

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO TORQUÍMETRO IMPLANTODÔNTICO
COLOSSO SUBMETIDO À CICLAGEM MECÂNICA
PERFORMANCE EVALUATION OF THE COLOSSO MANUAL TORQUE
WRENCHES UNDERGONE TO MECHANICAL CYCLES.

Dr. Humberto Chierighini Mureb

Mestrado em Prótese Dentária pelo Centro de Pós-Graduação São Leopoldo
Mandic – Campinas/S.P.

End.: rua Pe. Jesíno Monte Carmelo, 123 - Pe.Bento

Cep: 13.3313-002 – Itu,S.P. – Brasil

e-mail: hcmureb@uol.com.br

Prof. Dr. Milton Edson Miranda

Mestrado em Prótese Dentária pelo Ohio State University

Doutorado em Prótese Dentária pela Universidade de São Paulo

Prof. Doutor da C.P.O. São Leopoldo Mandic - Campinas

End: av. João Mendes Jr., 290 - Cambuí

Cep.: 13024030 – Campinas, S.P. - Brasil

e-mail: memiranda@memiranda.odo.br

Prof. Dr. José Virgílio de Paula Eduardo

Mestrado em Prótese Dentária pela Universidade de São Paulo

Doutorado em Prótese Dentária pela Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Marcelo Luchesi Teixeira

Doutorado em Prótese Dentária pela Universidade de São Paulo

Prof. Doutor em Prótese Dentária pela C.P.O. São Leopoldo Mandic- Campinas

¹Artigo elaborado a partir da dissertação de Humberto Chierighini Mureb, intitulada “ Avaliação do desempenho do torquímetro implantodontico Colosso submetido à ciclagem mecânica”. Centro de Pós-Graduação São Leopoldo Mandic, 2007.

Resumo

No presente estudo *in vitro*, avaliou-se o desempenho do torquímetro implantodôntico Colosso (Emfils , Itu, SP, Brasil) submetido à ciclagem mecânica. Foram utilizados 15 torquímetros novos e sem uso que foram aferidos inicialmente por um medidor analógico de torque Tohnichi (modelo BTG60CN, Tóquio, Japão). Na seqüência foram submetidos à ciclagem mecânica em uma máquina de ensaio até 10.000 ciclos. Em intervalos de 1000 ciclos os torquímetros eram novamente aferidos nas graduações de 10, 20 e 30 N.cm. Os resultados mostraram que inicialmente os torquímetros apresentaram valores de torque um pouco abaixo dos valores nominais, mas não foram estatisticamente significantes. Até os primeiros 500 ciclos não houve diferença estatisticamente significativa dos valores obtidos dos torquímetros e os valores nominais de 10, 20 e 30 N.cm. Os torquímetros tiveram perda significativa de calibração ($p < 0,05$) após os 1.500 ciclos, restabelecendo a calibração aos 10.000 ciclos.

Palavras-chave: Torque. Estudos de avaliação. Prótese dentária. Implantes dentários.

Abstract

This study had as objective to evaluate the precision and the performance of the Colosso manual torque wrenches (Emfills , Itu, SP, Brazil) before, during and after 10.000 cycles of use. It has been used 15 new and without any previous use torque wrenches which were torque gauged in 10, 20 and 30 N.cm with a Tohnichi analogical torque gauge (model 60BTGCN, Tokio, Japan). After that they have been used during 500 cycles accomplished to a mechanical assay machine and then torque gauged again. After that they were submitted to other nine series of 1000 cycles, ending in 500 cycles to get a total of 10.000 cycles. Between each series all the torque wrenches were gauged with the values above and the results were note down. It has been concluded that the

Colosso manual torque wrenches, while brand new and after 500 cycles do not present major statically differences of the nominal values facing the scale of 10, 20 and 30 N.cm. The torque wrenches have shown a significant lost in their gauge ($p < 0,05$) after 1500 cycles, however it has reestablished properly the gauge in 10.000cycles.

Key words: Torque. Evaluation studies. Dental prosthesis. Dental implants.

