

# Avaliação das propriedades mecânicas e dimensões de fios de sutura utilizados em cirurgias ortopédicas

*Assessment of mechanical properties and dimensions of suture threads utilized in orthopedic surgeries*

TRAJANO SARDENBERG<sup>1</sup>, SERGIO SWAIN MÜLLER<sup>2</sup>, PAULO ROBERTO DE ALMEIDA SILVARES<sup>2</sup>,  
ADRIANO BOVO MENDONÇA<sup>3</sup>, RAFAEL RISCALI DE LIMA MORAES<sup>3</sup>

## RESUMO

Fios de sutura de náilon (0, 3-0 e 4-0), poliéster trançado (0, 3-0 e 4-0) e polipropileno (0, 3-0 e 4-0) de 7 marcas comercializadas no Brasil, foram submetidos a análise de diâmetro, comprimento, resistência do encastamento, resistência à tração do fio sem nó e resistência à tração do fio com nó, segundo metodologia padronizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os resultados obtidos indicam que a maioria dos fios testados encontra-se dentro dos valores preconizados pela ABNT.

**Descritores:** Resistência à tração; Material de sutura; Propriedades mecânicas; Dimensões.

## INTRODUÇÃO

A qualidade dos materiais de implantes metálicos utilizados no tratamento cirúrgico das fraturas, como placas, parafusos e hastas intra-medulares é fundamental na obtenção da consolidação óssea e na reabilitação funcional do paciente. A qualidade dos fios de sutura empregados nas cirurgias apresenta a mesma importância. Em algumas cirurgias específicas, como tenorrrafias, miorrrafias, reparos ligamentares e reparos capsulares, a qualidade do fio de sutura é fator primordial na obtenção de bons resultados assim como as técnicas operatórias utilizadas. Cirurgiões preocupados especificamente no tratamento de lesões de tendões têm realizado estudos mecânicos com materiais de sutura mais comumente utilizados nessas operações<sup>(7,10)</sup>.

A busca do fio de sutura ideal caminha junto com a história da cirurgia. Galeno, no século II a.C., iniciou o uso do catagute em suturas e ligaduras. Joseph Lister, no século XIX d.C., confeccionava artesanalmente os seus fios cirúrgicos e realizou a desinfec-

## SUMMARY

*Surgical materials of monofilament nylon (0, 3-0 and 4-0), braided polyester (0, 3-0 and 4-0) and monofilament polypropylene (0, 3-0 and 4-0) of 7 trademarks commercialized in Brazil, was submitted to analysis of diameter, length, enmeshment resistance, tensile strength of surgery materials knotted and unknotted, according to ABNT. The results show that most of surgical materials was inside of preconizing patterns of ABNT.*

**Key words:** Tensile strenght; Suture materials; Mechanical properties.

## INTRODUCTION

*The quality of the materials forming the metallic implants used in the surgical treatment of fractures, such as intramedullar plates, screws and scapi, is fundamental to obtain bone consolidation and functionally rehabilitate the patient. The quality of the suture threads employed in surgeries is equally important. In some specific surgeries such as tenorrhaphies, miorrhaphies, ligament repairs and capsular repairs, the quality of the suture thread is a critical factor to obtain good results, as well as the surgical techniques employed. Surgeons particularly concerned with the management of tendon injuries have performed mechanical trials using the suture materials most commonly utilized in such operations<sup>(7,10)</sup>.*

*The search for the ideal suture thread walks along with the history of surgery. Back in the second century b.C. Galeno was the first to use catgut in sutures and ligatures. In the nineteenth century a.C. Joseph Lister used to make his surgi-*

Trabalho realizado no Departamento de Cirurgia e Ortopedia da Faculdade de Medicina de Botucatu da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FMB-UNESP)

1- Professor Assistente  
2- Professor Assistente Doutor  
3- Ex Médico Residente

Endereço para correspondência: Departamento de Cirurgia e Ortopedia  
Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP - Botucatu - São Paulo  
CEP 18618-970 - E-mail: tsarden@fmb.unesp.br

Work performed at the Departamento de Cirurgia e Ortopedia da Faculdade de Medicina de Botucatu da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FMB-UNESP)

1- Assistant Professor  
2- Assistant Professor, MD  
3- Former Internist

Address: Departamento de Cirurgia e Ortopedia  
Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP - Botucatu - São Paulo  
CEP 18618-970 - E-mail: tsarden@fmb.unesp.br

Trabalho recebido em 31/01/2002. Aprovado em 14/03/2003

ção dos mesmos com solução de ácido carbólico, iniciando a cirurgia asséptica<sup>(3)</sup>.

As características do fio de sutura ideal são: segurança no nó, adequada resistência tênsil, fácil manuseio, baixa reação tecidual, não possuir ação carcinogênica, não provocar ou manter infecção, manter as bordas da ferida aproximadas até pelo menos a fase proliferativa da cicatrização e ser resistente ao meio no qual atua e baixo custo<sup>(3)</sup>.

O desenvolvimento tecnológico mundial nas últimas duas décadas tem possibilitado aos cirurgiões utilizarem fios de sutura cada vez mais próximos do ideal. Por outro lado, o controle sobre a produção industrial dos fios de sutura por meio de testes e a fiscalização contínua da veracidade dos resultados é difícil de ser realizada, em razão principalmente, dos altos custos operacionais. Além disso, no nosso país não há nenhum órgão especializado que realize esse tipo de aferição. Deve-se, no entanto, lembrar que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no ano de 2002, iniciou processo administrativo de credenciamento de laboratórios para controle de qualidade nessa área de saúde.

