

LAMINADOR PARA CONFEÇÃO DE FIOS ORTODÔNTICOS RETANGULARES DE AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS ¹

André Itman Filho²
Carlos Alberto Rodrigues Gouvêa³
José D'Amico Neto⁴

Resumo

Os aços inoxidáveis austeníticos além das ligas de níquel e titânio estão sendo utilizados regularmente na ortodontia. Conforme as técnicas experimentais, são utilizados fios com diferentes geometrias para correção dos defeitos da posição dentária. Nas fases de alinhamento e nivelamento, fios redondos da liga níquel-titânio (Nitinol) são os mais adequados pela ductilidade, enquanto que no estágio final de acabamento, os fios retangulares de aço inoxidável austenítico são os preferidos. Estes últimos são obtidos via importação junto a um número reduzido de fornecedores. Com o propósito de substituir os atuais importados por nacionais e com a opção de desenvolver uma nova tecnologia de fabricação, o objetivo deste trabalho foi construir um laminador para fabricar fios retangulares com resistência mecânica adequada e com capacidade suficiente para atender a demanda do mercado interno. O equipamento foi projetado utilizando quatro discos fixados em eixos cilíndricos e acoplados a mancais por meio de rolamentos. Estes conjuntos foram adaptados em uma placa base de aço carbono. O movimento dos discos foi realizado por meio de polias adaptadas a um motor elétrico. Além dos estudos que envolveram a montagem do laminador, foram avaliados os efeitos da redução de área na resistência à tração dos fios. Os resultados preliminares mostraram que os fios apresentaram geometria similar à dos importados e resistência mecânica conforme as especificações exigidas. Novos testes de laminação estão previstos para definir o aumento da resistência mecânica com o grau de deformação durante o processo.

Palavras-chave: Fios retangulares; Ortodontia; Laminador

ROLLING MILL TO MANUFACTURE ORTHODONTIC RECTANGULAR WIRES OF AUSTENITIC STAINLESS STEELS

Abstract

Austenitic stainless steels and nickel and titanium alloys are being used regularly in orthodontics. According to experimental techniques wires with different geometries are used to correction of dental position defects. In general, round wires of nickel-titanium alloy (Nitinol) are the most appropriate in the alignment and leveling phases due to its ductility. On the other hand, rectangular wires of austenitic stainless steel are preferable in the final finish stage. These are usually obtained through importation from a reduced number of suppliers. With the aim of substituting the current imported wires by national ones and to develop a new manufacturing technology, the objective of this work was to construct a rolling mill to manufacture rectangular wires assisting the demand of the Brazilian internal market. The equipment was projected using four disks fixed in shafts and coupled to bearings through roller bearings. These four groups were adapted in a carbon steel plate. The disks were put in movement through pulleys adapted to an electric motor. Besides the rolling mill assembly, it was analyzed the effect of the area reduction in the wires tensile strength. The preliminary results showed that the wires presented similar geometry of those imported and tensile strength according to the specifications. New lamination tests will be performed to analyze the relationship between the mechanical strength of the wires and the deformation degree imposed during the manufacture.

Key words: Rectangular wires; Orthodontics; Rolling mill.

¹ Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ

² Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais pela UFSCar – São Carlos - SP - Professor do Departamento de Metalurgia do CEFET-ES / Vitória – ES – e-mail: andreitman@hotmail.com

³ Físico pela UFOP – Mestrando no Depto. Materiais. Aeron. Automob. EESC-USP/São Carlos - SP

⁴ Engenheiro Mecânico pela Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP/São Carlos – SP - Diretor Industrial da Tecnident – São Carlos - SP

1 INTRODUÇÃO

Inicialmente, os metais preciosos e as ligas básicas foram utilizados na ortodontia, porém a partir dos anos 30, começaram a ser gradualmente substituídos pelos aços inoxidáveis austeníticos, que apresentavam propriedades mecânicas adequadas com menor custo.^(1,2) Atualmente, o estudo dos esforços mecânicos nas deformações permanentes originou uma indústria com alta tecnologia, para fabricação de componentes utilizados na reparação estética. A escolha do fio adequado é importante em cada etapa do tratamento ortodôntico.⁽³⁾ No caso dos fios retangulares utilizados na finalização dos tratamentos, a disponibilidade no mercado interno é atendida por meio da importação junto a poucos fornecedores.