Introdução

A reabilitação com próteses sobre implantes tem ocupado um lugar de destaque na odontologia e vem evoluindo a cada dia. Contudo, o profissional envolvido com a implantodontia tem que estar atento aos vários aspectos desta modalidade reabilitadora que exige não somente conhecimentos biológicos como também princípios mecânicos relacionados ao aperto das próteses sobre implantes.

O método mais comumente utilizado para se apertar próteses sobre implantes é com a chave manual. Estudos têm demonstrado ser este método imprevisível e inconsistente, podendo ter como resultado valores de torque bastante variados, tanto entre profissionais como também para um mesmo profissional.^{1 2 3} O fato de não saber que torque está empregando pode levar o profissional a apertar os parafusos das próteses sobre implantes inadequadamente. O aperto insuficiente pode causar o afrouxamento da conexão aparafusada podendo provocar injúrias aos tecidos de suporte, bem como fadiga ou mesmo fratura do parafuso. O aperto excessivo pode ocasionar fratura do parafuso ou danificar as roscas tanto do parafuso como da parte interna do implante.^{4,5,6}

Cada fabricante recomenda uma certa quantidade de torque para cada componente de seu sistema. Para que se tenha um controle sobre o torque que se é gerado no aperto dos parafusos das conexões aparafusadas em implantodontia o profissional deve utilizar instrumentos que quantifiquem essa força que são os torquímetros.

Como todo aparelho de precisão o torquímetro deveria sair de fábrica calibrado. Porém, estudos têm demonstrado uma variação muito significativa entre o torque para o qual estão programados e o torque real obtido nos torquímetros novos e sem uso ^{7,8,9,10}. Além disso, com o uso estes instrumentos tendem a perder a aferição, momento no qual deveriam ser novamente aferidos ou substituídos. Portanto, é de suma importância para o profissional que atua na área de prótese sobre implante fazer uso de um torquímetro confiável e saber o momento certo de fazer sua aferição após determinado período de uso.

Este trabalho tem o propósito de avaliar a precisão do torquímetro mecânico da marca Colosso (Emfills , Itu, SP, Brasil) quando novos de acordo com os valores nominais de 10, 20 e 30 N.cm, precisão no intervalo de 500 ciclos de uso (para os mesmos valores de 10, 20 e 30 N.cm) e o comportamento durante o ensaio mecânico com ciclagem a cada 1.000 ciclos.

Materiais e Métodos

Para a presente pesquisa foram utilizados 15 torquímetros Colosso (Emfills , Itu, SP, Brasil), tipo vareta, novos e sem uso (fig.1) que foram acoplados um a um em um suporte de alumínio (fig.2) que por sua vez foi fixado em uma máquina de ensaio para a ciclagem mecânica (fig.3).

A máquina de ensaio utilizada para este experimento foi uma máquina de costura modelo Livrematic 290 (Singer do Brasil) na qual foi acoplada um conta-giros analógico para a contagem dos ciclos, uma plataforma de MDF para a fixação do suporte de alumínio e um rolamento fixado no braço ativo da máquina para a movimentação da haste do torquímetro.

Inicialmente todos os torquímetros foram aferidos nos três valores nominais de 10, 20 e 30 N.cm por um torquímetro analógico aferidor Tohnichi (modelo BTG60CN, Tóquio, Japão). Em seguida cada torquímetro foi fixado na máquina de ensaio por meio de um suporte de alumínio. A cada ciclo a máquina de ensaio fazia a haste do torquímetro ir de 0 a 40 N.cm e retornando a 0 novamente (figs. 4 e 5).

Todos os torquímetros foram submetidos a 500 ciclos cada um, sendo então aferidos. Na seqüência foram submetidos a mais nove séries de 1.000 ciclos, terminando com mais 500 ciclos, perfazendo um total de 10.000 ciclos. Entre cada série os torquímetros eram aferidos e os resultados anotados.

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística pelo método não-paramétrico de Friedman (para $p < 0,001$ e $p < 0,05$).

Resultados

Os valores de média, desvio-padrão, mínimo, máxima e mediana para os valores nominais de 10, 20 e 30 N.cm nas diversas avaliações realizadas estão nas tabelas 1, 2 e 3 respectivamente.