Apesar dessas dificuldades, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, entidade privada, sem fins lucrativos, fundada em 1940, órgão responsável pela normatização de técnicas no país, edita periodicamente as "referências normativas" que são um conjunto de testes com metodologias padronizadas e com resultados mínimos a serem atingidos pelos fios de sutura comercializados no Brasil<sup>(1,2)</sup>.

O objetivo do presente estudo foi avaliar parâmetros mecânicos e de dimensões de alguns fios de sutura comercializados no Brasil e freqüentemente utilizados em cirurgias ortopédicas.

## MATERIAL E MÉTODO

Os fios de sutura analisados no presente estudo estão relacionados na Tabela 1.

Os parâmetros mecânicos e de dimensões analisados foram: comprimento do fio, diâmetro do fio, resistência do encastamento, resistência à tração do fio sem nó e resistência à tração do fio com nó.

A metodologia utilizada para o estudo dos parâmetros foi a descrita na norma NBR 13904, de julho de 1997, elaborada e editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas<sup>(2)</sup>, assim reco-

*cal threads by hand, disinfecting them with a carbolic acid solution, thus starting aseptic surgery<sup>(3)</sup>.*

*Ideally, a suture thread should present features such as a safe knot, proper tensile strength, easy handling, low tissular response, lack of carcinogenic action, not being prone to cause or maintain any infection, being able to keep the injury's borders close to one another at least until the proliferation phase of the healing, and resist to the medium where it will act, besides low cost<sup>(3)</sup>.*

*The global technological development during the last two decades has allowed surgeons to use suture threads that are closer and closer to an optimal thread. On the other hand, the control of the industrial production of suture threads by means of tests and constant inspection of the veracity of results is difficult, mainly due to the high operating costs. Besides, our country does not count on any agency specialized in this type of calibration. However, it is worth reminding that in 2002 ANVISA (Brazilian Health Surveillance Agency) started an administrative process of accreditation of quality control laboratories in this health area.*

*In spite of these drawbacks, periodically ABNT (Brazilian Association for Technical Standards), a non-profit private entity founded in 1940 that is the agency responsible for the standardization of techniques in Brazil, publishes the normative references consisting of a set of tests with standardized methodologies and recommending the minimum results to be provided by suture threads marketed in Brazil<sup>(1,2)</sup>.*

*The objective of this study is to evaluate the mechanical parameters and dimensions of several suture threads marketed in Brazil and frequently used in orthopedic surgeries, having as a reference the standards recommended by ABNT.*

## MATERIALS AND METHOD

*The suture threads analyzed in this study are included in Table 1.*

*The mechanical and dimensional parameters evaluated were thread length, diameter, strength, resistance to encasement, and tensile strength of knotted and non-knotted threads.*

*The methodology used to study the parameters is described in standard NBR 13904 of July 1997, developed and published by ABNT<sup>(2)</sup> that recommends the following: a) length: the thread was positioned on a flat sur-*

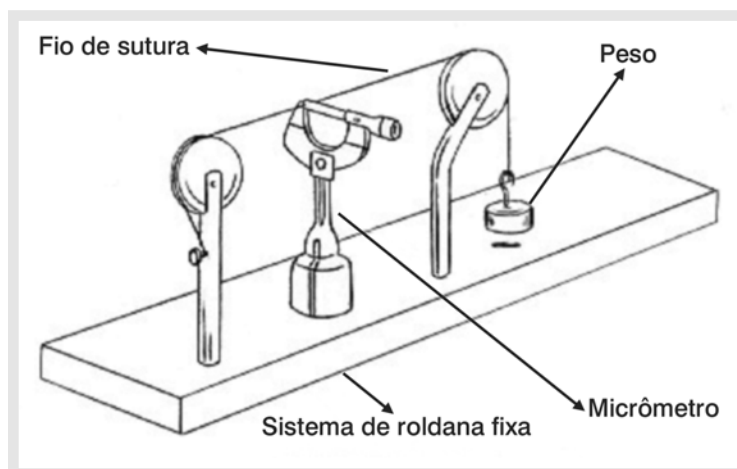
|   |
|---|
| Náilon 0 Ethilon Ethicon não agulhado de 150 cm, lote 469442              |
| Náilon 0 Point Suture agulhado de 45 cm, lote 02043                       |
| Náilon 3-0 Ethilon Ethicon agulhado de 75 cm, lote 420417                 |
| Náilon 3-0 Point Suture agulhado de 75 cm, lote 02071                     |
| Náilon 3-0 Brasuture não agulhado de 150 cm, lote 12298                   |
| Náilon 4-0 Ethilon Ethicon agulhado de 75 cm, lote 458480                 |
| Náilon 4-0 Point Suture agulhado de 75 cm, lote 02071                     |
| Poliéster trançado 0 Ethibond Ethicon agulhado de 75 cm, lote 460966      |
| Poliéster trançado 0 Pariéster Paramed agulhado de 75 cm, lote 0217/99    |
| Poliéster trançado 0 Poliéster Cirumédica não agulhado 45 cm, lote 200886 |
| Poliéster trançado 3-0 Ethibond Ethicon agulhado de 75 cm, lote 475749    |
| Poliéster trançado 3-0 Pariéster Paramed agulhado de 75cm, lote 0606/02   |
| Poliéster trançado 3-0 Synthofil B/Braun agulhado de 75cm, lote 5-1054    |
| Poliéster trançado 4-0 Ethibond Ethicon agulhado de 60 cm, lote 455498    |
| Poliéster trançado 4-0 Pariéster Paramed agulhado de 75cm, lote 0178/01   |
| Poliéster trançado 4-0 Synthofil B/Braun agulhado de 75cm, lote 5-0193    |
| Polipropileno 0 Prolene Ethicon agulhado de 75 cm, lote 474366            |
| Polipropileno 0 Point Suture agulhado de 75 cm, lote 02071                |
| Polipropileno 0 JP agulhado de 75 cm, lote 021599 P                       |
| Polipropileno 0 Paralene Paramed agulhado de 75 cm, lote 0743/01          |
| Polipropileno 3-0 Prolene Ethicon agulhado de 75 cm, lote 461921          |
| Polipropileno 3-0 Point Suture agulhado de 75 cm, lote 02071              |
| Polipropileno 3-0 Paralene Paramed agulhado de 75 cm, lote 0026/02        |
| Polipropileno 3-0 Propilene Cirumédica agulhado de 75 cm, lote 200714     |
| Polipropileno 3-0 Premilene B/Braun agulhado de 75 cm, lote 5161          |
| Polipropileno 4-0 Prolene Ethicon agulhado de 75 cm, lote 470525          |
| Polipropileno 4-0 Point Suture agulhado de 75 cm, lote 02071              |
| Polipropileno 4-0 Propilene Cirumédica agulhado de 75 cm, lote 200714     |
| Polipropileno 4-0 JP agulhado de 75 cm, lote 021620 N                     |
| Polipropileno 4-0 Premilene B/Braun agulhado de 75 cm, lote 5-1205        |
| Polipropileno 4-0 Paralene Paramed agulhado de 75 cm, lote 0189/02        |

