

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA

THEODORE ALEXANDER DE CAMPOS STIHAENCO

**SENSOR AUXILIAR PARA CORREÇÃO DE POSTURA VERTEBRAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO  
2016

THEODORE ALEXANDER DE CAMPOS STIHAENCO

## **SENSOR AUXILIAR PARA CORREÇÃO DE POSTURA VERTEBRAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Engenharia Industrial Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Cornélio Procópio, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Dr. Celso Naves de Souza



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Campus Cornélio Procópio**  
**Departamento Acadêmico de Mecânica**  
**Curso de Engenharia Mecânica**



## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Theodore Alexander de Campos Stihaienco**

### **Sensor Auxiliar Para Correção De Postura Vertebral**

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 08:30hs do dia 13/06/2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico no programa de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof(a). Dr(a). Celso Naves de Souza - Presidente (Orientador)

---

Engenheiro(a) Esp. Carlos De Nardi - (Membro)

---

Prof(a). Dr(a). Joao Roberto Sartori Moreno - (Membro)

Aos meus pais, Gilberto e Nazaré, cuja  
extrema paciência e benevolência  
tornaram possível a conclusão e  
superação deste grande desafio.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Celso, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus companheiros de curso.

À Coordenação do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

STIHAIENCO, Theodore A. de C. **Sensor Auxiliar Para Correção de Postura Vertebral**. 2016. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2016.

A finalidade deste é realizar uma pesquisa dedicada à avaliação e condicionamento da postura vertebral de uma pessoa, utilizando para este fim um protótipo de sensor para determinar a presença de irregularidades no alinhamento postural do indivíduo. Portanto a metodologia de avaliação e controle postural utilizada para tal bem como suas relações com a mentalidade do ser humano a respeito de sua postura cervical no dia-a-dia. Foi avaliado, com seis voluntários devidamente acompanhados, o conceito da obtenção de resultados satisfatórios utilizando a máxima simplicidade possível para a construção de um sensor capaz de realizar as medições necessárias para obtenção destes através do Solidworks. A pesquisa de campo se fez com o estudo por meio da utilização deste protótipo desenvolvido e aplicação de questionário, a eficácia do sistema no sentido de detectar variações na postura vertebral de um determinado número de indivíduos, embora estas sejam fortemente influenciadas pela disposição do paciente em se dispor a usar corretamente o equipamento. O resultado do estudo foi que pelas avaliações realizadas em seis indivíduos voluntários, que ao longo de um período de dois meses, os resultados foram bastante favoráveis à proposta do projeto, e o sistema de avaliação e protótipo desenvolvidos possui de forma clara a capacidade de detecção de irregularidades na postura que se havia teorizado.

**Palavras-chave:** Postura vertebral. Sensor magnético. Correção de postura.

## ABSTRACT

STIHAIENCO, Theodore A. De C. **Auxiliary Sensor For Vertebral Posture Correction**. 2016. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Mecânica) - Federal Technology University - Parana. Cornélio Procópio, 2016.

The purpose of this research is the evaluation and conditioning of a person's cervical posture, utilizing a sensor prototype designed to determine the existence of irregularities in one's postural alignment. Thus, the postural evaluation and control methodology and their relations to a person's mentality to posture control in their daily lives was evaluated with 6 volunteers, properly supervised in the study: the concept of obtaining results utilizing the maximum possible simplicity in the construction of a sensor capable of acquiring the necessary data to that end, supported by the software Solidworks. The field research verified, via the use of the prototype developed and application of a questionnaire, the efficacy of the system in detecting variations in a number of people's vertebral postures, although these were shown to be heavily biased by the individual's disposition to utilizing the equipment correctly. The output were the evaluations done with six volunteer individuals that, over the course of two months, showed very positive results regarding the project's proposal, and the evaluation system and prototype clearly have the theorized detection capabilities.

**Keywords:** Vertebral posture. Magnetic sensor. Posture correction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1a – Curva estática de uma coluna ereta.....	13
Figura 1b – Curvas fisiológicas e alterações na coluna referentes ao ângulo sacral.....	13
Figura 2 – Vista frontal, lateral esquerda e posterior da coluna vertebral.....	14
Figura 3 – Ângulos corporais de flexão dos joelhos e coluna, execução correta e incorreta de movimentos de extensão e flexão.....	17
Figura 4 – Vista anteroposterior da coluna.....	19
Figura 5 – Esquema de circuito de alarme sonoro com acionamento magnético	20
Figura 6 – Sensor teorizado projetado no SOLIDWORKS.....	21
Figura 7 – Vista explodida de projeto do sensor proposto.....	21
Figura 8 – Sensor magnético utilizado, com a caixa de baterias aberta.....	22
Figura 9 – Circuito interno do sensor utilizado.....	23
Figura 10 – Protótipo rudimentar de sensor construído para testes.....	23
Figura 11 – Parte superior do sistema sensor, chapa fixadora.....	24
Figura 12 – Avaliação do alinhamento da coluna, usando fita métrica.....	25

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação do comportamento dos pacientes ao longo do período de avaliação.....	27
Quadro 2 – Primeiro estudo de caso.....	28
Quadro 3 – Segundo estudo de caso.....	29
Quadro 4 – Terceiro estudo de caso.....	30
Quadro 5 – Quarto estudo de caso.....	31
Quadro 6 – Quinto estudo de caso.....	32
Quadro 7 – Sexto estudo de caso.....	33
Quadro 8 – Resultados do período de avaliação.....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	11
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>3 POSTURA VERTEBRAL</b> .....	12
3.1 AVALIAÇÃO E CONTROLE DE POSTURA.....	14
3.2 IRREGULARIDADES NA POSTURA.....	16
3.2.1 Determinação da Presença de Irregularidades.....	19
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	20
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37
<b>APÊNDICE</b> .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Cailliet (1975), postura pode ser definida como “uma posição ou atitude do corpo, o arranjo relativo das partes do corpo para uma atividade específica, ou uma maneira característica de alguém sustentar seu corpo”.

A importância de manter uma postura correta perante as atividades de trabalho exercidas pelas pessoas no dia-a-dia tem impacto cada vez mais visível nas práticas de segurança de trabalho e ergonomia empregadas em empresas, escritórios e fábricas pelo mundo. A finalidade de obter-se o melhor alinhamento corporal possível é o equilíbrio do corpo, ou seja, conseguir de forma eficiente que o centro de gravidade da estrutura humana esteja projetado de forma ótima sobre a base de sustentação do corpo humano, administrando assim de forma eficaz a força gravitacional exercida sobre um indivíduo.

O presente projeto almeja assim buscar da forma mais simples possível o desenvolvimento de um sistema básico, porém fortemente embasado nas teorias de avaliação e controle postural, visando criar um protótipo para realizar as medidas necessárias para tal. O caminho escolhido foi a elaboração de um sistema com sensor magnético para avisar o usuário quando sua postura encontra-se numa posição desfavorável para seu alinhamento cervical.

Não existem atualmente muitos projetos no Brasil visando um controle fino sobre o equilíbrio vertebral do ser humano de forma a não somente avaliar, mas corrigir e ativamente condicionar uma pessoa a obter uma postura mais saudável. Os poucos trabalhos nesta área com temáticas similares encontraram problemas tecnológicos e de recursos que limitaram severamente sua capacidade de deixar o estágio de desenvolvimento. O presente projeto se propôs a apelar pela ingenuidade e simplicidade do design e engenho mecânico do sensor criado, apresentando uma solução sucinta e viável na tentativa de se esquivar destas barreiras de desenvolvimento, e assim relacionar a importância entre a engenharia mecânica com a fisioterapia, a medicina e áreas afins.

## 2 OBJETIVOS

Desenvolver um sensor capaz de, em conjunto com outros métodos de avaliação, obter leituras de alinhamento de postura cervical de forma simples e prover avisos sonoros caso haja alguma irregularidade detectada, mediante embasamento teórico fornecido por um fisioterapeuta.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar um método conciso de avaliação e controle de irregularidades na postura cervical de um determinado indivíduo;
- Dimensionar e construir um sensor rudimentar capaz de realizar as leituras necessárias para tal;
- Realizar um estudo de caso com um número de pessoas de forma a estudar a eficácia do equipamento desenvolvido;
- Analisar os dados obtidos e aplicar questionário para avaliar os efeitos do uso do equipamento a curto e médio prazo.
- Contextualizar os resultados obtidos para expor possibilidades no uso e execução em longo prazo do sistema.

Cabe ressaltar que de nenhuma maneira este projeto se dedica a diagnosticar ou tratar condições ortopédicas que os indivíduos avaliados possuem ou venham a possuir no futuro. O autor deste trabalho não possui qualquer qualificação no campo de fisioterapia, meramente fez uso do material teórico fornecido e a metodologia aprovada pelo fisioterapeuta consultado para determinar ou não a capacidade do equipamento desenvolvido em cumprir sua proposta.

