tabela contendo as informações necessárias referente ao produto usado na fabricação do canote do garfo.

Tabela 1 – Medidas do tudo industrial de 1 polegada.

Bitolas D		Espessura da parede mm	Peso teórico barra 6m
Pol	mm		
1"	25.40	2.00	6.924

O segundo e último material utilizado na fabricação do produto canote do garfo, foi o tubo industrial com costura de uma polegada e um quarto de (Ø 1 1/4 pol.) diâmetro com espessura de parede de $e=3,0 \pm 0,1$ mm. Ver tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Medidas do tubo industrial de 1 ¼ de polegada.

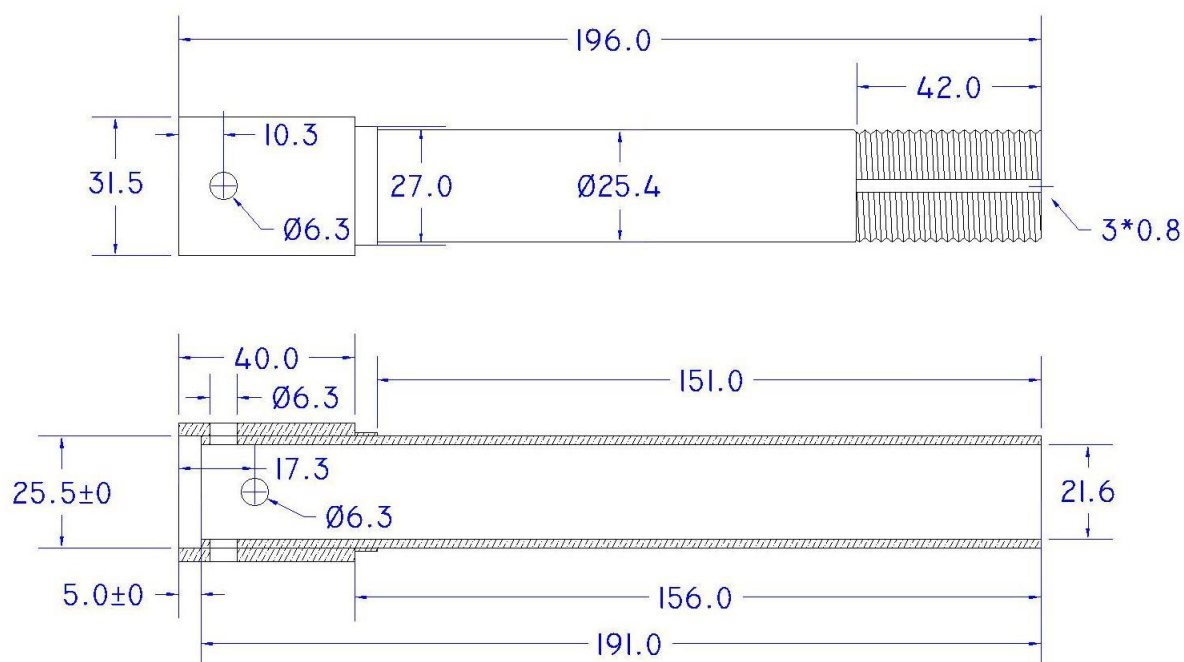
Bitolas D		Espessura da parede mm	Peso teórico barra 6m
Pol	mm		
1 1/4"	31.75	3.0	12.762

Aço Carbono tipo industrial NBR ISO 6591:1981 [4]

NBR 6591/1981

- Tubos em aço carbono com costura para fins industriais. Fornecidos nas seções redondos, quadrados e retangulares.
- Tubos para as mais diversas aplicações sem exigência de acabamento e propriedades mecânicas, com composições químicas definidas.

2.1.3 Desenho Técnico



2.2.1 Ensaio de impacto contra conjunto

Este ensaio foi executado com o conjunto unificado pelo quadro e o canote do garfo, ambos montados. Foi realizado o cálculo de medida da distância entre o centro das rodas. Para este ensaio de impacto, foi necessário fixar no canote do garfo um rolete de massa igual ou menor a 1 kg e com dimensões conforme a figura 1. O conjunto quadro e garfo montado foram posicionados verticalmente e as gancheiras traseiras fixadas no eixo do suporte rígido, conforme figura 1.