Fonte: FMB - UNESP

**Tabela 1 - Tipo, dimensão e marca dos fios de sutura testados.**

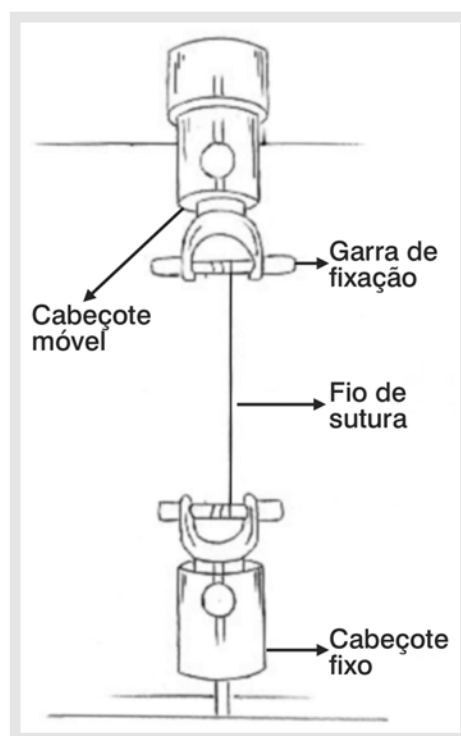
**Table 1 - Type, dimensions and brands of suture threads tested.**

mendada: a) comprimento: o fio foi colocado e medido com régua sobre uma superfície plana, por meio de uma escala rígida, sem tensioná-lo. O comprimento de cada fio não deve ter variação superior a 5% do comprimento escrito na embalagem individual; b) diâmetro: determinado com micrômetro, utilizando um sistema de roldana fixa a uma mesa, para mantê-lo tensionado. Uma das extremidades do fio foi fixada a um grampo, e o restante do fio passado pelo centro da base, com a ponta livre fixada a um peso com massa de 1080 g para os fios zero, 480 g para os fios 3-0 e 300 g para os fios 4-0. O diâmetro foi medido em 3 pontos, aproximadamente a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{3}{4}$  do seu comprimento total (Figura 1); c) resistência do encastamento: o ensaio foi realizado com máquina universal de tração. A agulha foi fixada em um das garras do equipamento (duas chapas de aço paralelas, comprimidas entre si por 6 parafusos com porcas dispostas nas laterais, de modo que a parte encastada estivesse livre e alinhada com o eixo da força aplicada pelo cabeçote móvel. A extremidade livre do fio era presa no prendedor móvel, que era composto de um cilindro de aço, de modo que o fio desse 3 voltas ao redor do cilindro; d) resistência a tração do fio sem nó: o ensaio foi realizado com máquina universal de tração. As extremidades do fio foram fixadas em prendedores cilíndricos, de modo que o fio desse 3 voltas ao redor do cilindro. O equipamento era acionado até a ruptura do fio. Toda vez que o fio rompeu em um ponto próximo (até 1,3 cm) dos prendedores, o resultado foi desprezado (Figura 2); e) resistência a tração do fio com nó: a resistência à tração foi mensurada sobre o fio, com nó cirúrgico. Este nó foi efetuado pegando-se as pontas do fio, uma em cada mão, colocando a ponta que se