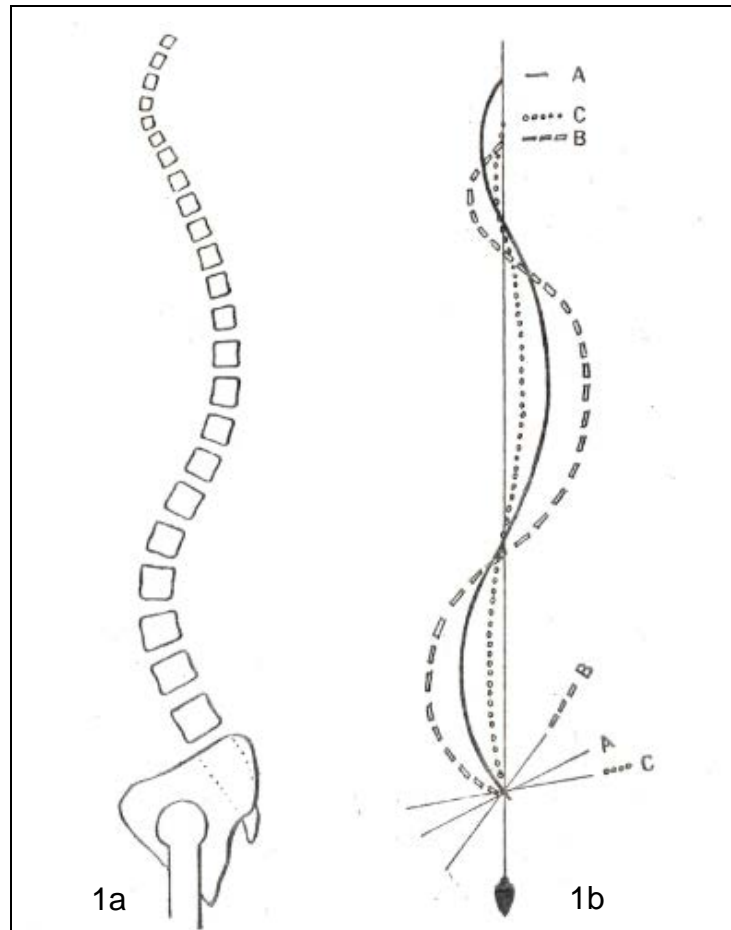
### 3 POSTURA VERTEBRAL

A estrutura óssea da coluna vertebral é uma complexa sucessão de vários ossos denominados vértebras. Na dependência de considerações anatômicas, é composta por 26 corpos vertebrais ou por 33. Existe unanimidade com relação às sete vértebras cervicais, 12 torácicas e cinco lombares, entretanto, alguns autores consideram o osso sacro de forma isolada, outros, se referem a cinco vértebras sacrais, que se soldam formando um único componente. Com o cóccix acontece o mesmo: para alguns, é um osso único, para outros, quatro vértebras, que se encontram totalmente fundidas. A coluna vertebral é flexível por apresentar ligamentos e discos, e devido a esta mobilidade é o eixo do corpo. Ainda, pela posição bípede do ser humano, é local de inúmeras patologias. (Cailliet, 1975)

As vértebras cervicais, em número de sete (denominadas C1 até C7), se localizam entre o crânio e a base do tórax. Elas formam uma curvatura no plano sagital (vista lateral, com orientação vertical) com concavidade posterior. São facilmente identificadas pela presença do forame transverso. As vertebrae torácicas são doze, de T1 a T12, uma para cada costela, e localizam-se inferiormente às vértebras cervicais e superiormente às vértebras lombares, que são os maiores segmentos da porção móvel da coluna vertebral. No ser humano, encontram-se cinco vértebras lombares, nomeadas de L1 até L5, compondo, assim, a região lombar, situada antes do osso sacro.

Segundo Cailliet (1975), síndromes de dor lombar afetam provavelmente 80% dos homens num momento qualquer de suas vidas. Embora estes efeitos raramente levam a morte, o desconforto e morbidade causados são altos, e acarretam gastos significativos. Apesar de conscientes do problema, muitos médicos competentes se sentem tolhidos ao avaliar e tratar uma queixa de dores generalizadas na parte baixa da coluna, o que traz a necessidade de uma forma concisa de avaliação postural. A coluna vertebral, a estrutura que sustenta o homem, permite sustentação estática e a funcionalidade cinética, porém ainda não se adaptou corretamente aos esforços sempre diferentes aos quais o ser humano está sujeito e sujeita a si mesmo. É válido supor que os nossos conceitos atuais de postura poderiam ser alterados por estudos sobre os hábitos sociais, as diferenças de nacionalidade e cultura que levam às adaptações biológicas.

Barbosa (2010) define que o adulto ereto apresenta curvas fisiológicas vertebrais equilibradas, com o ângulo da base da coluna no osso sacro ideal (Fig. 1b) e sua configuração estática pode ser considerada uma “boa postura” se não exige esforço, não causa cansaço ou dor para o indivíduo.



**Figura 1a – Curva estática de uma coluna ereta**

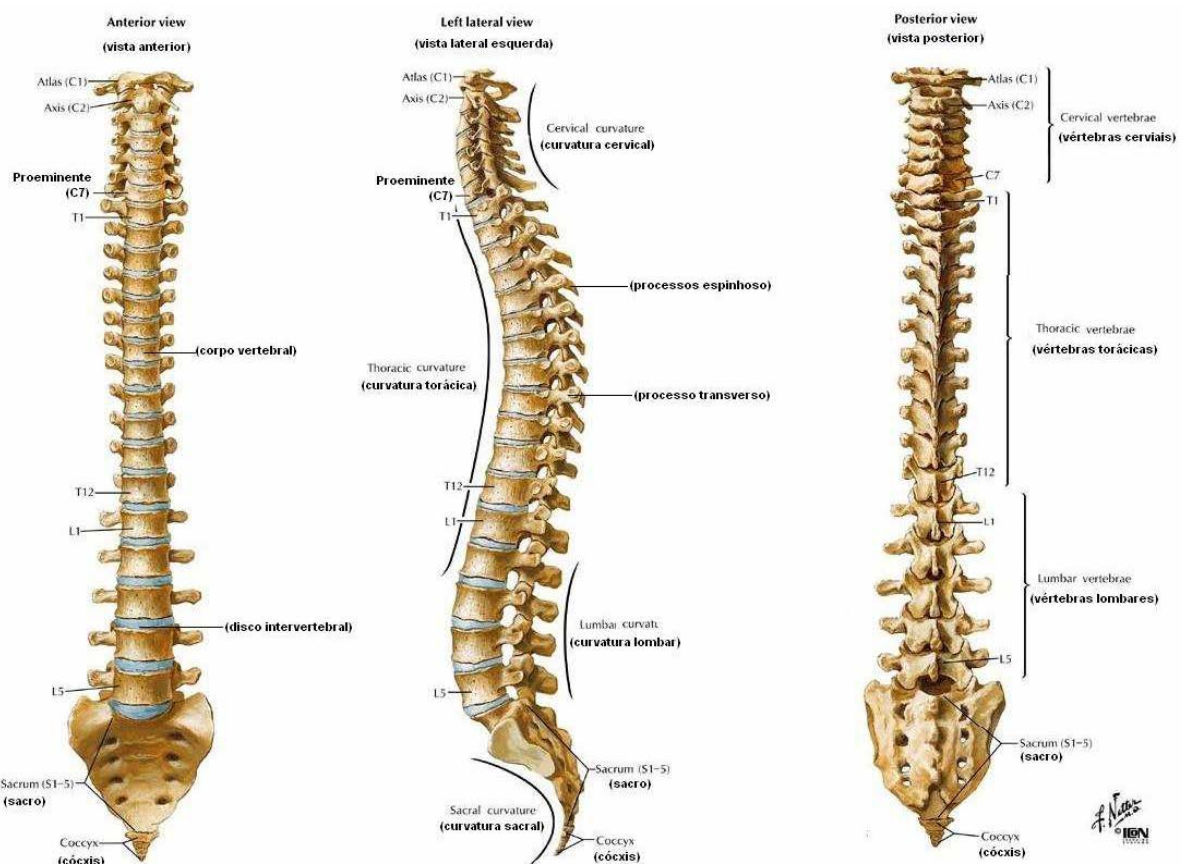
**Figura 1b – Curvas fisiológicas e alterações na coluna referentes ao ângulo sacral**

**Fonte: Retirado de Cailliet (1975 P. 13)**

A figura 1a representa coluna estática considerada em postura ereta, e a figura 1b representa as alterações em todas as curvas sobrepostas, influenciadas pela modificação do ângulo da base sacra, sendo (A) o ideal fisiológico, (B), ângulo aumentado, e (C) ângulo sacro menor, com lordose lombar retificada.