Com o objetivo de evitar a dependência tecnológica e atender a necessidade do mercado nacional, foi projetado um laminador para conformar fios retangulares. O laminador foi projetado utilizando quatro discos fixados em eixos cilíndricos e acoplados a um mancal por rolamentos. Estes conjuntos mancal/eixo/disco foram adaptados a quatro placas de regulagens ajustadas em uma base principal conforme a geometria de uma cruz mostrada na Figura 1. Estes módulos, que podem ser movimentados nas direções horizontal e vertical, permitem o ajuste dos discos conforme as dimensões da abertura escolhida para passagem do fio. Nos testes preliminares, fios de aço inoxidável austeníticos AISI 302 redondos foram laminados para secção transversal retangular. Análises da secção final, medidas de microdureza e ensaios em tração foram realizados para avaliar a qualidade dos fios laminados.

MATERIAL E MÉTODOS

O laminador foi projetado com quatro discos adaptados a um eixo acoplados a mancais fixados em uma placa. O desenho esquemático dos conjuntos está mostrado na Figura 1.

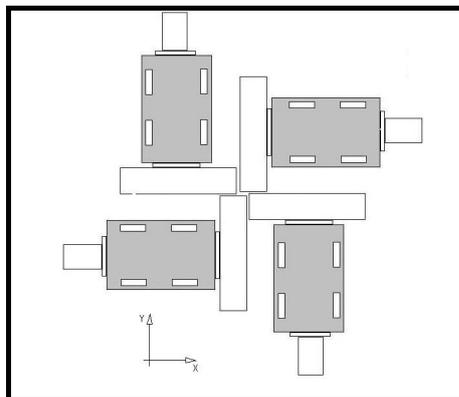


Figura 1. Diagrama esquemático dos quatro conjuntos mancal/eixo/disco.

A movimentação dos discos foi realizada por meio de polias adaptadas a um motor com rotação constante. Os testes de laminação foram realizados e para observar as dimensões das secções transversais, amostras foram lixadas conforme as técnicas convencionais de preparação metalográfica. Para analisar o efeito da deformação nos fios, medidas de microdureza antes e após a laminação foram obtidas seguindo a norma ASTM E384-97. Os valores determinados representam a média de cinco amostras das secções transversais cortadas consecutivamente a cada 10 cm do fio laminado. Os ensaios em tração foram feitos conforme as exigências das normas ASTM E8-00 e NBR 6152/92.

RESULTADOS

Após confecção dos componentes e usinagem final para regulagem, os conjuntos foram fixados em uma placa de sustentação presa à uma estrutura feita com cantoneiras de aço carbono. A Figura 2 mostra o laminador em diferentes ângulos.

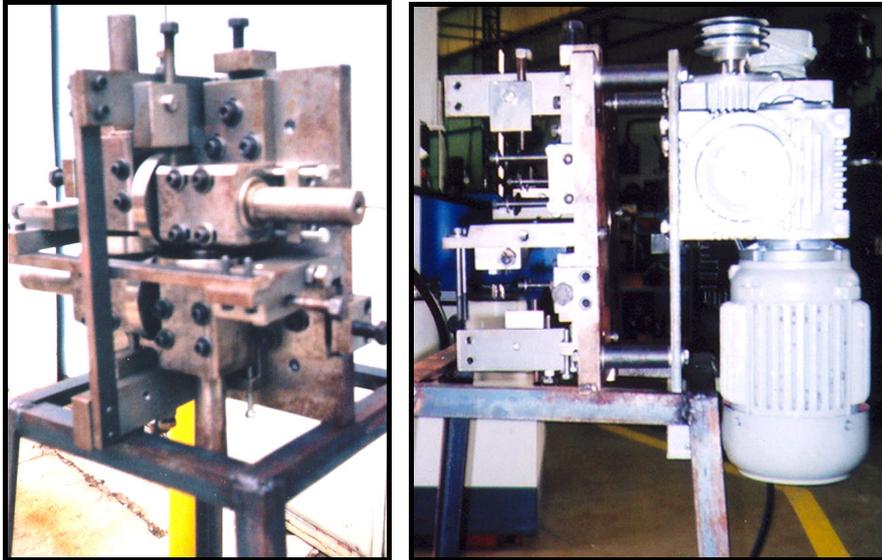


Figura 2. Vistas do laminador após montagem e fixação em um suporte de cantoneiras.

Foram feitos vários testes de laminação utilizando inicialmente fios redondos do aço inoxidável AISI 302 com diferentes secções para verificar o efeito da deformação na resistência mecânica do fio produzido. Após vários testes de laminação foram obtidos fios com as secções mostradas na Figura 3. Estas amostras são representativas dos melhores resultados preliminares. Para avaliar a qualidade dos fios, medidas de microdureza e de resistência mecânica à tração foram realizadas nas amostras. Os resultados gerais destes ensaios para comparação dos valores com relação às secções transversais iniciais e finais dos fios estão apresentados na Tabela 1.