**Figura 1 - Representação do equipamento utilizado para tensionamento e mensuração do diâmetro do fio.**

**Figure 1 - Illustration of the device used to tension and measure the thread's diameter.**



**Figura 2 - Representação do corpo de prova montado e fixado às garras para a realização do ensaio mecânico.**

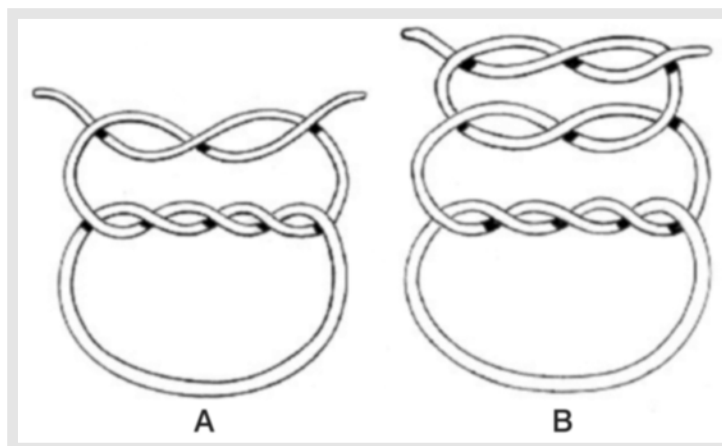
**Figure 2 - Illustration of the specimen sample already positioned and fixed to clamps as a preparation for the mechanical test.**

thread. To make this knot, each end of the thread was held by one hand and the right-hand end of the thread was positioned over the left-hand end of the thread, forming a circle; then the superimposed end was introduced twice in the cir-

face and measured with no tension in it with a rigid scale (rule). The length of each thread should not show any variation greater than 5% of the length printed on the individual package; b) diameter: measured with a micrometer and using a fixed pulley system mounted on a table, in order to keep the thread tensioned. One end of the thread was fixed with a clamp, while the rest of the thread was passed through the center of the base, the free end being fixed to a weight of 1080 g for threads 0; 480 g for threads 3-0; and 300 g for threads 4-0. The diameter was measured in 3 points at distances approximately equal to  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{3}{4}$  of the total length of the thread (Figure 1); c) resistance to encasement: for this test, a universal tension device was used. The needle was fixed to one of the clamps of the device (which is formed by two parallel steel plates mutually compressed by 6 screws & bolts at both sides) so that the encased portion would be free and aligned with the axis of the force applied by the poppet head. The free end of the thread was fixed in the movable holder consisting of a steel cylinder around which the thread was wound 3 times; d) tensile strength of the unknotted thread: the test was performed with a universal tension device. The ends of the thread were fixed in two cylindrical holders around which the thread was wound 3 times. Then the device was actuated until the thread would break. Each time the thread broke at a point too close (up to 1.3 cm) to the cylindrical holders, the value obtained was neglected (Figure 2); e) tensile strength of the knotted thread: the tensile strength was measured on a surgically knotted

face and measured with no tension in it with a rigid scale (rule). The length of each thread should not show any variation greater than 5% of the length printed on the individual package; b) diameter: measured with a micrometer and using a fixed pulley system mounted on a table, in order to keep the thread tensioned. One end of the thread was fixed with a clamp, while the rest of the thread was passed through the center of the base, the free end being fixed to a weight of 1080 g for threads 0; 480 g for threads 3-0; and 300 g for threads 4-0. The diameter was measured in 3 points at distances approximately equal to  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{3}{4}$  of the total length of the thread (Figure 1); c) resistance to encasement: for this test, a universal tension device was used. The needle was fixed to one of the clamps of the device (which is formed by two parallel steel plates mutually compressed by 6 screws & bolts at both sides) so that the encased portion would be free and aligned with the axis of the force applied by the poppet head. The free end of the thread was fixed in the movable holder consisting of a steel cylinder around which the thread was wound 3 times; d) tensile strength of the unknotted thread: the test was performed with a universal tension device. The ends of the thread were fixed in two cylindrical holders around which the thread was wound 3 times. Then the device was actuated until the thread would break. Each time the thread broke at a point too close (up to 1.3 cm) to the cylindrical holders, the value obtained was neglected (Figure 2); e) tensile strength of the knotted thread: the tensile strength was measured on a surgically knotted

encontra na mão direita sobre a ponta da mão esquerda (formando um círculo). Introduzimos então, a ponta sobreposta no círculo 2 vezes. O nó foi preso no suporte da máquina e a ponta do fio da mão esquerda foi colocada sobre a ponta do fio da mão direita, fechando o nó. Para os fios de náilon monofilamentar e poliéster trançado, foi repetida a última etapa (a ponta do fio da mão esquerda foi colocada novamente na ponta do fio da mão direita, fechando o nó) (Figura 3). O fio foi colocado na máquina de ensaios de modo que o nó ficasse equidistante das garras.



**Figura 3 - Tipos de nós utilizados:** A - utilizado nos fios de polipropileno monofilamentar; B- utilizado nos fios de náilon monofilamentar e poliéster trançado.

**Figure 3 - Types of knots employed:** A – knot employed for polypropylene monofilament threads; B – knot employed for nylon monofilament- and braided polyester threads.

Os testes de resistência a tração e do encastamento foram realizados em máquina universal de ensaios mecânicos (EMIC Curitiba-PR), modelo DL 10000, com velocidade de 30 mm/min com célula de carga de 50 N para os fios 3-0 e 4-0, e de 1000 N para os fios 0.

A mensuração do diâmetro foi realizada com micrômetro com abertura de 0 a 25 mm, precisão de 0,001 mm, modelo 102-119 da marca Mitutoyo. A mensuração do comprimento foi realizada com régua metálica.

