



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0619542-3 A2**

(22) Data de Depósito: 15/11/2006  
(43) Data da Publicação: 04/10/2011  
(RPI 2126)



(51) *Int.Cl.:*  
G10D 3/10  
C22C 38/40

(54) **Título:** CORDA PARA INSTRUMENTO MUSICAL E INSTRUMENTO COMPREENDENDO A REFERIDA CORDA

(57) **Resumo:** CORDA PARA INSTRUMENTO MUSICAL E INSTRUMENTO COMPREENDENDO A REFERIDA CORDA. A presente publicação se refere a uma corda para um instrumento musical compreendendo aço inoxidável endurecido por precipitação. A corda possui uma resistência superior à relaxação e à corrosão, aumentando assim a sua estabilidade de sintonização e mantendo sua qualidade de som, prolongando dessa forma sua vida útil.

(30) **Prioridade Unionista:** 07/12/2005 SE 0502693-5

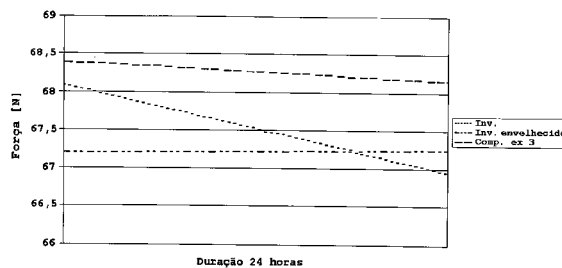
(73) **Titular(es):** Sandvik Intellectual Property AB

(72) **Inventor(es):** Berglund, Göran, Vosough, Sina

(74) **Procurador(es):** MAGNUS ASPEBY/CLAUDIO SZABAS

(86) **Pedido Internacional:** PCT SE2006050478 de 15/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/067135de 14/06/2007



  
**PI0619542-3**

**"CORDA PARA INSTRUMENTO MUSICAL E INSTRUMENTO COMPREENDENDO  
A REFERIDA CORDA"**

**Campo da invenção**

5           A presente invenção se refere a uma corda para instrumento musical, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1.

**Antecedentes da invenção**

10           Tal corda é conhecida, por exemplo, do documento US 4333379, e compreende um núcleo de aço de ferro fundido cinza bronzeado.

          Uma corda para instrumento musical deve possuir muitas propriedades diferentes. A mais importante é uma  
15   alta resistência mecânica que permita que a corda seja puxada à sua frequência de melodia, e resista a variações na tensão da corda quando a mesma é tocada. O nível de resistência mecânica requerida depende do diâmetro da corda. Cordas mais finas são utilizadas para os sons  
20   maiores e, geralmente, quanto mais fina a corda, maior a resistência mecânica requerida. Por exemplo, uma corda de guitarra de 0,254 mm (0,010") utilizada para um som E deve possuir uma resistência à tensão de pelo menos 1500 MPa para ser ajustada. Além disso, para que seja capaz de  
25   resistir com segurança às tensões criadas quando tocada por uma palheta, a corda de 0,254 mm deveria possuir, preferencialmente, uma resistência à tensão de, aproximadamente, 2500 MPa.

          Uma outra propriedade importante é a resistência à  
30   relaxação do material da corda. Esta propriedade se refere,

basicamente, a quão bem a corda da guitarra manterá seu ajuste. Por exemplo, uma perda de força na magnitude de 1 N em uma corda de 0,33 mm de diâmetro, puxada ao som B em uma guitarra (isto é, 247 Hz) corresponde a uma queda de, aproximadamente, 2 Hz na frequência. Como o ouvido humano pode detectar a diferença entre, por exemplo, 440 Hz e 441 Hz, uma perda de força de 1 N será audível para o ouvido humano. Se uma queda como esta ocorre, a corda deverá ser reajustada. O reajuste freqüente é incômodo para o músico e irá, ao longo do tempo, deteriorar as propriedades da corda. Portanto, eventualmente, a qualidade do som da corda será afetada e, conseqüentemente, a vida útil da corda também. Conseqüentemente, para aumentar a estabilidade da sintonia, a qualidade do som e a vida útil da corda, é desejável que o material da corda possua uma alta resistência à relaxação.

Uma outra propriedade essencial do material da corda é a sua habilidade em ser estirada a frio até as dimensões requeridas do fio, sem que os mesmos se tornem muito quebradiços. Ademais, a corda pode constituir um fio único, um ou mais fios trançados ou um fio encapado. Isto, por sua vez, requer que o material seja suficientemente dúctil para permitir que o fio da corda seja torcido.

No caso de uma corda para instrumentos elétricos, como uma guitarra elétrica, o som gerado pela corda é um resultado das propriedades eletromagnéticas da corda. A maioria das guitarras elétricas emprega reprodutores fonográficos eletromagnéticos, que consistem de uma bobina com um magneto permanente. As cordas vibrantes provocam mudanças no fluxo magnético através da bobina, induzindo

assim sinais elétricos na bobina, que são então transferidos para um amplificador de guitarra onde o sinal é processado e amplificado. Quanto mais magnética é uma corda, maior será a voltagem produzida na bobina e, como  
5 consequência, maior será o som criado.