Baseado nos resultados obtidos pela análise não-paramétrica de Friedman (para $p < 0,001$ e $p < 0,05$) pode-se afirmar que nos três valores de torque avaliados (10, 20 e 30 N.cm) há alteração significativa das medidas ao longo das avaliações ($p < 0,001$).

Para o valor nominal de 10 N.cm a avaliação de 0 ciclos não apresenta diferença significativa das avaliações de 500 e 10.000 ciclos. Porém, no intervalo entre 1.500 e 9.500 ciclos há diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao resultado inicial.

Para o valor nominal de 20 N.cm a avaliação de 0 ciclos não apresenta diferença significativa das avaliações de 500, 8.500, 9.500 e 10.000 ciclos ($p < 0,05$). Porém, no intervalo entre 1.500 e 7.500 há diferença significativa ($p < 0,05$).

Finalmente, para o valor nominal de 30 N.cm a avaliação de 0 ciclos não apresenta diferença significativa das avaliações de 500, 9.500 e 10.000 ciclos ($p < 0,05$). No intervalo entre 1.500 e 9.500 ciclos há diferença significativa ($p < 0,05$).

Observando o gráfico 1 das médias dos valores obtidos nas aferições pode-se observar o comportamento semelhante para os valores nominais de 10, 20 e 30 N.cm ao longo do experimento, sendo que na avaliação de 5.500 ciclos foram obtidos os menores valores.

Discussão

Diversos trabalhos foram realizados com a finalidade de se discutir as várias formas pelas quais os parafusos de fixação das próteses sobre implantes são apertados. Segundo Dellinges & Tebrock ¹¹, os parafusos cujos fabricantes recomendam 10 N.cm de aperto podem ser apertados manualmente com chaves digitais. Para os parafusos com torque de aperto acima de 10 N.cm as chaves digitais são contra-indicadas. Contrários a essa afirmativa, os estudos de Jaarda *et al.* ², Goheen *et al.* ³, Wicks *et al.* ¹², Gross *et al.* ¹³, Constantino ³ e Tan & Nicholls ¹⁴ mostraram que o torque obtido manualmente com chaves digitais tem grande variação inter e intra-operadores e que para torques pré-determinados as chaves digitais são ineficazes e geram torques insuficientes. Assim, o aperto manual contribui para a instabilidade e fracasso das conexões aparafusadas. Em vista disto, Jaarda *et al.* ², Goheen *et al.* ¹ e Constantino ³ recomendaram a utilização de dispositivos de controle de torque para uma fixação previsível.

No estudo de Duarte ¹⁵ foi avaliado o torquímetro Dynatorq ([Micro-Motor, Inc., Santa Ana, Califórnia](#)) de 20 N.cm quanto à precisão, quando novo e após 1.000 ciclos de uso. Como resultado, obteve valores inferiores ao valor nominal, com média de 16,85 N.cm, quando novos. Resultados diferentes foram obtidos por Dellinges & Curtis ¹⁶ que encontraram valor médio de 20,37 N.cm. No presente estudo, também os valores para os torquímetros novos foram em média abaixo do nominal, sendo que para 10 N.cm a média foi de 9,27 N.cm; para 20 N.cm a média foi de 19,07 N.cm e para 30 N.cm a média foi de 27,47 N.cm. Variação nos valores de torque apresentados em relação à escala pré-graduada também foi um achado no estudo de Simão¹⁰. Analisando a precisão de cinco torquímetros manuais de cinco marcas comerciais diferentes ([Intra-Lock System](#), [Conexão Sistemas de Prótese](#), [SIN Sistema de Implante](#), [3I Implant Inovations](#) e [Neodent Implante Osteointegrável](#)) quando novos, verificou que nenhum deles apresentou exatidão nas marcações feitas

pelo fabricante na escala pré-graduada, sendo que os torquímetros das marcas Intra-lock e, na presente pesquisa os da Emfils, também apresentaram valores abaixo da marcação da escala. Contudo, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Na seqüência do presente experimento, os 15 torquímetros passaram por 500 ciclos de uso cada um, sendo então aferidos pelo Tohnichi. Nessa primeira avaliação não houve variação significativa, ou seja, os instrumentos não perderam aferição pelo uso. Além disso, todos terminaram sem fraturas ou solturas da haste Nitinol. O mesmo não ocorreu no estudo de Duarte ¹⁵ que ao ciclar os torquímetros da Dynatorq (Micro-Motor, Inc., Santa Ana, Califórnia) de 20 N.cm, duas amostras travaram próximo a 250 ciclos.