### 3.1 AVALIAÇÃO E CONTROLE DE POSTURA

Como definido anteriormente, a postura estática da coluna deve beneficiar o indivíduo de forma a não causar dor, cansaço ou exigir esforço para ser mantida. A avaliação da postura de um indivíduo é realizada de forma a determinar a postura ideal a ser mantida durante o dia a dia, fazendo testes simples com o acompanhamento do fisioterapeuta e material detalhando a natureza do resultado a ser obtido (Renner, 2005). A boa postura é aquela que melhor ajusta nosso sistema musculoesquelético, equilibrando e distribuindo todo o esforço de nossas atividades diárias, favorecendo a menor sobrecarga em cada uma de suas partes. A avaliação postural se faz importante para que possamos mensurar os desequilíbrios e adequarmos a melhor postura a cada indivíduo, possibilitando a reestruturação completa de nossas cadeias musculares e seus posicionamentos no movimento e/ou na estática. A figura 3 mostra as vistas frontal, lateral e esquerda de uma coluna saudável. (Netter, 2000)



**Figura 2 – Vista frontal, lateral esquerda e posterior da coluna vertebral**

Fonte – Retirado e adaptado de Netter (2000 P.142)

O controle de postura utilizado segue regras simples, definidas por Ruaro (2004), que define, para uma boa postura:

- Andar o mais ereto possível. Endireitar o corpo. Olhar acima do horizonte.
- Utilizar calçados com solado macio e salto entre 1 cm e 3 cm. Evitar o uso de salto alto, por estimular a lordose.
- Evitar dobrar o corpo estando em pé. Ao realizar um serviço sobre uma prancha ou mesa manter um joelho em semi-flexão com o pé sobre um banco, o que auxilia na correção da lordose. Os móveis e equipamentos devem se adaptar à altura de quem está trabalhando (ergonomia).
- Quando sentar, não cruzar as pernas, manter as costas eretas e com apoio.
- Quando sentado, evitar dobrar o corpo sobre a mesa para escrever ou digitar. Os braços se posicionam ao longo do corpo e o antebraço apoia sobre a mesa ou teclado. A cabeça permanece ereta.
- Dormir de lado, com as pernas encolhidas, travesseiro na altura do ombro e almofada entre os joelhos ou em decúbito dorsal, joelhos em flexão com auxílio de almofada ou travesseiro (embaixo dos joelhos). Colchão firme (semi-ortopédico) para o paciente com menor peso corporal e ortopédico para o obeso. Evitar a postura de bruços.
- Evitar levantar objetos do chão com peso acima de 20% do peso corporal.
- Abaixar-se sempre com a coluna ereta, flexionando os joelhos.
- Não colocar peso acima da cabeça, em prateleiras altas. Não carregar bolsas pesadas inutilmente, e quando possível repartir o peso entre os membros superiores.
- Evitar torções do pescoço ou tronco. Fazer uso do espelho retrovisor em vez de girar a cabeça para trás durante a marcha reversa do veículo. Utilizar cadeiras giratórias que não dificultam a torção da coluna vertebral durante as atividades.
- Evitar assistir TV e ler na cama.

### 3.2 IRREGULARIDADES NA POSTURA

Para realizar o controle de postura proposto na seção anterior, teoriza-se o uso de um sensor magnético capaz de detectar irregularidades na postura de um indivíduo. Ferreira (2005) define em seu trabalho sobre controle postural que uma postura corporal incorreta pode causar futuras lesões articulares, dificultando a locomoção e provocando dores que analgésicos não resolvem. A postura correta contribui para que a coluna vertebral, que é o eixo central da postura do corpo, não tenha desvios. A figura 3 apresenta os planos ideais de sustentação da coluna. As facetas mostradas no desenho ao lado mostram o seu alinhamento em paralelo, juntamente com a simetria correta nesta postura ereta. O sistema de medição teorizado utiliza estes planos de sustentação para detectar quando há deslocamentos que possivelmente são prejudiciais ao equilíbrio estático da coluna de um ser humano. (Barros Filho, 2001)

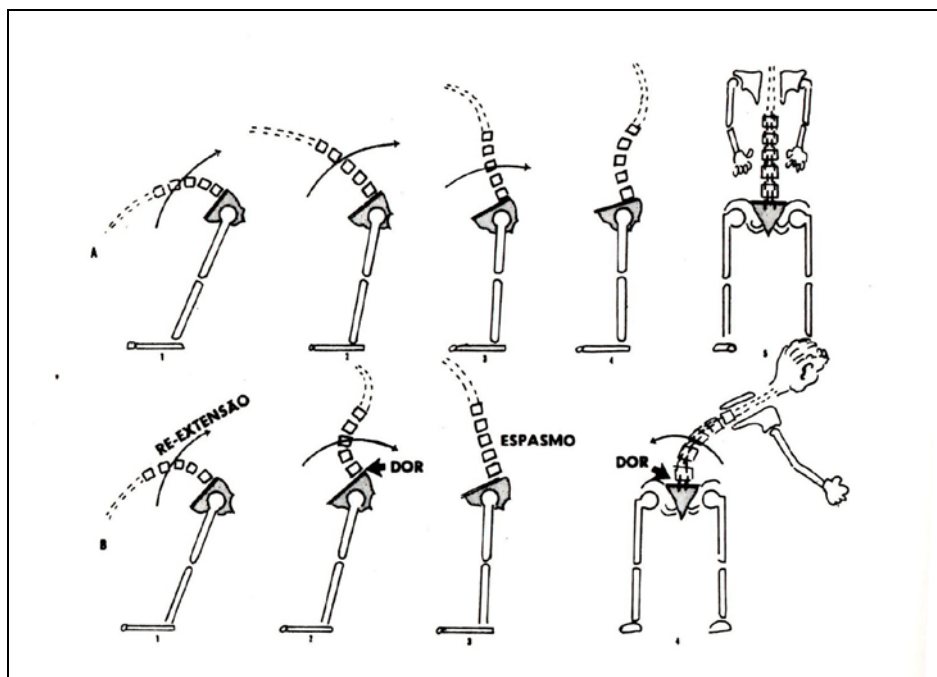
A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou, em 23 de outubro, a norma ABNT NBR ISO 11226:2013 - Ergonomia - Avaliação de posturas estáticas de trabalho, elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Ergonomia - Antropometria e Biomecânica (ABNT/CEE-136).

Esta Norma estabelece recomendações ergonômicas para diferentes tarefas de trabalho. Fornece informações para aqueles envolvidos no projeto, ou reprojeto, do trabalho, tarefas e produtos que estejam familiarizados com os conceitos básicos de ergonomia, em geral, e de posturas de trabalho, em particular. Especifica limites recomendados para posturas estáticas de trabalho sem qualquer ou somente um mínimo de esforço, enquanto leva em conta aspectos como ângulos posturais e tempo. É projetada para fornecer orientações na avaliação das variáveis de diversas tarefas, permitindo que os riscos à saúde da população trabalhadora sejam avaliados. As recomendações a respeito de riscos e proteção à saúde estão baseadas principalmente em estudos experimentais com respeito à carga musculoesquelética, ao desconforto/dor, e à resistência/fadiga relacionados às posturas estáticas de trabalho.

Esta norma contém métodos para determinar a aceitabilidade de posturas estáticas de trabalho. O seu conteúdo está baseado no conhecimento ergonômico atual e está sujeito a mudanças de acordo com pesquisas futuras. A abordagem

descrita na norma pode ser utilizada para determinar a aceitabilidade de posturas estáticas de trabalho. O procedimento de avaliação considera vários segmentos corporais e articulações, independentemente, em um ou dois passos, inicialmente considerando somente os ângulos corporais (as recomendações estão, principalmente, baseadas nos riscos por sobrecarga das estruturas passivas do corpo, como ligamentos, cartilagens e discos intervertebrais). O autor deste projeto, pela dificuldade em adquirir a norma para uso próprio, optou por utilizar documentos elaborados com base na norma propriamente dita, considerando também que este projeto não possui como objetivo final a aplicabilidade e normatividade de projeto do sensor proposto em ambientes variados de trabalho, meramente sua capacidade em determinar a possível presença de irregularidades na postura e eventual movimento da coluna vertebral. (Ruaro, 2004)

A figura 3 demonstra a variação de alguns dos ângulos corporais presentes na coluna vertebral e pernas, e a forma correta de proceder com a flexão e em seguida o retorno da coluna ao se realizar alguma atividade que necessite da projeção do torso para frente ou para um nível de altitude mais baixo sem flexionarem-se os joelhos, e mostra logo abaixo os caso mais comum de irregularidade na execução desta. (Cailliet, 1975)



**Figura 3 – Ângulos corporais de flexão dos joelhos e coluna, execução correta e incorreta de movimentos de extensão e flexão.**

**Fonte: Retirado de Cailliet (1975, P. 50)**

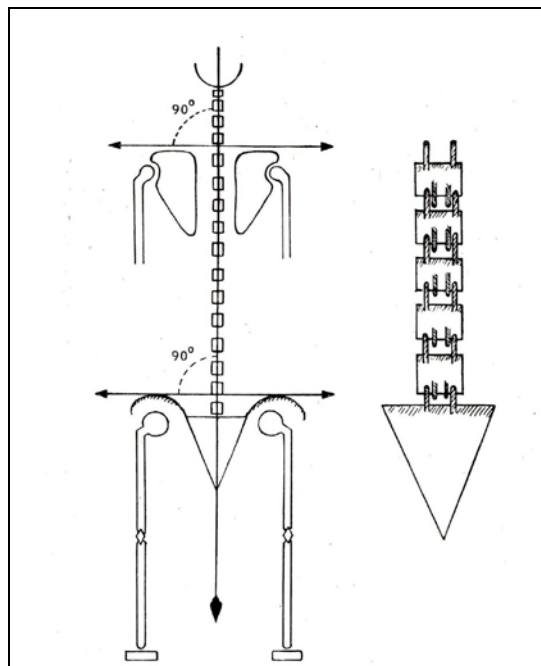
Há vários meios para determinar as posturas de trabalho, por exemplo, observação, fotografia/vídeo, sistemas de medição tridimensional óptico eletrônico ou por ultrassom, dispositivos de mensuração posicionados sobre o corpo, como inclinômetros e goniômetros. O método apropriado depende, entre outras coisas, da precisão requerida na avaliação. Na maioria dos casos, a observação direta (sem instrumentos/sistemas de medição) será suficiente. Contudo, para determinação mais precisa de posturas de trabalho, instrumentos/sistemas de medição podem ser necessários (para um panorama geral e descrição detalhada).