Além disso, uma corda de um instrumento musical é exposta a diferentes tipos de corrosão. A corrosão manchará a corda, afetando assim tanto as propriedades mecânicas quanto as propriedades de afinação ao longo do tempo. Um  
10 tipo de corrosão a qual uma corda é submetida é a corrosão atmosférica que pode ser significativa no caso do aço carbono, quando o mesmo é submetido a condições de umidade e calor, ou quando o instrumento musical é utilizado em ambientes externos. Além disso, substâncias como suor e  
15 gordura podem ser transferidas do músico para a corda, o que pode resultar em um risco de corrosão da corda. O suor humano contém cloreto de sódio, que é altamente corrosivo. Substâncias gordurosas, por outro lado, podem agregar outras substâncias que corroem a corda levemente e  
20 descolorem a sua superfície permanentemente.

Cordas comuns são normalmente construídas de aço carbono alto estirado em fios de diferentes diâmetros. Aço carbono possui muitas qualidades, como ser fácil de estirar em fios com altos níveis de resistência sem que se tornem  
25 quebradiços. Contudo, o maior inconveniente da utilização do aço carbono em cordas musicais é que o mesmo enferruja facilmente, manchando a superfície, o que afetará a qualidade do som e as características sonoras da corda. O manchamento é uma razão comum para a reparação de um  
30 instrumento.

Muitas tentativas para conter a corrosão sobre cordas de aço carbono têm sido realizadas sem sucesso, por exemplo, revesti-las com diferentes materiais, como polímeros naturais e sintéticos. Contudo, o revestimento  
5 geralmente diminui as vibrações das cordas, resultando então em uma redução no brilho e em uma piora na qualidade do som.

Uma desvantagem adicional do aço carbono quando utilizado em cordas musicais é a sua tendência em esticar  
10 quando puxada. Este efeito causado pela relaxação do material é particularmente notável no primeiro período após esticar um novo instrumento ou após reparar um instrumento velho, tanto com instrumentos grandes e estáticos, como pianos, quanto com instrumentos pequenos e móveis, como  
15 guitarras e violinos. Uma nova corda requer um "tempo de ajuste" até que alcance um tom estável. Obviamente, o próprio instrumento é responsável por uma grande parte da "dessintonização" como consequência de variações na umidade e temperatura, mas uma grande parte do efeito é atribuída  
20 às cordas. Para um fabricante de piano, por exemplo, isto significa um período longo e caro de ajuste e reajuste antes da entrega de um novo instrumento, e, para quem toca um instrumento, significa uma freqüente ressintonização até que tenha sido alcançada uma estabilidade aceitável do som.

25 Portanto, há uma demanda por uma corda que supere os problemas relatados acima.

Conseqüentemente, o objeto da invenção é fornecer uma corda musical com uma maior vida útil.

### **Sumário da invenção**

O objetivo pretendido é alcançado por uma corda, como definida inicialmente, e possuindo as características da parte caracterizante da reivindicação 1.

5 Utilizando um aço inoxidável endurecido por precipitação em cordas musicais, tanto a resistência à corrosão, quanto a resistência à relaxação são muito melhoradas quando comparadas às cordas de aço carbono utilizadas normalmente e, além disso, a vida útil da corda  
10 é prolongada.

A corda pode ser utilizada em instrumentos acústicos e semi-acústicos assim como em instrumentos onde o som é gerado pela vibração das cordas em um campo magnético, como em guitarras elétricas. A corda de acordo com a presente  
15 publicação pode ser utilizada em todos os tipos de instrumentos musicais de corda, tais como guitarras, violinos, pianos, harpas, etc.

### **Breve descrição dos desenhos**

20 Figura 1 ilustra o resultado de testes de tensão de cordas de acordo com a invenção e cordas de exemplos comparativos.

Figura 2 ilustra o resultado de um teste de relaxação de fios com um diâmetro de  
25 0,254 mm.

Figura 3 ilustra o resultado de um teste de relaxação de fios com um diâmetro de 0,33 mm.

Figura 4 ilustra o resultado de um teste de relaxação de fios com um diâmetro de 0,43 mm.

Figura 5 ilustra o resultado de um teste de ressonância magnética de uma corda de acordo com a presente invenção.

Figura 6 ilustra o resultado de um teste de ressonância magnética de uma corda de um exemplo comparativo.

10

#### **Descrição detalhada da invenção**

As diferentes propriedades do material que são importantes para a performance de uma corda musical são a resistência à deformação e à tensão, a resistência à relaxação, a resistência à corrosão, o formato, o acabamento superficial e, para instrumentos elétricos, as propriedades eletromagnéticas.

A corda de acordo com a presente invenção possui uma vida útil prolongada quando comparada com as cordas utilizadas normalmente. Neste contexto, a vida útil é considerada como sendo o tempo até a ruptura da corda, ou o tempo quando o músico sente a necessidade de trocar a corda devido à diminuição das suas propriedades, como a perda de estabilidade na afinação ou da qualidade do som.

Aços inoxidáveis endurecidos por precipitação são ligas de ferro resistentes à corrosão que foram reforçadas por meio do endurecimento por precipitação. O endurecimento por precipitação produz uma estrutura multifase que resulta em um aumento na resistência à movimentação das discordâncias e, como consequência, a uma maior resistência

30

ou dureza. Estes tipos de aço podem ser encontrados, normalmente, em utilizações como componentes estruturais resistentes à corrosão.