De acordo com a NBR 14714:2001 [3], uma massa de 22,5 kg obteve uma queda livre de uma altura de 180 mm sobre o rolete num ponto de mesmo alinhamento entre os centros das rodas e contra a curvatura do garfo, conforme a análise da figura 1 abaixo.

Dimensões em milímetros

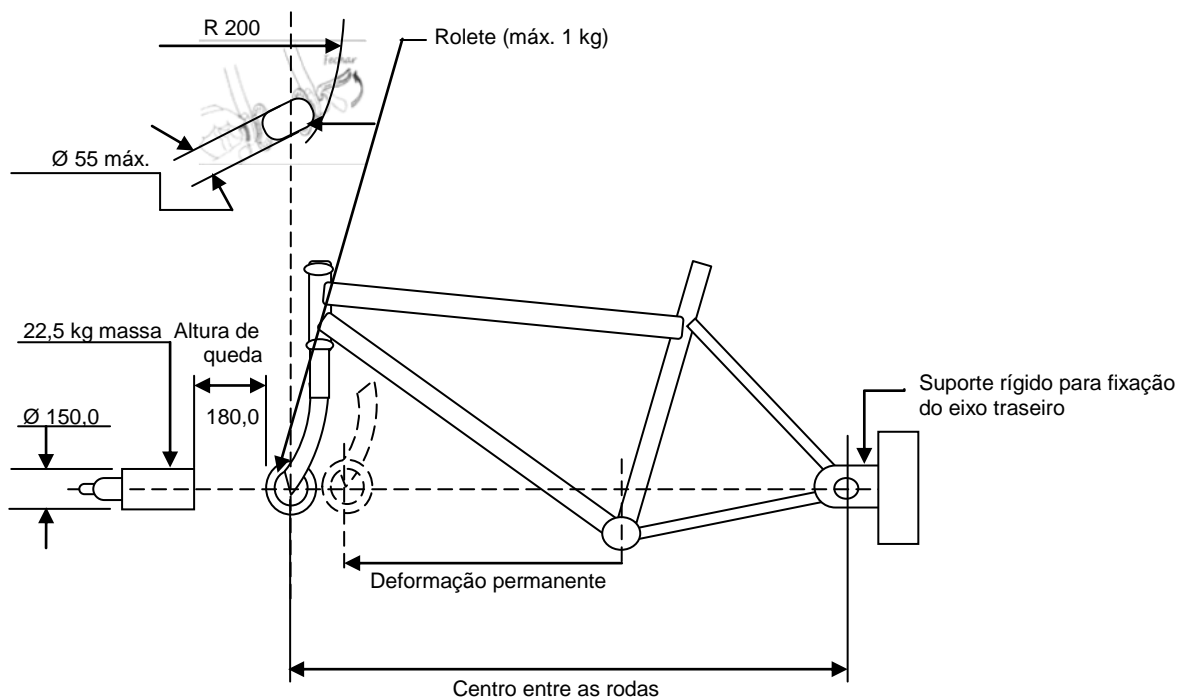


Figura 1 – Ensaio de impacto contra o conjunto

2.2.2 Ensaio de queda ao conjunto quadro e garfo

Este ensaio foi executado com o quadro montado com o garfo, e o mesmo rolete usado no ensaio de 2.2.1.

O conjunto descrito acima foi montado e fixado pelo eixo traseiro, num suporte que permitiu a rotação em torno deste eixo, num plano vertical. O impacto do garfo foi realizado contra uma base de aço, que manteve o quadro na posição normal de uso. Uma massa de 70 kg foi fixada firmemente ao canote do selim, de maneira que o centro de gravidade desta ficou a 75 mm do topo do tubo do selim, medido ao

longo da linha do centro do tubo. O conjunto do quadro e garfo foi rotacionado até a posição onde o centro da gravidade da massa de 70 kg, obteve o alinhamento verticalmente com o centro do eixo traseiro. Em seguida foi permitido que o quadro impactasse livremente contra a base de aço (ver figura 2).