A NBR ISO 7250-1 de 03/2010 - Medidas básicas do corpo humano para o projeto técnico - Parte 1: Definições de medidas corporais e pontos anatômicos fornece uma descrição das medidas antropométricas que podem ser utilizadas como base para comparação de grupos populacionais. A lista básica especificada destina-se a servir como um guia para os ergonomistas quanto à definição de grupos populacionais e quanto à aplicação de seus conhecimentos para o projeto geométrico dos locais onde as pessoas trabalham e vivem. Não se destina a servir de um guia sobre como levantar medidas antropométricas, mas fornece informações aos ergonomistas e projetistas sobre as bases anatômicas e antropométricas e os princípios das medidas aplicados na solução de problemas de projetos. Destina-se a ser utilizada em conjunto com regulamentações nacionais ou internacionais ou acordos, para assegurar a consonância na definição de grupos populacionais. Nas suas várias aplicações, é previsível que a lista básica seja complementada por medidas específicas adicionais. A ABNT NBR 15127, de 2004, Corpo humano - Definição de Medidas foi substituída pela 7250-1, mas não difere nos quesitos de posicionamento das medidas. Por facilidade de uso e disponibilidade, optou-se pela utilização da ABNT NBR 15127:2004 como base para a elaboração do método teórico, porém utilizando-se em conjunto referenciais teóricos de trabalhos baseados na norma vigente.

Atualmente, os estudos e equipamentos existentes para esse fim sofrem de problemas no desenvolvimento e ajuste de componentes para uso generalizado com a população, isso se dá pela grande diversidade de problemas osteomusculares e de postura, bem como a gigantesca variedade de formas e tipos do corpo humano presentes na população mundial.

### 3.2.1 Determinação da Presença de Irregularidades na Postura

Para determinar as possíveis irregularidades na postura de um determinado indivíduo, como visto anteriormente, uma gama de testes podem ser feitos. Para o presente projeto, determinou-se, utilizando as normas ABNT NBR 15127 e NBR ISO 7250-1 como base, e o material teórico disponível mediante o acompanhamento do fisioterapeuta, o melhor posicionamento para a obtenção de medidas necessárias. René Cailliet (1976) referencia em sua série Síndromes Dolorosas - Lombalgias, os planos de alinhamento da coluna, estes fazem um ângulo de  $90^\circ$  com a pelve e os ossos do ombro e costas, sendo estes os locais mais adequados para a utilização de testes e medidas visando determinar o correto alinhamento da coluna vertebral de uma pessoa. A figura 4 referencia os planos horizontais de sustentação da coluna de um ser humano saudável e o alinhamento das vértebras com o osso sacral.



**Figura 4 – Vista anteroposterior da coluna**

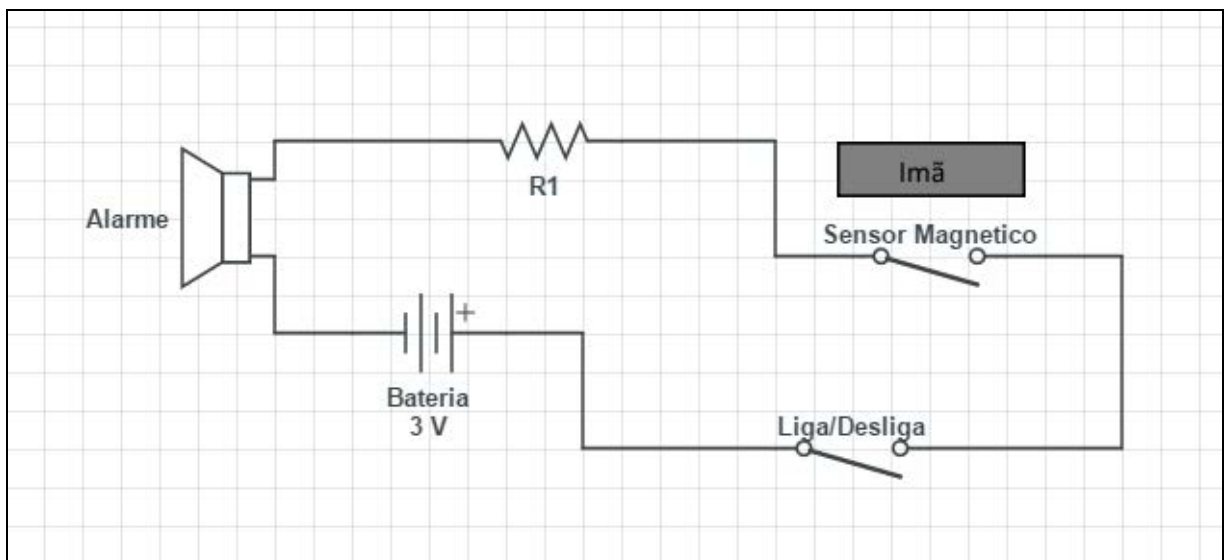
**Fonte: Retirado de Cailliet (1975, P. 33)**

Um sensor para detectar irregularidades no alinhamento perpendicular destes dois planos, localizado sob o osso sacral e as vértebras inferiores, possui a melhor chance de produzir os resultados esperados.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

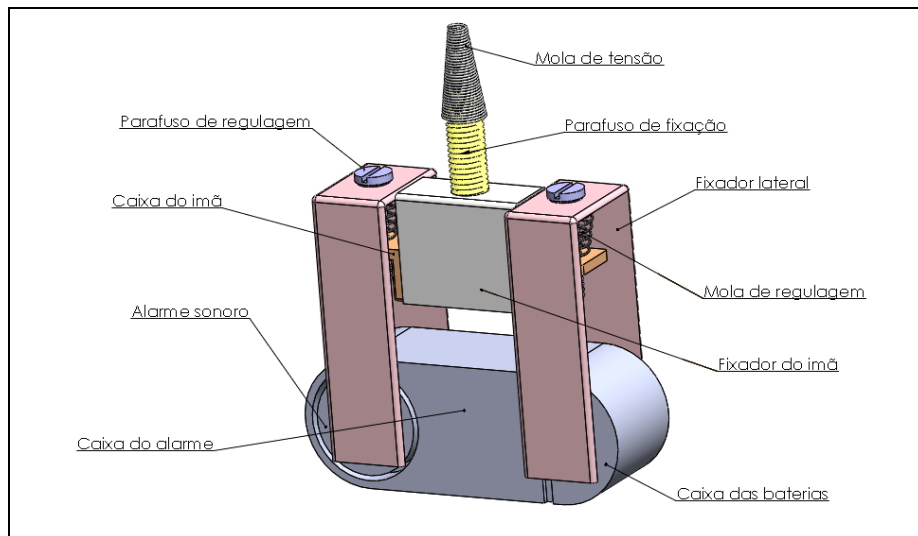
Como definido anteriormente, a postura estática da coluna deve beneficiar o indivíduo de forma a não causar dor, cansaço ou exigir esforço para ser mantida. A avaliação da postura de um indivíduo foi realizada de forma a determinar a postura ideal a ser mantida durante o dia a dia, fazendo testes simples com o acompanhamento do fisioterapeuta e material detalhando a natureza do resultado a ser obtido. O diagnóstico de problemas ortopédicos ou traumatológicos e restauração postural fisioterápica individual não é o foco deste trabalho, este sendo realizado por um fisioterapeuta, direcionado para cada caso em específico.

Seguindo as guias de alinhamento presentes na figura 4, teorizou-se um sensor capaz de, seguindo alterações na postura e posição do alinhamento da coluna vertebral de uma pessoa, acionar aviso sonoro caso irregularidades sejam detectadas em seu campo de ação. O sensor proposto opera utilizando uma combinação de um alarme e um imã, trabalhando em conjunto via um circuito que se aciona mediante o deslocamento do imã. A figura 5 abaixo mostra um esboço do circuito utilizado.

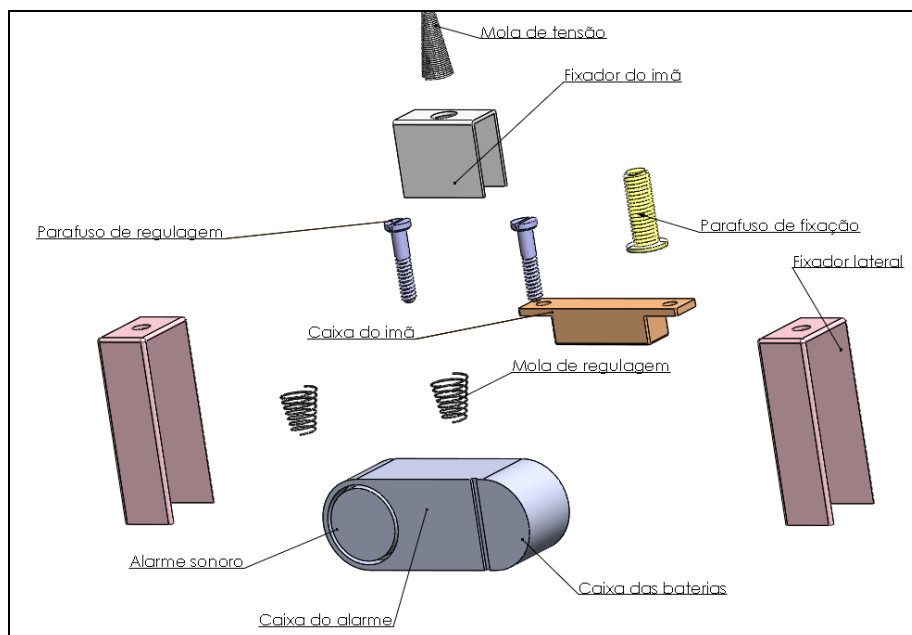


**Figura 5 – Esquema de circuito de alarme sonoro com acionamento magnético**  
Fonte: Autoria própria

O sistema funciona da seguinte forma: Ímã é fixado por sistemas de apoio que guiam e restringem seus movimentos, e conforme este se distancia de seu ponto de origem, o sensor magnético, representado por uma chave de tipo normal aberta, se fecha e permite a passagem de corrente, acionando assim o alarme sonoro. A figura 6 abaixo mostra o sensor teorizado projetado no software SOLIDWORKS, seguido de sua vista explodida de projeto (Figura 7).