Observou-se nesse estudo que os valores de torque foram diminuindo progressivamente, conforme a série de ciclos foi avançando até o número de 5.500 ciclos, quando os valores médios obtidos foram os menores: 6,13 N.cm, 13,67 N.cm e 20,80 N.cm para os valores de 10, 20 e 30 N.cm respectivamente. Decréscimo nos valores obtidos pelos torquímetros após um tempo de uso também foi encontrado por Cehrelli *et. al.* ¹⁷ estudando os torquímetros manuais da ITI (Straumann, Waldenburg, Suíça), acharam um decréscimo de 1,00 a 1,50 N.cm, depois de 500 a 1000 utilizações clínicas.

Já na série de 6500 ciclos, porém, os valores aumentaram e permaneceram assim, ou até tiveram certo aumento até o final, terminando os 10.000 ciclos com os seguintes valores médios: 7,47 N.cm para 10 N.cm, 17,40 N.cm para 20 N.cm e 25,60 N.cm para os valores de 30 N.cm. Esse comportamento foi atípico quando comparado com os estudos de Duarte ¹⁵ e Cehrelli *et. al.* ¹⁷ que obtiveram decréscimos nos valores de torque dos torquímetros estudados ao longo do uso. Este comportamento se deve provavelmente às características intrínsecas da liga metálica que compõe a haste.

Esta liga metálica, conhecida como Nitinol (acrônimo de Nickel-Titanium Naval Ordnance Laboratory) é composta de 55% de níquel e 45% de titânio. Sua principal característica é a capacidade de flexionar sem apresentar deformação, graças ao baixo módulo de elasticidade e às propriedades martensíticas, ou seja memória elástica¹⁸.

De uma maneira geral, os torquímetros apresentaram a manutenção da calibração no primeiro momento da avaliação, perderam essa calibração ao longo dos tempos intermediários da ciclagem mecânica e retornaram à calibração na fase final do experimento.

Esse fato não apresenta uma razão lógica, de acordo com o delineamento experimental, pois todos os torquímetros sofreram ciclagem mecânica de maneira semelhante e em tempos semelhantes, sem causa aparente para uma possível fadiga na fase intermediária da pesquisa. Assim, a causa pode estar relacionada às características do material, o que deve ser pesquisado em novos trabalhos.

Considerando que nas três avaliações (10, 20 e 30 N.cm) os torquímetros não tiveram diferença estatisticamente significantes até os 500 ciclos, pode-se afirmar que teoricamente o torquímetro, alvo desta pesquisa, está apto a empregar o torque desejado nos 500 primeiros apertos de próteses sobre-implantes. Esse número é mais que suficiente para que um especialista em implantes trabalhe com tal instrumento por um período de um ano, sem que necessite se preocupar com a aferição do mesmo. Aconselha-se, no entanto, que após um ano de uso se proceda à aferição para que se tenha a certeza do torque empregado.

Conclusão

Dentro das limitações do presente estudo e baseado nos resultados encontrados nessa pesquisa, pode-se concluir que:

- a) Os torquímetros manuais da marca Emfils, quando novos, não apresentaram diferença estatisticamente significativa dos valores nominais em relação à escala graduada para os valores de 10, 20 e 30 N.cm;
- b) Até os 500 ciclos de uso não houve diferença estatisticamente significativa dos valores obtidos no torquímetro em relação aos valores nominais de 10, 20 e 30 N.cm;
- c) Os torquímetros apresentaram perda significativa de calibração ($p < 0,05$) após os 1.500 ciclos, restabelecendo a calibração aos 10.000 ciclos.