Este ensaio foi repetido por duas vezes consecutivas.

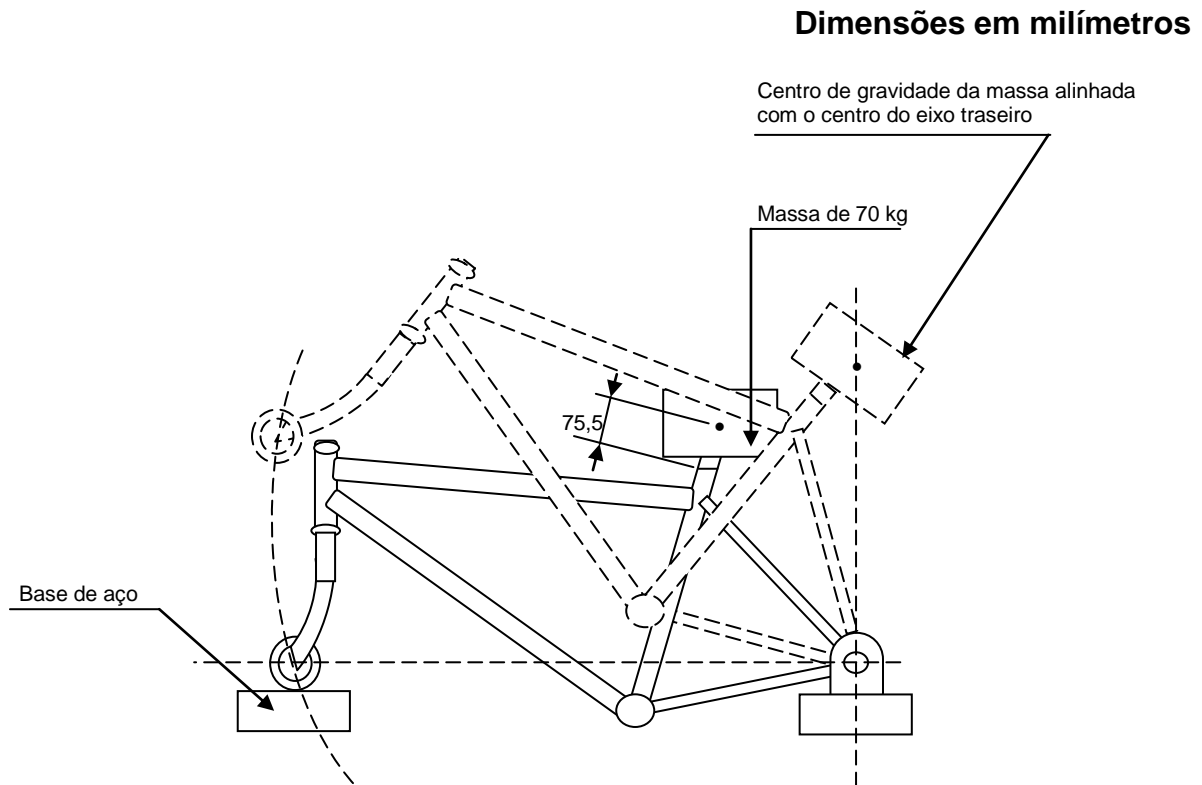


Figura 2 – Ensaio de fadiga do conjunto

2.2.3 Equipamento

Foi utilizada uma máquina e ferramentas mecânicas como dispositivos de fixação e demais acessórios, para a realização dos ensaios mecânicos visando à validação do produto canote do garfo, cujo processo é realizado em conjunto com o quadro da bicicleta, onde após o canote ser soldado, o mesmo fica acoplado ao quadro fornecendo assim uma base sólida para receber o ensaio de impacto da força cíclica e queda contra o conjunto.