**Figura 6 – Sensor teorizado projetado no SOLIDWORKS**  
**Fonte: Autoria própria**



**Figura 7 – Vista explodida de projeto do sensor proposto**  
**Fonte: Autoria própria**

O sensor possui, no seu componente de mola de tensão, ligação com um filamento de comprimento variável utilizado para acompanhar o alinhamento da coluna vertebral do indivíduo a ser avaliado, enquanto o sensor propriamente dito se situa na posição do plano horizontal acima da pelve, perpendicular ao sentido da coluna, como mencionado na seção anterior. No lado oposto do filamento acoplado a mola de tensão do sensor, encontra-se outra mola de tensão, esta ligada a uma pequena chapa de fixação usada para aderir ao plano horizontal superior, perpendicular ao vetor de alinhamento vertebral que passa pela região cervical. As dimensões e detalhes da montagem de todos os componentes do projeto se encontram no Apêndice ao final deste documento.

Foi construído um protótipo rudimentar, baseado no projeto em SOLIDWORKS, utilizando materiais básicos e de fácil aquisição. O sensor, embora de construção extremamente simples, foi testado extensivamente durante o projeto para que aderisse às expectativas de que as medidas obtidas fossem as mais conclusivas possíveis. O protótipo foi construído usando como base um alarme de porta genérico, que opera com um circuito de funcionamento e ativação magnética extremamente similar ao proposto anteriormente. As figuras 8 e 9 apresentam o modelo de alarme genérico utilizado.



**Figura 8 – Sensor magnético utilizado, com a caixa de baterias aberta**  
**Fonte: Autoria própria**



**Figura 9 – Circuito interno do sensor utilizado**

**Fonte: Autoria própria**

O protótipo (figura 10) foi construído utilizando-se tiras de plástico injetado para fixação, e a caixa do ímã já pertencente ao conjunto do alarme. Foram utilizados dois parafusos de 20 milímetros de altura e passo de 1 milímetro, com diâmetro de 1,5 milímetros, para a regulagem de duas molas cônicas de altura de 12 milímetros, com passo de 0,5 milímetros. O parafuso de fixação utilizado é feito de plástico injetado, com diâmetro de 3 milímetros, altura de 35 milímetros e passo de 2 milímetros. A mola de tensão usada em ambos os lados do filamento de ligação é uma mola cônica, de altura 25 milímetros e 7 milímetros de diâmetro externo. A fixação dos componentes foi feita por adesivo plástico instantâneo e fita isolante. As baterias usadas são duas células alcalinas Elgin LR44 de 1,5 Volts cada.



**Figura 10 – Protótipo rudimentar de sensor construído para testes**

**Fonte: Autoria própria**

O filamento tensor é acoplado numa segunda mola de tensão, e este fixado em um segundo parafuso de fixação passado por uma pequena chapa de plástico injetável regulável (Figura 11), que serve de ponto de fixação da parte superior do sistema ao topo da coluna do indivíduo, no segundo plano horizontal. A fixação no corpo é feita por meio de adesivo próprio para utilização na pele, embora possa ser usado também um pequeno pedaço de fita adesiva.

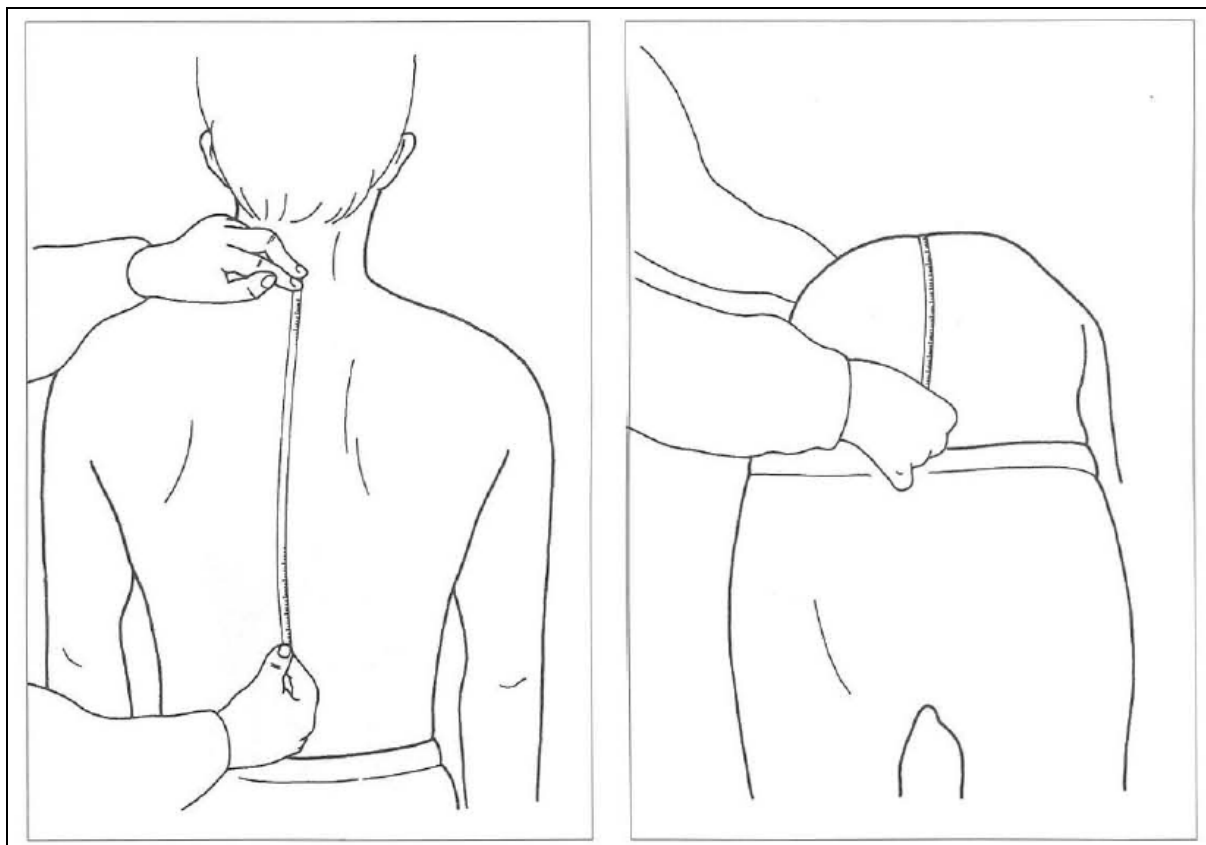


**Figura 11 – Parte superior do sistema sensor, chapa fixadora.**  
**Fonte: Autoria própria**

Embora o sensor criado seja bastante simples e de composição elementar, testes realizados para calibração da distância ótima entre o imã e a caixa de alarme provaram que este atende aos requisitos iniciais do projeto. Durante os testes, por tentativa e erro, definiu-se que a distância a ser utilizada coincide com a distância teorizada no projeto inicial, marcando um espaço de aproximadamente 10 milímetros entre o lado de contato superior da caixa de alarme e o lado inferior da caixa contendo o imã utilizado, este sendo um poderoso imã N-35H sinterizado de neodímio retirado de um disco rígido sucateado de computador. O imã possui um campo magnético uniforme que atende as especificações teóricas do projeto.

Após a confecção do sistema e os testes para determinar se o sensor construído atendia as necessidades do projeto, foi aplicado um pequeno teste para avaliar o atual alinhamento postural de um possível portador do equipamento, mediante aconselhamento de um fisioterapeuta e seguido de embasamento teórico de material para avaliação ortopédica. Esse teste consiste na verificação do alinhamento da coluna com o paciente em pé, usando um fio de prumo e na

medição das distâncias entre vértebras chave da coluna vertebral de um indivíduo, em posição ereta e flexionada, referenciado na figura 12. (Barros Filho, 2001)



**Figura 12 – Avaliação do alinhamento da coluna, usando fita métrica.**  
**Fonte: Retirado de Barros Filho (2001, P. 26)**

A medição consiste no uso de uma fita métrica para medir a distância entre as apófises espinhosas das vértebras C7 e T12, e obter um valor numérico entre as posições normal e flexionada, este valor atinge em média 2,5 centímetros no indivíduo normal. As amplitudes aceitas para a coluna torácica são de até 45° para flexão, extensão e inclinação para cada lado, valores estes usados na calibração do sensor e dos testes.

Foram feitos no total seis estudos de caso, cada um com um indivíduo diferente, durante um período de aproximadamente uma semana para cada caso. As pessoas participantes optaram por não terem seus nomes revelados, mas concordaram com todos os termos da pesquisa e a divulgação de outros dados e seus pareceres a respeito do projeto.