Como resultado da seleção de materiais, uma corda de  
5 acordo com a presente publicação possui uma alta  
resistência mecânica, como um resistência à tensão de pelo  
menos 1800 MPa para um diâmetro de 0,33 mm e uma condição  
de estiramento a frio. Ademais, a resistência à tensão é de  
pelo menos 2500 MPa para um diâmetro de 0,254 mm submetido  
10 à tratamento térmico, isto é, envelhecido. Ressalta-se que  
a mesma possui uma resistência à relaxação que não  
necessita de uma resintonização com uma frequência maior  
do que uma vez a cada 18 horas quando tocada sob condições  
normais. Mais especificamente, o aço inoxidável endurecido  
15 por precipitação possui uma resistência à relaxação tal que  
necessita de ajuste menos do que uma vez a cada 24 horas.

Além disso, a corda de acordo com a presente  
publicação é resistente à corrosão provocada pelo ambiente  
ou pelas substâncias transferidas à corda durante a sua  
20 operação. Como consequência, a corda não precisa ser  
revestida para melhorar a proteção e mantém o seu brilho  
superficial e, portanto, suas características acústicas por  
mais tempo.

Os métodos comumente utilizados para avaliar a  
25 resistência à corrosão do aço carbono e do aço inox diferem  
substancialmente, o que torna difícil uma comparação direta  
baseada em testes de laboratório. Contudo, o aço carbono  
enferruja fortemente em contato com o suor e, ainda mais,  
em águas contendo cloreto. Aços inoxidáveis, por outro  
30 lado, resistem à água pura, mas podem ser submetidos à

corrosão por pitting em água contendo cloreto. O processo de corrosão é acelerado se o conteúdo de cloreto e/ou a maior temperatura são altos. Pelo seu nível de resistência, o aço inoxidável endurecido por precipitação da invenção é muito resistente em soluções aquosas e apresenta uma performance melhor do que, por exemplo, aço inox do tipo AISI 304. Isto também significa que, em relação a isso, a mesma supera o desempenho das cordas musicais de aço carbono.

Um formato uniforme e um acabamento superficial homogêneo são importantes para garantir um som harmônico e um bom tato da corda quando a mesma é tocada. As propriedades acústicas de uma corda são difíceis de quantificar, mas são muito importantes para como o músico e a platéia experimentam o som da corda. A percepção do som acústico das cordas de acordo com a presente invenção é similar a das cordas de aço carbono utilizadas normalmente.

Aços inoxidáveis endurecidos por precipitação apropriados para serem utilizados em cordas musicais, de acordo com a presente invenção, geralmente contêm 10-20% p/p de Cr e 4-10% p/p de Ni.

Um aço inoxidável endurecido por precipitação apropriado para o uso como uma corda musical poderia, por exemplo, possuir a seguinte composição, em % p/p:

25	C	máx 0,1
	Si	máx 1,5
	Mn	0,2-3
	S	máx 0,1
	P	máx 0,05
30	Cr	10-19

Ni	4-10
Mo + 0,5W	máx 6
Cu	máx 4,5

5 um ou mais dos elementos Ti, Nb, Ta e Al >0 - 2  
como balanço: Fe e impurezas que ocorrem  
naturalmente.

Exemplos de tais aços inoxidáveis são UNS S46910,  
UNS S17700, UNS S17400 e UNS S45500. De acordo com uma  
10 realização preferida, o aço inoxidável endurecido por  
precipitação é UNS S46910.

O aço inoxidável endurecido por precipitação pode  
compreender várias adições para realizar precipitações. De  
acordo com uma realização da invenção, o aço inoxidável  
15 endurecido por precipitação compreende 0,5-1%, em peso, de  
Ti, como no caso do UNS S 46910 e UNS S45500. De acordo com  
uma outra realização da invenção, o aço inox compreende  
0,2-1,5%, em peso, de Al, como no caso do UNS S17700 e UNS  
S46910. Ainda de acordo com uma outra realização, o aço  
20 compreende 0,1-0,6%, em peso, de Ta + Nb, como no caso de  
UNS S45500 e UNS S17400.

Um critério importante na seleção de um aço  
inoxidável endurecido por precipitação apropriado para uma  
corda musical é a habilidade de manufaturar fios do  
25 material para produzir a corda. É um pré-requisito que a  
composição selecionada possa ser estirada a frio em  
diâmetros muito finos, tais como 0,254 mm ou 0,33 mm sem se  
tornar quebradiço.

A corda é produzida por meio de processos  
30 convencionais de estiramento a frio para a produção de

fios. O processo de estiramento a frio provoca a formação de martensita induzida pela deformação, que leva a um aumento na resistência mecânica e a um material mais magnético. A quantidade de deformação a frio é importante para garantir que o fio possua a resistência e as propriedades magnéticas desejadas.

De modo a melhorar ainda mais as propriedades da corda, o aço inoxidável endurecido por precipitação pode ser submetido a um tratamento térmico a 400-500°C, normalmente até 4 horas. Este tratamento térmico de envelhecimento produz um endurecimento por precipitação do material que aumenta significativamente sua resistência à tensão.

Os processos de manufatura para produção de fios de aço inoxidável endurecido por precipitação resultam em cordas de bom acabamento superficial, isto é, cordas com um som uniforme e harmonioso e que são confortáveis para tocar.