Descrição e foto da máquina

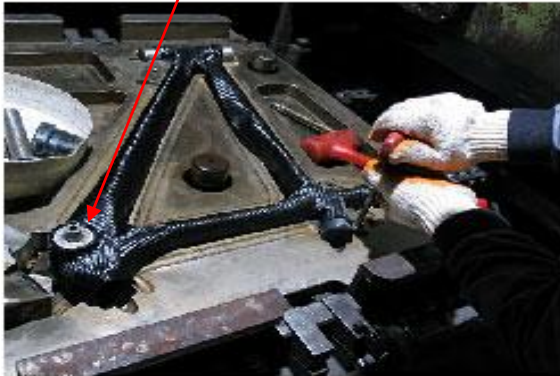
A máquina foi desenvolvida pela própria fábrica, através do CAD (desenho assistido pelo computador), projetada para atender as necessidades da própria empresa, atendendo assim as Normas Técnicas da NBR 14714:2001 [3]. A máquina é de origem chinesa e todos os recursos que foram agregados a máquina foram também desenvolvidos internamente nas dependências da própria empresa de fabricação de bicicletas.

Sequência de fotos da máquina, processo e produto

1- Molde do quadro



2- Rolete inferior do quadro



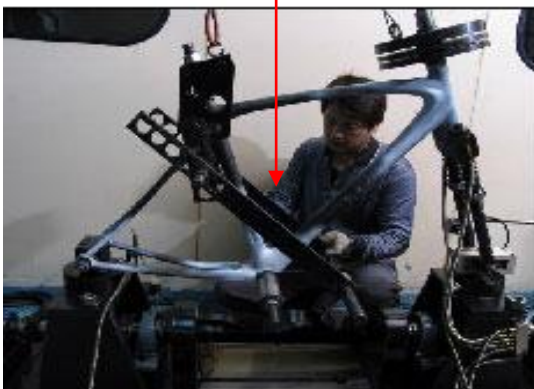
3- Canote do garfo Acoplado ao quadro



4- Ajustes da máquina de ensaio

6- Realizações de impacto dos ensaios

5- Ajustes finais para os ensaios



2.2.4 Procedimento de ensaio - NBR 14714:2001 [3]

Em se tratando de um estudo experimental foi adotada uma metodologia voltada ao setor de pesquisa e desenvolvimento, através de ensaios mecânicos realizados nos protótipos foram avaliados os resultados obtidos pelos mesmos, levando em consideração a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como Fórum Nacional de Normalização.

De acordo com esta Norma, foram estabelecidos os requisitos de segurança para o conjunto quadro e garfo utilizados em bicicletas de uso geral, com exceção para bicicletas de competição, cuja altura do selim supera 635 mm. Para tanto, foi necessário que o produto utilizado no decorrer deste artigo experimental fosse enquadrado em alguma norma técnica, com isso, a NBR 14714 [3], foi à norma utilizada para este tipo de produto, a qual foi baseada na ISO 4210:1996 [5] com validade a partir de 31.08.2001.

O produto canote do garfo atuou juntamente com o quadro da bicicleta, ou seja, após o processo de soldagem ambos foram testados através de ensaios objetivando a validação dos mesmos.

3. Resultados dos Ensaios Realizados

Tabela 1 – Relatório de Inspeção Processo Soldagem

Relatório de Inspeção processo soldagem						Lote: 100427			
Plano de Inspeção: Simples			Nível: II			N.Q.A: 0,65			
Nota: Realizar inspeção de uma em uma hora									
Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26						Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição		
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.	
9:00	9	3	0	1	3	0	X		
Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26						Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição		
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.	
10:00	44	8	0	1	8	0	X		
Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26						Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição		
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.	
11:00	52	13	0	1	13	0	X		
Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26						Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição		
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.	
13:00	50	8	0	1	8	0	X		
Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26						Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição		
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.	
14:00	49	8	0	1	8	0	X		

Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26					Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição	
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.
15:00	50	8	0	1	8	0	X	
Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26					Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição	
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.
16:00	60	13	0	1	13	0	X	
Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26					Cód.: 9573 – 9478			
Hora	Tamanho do Lote	Quantidade de amostra	Aceitação		Encontra		Disposição	
			Ac.	Rej.	Aprov.	Reprov.	Aprov.	Rej.
17:00	9	3	0	1	3	0	X	