Cada estudo de caso incluiu instruções claras do uso do sistema para cada indivíduo avaliado, recomendações do fisioterapeuta para manter uma boa postura, recomendações do autor para o uso correto do equipamento e avaliações diárias do uso do equipamento, tabelamento do número de disparos do alarme durante o decorrer do teste e, ao fim de cada período de teste, um questionário a respeito do processo de utilização do sistema e seus efeitos no comportamento do paciente. Os dados de cada caso foram sequenciados e tabelados na ordem em que foram realizados, sendo expostos na sessão a seguir.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os pacientes avaliados tiveram seus nomes mantidos em sigilo por opção própria, ressaltando novamente que todos os dados foram obtidos com o total consentimento dos participantes e nenhuma informação foi divulgada sem a revisão dos envolvidos. Os pacientes foram identificados de 1 a 6 conforme o período de avaliação em que os estudos de caso ocorreram, uma base de dados preliminar consta na tabela 1.

**Tabela 1 – Base de dados dos estudos de caso realizados (2016)**

Paciente	Período de Utilização	Idade (Anos)	Uso Diário (Horas/Dia)	Média de Disparos/Dia
1	18/03 até 25/03	42	2h	27
2	30/03 até 07/04	26	3h	53
3	08/04 até 15/04	24	2h	34
4	16/04 até 22/04	57	1h	16
5	23/04 até 29/04	54	3h	41
6	01/05 até 06/05	25	2h	29

Fonte: Autoria própria

O quadro 1 mostra a relação entre o comportamento de cada um dos voluntários e suas práticas de utilização do sistema durante o período em que foram realizadas as avaliações com o protótipo.

Paciente	Reação quando o equipamento dispara	Desliga o sensor?	Utilização
1	Corrige a postura imediatamente	Não	Adequada
2	Corrige a postura imediatamente	Não	Adequada
3	Corrige a postura após terminar a atividade	Sim	Semi-adequada
4	Raramente corrige a postura	Sim	Não Adequada
5	Corrige a postura imediatamente	Não	Adequada
6	Corrige a postura após vários disparos	Sim	Semi-adequada

**Quadro 1 – Relação do comportamento dos pacientes ao longo do período de avaliação**

Fonte: Autoria própria

Os quadros de 2 a 7 identificam cada voluntário e são seguidos pelas respectivas questões e respostas representando todo o panorama de dados coletado no decorrer dos períodos de testes, bem como uma avaliação preliminar do caso de cada indivíduo.

Nome	J. N. de P.
Sexo	Feminino
Idade	42 anos
Ocupação	Dona de casa
Avaliação preliminar	A paciente sente dores relacionadas ao dia-a-dia do lar, principais ocorrências surgem quando há necessidade de realizar limpezas de longa duração na residência ou rearranjar os móveis para tirar pó ou sujeira de locais normalmente não acessíveis.

**Quadro 2 – Primeiro estudo de caso**

Fonte: Autoria própria

**a) Durante o período de utilização, você sentiu alguma melhora na sua postura e quaisquer dores relacionadas à postura cervical?**

“Sim, a própria presença do aparelho reduziu bastante os casos em que senti dores durante o dia-a-dia, conforme o sensor me indicava quais eram as irregularidades na minha postura, aos poucos consegui me adaptar melhor e me mover de forma a não disparar o alarme sonoro.”

**b) O uso do aparelho causou algum incômodo ou desconforto no período de avaliação?**

“No começo sim, o aparelho causava um incômodo considerável e demorou alguns dias para que eu me acostumasse com o alarme sonoro, mas isso não afetou o uso, exceto quando minhas roupas não se adequavam perfeitamente com o formato do sistema.”

**c) Você sente que após o término do período de avaliação e uso do sistema, sua prática de postura cervical mudou?**

“Sim, mesmo embora ainda sinta dores referentes à má postura, já tenho a capacidade de me policiar melhor graças ao condicionamento adquirido com o uso do sensor.”

**d) Relate como foi em geral sua experiência com o uso do sistema proposto.**

“Foi boa no geral, achei o equipamento muito interessante e que me proporcionou a capacidade de aos poucos me acostumar a fazer as atividades do dia-a-dia de forma a não prejudicar tanto minha coluna.”

Nome	T. A. de C.
Sexo	Masculino
Idade	26 anos
Ocupação	Estudante (Período integral)
Avaliação preliminar	O paciente apresenta dores agudas quando assume certas posições para levantar objetos ou utilizar equipamentos em nível baixo de altitude. Sofre de leve grau de escoliose.

**Quadro 3 – Segundo estudo de caso**

Fonte: A autoria própria

**a) Durante o período de utilização, você sentiu alguma melhora na sua postura e quaisquer dores relacionadas à postura cervical?**

“Sim, o aparelho condicionou-me a evitar posicionamentos desfavoráveis e também ajudou a diminuir bastante as dores que sinto durante o dia.”

**b) O uso do aparelho causou algum incômodo ou desconforto no período de avaliação?**

“O aparelho é bastante incômodo no começo, mas esse incômodo logo desaparece. O aviso sonoro causa um leve susto em um primeiro momento, mas este também é algo que me acostumei.”

**c) Você sente que após o término do período de avaliação e uso do sistema, sua prática de postura cervical mudou?**

“Sim, após o término do período de testes a que fui submetido, minha prática postural melhorou consideravelmente, antes passava o dia tendo várias ocorrências de dores agudas devido a má postura da coluna, agora esse número se reduziu bastante.”

**d) Relate como foi em geral sua experiência com o uso do sistema proposto.**

“O aparelho em si é bastante inovador e embora não seja algo para se usar 100% do tempo, é uma ótima ferramenta para condicionar a mentalidade do indivíduo e ajudar a manter uma boa postura durante o dia. Acredito que se colocado juntamente a outros sistemas de correção de postura seria extremamente eficaz.”

Nome	L. A. de C.
Sexo	Feminino
Idade	23 anos
Ocupação	Estudante (Período integral)
Avaliação preliminar	A paciente sente dores ao se esforçar para erguer objetos, tem dificuldade em se manter sentada em cadeiras que não oferecem suporte para a coluna durante longos períodos de tempo. Sofre de leve grau de lordose.

**Quadro 4 – Terceiro estudo de caso**

Fonte: Autoria própria

**a) Durante o período de utilização, você sentiu alguma melhora na sua postura e quaisquer dores relacionadas à postura cervical?**

“Houve uma melhora sim, mas não foi o que eu esperava, o aparelho dispara quando necessito de fazer certos movimentos que tenho dificuldade em realizar de outras maneiras. As dores, no entanto diminuíram, pois aprendi a perceber com mais clareza quais tipos de posições me afetam.”

**b) O uso do aparelho causou algum incômodo ou desconforto no período de avaliação?**

“O aparelho é difícil de usar quando se está sentado, o volume incomoda levemente quando se utiliza uma cadeira com encosto inferior que não providencia local adequado para que o sensor se desloque.”

**c) Você sente que após o término do período de avaliação e uso do sistema, sua prática de postura cervical mudou?**

“Sim, embora pouco tempo depois do tempo de uso os hábitos prejudiciais a postura retornaram.”

**d) Relate como foi em geral sua experiência com o uso do sistema proposto.**

“O aparelho possui a capacidade de condicionar aos poucos uma pessoa a obter práticas de postura mais adequadas, porém necessita de um período grande de tempo para que haja efeito duradouro.”

Nome	G. A. S.
Sexo	Masculino
Idade	57 anos
Ocupação	Bancário
Avaliação preliminar	O paciente sente dores após sentar-se durante muito tempo numa mesma posição. Tem dificuldade em perceber que sua forma de se posicionar está lhe causando dores. Dificuldade em se adequar a recomendações médicas.

**Quadro 5 – Quarto estudo de caso**

Fonte: Autoria própria

**a) Durante o período de utilização, você sentiu alguma melhora na sua postura e quaisquer dores relacionadas à postura cervical?**

“O aparelho frequentemente me avisa que minha postura é errada, porém não consigo me sentir confortável nas posições recomendadas. As dores diminuíram um pouco.”

**b) O uso do aparelho causou algum incômodo ou desconforto no período de avaliação?**

“O equipamento é extremamente incômodo, tanto seu formato, sua sensação no corpo e o aviso sonoro é extremamente irritante.”

**c) Você sente que após o término do período de avaliação e uso do sistema, sua prática de postura cervical mudou?**

“Minha prática de postura infelizmente não muda, pois não sinto conforto para trabalhar em outras posições, não consigo me acostumar de outra forma.”

**d) Relate como foi em geral sua experiência com o uso do sistema proposto.**

“O aparelho cumpre com rigor o objetivo embora não seja algo que todo tipo de pessoa possa usar, não sou do tipo de pessoa que adere a sistemas que buscam condicionar meus hábitos por meio de alarmes e outros avisos irritantes ou intermitentes.”

Nome	N. de C.
Sexo	Feminino
Idade	57 anos
Ocupação	Coordenadora
Avaliação preliminar	A paciente sente dores após passar muito tempo sentada numa mesma posição, possui práticas de postura já adequadas, mas tem dificuldade em manter uma posição favorável por longos períodos de tempo.

**Quadro 6 – Quinto estudo de caso**

Fonte: Autoria própria

**a) Durante o período de utilização, você sentiu alguma melhora na sua postura e quaisquer dores relacionadas à postura cervical?**

“Corrigi minha postura assim que o aparelho me avisava que havia algo de errado, seguindo as recomendações que me foram providenciadas, notei que embora ainda houvesse lapso de má postura durante o dia, as dores diminuíram.”