De acordo com uma realização, a corda compreende um núcleo revestido com fios de metal. Nesta realização, ou o núcleo, ou o revestimento, consiste de um material endurecido por precipitação de acordo com a invenção. Também é possível que tanto o núcleo quanto o revestimento compreendam aço inoxidável endurecido por precipitação.

A corda de acordo com a presente publicação pode ser utilizada em todos os tipos de instrumentos musicais de corda, como guitarras, violinos, pianos, harpas, etc. A corda pode ser um fio único, mas também pode estar na forma de uma corda revestida ou enrolada. A corda também pode estar encoberta.

## Exemplo 1

Fios de teste foram produzidos a partir de um aço inoxidável endurecido por precipitação com a seguinte composição aproximada (em porcentagem em peso):

5	C	0,01%
	Si	0,2%
	Mn	0,3%
	Cr	12%
	Ni	9%
10	Mo	4%
	Co	0,6%
	Ti	0,9%
	Cu	2%
	Al	0,3%
15	como balanço: Fe e impurezas que ocorrem naturalmente.	

A liga é padronizada sob o padrão americano AISI UNS S46910.

20 Fios foram estirados a frio até os diâmetros de 0,254 mm, 0,33 mm e 0,43 mm, respectivamente. Um fio de cada diâmetro foi submetido a tratamento térmico a uma temperatura de 475°C por aproximadamente 10 minutos, o que resultou em um aumento na resistência e em uma maior  
25 resistência à relaxação do material.

As resistências à deformação e à tensão foram medidas através de um teste de tração de acordo com a norma padrão SS-EN10002-1, e comparado com oito exemplos comparativos diferentes de cordas de aço carbono. As composições  
30 aproximadas e os diâmetros das cordas dos exemplos

comparativos são mostrados na Tabela 1. Os valores de resistência à deformação ( $R_{p0,2}$ ) e à tração ( $R_m$ ) são listados na Tabela 2 e são ilustrados na Figura 1. Nota-se que as propriedades mecânicas do aço inoxidável endurecido por precipitação em ambas as condições (tanto estirados quanto envelhecidos) são bem similares às características das cordas convencionais. O efeito positivo do envelhecimento é mostrado claramente na Tabela 2.

10 Tabela 1.

Nº da amostra comparativa	Fe (+ C)	Si	Mn	Diâmetro da corda [mm]
1	99,2	0,2	0,7	0,43
2	98,9	0,3	0,7	0,43
3	99,3	0,2	0,5	0,43
4	99,2	0,2	0,7	0,43
5	99,3	0,2	0,5	0,43
6	99,1	0,2	0,7	0,43
7	99,3	0,3	0,5	0,43
8	99,2	0,2	0,6	0,33

Tabela 2.

Amostra	$R_{p0,2}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]
Comp. ex. 1	2307	2384
Comp. ex. 2	2076	2446
Comp. ex. 3	2140	2322
Comp. ex. 4	2348	2392
Comp. ex. 5	2239	2394
Comp. ex. 6	2251	2300
Comp. ex. 7	2408	2772
Comp. ex. 8	2455	2665
Inv. 0,254 estirada a frio	1577	1919
Inv. 0,33 estirada a frio	1726	1961
Inv. 0,43 estirada a frio	1471	1687
Inv. 0,254 envelhecida	2579	2638
Inv. 0,33 envelhecida	2556	2615
Inv. 0,43 envelhecida	2166	2403

## Exemplo 2

A resistência à relaxação foi testada puxando (dedilhando) cordas com 0,254, 0,33 e 0,43 mm de diâmetro com uma palheta aproximadamente 200 vezes por minuto. As composições são as do exemplo 1. O teste foi realizado por um período de mais de 24 horas. O ponto da corda em que a palheta foi utilizada foi mantido a 18 cm de um sensor de força conectado a um computador. O comprimento total de cada corda era de 65 cm e as cordas eram apoiadas sobre dois pedaços de plásticos em cada extremidade. A distância entre cada extremidade e os sensores de força correspondentes era de 5 cm. O diâmetro e a frequência de melodia correspondente são apresentados na Tabela 3, juntamente com a tensão original e a tensão de engenharia das cordas.

Tabela 3.

Diâmetro [mm]	Frequência da melodia [Hz]	Tensão [N]	Tensão de engenharia [MPa]
0,254	330	71,8	1417
0,33	247	68,5	801
0,43	196	73,9	509

Os resultados dos testes de relaxação das cordas com diâmetros de 0,254 mm, 0,33 mm e 0,43 mm são mostrados na Figura 2, na Figura 3 e na Figura 4, respectivamente. Na Tabela 4, os mesmos resultados são listados na forma da Equação linear 1, na qual  $y$  é a carga aplicada,  $k$  é uma constante,  $x$  é o tempo, e  $y_0$  é a carga inicial. A perda de frequência é calculada tomando por base a densidade de 7700 kg/m<sup>3</sup>.

Equação 1.  $y = -k \cdot x + y_0$

Tabela 4.