O número da amostra para cada parâmetro estudado foi 5. Os valores obtidos foram comparados com os citados na norma NBR 13904 da ABNT <sup>(2)</sup>.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

| Marca         | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm) | Resistência máxima (N) |              |              |
|---------------|------------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|
|               |                  |               | Fio sem nó             | Fio com nó   | Encastamento |
| Point suture  | 44,2 ± 0,58      | 0,358 ± 0,005 | 59,45 ± 3,89           | 38,47 ± 2,66 | 33,40 ± 2,13 |
| Ethilon       | 151,1 ± 0,89     | 0,356 ± 0,005 | 69,01 ± 1,31           | 45,23 ± 7,65 | ●            |
| ABNT (mínimo) | ★                | 0,350 – 0,399 | †                      | 21,18        | 14,71        |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 2 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo náilon 0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 2 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of the unknotted thread, knotted thread, and resistance to encasement, for nylon 0 threads.**

★ - Variação de até 5% do comprimento descrito na embalagem individual.  
 † - Dado não existente na norma NBR 13904.  
 ★ - Fora do padrão ABNT.  
 ● - Fio não agulhado.

cle. The knot was fixed in the device's holder and the left-hand end of the thread was superimposed to the right-hand end of the thread, thus closing the knot. This last step was repeated for nylon monofilament threads and braided polyester threads (that is, the left-hand end was superimposed again to the right-hand end of the thread, closing the knot) (Figure 3). The thread was positioned on the test device so that the knot would be midway between the clamps.

The tensile strength and encasement tests were performed using a universal device for mechanical tests (EMIC Curitiba, PR) model DL 10000, at a speed of 30 mm/min with a 50 N cell load for threads 3-0 and 4-0 and 1000 N for threads 0.

The diameter was measured using a 0.001-mm accuracy, 0-25 mm range Mitutoyo micrometer caliper model 102-119. The length was measured with a metal rule.

Each parameter was measured 5 times for each sample. A comparison was made between the values obtained and the values mentioned in ABNT's NBR 13904 standard <sup>(2)</sup>.

## RESULTS

The results obtained are included in Tables 2 to 10.

| Marca         | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm)  | Resistência máxima (N) |               |               |
|---------------|------------------|----------------|------------------------|---------------|---------------|
|               |                  |                | Fio sem nó             | Fio com nó    | Encastamento  |
| Point suture  | 76,00 ± 1,31     | 0,259 ± 0,001* | 29,51 ± 3,660          | 21,28 ± 2,389 | 25,16 ± 2,575 |
| Ethilon       | 76,34 ± 1,07     | 0,25 ± 0*      | 28,60 ± 1,291          | 16,91 ± 1,692 | 15,46 ± 1,53  |
| Brasuture     | 149,76 ± 0,42    | 0,208 ± 0,006  | 16,99 ± 1,803          | 13,08 ± 0,95  | ●             |
| ABNT (mínimo) | ★                | 0,200 – 0,249  | †                      | 9,41          | 6,67          |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 3 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo náilon 3-0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 3 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of nylon 3-0 threads.**

★ - Variation of up to 5% of the length printed on the individual packaging.  
 † - Value not included in the NBR 13904 standard.  
 ★ - Does not meet the ABNT standard.  
 ● - Non-needled thread.

| Marca         | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm)  | Resistência máxima (N) |              |              |
|---------------|------------------|----------------|------------------------|--------------|--------------|
|               |                  |                | Fio sem nó             | Fio com nó   | Encastamento |
| Point suture  | 74,68 ± 0,25     | 0,223 ± 0,004* | 22,87 ± 0,44           | 16,93 ± 2,52 | 12,12 ± 0,99 |
| Ethilon       | 75,72 ± 0,29     | 0,200 ± 0*     | 18,95 ± 2,17           | 11,29 ± 1,90 | 11,04 ± 2    |
| ABNT (mínimo) | ★                | 0,150 – 0,199  | ♦                      | 5,88         | 4,41         |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 4 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo náilon 4-0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 4 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of nylon 4-0 threads.**

| Marca                | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm) | Resistência máxima (N) |              |              |
|----------------------|------------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|
|                      |                  |               | Fio sem nó             | Fio com nó   | Encastamento |
| Ethibond             | 74,98 ± 0,04     | 0,352 ± 0,004 | 74,30 ± 5,17           | 33,75 ± 1,34 | 29,71 ± 3,63 |
| Pariéster            | 75,04 ± 0,39     | 0,373 ± 0,004 | 44,79 ± 2,56           | 27,0 ± 4,31  | 29,54 ± 6,59 |
| Poliéster cirurúgica | 46,30 ± 0,19     | 0,356 ± 0,005 | 72,01 ± 3,22           | 33,50 ± 2,06 | ●            |
| ABNT (mínimo)        | ★                | 0,350 - 0,399 | ♦                      | 21,18        | 14,71        |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 5 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo poliéster trançado 0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 5 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of braided polyester 0 threads.**

| Marca             | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm) | Resistência máxima (N) |              |              |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|
|                   |                  |               | Fio sem nó             | Fio com nó   | Encastamento |
| Ethibond          | 74,84 ± 0,05     | 0,218 ± 0,005 | 25,81 ± 3,80           | 17,80 ± 0,59 | 16,29 ± 3,44 |
| Synthofil B/Braun | 71,10 ± 0,46*    | 0,216 ± 0,005 | 21,60 ± 4,39           | 16,81 ± 0,74 | 12,46 ± 2,70 |
| Pariéster         | 76,1 ± 0,71      | 0,210 ± 0,004 | 19,63 ± 5,21           | 14,27 ± 1,55 | 13,61 ± 2,67 |
| ABNT (mínimo)     | ★                | 0,200 – 0,249 | ♦                      | 9,41         | 6,67         |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 6 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) com fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo poliéster trançado 3-0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 6 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) with unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of braided polyester 3-0 threads.**