**b) O uso do aparelho causou algum incômodo ou desconforto no período de avaliação?**

“No início o aparelho causa desconforto, pois dá a sensação de algo estranho sobre o corpo, essa sensação tende a diminuir conforme o tempo passa.”

**c) Você sente que após o término do período de avaliação e uso do sistema, sua prática de postura cervical mudou?**

“Senti que minhas práticas de postura melhoraram, mas logo que o período de testes acabou comecei a adquirir novamente hábitos de má postura conforme o tempo passou.”

**d) Relate como foi em geral sua experiência com o uso do sistema proposto.**

“O sistema é muito útil, porém não se adequa à atividades que necessitam de silêncio ou fina percepção sonora, um projeto mais elaborado necessita de outras formas de aviso.”

Nome	J. F. P.
Sexo	Feminino
Idade	24 anos
Ocupação	Estudante (Período noturno)
Avaliação preliminar	A paciente sente dores ao erguer as pernas para subir escadas ou degraus excessivamente altos, tem dificuldade em manter posições em que se dobra a coluna para frente durante muito tempo. Sofre de leve grau de lordose.

**Quadro 7 – Sexto estudo de caso**

Fonte: A autoria própria

**a) Durante o período de utilização, você sentiu alguma melhora na sua postura e quaisquer dores relacionadas à postura cervical?**

“Minha postura no período de testes melhorou, mas minhas dores não diminuíram muito, notei, no entanto que consigo dormir melhor após a pesquisa.”

**b) O uso do aparelho causou algum incômodo ou desconforto no período de avaliação?**

“O aparelho é bastante incômodo, frequentemente o filamento que passa pelas minhas costas me causou coceira e irritação, embora acredite que isso seja pelas condições de alergia de pele que possuo.”

**c) Você sente que após o término do período de avaliação e uso do sistema, sua prática de postura cervical mudou?**

“Minhas práticas de postura melhoraram muito, mas assim que se encerraram os testes logo percebi que meus hábitos anteriores de má postura retornaram, embora agora consiga perceber com mais clareza quando devo corrigir minha postura.”

**d) Relate como foi em geral sua experiência com o uso do sistema proposto.**

“Minha experiência foi boa, acredito que seja um sistema que pode ajudar muitas pessoas, mas necessita de muito tempo para fazer efeito.”

No quadro 8 foram compilados os principais tipos de irregularidades observadas nos indivíduos avaliados, a eficácia do sensor em detectar os problemas e a taxa geral de acerto do sensor ao detectar que há alguma irregularidade na postura, seguido de observações finais relacionadas a cada paciente.

Paciente	Principal irregularidade observada	Sensor detectou?	Taxa de acerto <sup>1</sup>
1	Ângulo de flexão cervical prejudicial	Parcialmente	63%
2	Ângulo de flexão lombar inadequado ao sentar	Sim	82%
3	Sobrecarga e desequilíbrio ao carregar peso	Sim	73%
4	Ângulo de flexão lombar e cervical prejudiciais	Parcialmente	68%
5	Ângulo de flexão lombar inadequado ao sentar	Sim	87%
6	Ângulo de flexão lombar e cervical prejudiciais	Sim	76%

**Quadro 8 – Resultados do período de avaliação**

**Fonte: Autoria própria**

A paciente 1 teve a maioria das irregularidades detectadas devido à má postura ao usar o celular enquanto realizava as tarefas domésticas, seguido de irregularidades causadas pelo mau hábito de mover móveis e outros objetos pesados usando apenas uma mão ou sem o devido apoio, o sensor foi capaz de detectar parcialmente estas irregularidades pois a natureza dos movimentos realizados pela coluna cervical necessitam de calibrações mais minuciosas que geram saturação de número disparos nas sessões inferiores da coluna.

O paciente 2 possui péssimos hábitos de postura ao se sentar para trabalhar no computador ou escrever, estes hábitos também se observaram nas horas de lazer ao assistir TV ou com o uso de jogos eletrônicos, o sensor foi capaz de detectar com eficácia a maioria das irregularidades presentes, houve dificuldade em averiguar posições em que o encosto de apoio das costas preveniu o movimento correto do filamento tensor do sistema.

A paciente 3 teve a maioria de suas irregularidades detectadas provenientes da falta de alinhamento corporal ao carregar peso e a má distribuição do peso entre os braços, deixando com que um membro se sobrecarregasse, desalinhando o corpo e conseqüentemente a coluna, movimentos bruscos realizados durante as atividades do dia causaram uma queda na taxa de acerto do sistema.

<sup>1</sup>Taxa média de acerto, calculada a partir do número de disparos e o número de acertos, por dia.

O paciente 4 apresentou práticas extremamente propensas ao detrimento do uso do sensor, se recusando a se submeter à todas medidas necessárias durante o período de testes, e frequentemente desligando ou até removendo o sensor durante a avaliação, possui práticas de postura ruins porém se recusa a corrigir a postura quando o sensor avisa sobre alguma irregularidade, portanto apresentado uma taxa de detecção relativamente baixa quando comparado com alguém que seguiu corretamente as recomendações de uso e postura.

A paciente 5 obteve a maior taxa de acerto do estudo realizado, tendo suas irregularidades presentes quando está sentada em acento sem encosto, onde passa grandes quantidades de tempo realizando atividades que requerem uma postura estática mas necessitam movimento amplo dos braços, como o uso de instrumentos musicais.

A paciente 6 possui irregularidades muito semelhantes aquelas presentes no estudo realizado com a paciente 1, as mesmas dificuldades em detectar estas mudanças se fazem presentes, embora neste caso a má postura lombar se mostrou mais aparente.

## 6 CONCLUSÃO

Após revisão e compilação dos dados obtidos com os estudos de caso, foi possível determinar a real eficácia do sistema em detectar irregularidades na postura vertebral de um determinado indivíduo, mediante que o usuário siga corretamente as recomendações de uso do equipamento e mantenha-se disposto a obter práticas de boa postura da coluna ao longo do tempo. Observando-se o fato de que ocorreram diversos casos de reclamação a respeito de incômodo no uso do sensor, ainda que apenas inicialmente, e a relativa dificuldade em criar hábitos saudáveis de postura nos avaliados, concluiu-se que a melhor alternativa de implantação do sistema é em conjunto com outros métodos de controle e correção postural, mais precisamente algum tipo de colete, malha corporal, vestimenta ou equipamento de segurança que poderia receber o sensor em sua composição e agir como intermediário entre o corpo do paciente e o sistema de sensor magnético. O sistema proposto possui a capacidade teorizada de detectar irregularidades na postura do usuário, desde que este seja usado corretamente, e esta capacidade poderia ser melhorada caso fosse pareado com outras formas de controle postural. Não foram analisados casos específicos de falha ou irregularidades no funcionamento do sistema como possíveis interferências com alarmes ou detectores de metal presentes em locais com elevado nível de segurança, nem os ajustes necessários para biótipos corporais extremos tais como obesidade ou deformidades decorrentes de acidentes ou doenças. O estudo ou desenvolvimento destas possibilidades não é o objetivo deste projeto, sendo deixado para pesquisas posteriores na área. O sistema desenvolvido neste projeto teve sucesso em atingir os objetivos propostos em um ambiente controlado de avaliação, sendo que sua aplicação em longo prazo necessitaria de uma quantidade muito maior de tempo e recursos para se estudar e desenvolver.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7250-1: MEDIDAS BÁSICAS DO CORPO HUMANO PARA O PROJETO TÉCNICO – DEFINIÇÕES DE MEDIDAS CORPORAIS E PONTOS ANATÔMICOS – ESTUDO**. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15127:2004: CORPO HUMANO - DEFINIÇÃO DE MEDIDAS**. Rio de Janeiro, 2010.

BARBOSA, Lydia M. **EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR COMO CONTRIBUIÇÃO PARA PREVENÇÃO DE PROBLEMAS POSTURAIS DA COLUNA VERTEBRAL**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2010, 48p.

BARROS FILHO, Tarciso E. P. de. **EXAME FÍSICO EM ORTOPEDIA**. São Paulo, Sarvier, 2001. 333p.

CAILLIET, R. **LOMBALGIAS (Síndromes Dolorosas)**. São Paulo, Editora Manole, 1975. 151p.

FERREIRA, Elizabeth A. G. **POSTURA E CONTROLE POSTURAL: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE MÉTODO QUANTITATIVO DE AVALIAÇÃO POSTURAL**. Tese de doutorado, USP, São Paulo, 2005, 114p.

NETTER, F. **ATLAS DE ANATOMIA HUMANA**. 2ª edição New Jersey: Masson S.A., 2000.

RENNER, Jacinta S. **PREVENÇÃO DE DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO**. Boletim da Saúde, vol. 19, n.º 1, Porto Alegre, 2005, pag. 68, 7p.

RUARO, Antonio F.. **ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA: Temas Fundamentais e a Reabilitação**. Umuarama, Ed. do Autor, 2004. 586p.