Amostra	Tensão inicial [N]	Tensão após 24 h [N]	Perda de frequência [Hz]	Equação com inclinação (valor k)
Comp. Ex. 1 0,254 mm	70,2	69,6	1,40	$y = -0,025x + 70,2$
Comp. Ex. 3 0,254 mm	71,1	69,6	2,78	$y = -0,05x + 71,1$
Comp. Ex. 4 0,254 mm	71,1	70,2	2,08	$y = -0,0375x + 71,1$
Comp. Ex. 3 0,33 mm	68,4	68,1	0,54	$y = -0,0125x + 68,4$
Comp. Ex. 4 0,43 mm	72,9	71,7	1,62	$y = -0,05x + 72,9$
Comp. Ex. 7 0,43 mm	73,8	72,3	2,02	$y = -0,0625x + 73,8$
Inv. 0,33 mm Estirado a frio	68,1	66,9	2,19	$y = -0,05x + 68,1$
Inv. 0,43 mm Estirado a frio	74,1	72,8	1,74	$y = -0,0563x + 74,1$
Inv. 0,254 mm tratado com calor	73,5	73,2	0,68	$y = -0,0125x + 73,5$
Inv. 0,33 mm tratado com calor	67,2	67,2	0,0	$y = -0,00x + 67,2$
Inv. 0,43 mm tratado com calor	74,7	74,1	0,8	$y = -0,025x + 74,7$

5

Quanto menor o valor de k, isto é, a inclinação da equação linear para uma dada corda, melhor é a sua resistência à relaxação. Além disso, os resultados mostram que o aço inoxidável endurecido por precipitação submetido ao tratamento térmico, isto é, envelhecido, possui melhor resistência à relaxação quando comparado ao aço carbono

10

tradicional utilizado em cordas musicais. O forte efeito positivo do envelhecimento na resistência à relaxação é claramente demonstrado.

O ouvido humano pode detectar uma variação de 1 Hz na  
5 freqüência da melodia. A corda do Exemplo Comparativo 7  
perdeu 1,5 N (correspondente a uma perda de freqüência de  
aproximadamente 2 Hz) após 24 horas, o que significa que  
tal corda deve ser ressintonizada uma vez a cada 12 horas.  
Por outro lado, uma corda de acordo com a invenção,  
10 possuindo um diâmetro correspondente e submetida a  
tratamento térmico, perdeu 0,6 N, o que corresponde a uma  
perda de freqüência de aproximadamente 0,8 Hz, resultando  
na necessidade de ressintonização uma vez a cada 30 horas.

Para comparação, uma corda de acordo com a invenção,  
15 possuindo um diâmetro de 0,254 mm e submetida a tratamento  
térmico, perdeu 0,3 N, o que corresponde a uma perda de  
freqüência de aproximadamente 0,68 Hz. Isto resulta na  
necessidade de ressintonização uma vez a cada 35 horas.

20

### Exemplo 3

A ressonância magnética da liga do Exemplo 1 foi  
testada em uma guitarra e comparada com a do Exemplo  
25 Comparativo 7. As cordas foram puxadas a uma distância de  
10 cm da ponte e submetidas a uma força correspondente à do  
ponto de quebra por cisalhamento de um fio de cobre de  
0,10 mm. O fio de cobre foi enlaçado perpendicularmente ao  
redor da corda puxada e então esticado até o ponto de  
30 quebra. Desta forma, a mesma força foi aplicada para cada

teste experimental. O ponto de quebra do fio de cobre também deve ser o ponto de contato com a corda puxada, se o fio de cobre rompia em qualquer outro ponto, o procedimento era repetido. Uma série de 5 testes aprovados foram realizados para cada corda, e os resultados são representados nos gráficos das Figuras 5 e 6. Os resultados mostram que o processo de envelhecimento não afeta as propriedades magnéticas do material.

#### 10 Exemplo 4

Além disso, o peso magnético do material foi testado e comparado com o Exemplo Comparativo 4. Para medir a quantidade de fase magnética foi utilizada uma balança magnética. A balança magnética contém dois componentes principais, um eletromagneto e um medidor de tensão. O eletromagneto gera um forte campo magnético heterogêneo entre dois pólos cuneiformes, onde a amostra de teste é depositada. Uma corda magnética será destruída pela força magnética. A força, que é proporcional à quantidade de fase magnética, é então medida pelo medidor de tensão. Esta medida produz a magnetização de saturação da amostra e, calculando a magnetização de saturação teórica para este aço, é possível determinar a quantidade de fase magnética presente na amostra, isto é, o peso magnético. Os valores dos testes de peso magnético são ilustrados na Tabela 5.

Tabela 5.

Amostra	Comprimento [mm]	Peso [g]	$\sigma_s$ [Gauss*cm <sup>3</sup> /g]
Invenção 0,43 mm	0,58	0,228	142,1
Exemplo comparativo 4	0,57	0,164	193,8

Observa-se que a liga de acordo com a presente invenção possui um magnetismo que é comparável ao dos fios de aço carbono utilizados, o que a torna particularmente apropriada para utilizações que requeiram um material magnético, por exemplo, cordas para instrumentos com reprodutor fonográfico eletromagnético, tais como guitarras elétricas.