Ilustrações e tabelas

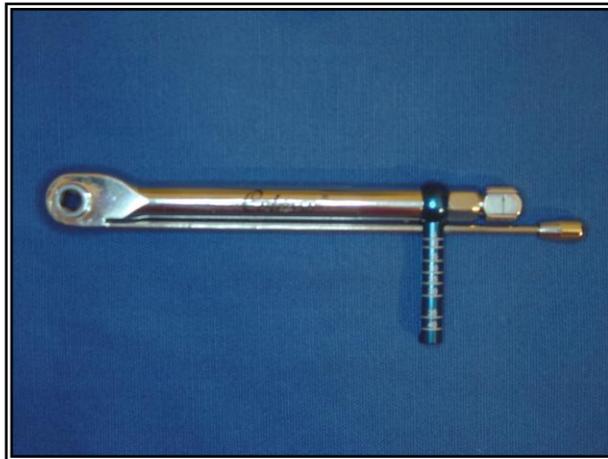


Figura 1– Torquímetro Colosso (modelo TC-0504 / Emfils, Brasil)

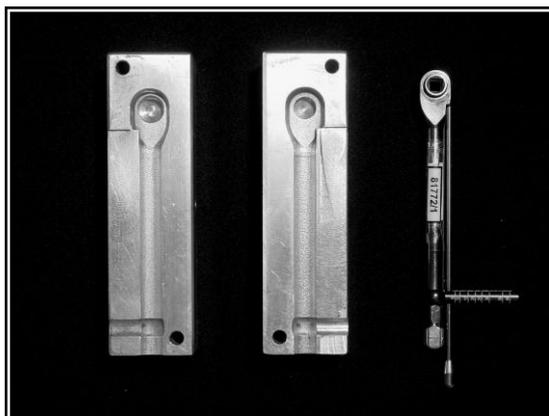


Figura 2 – Suporte de alumínio para a fixação dos torquímetros



Figura 3 – Máquina de costura portátil Livrematic 290 (Singer do Brasil) customizada

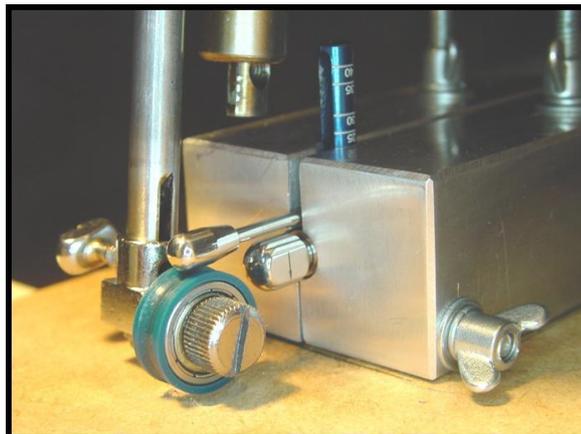


Figura 4 – Torquímetro no início do ciclo com a haste marcando 0 N.cm

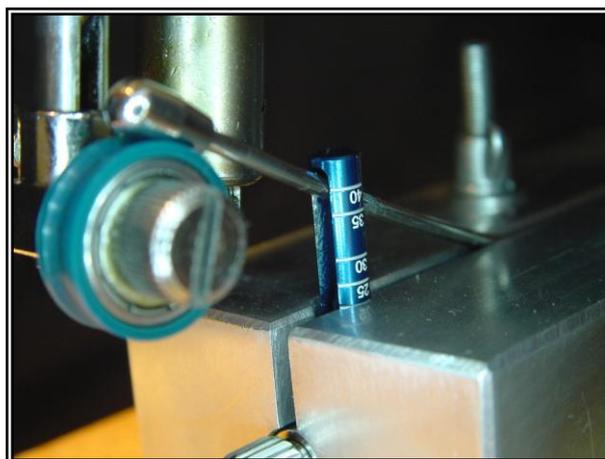


Figura 5 – Torquímetro no meio do ciclo com a haste no valor máximo: 40 N.cm

Tabela 1 - Valores de média, desvio-padrão, mínimo, máximo e mediana dos valores de torque em 10 N.cm nas diversas avaliações realizadas.