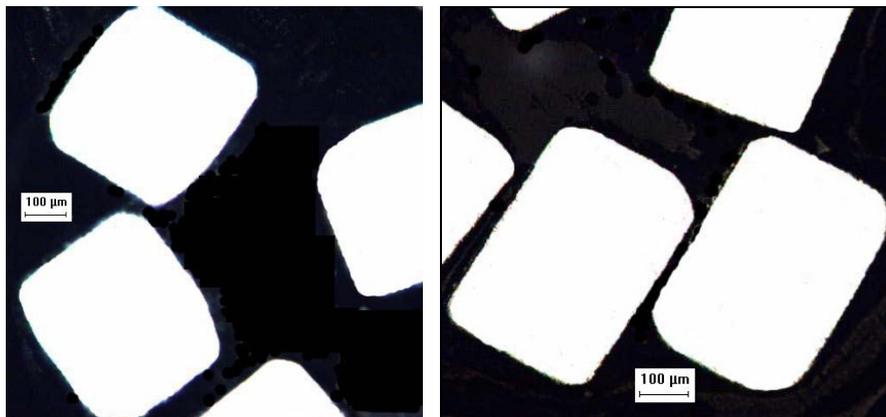


Figura 3. Amostras laminadas apresentando secções retangulares.

Tabela 1. Valores dos diâmetros e das seções retangulares laminadas, medidas de microdureza e resistência à tração (σ_t) dos fios.

Diâmetro inicial (mm)	Seção retang. (mm)	Dureza inicial (HV)	Dureza final (HV)	σ_t inicial (MPa)	σ_t final (MPa)
0,48	0,40x0,36	530 ± 20	555 ± 10	1780 ± 15	1850 ± 25
0,48	0,41x0,43	387 ± 14	421 ± 8	1330 ± 13	1650 ± 20
0,45	0,40x0,38	490 ± 14	510 ± 14	1730 ± 15	1760 ± 28
0,45	0,44x0,31	410 ± 14	496 ± 10	1323 ± 16	1735 ± 18

DISCUSSÃO

O laminador foi construído e os testes de laminação mostraram as dificuldades pertinentes à montagem do equipamento. É necessário o uso de máquinas e ferramentais que garantam a precisão dimensional dos componentes para otimizar os ajustes dos conjuntos mancal/eixo/disco nas placas de regulagem. O sistema de fixação destes componentes na base de sustentação do laminador é fundamental para manter a robustez do equipamento e conseqüentemente a qualidade dos fios. Neste trabalho, além da montagem do laminador, foram avaliados os aspectos tecnológicos que envolveram os efeitos da deformação nas propriedades mecânicas dos fios. É importante comparar a área inicial e final do fio para prever o grau de deformação imposto na laminação. Esta redução influenciará a resistência mecânica à fratura que é a especificação fundamental exigida pelas normas sobre fios ortodônticos. Quanto à velocidade de laminação, a quantidade revista é de 300 m/h. Para aperfeiçoar o processo será necessária a colocação de um instrumento de controle dimensional dos fios fabricados. Novos testes estão programados e com o apoio da FAPESP a conclusão deste trabalho por certo trará benefícios tecnológicos à área de Materiais Dentários.

CONCLUSÕES

A proposta de fabricar fios retangulares foi concretizada com a construção do laminador e para consolidar o desenvolvimento tecnológico será necessária a continuidade dos testes para definir as rotinas de fabricação das diversas secções de fios ortodônticos. A precisão dos ajustes na montagem, bem como o controle das secções e das propriedades mecânicas dos fios laminados, poderão aumentar a produtividade do equipamento, de maneira a atender a necessidade comercial da empresa.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo suporte financeiro referente ao Projeto PIPE - Processo 03/13312-9.

REFERÊNCIAS

- 1 THE HISTORY OF ORTHODONTICS. Designed in cooperation with The Shodor Education Inc, The University of North Carolina at Chapel Hill, Copyright 1999. Disponível em http://www.unc.edu/depts/appl_sci/ortho/. Acesso em: 01 fev. 2006.
- 2 SMIT, D.C.; PILLIAR, R. M.; CHERNECKI, R. Dental implant materials: some effects of preparative procedures on surface topography. *Journal of Biomedical Materials Research*, v.25, p.1045-1068, 1991.
- 3 KUZUY, R.P. Comparison of nickel-titanium wire sizes to conventional orthodontic arch wire materials. *Am. J. Orthod. Dent. Orthop.*, v.1981, p. 625-629, Jun. 1998.