| Marca             | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm) | Resistência máxima (N) |              |              |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|
|                   |                  |               | Fio sem nó             | Fio com nó   | Encastamento |
| Ethibond          | 60,30 ± 0,27     | 0,159 ± 0,008 | 20,34 ± 3,96           | 11,76 ± 0,27 | 11,23 ± 1,78 |
| Synthofil B/Braun | 71,12 ± 0,70*    | 0,173 ± 0,004 | 20,26 ± 1,99           | 12,23 ± 0,78 | 11,36 ± 0,48 |
| Pariéster         | 75,22 ± 0,79     | 0,164 ± 0,003 | 21,63 ± 1,54           | 11,98 ± 0,70 | 12,52 ± 3,06 |
| ABNT (mínimo)     | ★                | 0,150 – 0,199 | ♦                      | 5,88         | 4,41         |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 7 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo poliéster trançado 4-0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 7 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of braided polyester 4-0 threads.**

| Marca            | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm) | Resistência máxima (N) |               |              |
|------------------|------------------|---------------|------------------------|---------------|--------------|
|                  |                  |               | Fio sem nó             | Fio com nó    | Encastamento |
| Prolene          | 78,76 ± 0,25     | 0,369 ± 0,006 | 54,33 ± 2,73           | 34,60 ± 3,31  | 18,53 ± 3,22 |
| Point suture     | 74,94 ± 0,33     | 0,376 ± 0,006 | 46,99 ± 1,38           | 26,82 ± 4,42  | 23,32 ± 2,67 |
| Polipropileno JP | 76,14 ± 1,03     | 0,370 ± 0     | 50,49 ± 0,35           | 20,34 ± 4,93* | 25,13 ± 4,38 |
| Paralene         | 74,98 ± 0,33     | 0,376 ± 0,004 | 49,61 ± 0,78           | 21,85 ± 1,40  | 27,98 ± 3,77 |
| ABNT (mínimo)    | ★                | 0,350 – 0,399 | ♦                      | 21,18         | 14,71        |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 8 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo polipropileno 0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 8 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of polypropylene 0 threads.**

| Marca             | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm) | Resistência máxima (N) |              |              |
|-------------------|------------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|
|                   |                  |               | Fio sem nó             | Fio com nó   | Encastamento |
| Prolene           | 77,92 ± 0,24     | 0,232 ± 0,003 | 19,26 ± 1,75           | 14,62 ± 1,90 | 9,870 ± 0,97 |
| Point suture      | 75,38 ± 0,34     | 0,233 ± 0,002 | 14,76 ± 2,19           | 11,98 ± 0,31 | 12,41 ± 1,08 |
| Propilene         | 76,78 ± 0,31     | 0,235 ± 0,003 | 21,87 ± 1,17           | 12,33 ± 0,69 | 15,15 ± 1,30 |
| Paralene          | 74,70 ± 0,40     | 0,235 ± 0,004 | 20,87 ± 1,52           | 14,98 ± 2,87 | 19,02 ± 0,95 |
| Premilene B/Braun | 75,14 ± 2,18     | 0,232 ± 0,004 | 21,72 ± 1,59           | 13,17 ± 2,52 | 13,57 ± 1,00 |
| ABNT (mínimo)     | ★                | 0,200 – 0,249 | ♦                      | 9,41         | 6,67         |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 9 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo polipropileno 3-0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 9 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of polypropylene 3-0 threads.**

| Marca                | Comprimento (cm) | Diâmetro (mm) | Resistência máxima (N) |             |              |
|----------------------|------------------|---------------|------------------------|-------------|--------------|
|                      |                  |               | Fio sem nó             | Fio com nó  | Encastamento |
| Prolene              | 77,82 ± 0,13     | 0,180 ± 0,006 | 14,99 ± 1,73           | 9,40 ± 0,50 | 5,28 ± 1,43  |
| Propilene cirurúgica | 77,54 ± 0,32     | 0,184 ± 0,003 | 12,15 ± 1,15           | 8,06 ± 0,93 | 8,28 ± 1,31  |
| Paralene             | 73,88 ± 0,21     | 0,180 ± 0,007 | 13,03 ± 0,78           | 7,76 ± 1,34 | 10,58 ± 0,59 |
| Premilene            | 75,18 ± 0,39     | 0,186 ± 0,004 | 13,64 ± 0,28           | 7,56 ± 1,36 | 8,85 ± 1,35  |
| Polipropileno JP     | 76,04 ± 0,40     | 0,189 ± 0,007 | 13,63 ± 0,31           | 8,59 ± 1,71 | 12,14 ± 0,29 |
| Point suture         | 74,48 ± 0,54     | 0,189 ± 0,001 | 11,34 ± 1,55           | 7,81 ± 0,63 | 8,97 ± 0,69  |
| ABNT (mínimo)        | ★                | 0,150 – 0,199 | ♦                      | 5,88        | 4,41         |

Fonte: FMB – UNESP

**Tabela 10 - Média e desvio padrão das variáveis de comprimento (cm), diâmetro (mm), resistência máxima à tração (N) do fio sem nó, com nó e escastoamento, do grupo polipropileno 4-0 e referência do padrão ABNT.**

**Table 10 - Mean values and standard deviation and ABNT reference standard values of the following variables: length (cm), diameter (mm), maximum tensile strength (N) of unknotted thread and knotted thread, as well as the resistance to encasement of polypropylene 4-0 threads.**

★ - Variação de até 5% do comprimento descrito na embalagem individual.

♦ - Dado não existente na norma NBR 13904.

\* - Fora do padrão ABNT.

● - Fio não agulhado.

★ - Variation of up to 5% of the length printed on the individual packaging.

♦ - Value not included in the NBR 13904 standard.