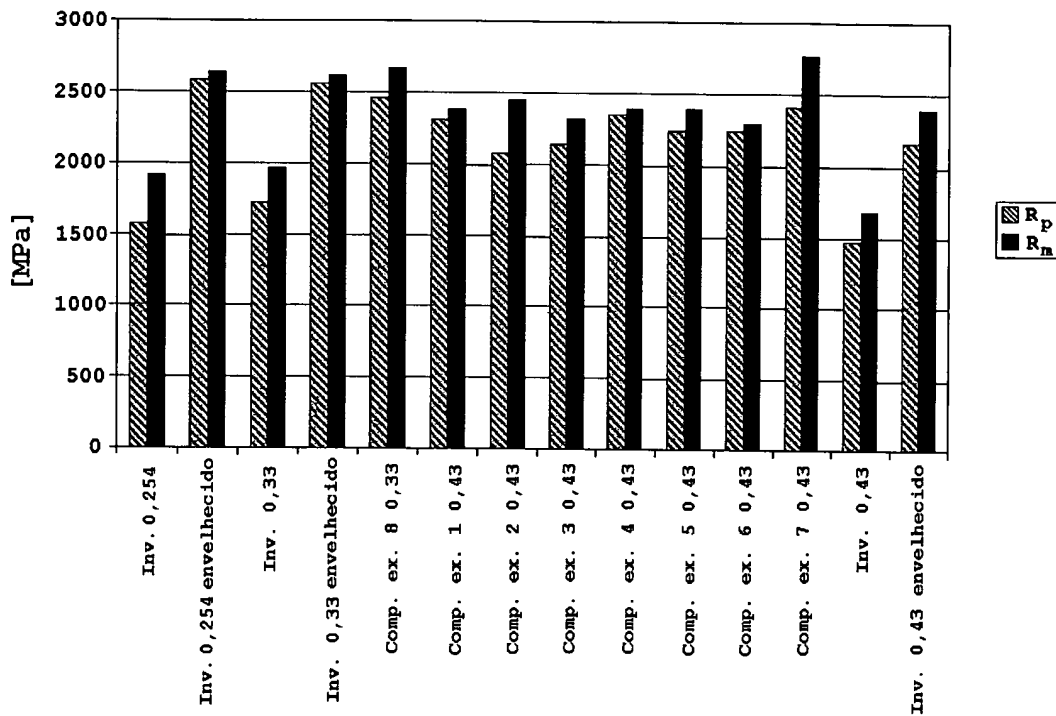
## REIVINDICAÇÕES

1. Corda para instrumento musical, caracterizada pelo fato de compreender aço inoxidável endurecido por precipitação.
2. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação compreender 10-20%, em peso, de Cr, e 4-10%, em peso, de Ni.
3. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação possuir uma composição em %, em peso, de:
- |           |          |
|-----------|----------|
| C         | máx 0,1  |
| Si        | máx 1,5  |
| Mn        | 0,2-3    |
| S         | máx 0,1  |
| P         | máx 0,05 |
| Cr        | 10-19    |
| Ni        | 4-10     |
| Mo + 0,5W | máx 6    |
| Cu        | máx 4,5  |
- um ou mais dos elementos Ti, Nb, Ta e Al > 0-2 como balanço: Fe e impurezas que ocorrem naturalmente.
4. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que compreende 0,5-1%, em peso, de Ti.

5. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que compreende 0,2-1,5%, em peso, de Al.
- 5 6. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que compreende 0,1-0,6%, em peso, de Ta + Nb.
7. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação ser UNS S46910.
- 10 8. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação ser UNS S17400.
9. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação ser UNS S17700.
- 15 10. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação ser UNS S45500.
11. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de possuir uma resistência à tensão de pelo menos 1800 MPa quando em um diâmetro de 0,33 mm.
- 20 12. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de possuir uma resistência à relaxação tal que resistirá à perda de frequência de 2 Hz por pelo menos 18 horas.
- 25 13. Corda para instrumento musical de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação estar na condição de estirado a frio.
- 30

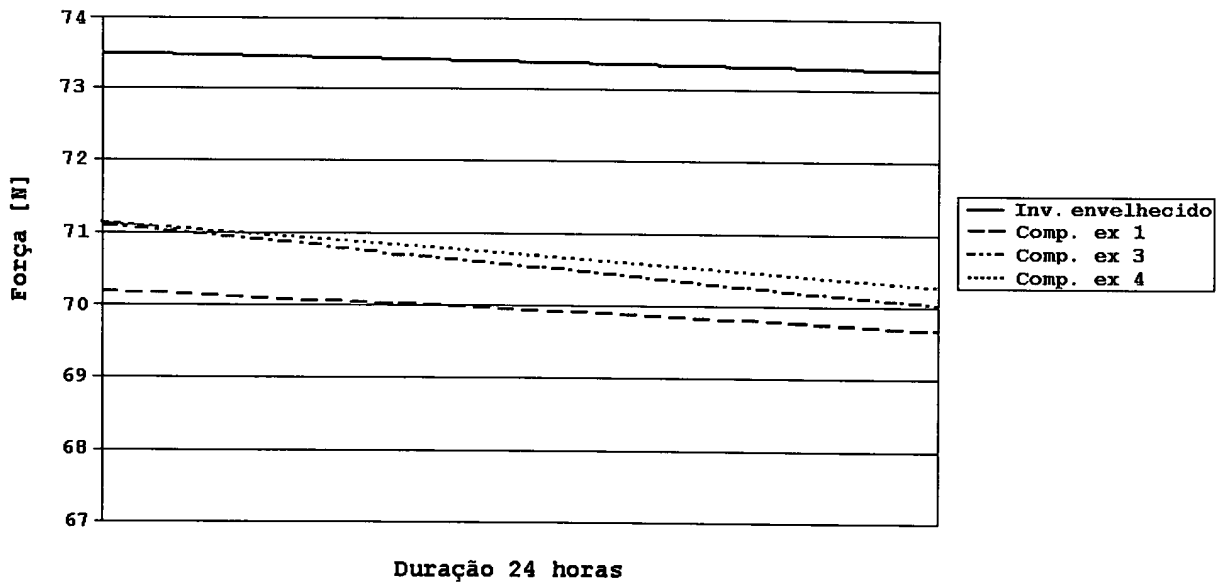
14. Corda para instrumento musical de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-7, caracterizada pelo fato do aço inoxidável endurecido por precipitação estar na condição de tratado com calor.
- 5 15. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de possuir uma resistência à tensão de pelo menos 2500 MPa quando em um diâmetro de 0,254 mm.
- 10 16. Corda para instrumento musical de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de compreender um núcleo de aço inoxidável endurecido por precipitação revestido com fios de metal.
- 15 17. Instrumento musical caracterizado pelo fato de compreender uma corda de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes.