Nº de ciclos	n	Média	dp	Mínim	Máxim	Mediar	p*
0	15	9,27	0,59	8,00	10,00	9,00	*
500	15	7,93	0,80	7,00	9,00	8,00	*
1500	15	6,60	0,51	6,00	7,00	7,00	
2500	15	6,60	0,51	6,00	7,00	7,00	
3500	15	6,93	0,46	6,00	8,00	7,00	
4500	15	6,67	0,49	6,00	7,00	7,00	
5500	15	6,13	0,35	6,00	7,00	6,00	
6500	15	7,07	0,59	6,00	8,00	7,00	
7500	15	7,20	0,94	5,00	8,00	7,00	
8500	15	7,13	0,83	5,00	8,00	7,00	
9500	15	7,27	0,59	6,00	8,00	7,00	
10000	15	7,47	0,74	6,00	8,00	8,00	*

(*) nível descritivo do teste não-paramétrico de Friedman para $p < 0,001$

Tabela 2 - Valores de média, desvio-padrão, mínimo, máximo e mediana dos valores de torque em 20 N.cm nas diversas avaliações realizadas.

Avaliação	n	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana	p*
0	15	19,07	0,70	18,00	20,00	19,00	*
500	15	17,87	1,13	16,00	20,00	18,00	*
1500	15	13,80	0,86	13,00	15,00	14,00	
2500	15	15,07	0,80	14,00	16,00	15,00	
3500	15	16,07	0,70	15,00	17,00	16,00	
4500	15	15,27	0,59	14,00	16,00	15,00	
5500	15	13,67	0,90	12,00	15,00	14,00	
6500	15	16,13	0,64	15,00	17,00	16,00	
7500	15	16,53	0,52	16,00	17,00	17,00	
8500	15	16,73	0,46	16,00	17,00	17,00	*
9500	15	17,07	0,46	16,00	18,00	17,00	*
10000	15	17,40	0,63	16,00	18,00	17,00	*

(*) nível descritivo do teste não-paramétrico de Friedman para $p < 0,001$

Tabela 3 - Valores de média, desvio-padrão, mínimo, máximo e mediana dos valores de torque em 30 N.cm nas diversas avaliações realizadas.

Avaliação	n	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana	p*
0	15	27,47	0,52	27,00	28,00	27,00	*
500	15	25,87	1,19	24,00	28,00	26,00	*
1500	15	20,73	1,10	19,00	22,00	21,00	
2500	15	22,87	0,74	22,00	24,00	23,00	
3500	15	24,40	0,74	23,00	26,00	24,00	
4500	15	23,20	0,56	22,00	24,00	23,00	
5500	15	20,80	0,94	19,00	22,00	21,00	
6500	15	23,80	0,56	23,00	25,00	24,00	
7500	15	24,27	0,70	23,00	25,00	24,00	
8500	15	24,47	0,64	23,00	25,00	25,00	
9500	15	25,07	0,46	24,00	26,00	25,00	*
10000	15	25,60	0,63	25,00	27,00	26,00	*