\* - Does not meet the ABNT standard.

● - Non-needled thread.

## DISCUSSÃO

As propriedades dos fios de sutura são divididas em características físicas, de manuseio e de reação tecidual<sup>(4)</sup>. O presente estudo é limitado às características físicas, particularmente às dimensões, resistência do encastamento e resistência à tração do fio sem nó e com nó.

A comparação das características de dimensões (comprimento e diâmetro), observadas na presente amostra, com os padrões da norma NBR13904 da ABNT<sup>(2)</sup>, apresenta importância relativa no uso prático dos fios de sutura, sendo mais relevante para o controle de qualidade da fabricação e comercialização.

As características relativas às propriedades mecânicas, no presente estudo especificamente a resistência do encastamento e a resistência à tração do fio sem nó e com nó, são fundamentais em cirurgias ortopédicas. A resistência do encastamento, isto é, a resistência do fio em relação à fixação na agulha, é importante na realização de pontos cirúrgicos, sendo fácil compreender que uma agulha que se solte do fio durante a sua passagem por um tendão, compromete totalmente a técnica operatória. Os protocolos de pós-operatórios que recomendam mobilização articular precoce exigem que a sutura apresente resistência adequada imediata, a qual depende, antes da fase proliferativa da cicatrização, do tipo de fio de sutura, associado ao tipo de ponto e ao número de nós empregados.

A necessidade de testar a resistência do fio sem nó e com nó, esta fundamentada no fato de que quando o cirurgião aperta o nó da sutura, espera-se que não haja soltura desse ponto até a fase proliferativa da cicatrização tecidual<sup>(5,6,8,10)</sup>. A análise dos resultados dos ensaios mecânicos destaca essa importância, uma vez que a resistência máxima do fio com nó foi significativamente menor em relação ao fio sem nó, em toda a amostra do presente estudo.

As características relativas à resistência à tração dos fios de sutura tem sido estudadas no sentido de orientar os cirurgiões na escolha do fio ideal, havendo a comparação entre diversos materiais de sutura<sup>(5,8,10,11)</sup>. No presente estudo as comparações foram realizadas em relação aos padrões recomendados pela norma NBR13904 da ABNT<sup>(2)</sup>, dentro do objetivo do estudo, isto é, analisar os fios de sutura comercializados no Brasil em relação ao padrão nacional recomendado.

A norma NBR 13904 da ABNT<sup>(2)</sup> não recomenda especificamente a velocidade de aplicação de carga para os ensaios mecânicos de resistência. No presente estudo utilizou-se a velocidade de 30 mm/min, considerada velocidade média<sup>(9)</sup>.

Os fios de poliéster trançado e de náilon foram testados com nó recomendado pela norma NBR 13904 da ABNT<sup>(2)</sup>, porém com uma laçada a mais (Figura 3B), para evitar o escorregamento notado no estudo piloto previamente realizado, do mesmo modo que observado por Trail et al.<sup>(10)</sup>.

A análise dos resultados da resistência à tração do fio sem nó e com nó da amostra do presente estudo para os fios de náilon 4-0, poliéster 4-0 e polipropileno 4-0 demonstrou semelhança com os resultados relatados por Trail et al.<sup>(10)</sup>.

A análise dos resultados da amostra do presente estudo, comparado com os padrões da norma NBR13904 da ABNT<sup>(2)</sup> indicam:

## DISCUSSION

*The features of the suture threads are grouped by their physical properties, handling properties, and tissular response properties<sup>(4)</sup>. The present study is limited to physical properties, particularly dimensions, resistance to encasement and tensile strength of the unknotted thread and knotted thread.*

*The comparison between the dimensions (length and diameter) observed in the present sample and the standards of ABNT's NBR 13904<sup>(2)</sup> is only relatively important in the practical use of suture threads, being more relevant for the quality control in the manufacturing and marketing of the threads.*

*The features regarding mechanical properties, more specifically the resistance to encasement and tensile strength of both the unknotted and knotted thread are fundamental in orthopedic surgeries. The resistance to encasement, that is, the thread's strength as regards its fastening to the needle, is important when surgical knots are made, since it can be easily understood that a thread that separates from its needle while passing through a tendon will impair the whole surgical technique. Post-operative protocols that recommend early articular mobilization demand that the suture immediately show the proper strength that, until the proliferative phase of the healing is reached, will depend on the type of the suture thread employed, as well as on the type of stitch and the number of knots employed.*

*The need to test the strength of the unknotted thread and knotted thread is based on the fact that, as the surgeon tightens the suture's knot, it is expected that the stitch will not loosen until the proliferative phase of the tissular healing is reached<sup>(5,6,8,10)</sup>. The analysis of the mechanical test results underlines such importance, since the maximum strength of the knotted thread was significantly lower than that of the unknotted thread, in all samples investigated in this study.*

*The tensile strength characteristics of suture threads have been studied viewing to guide surgeons in the selection of the optimal thread by comparing several suture materials<sup>(5,8,10,11)</sup>. In the present study comparisons were made with the standards recommended by ABNT's NBR 13904<sup>(2)</sup> within the objectives of the study, which consists of analyzing suture threads marketed in Brazil as compared to the recommended Brazilian standard.*

*ABNT's NBR 13904 standard<sup>(2)</sup> does not specify the speed of load charge in mechanical tests for strength. In this study, the speed used was 30 mm/min, which is considered an average value<sup>(9)</sup>.*

*The braided polyester- and nylon threads were tested with a type of knot recommended by ABNT's NBR 13904 standard<sup>(2)</sup>, although with an extra loop (Figure 3B) to avoid sliding as noticed in the previous pilot study and also observed by Trail et al<sup>(10)</sup>.*