## FIGURAS



5

Figura 1



10

Figura 2

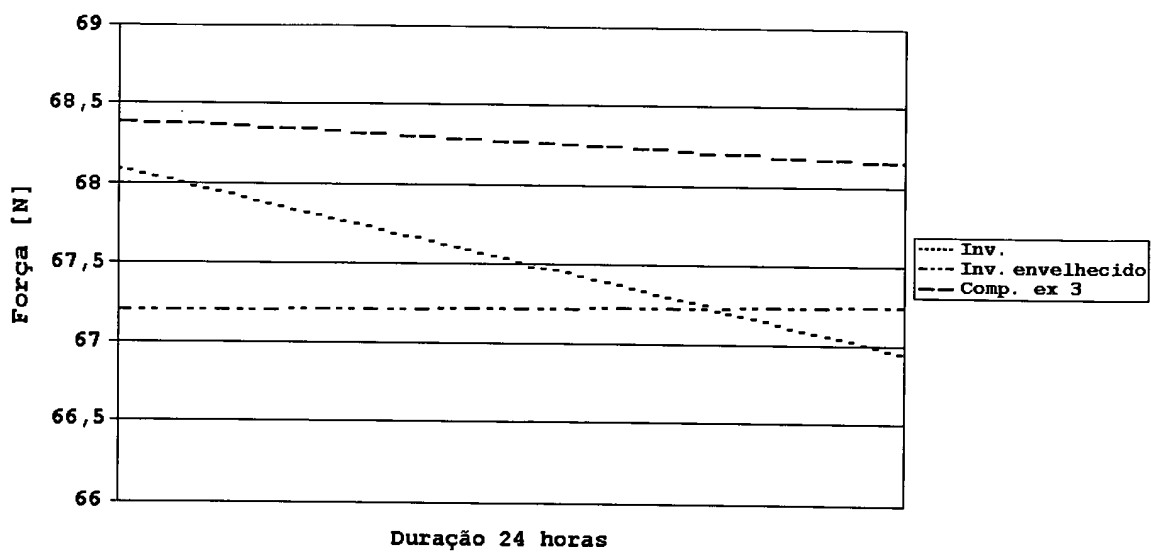


Figura 3

5

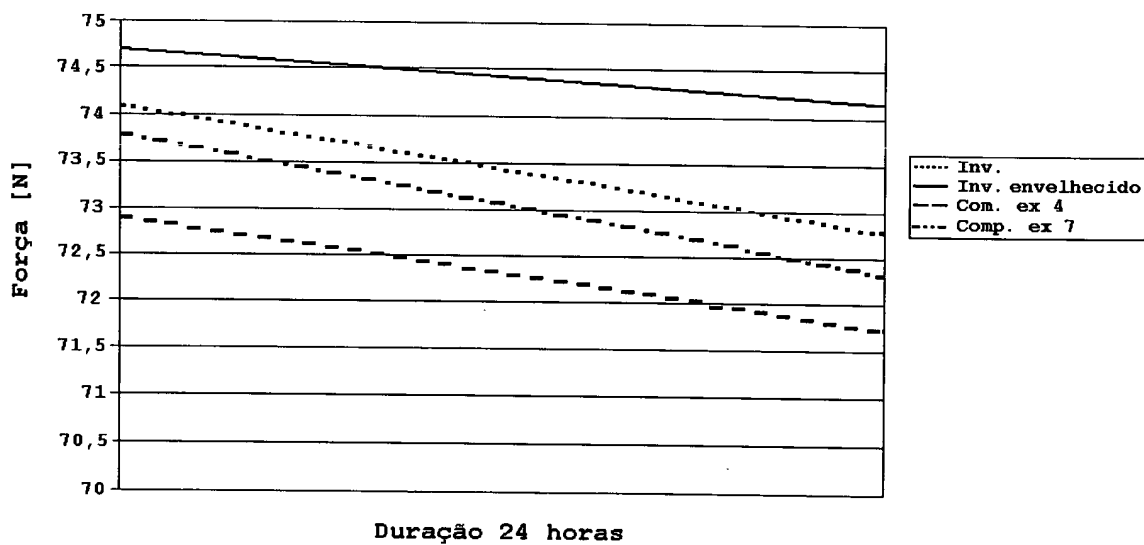


Figura 4

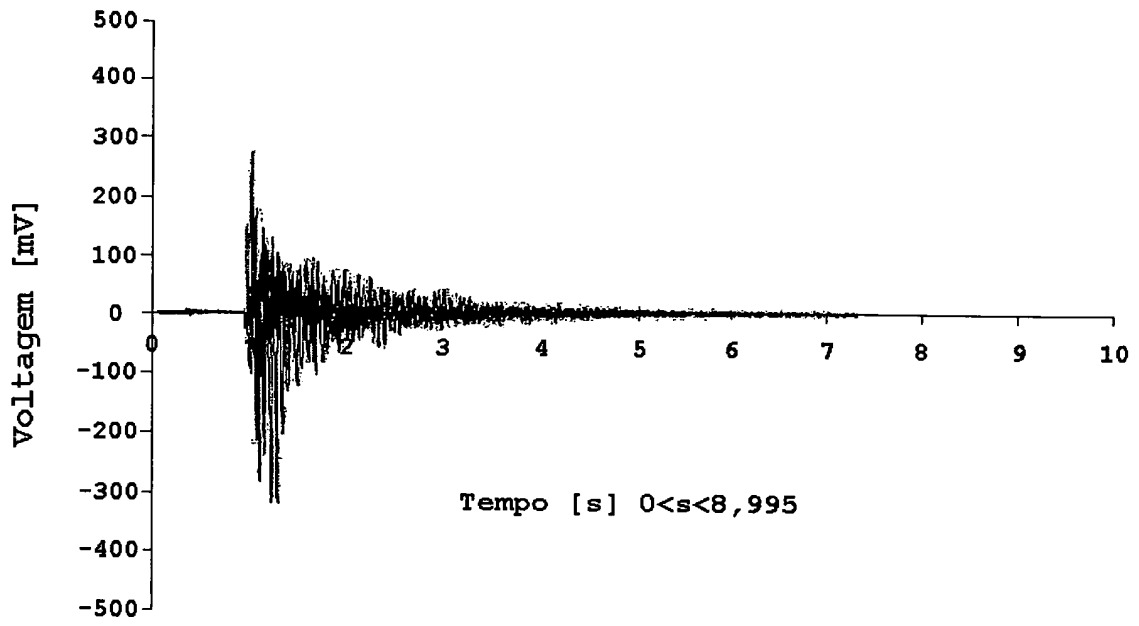


Figura 5

5

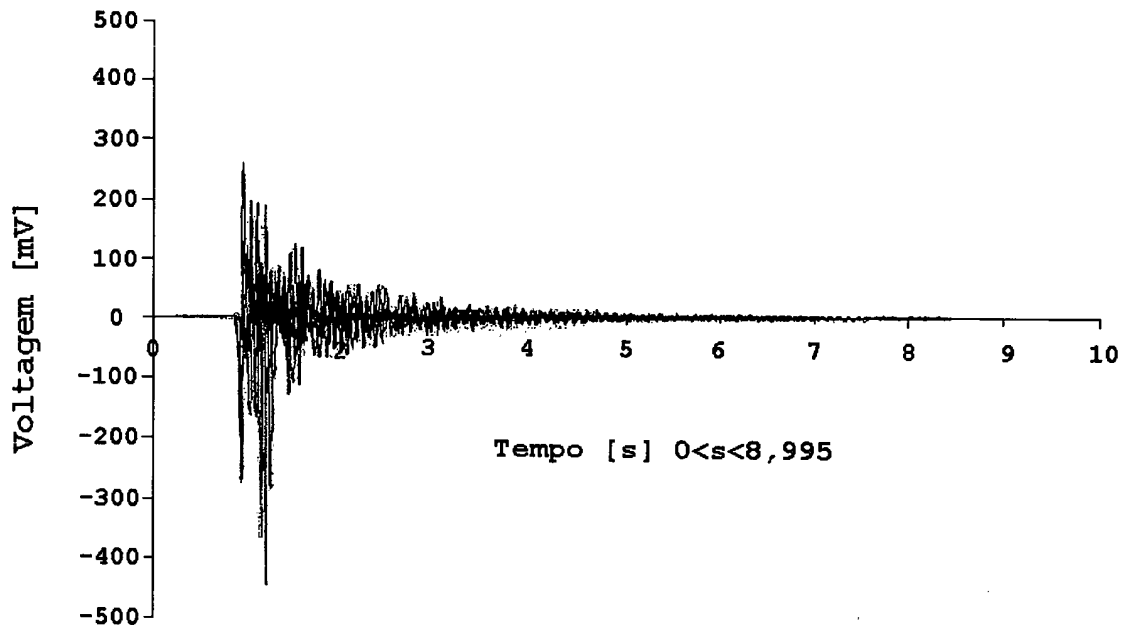


Figura 6

**RESUMO****"CORDA PARA INSTRUMENTO MUSICAL E INSTRUMENTO COMPREENDENDO  
A REFERIDA CORDA"**

5           A presente publicação se refere a uma corda para um  
instrumento musical compreendendo aço inoxidável endurecido  
por precipitação. A corda possui uma resistência superior à  
relaxação e à corrosão, aumentando assim a sua estabilidade  
de sintonização e mantendo sua qualidade de som,  
10   prolongando dessa forma sua vida útil.