(*) nível descritivo do teste não-paramétrico de Friedman para $p < 0,001$

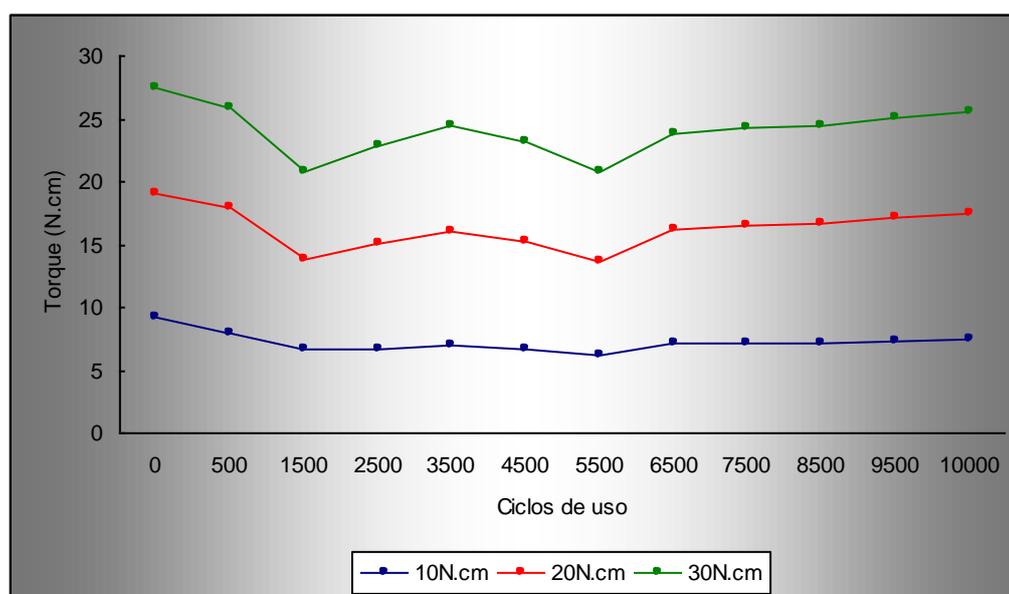


Gráfico 1 – Correspondente à média dos valores encontrados para os valores nominais de 10, 20 e 30 N.cm ao longo dos 10.000 ciclos.

REFERÊNCIAS

- 1- Goheen KL, Vermilyea SG, Vossoughi J, Agar JR. Torque generated by hand-held screwdrivers and mechanical torquing devices for osseointegrated implants. *Int J Maxillofac Implants*. 1994; 9(1): 149-55.
- 2- Jaarda MJ, Razoog ME, Gratton DG. Providing optimum torque to implant protheses: a pilot study. *Implant Dent*. 1993 Spring; 2(1): 50-2.
- 3- Constantino A. Avaliação da variabilidade na aplicação de torque através de chaves digitais (com os dedos). *Rev Bras Implant*. 2001; 7(3): 18-20.
- 4- Jörneus L, Jemt T, Carlsson L. Loads and designs of screw joints for single crowns supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1992 Fall; 7(3): 353-9.
- 5- Weinberg LA. The biomechanics of force distribution in implant-supported protheses. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1993; 8(1): 19-31.
- 6- Gross M, Kozak D, Laufer B-Z, Weiss EI. Manual closing torque in five implant abutment systems: An in vitro comparative study. *J Prosthet Dent*. 1999b May; 81(5): 574-8.
- 7- Standlee JP, Caputo AA. Accuracy of an electric torque-limiting device for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999 Mar-Apr; 14(2): 278-81.
- 8- Tavares RRJ, Xible AA, Bonachela WC, Araújo CRP . Torque produzido por quatro torquímetros diferentes utilizados em próteses sobre implantes: estudo comparativo. *Cienc Odontol Bras*. 2003; 6(1): 82-8.
- 9- Duarte ER, Frigerio MLMA, Razuk PC, Batista JG. Avaliação do desempenho de um torquímetro implantológico. *RPG Rev Pos-grad*. 2003; 10(2): 148-55.
- 10- Simão GML. Análise da precisão de torquímetros manuais de prótese sobre implante. [dissertação]. Campinas: C.P.O. São Leopoldo Mandic; 2007.
- 11- Dellinges MA, Tebrock OC. A measurement of torque values obtained with hand-held drivers in a simulated clinical setting. *J Prosthodont*. 1993 Dec; 2(4): 212-4.
- 12- Wicks RA, deRijk WG, Windeler AS. An evaluation of fit in osseointegrated implant components using torque/turn analysis. *J Prosthodont* 1994 Dec; 3(4): 206-12.
- 13- Gross M, Kozak D, Laufer B-Z, Weiss EI. Manual closing torque in five implant abutment systems: An in vitro comparative study. *J Prosthet Dent*. 1999b May; 81(5): 574-8.
- 14- Tan KB, Nicholls JI. The effect of 3 torque delivery systems on gold screw preload at the gold cylinder-abutment screw joint. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002 Mar-Apr; 17(2): 175-83.
- 15- Duarte ER. Avaliação do desempenho de um torquímetro manual implantológico em função do uso [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2001.
- 16- Dellinges M, Curtis D. Effects of infection control procedures on the accuracy of a new mechanical torque wrench system for implant restorations. *J Prosthet Dent*. 1996 Jan; 75(1): 93-8.

17- Cehreli MC, Akca K, Tonuk E. Accuracy of a manual torque application device for morse-taper implants: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 Sep-Oct; 19(5): 743-8.

18- Buehler WJ, Cross, W.B. 55-Nitinol unique wire alloy with a memory. *Wire J*. 1969;2:41-49.