*The analysis of the results of tensile strength of the unknotted thread and knotted thread with the sample of this study for nylon 4-0 threads, polyester 4-0 threads and polypropylene 4-0 threads showed that such results are similar to the ones reported by Trail et al<sup>(10)</sup>.*

*A comparative analysis of the results from the present study and ABNT's NBR 13904<sup>(2)</sup> standards indicates that:*

- a) em relação ao fio de náilon 0: todos os fios da amostra encontram-se dentro dos padrões;
- b) em relação ao fio de náilon 3-0: as marcas Point Suture e Ethicon apresentam diâmetro maior que o recomendado;
- c) em relação ao fio de náilon 4-0: as marcas Point Suture e Ethicon apresentam diâmetro maior que o recomendado;
- d) em relação ao fio de poliéster 0: todos os fios da amostra encontram-se dentro dos padrões;
- e) em relação ao fio de poliéster 3-0: a marca Synthofil B/Braun apresentou comprimento menor que o recomendado;
- f) em relação ao fio de poliéster 4-0: a marca Synthofil B/Braun apresentou comprimento menor que o recomendado;
- g) em relação ao fio de polipropileno 0: a marca JP apresentou resistência com nó menor que o recomendado;
- h) em relação ao fio de polipropileno 3-0: todos os fios da amostra encontram-se dentro dos padrões;
- i) em relação ao fio de polipropileno 4-0: todos os fios da amostra encontram-se dentro dos padrões.

## CONCLUSÕES

A análise dos parâmetros mecânicos e de dimensões de 31 tipos de fios de sutura de 7 marcas comercializados no Brasil, indicou que 77,42% da amostra encontra-se dentro dos padrões recomendados pela ABNT<sup>(2)</sup>.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sr. Luis Carlos Edevalter Bardella, pelo auxílio na realização dos ensaios, ao Sr. Marcos Eduardo Barreiros Aloise, pelas ilustrações, Sr. Carlos Luís Miguel, pela edição de textos e tabelas, Engenheiro Manoel Álvaro Guimarães e Sr. José Vicente Fortes, pela montagem dos métodos de aferição das dimensões dos materiais estudados

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Apresentação. [on line]. [acesso 18 set 2002]. Rio de Janeiro, 3, 2002. disponível em: [http://www.abnt.org.br/instit\\_apresen\\_body.htm](http://www.abnt.org.br/instit_apresen_body.htm).
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13904: Fios para sutura cirúrgica. Rio de Janeiro, 12, 1997.
3. Hering FLO, Gabor S. Introdução. In: Bases técnicas e teóricas dos fios de sutura. São Paulo: Roca, 1993. p.1-4.
4. Hering FLO, Gabor S. Propriedades dos fios de sutura. In: Bases técnicas e teóricas dos fios de sutura. São Paulo: Roca, 1993. p.9-22.
5. Hermann JB. Tensile strength and knot security of surgical suture materials. *Am Surg* 37:209-217, 1971.
6. Holmlund DEW. Knot properties of surgical suture materials. *Acta Chir Scand* 140:355-362, 1974.
7. Ketchum LD, Martin N L, Kappel DA. Experimental evaluation of factors affecting the strength of tendon repairs. *Plast Reconstr Surg* 59:709-719, 1977.
8. Muller SS, Sardenberg T, Danieli MV, Pizol F. Avaliação biomecânica de sutura tendinosa com 3 tipos de fios cirúrgicos: estudo experimental em cães. In: III Congresso Gaúcho de Ortopedia e Traumatologia. Porto Alegre, 2002.
9. Smith BA, Livesay GA, Wood SLY. Biology and biomechanics of the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med* 12:637-670, 1993.
10. Trail IA, Powell ES, Noble, J. An evaluation of suture materials used in tendon surgery. *J Hand Surg Br* 14:422-427, 1989.
11. Wright, PE. Lesões dos tendões flexores e extensores. In: Crenshaw AH, ed. *Cirurgia ortopédica de Campbell*. São Paulo: Manole, 1997. p.3230-3231.

- a) regarding nylon 0 thread: all samples meet the standard;
- b) regarding nylon 3-0 thread: Point Suture and Ethicon have diameters that is larger than the recommended value;
- c) regarding nylon 4-0 thread: Point Suture and Ethicon have diameters larger than the recommended value;
- d) regarding polyester 0 thread: all samples meet the standard;
- e) regarding polyester 3-0 thread: B/Braun Synthofil showed a length that is shorter than the recommended value;
- f) regarding polyester 4-0 thread: B/Braun Synthofil showed a length that is shorter than the recommended value;
- g) regarding polypropylene 0 thread: JP showed a resistance with the knotted thread that is lower than the recommended value;
- h) regarding polypropylene 3-0 thread: all samples meet the standard;
- i) regarding polypropylene 4-0 thread: all samples meet the standard.

## CONCLUSIONS

The analysis of the mechanical and dimensional parameters of 31 types of suture threads from 7 brands marketed in Brazil indicated that 77.42% of the samples meet the standard recommended by ABNT<sup>(2)</sup>.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Mr. Luis Carlos Edevalter Bardella for his help in performing the tests; to Mr. Marcos Eduardo Barreiros Aloise for the illustrations; to Mr. Carlos Luis Miguel for editing the texts and tables; to Engineer Manoel Alvaro Guimaraes and Mr. Jose Vicente Fortes for setting up the calibration methods for the measurement of the dimensions of the materials investigated.