Conforme visto na tabela 1 os ensaios são realizados de hora em hora assumindo um total de 8 ensaios por dia, que resumindo a tabela acima foi obtido a seguinte tabela abaixo:

Tabela 2 – Resumo dos Resultados

Modelo: Quadro e garfo R-1 aro 26		Cód.: 9573 – 9478		
Tamanho do Lote	Quantidade de Amostras	% Aprovação	% Reprovação	Disposição
323	64	100	0	Aprovado

A partir da tabela 2, foi concluído que dos 323 produtos do modelo quadro e garfo R-1 aro 26, tivemos um total de 64 amostras dos quadros inspecionados. Foi observado um índice de 100% de aprovação, ocorrendo à validação e sucesso do produto canote do garfo.

4. Discussão

Conforme a preparação para a validação do produto canote do garfo, aprendemos que alguns dos fatores relevantes a este processo de simulação da peça foram fundamentais para a aprovação do produto canote do garfo. A composição da matéria prima (aço carbono) e as especificações e medidas dos tubos, contribuíram para formação física do canote.

Após o processo de fabricação do canote do garfo, o mesmo passou por um processo de preenchimento de solda mig na parte superior da bucha, onde foi aderida resistência deixando a peça compactada e robusta, que após ser soldada ao quadro da bicicleta a mesma ganhou mais estabilidade, pronta para ser submetida ao ensaio de impacto contra o conjunto. Devido a espessura do tubo de 1 polegada ser de 2.00 mm e a bucha de 3.00 mm, a parte inferior do canote ficou com 5 mm de espessura aderindo força e resistência na hora dos ensaios realizados, enquanto se o canote obtivesse uma medida inferior de apenas 1.5 mm de diferença a menos, o mesmo estaria com apenas 3.5 mm de espessura, tornando a peça do canote inválida, pois sofreria uma ruptura devido a sua fragilidade em decorrência do ensaio submetido ao conjunto quadro e garfo.

5. Conclusões

A partir deste estudo experimental realizado, foi analisado o comportamento mecânico do produto canote do garfo frente aos ensaios mecânicos feitos no mesmo, onde ficou evidente que a peça em questão obteve sucesso durante todo o processo de fabricação, sendo validada e aprovada não somente pelo seu fornecedor, com também pelo cliente.

Neste processo industrial, foi aprendido que os recursos tecnológicos computacionais contribuíram em prol do sucesso alcançado, onde as ferramentas computacionais CAD, CAM e CAE, juntamente com as máquinas mecânicas e específicas para este produto, além da mão de obra qualificada e precisa, foram os fatores determinantes que contribuíram para o sucesso dos ensaios realizados. Podemos então afirmar com certeza que a fabricação ou inovação tecnológica de um produto, depende de um conjunto de fatores e recursos tais como: máquinas, ferramentas computacionais de simulação, programas de softwares, recursos financeiros, recursos humanos e conhecimento técnico.

Agradecimentos. Ao Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia – ITEGAM, pelo convênio firmado com a Universidade Federal do Pará – UFPA, do curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Processos Industriais/ CMPPI.

Correspondência

Ruy Sidney Nascimento dos Santos. ruysidney@bol.com.br

Referências

1. NBR5426: 1985 – NIRIO. Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento. RC: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, [S.d.], 63p.
2. NBR5427: 1977 – NIRIO. Guia para utilização da norma NBR 5426 planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento. RC: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, [S.d.], 48p.
3. NBR 14714: 2001 – Veículos de duas rodas - Bicicleta - Conjunto quadro e garfo Requisitos de segurança. <http://www.abnt.org.br/>
4. NBR 6591/1981 – Tubos em aço carbono com costura para fins industriais. Fornecidos nas seções redondos, quadrados e retangulares. <http://ww.tubosoliveira.com.br/>
5. ISO 4210:1996 – Cycles – Requisitos de segurança para bicicletas. <http://www.iso.org/>