**APÊNDICE – Desenho de Sensor Magnético Para Postura (SOLIDWORKS)**

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

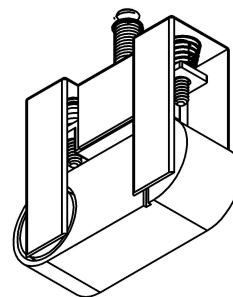
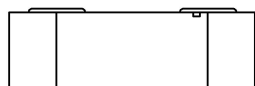
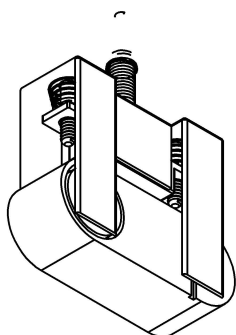
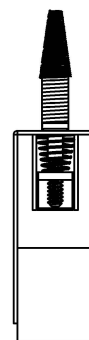
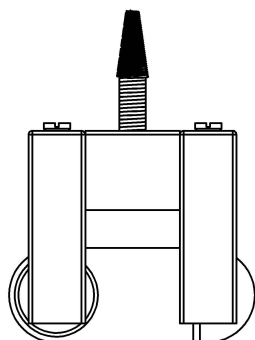
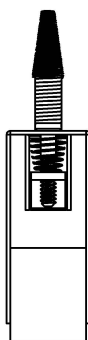
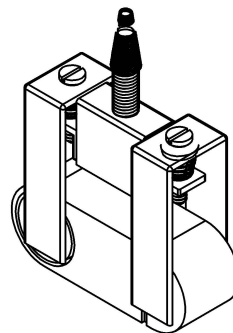
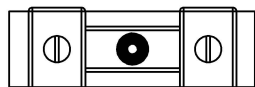
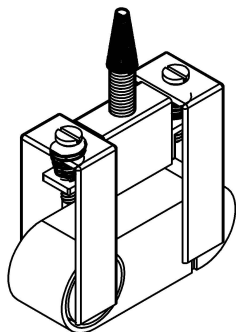
C

B

B

A

A



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

**Apêndice 1 - Sensor montado (vistas)**

TÍTULO:

**Sensor auxiliar para correção de postura**

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Theodore Stihaienco		12/03/2016
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

MATERIAL:

DES. Nº

**SW6E34**

A4

PESO:

ESCALA:1:2

FOLHA 1 DE 1

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

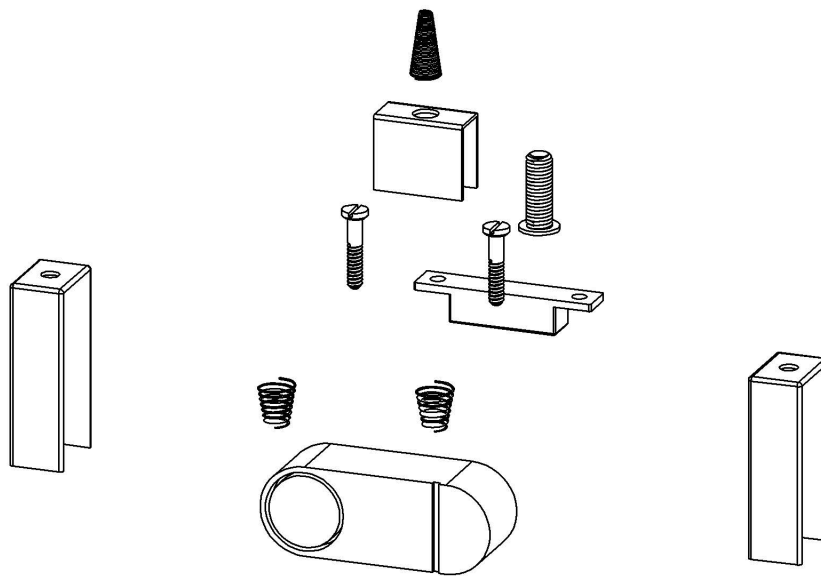
D

C

C

B

B



SE NÃO ESPECIFICADO:  
 DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
 ACABAM. SUPERFÍCIE:  
 TOLERÂNCIAS:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
 QUEBRAR  
 ARESTAS  
 AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

### Apêndice 2 - Vista explodida

	NOME	ASSINATURA	DATA		
DESEN.					
VERIF.					
APROV.					
MANUF.					
QUALID				MATERIAL:	
				PESO:	

TÍTULO:

DES. Nº

# sensoresplodida

A4

ESCALA:1:1

FOLHA 1 DE 1

4

3

2

1

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

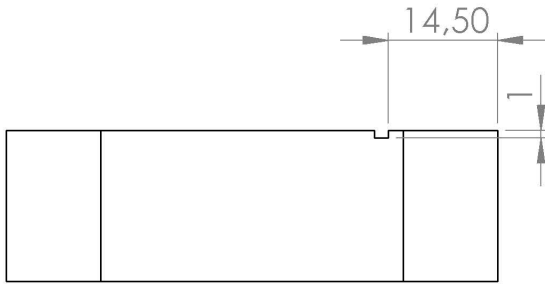
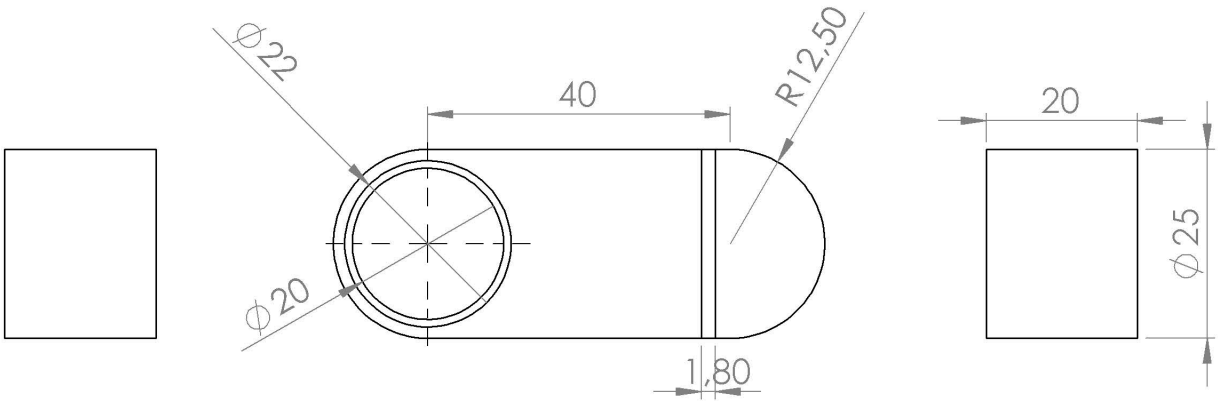
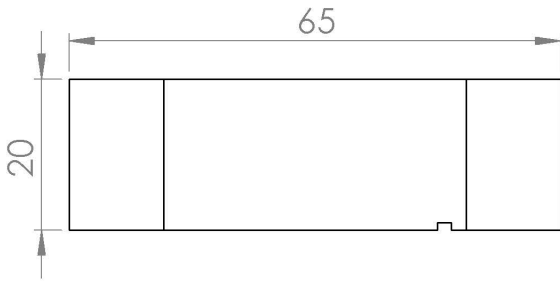
C

B

B

A

A



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

### Apêndice 3 - Alarme

	NOME	ASSINATURA	DATA		
DESEN.					
VERIF.					
APROV.					
MANUF.					
QUALID				MATERIAL:	
				PESO:	

TÍTULO:		
DES. Nº	<b>alarme</b>	A4
ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1	

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

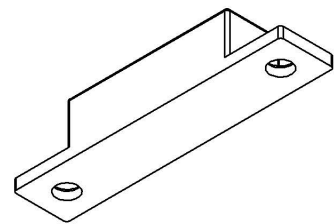
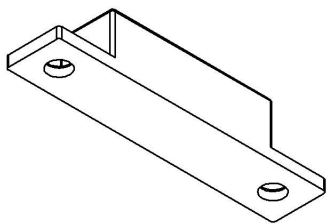
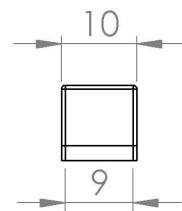
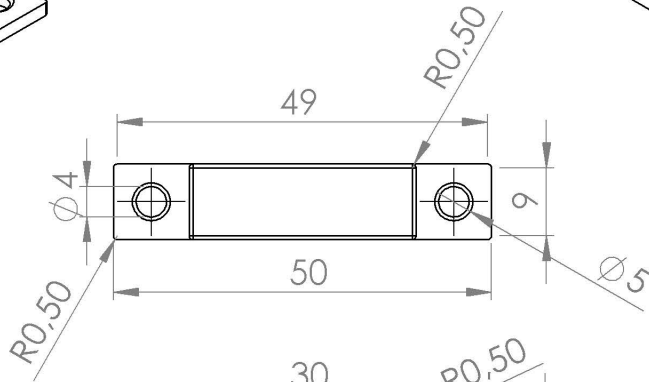
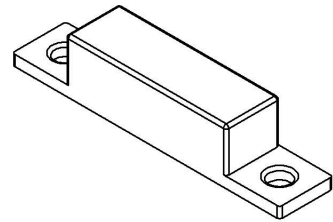
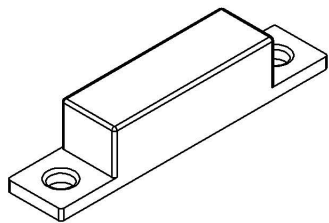
C

B

B

A

A



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

**Apêndice 4 - Caixa do imã**

	NOME	ASSINATURA	DATA	
DESEN.				
VERIF.				
APROV.				
MANUF.				

TÍTULO:

QUALID			MATERIAL:	

DES. Nº

**caixaima**

A4

PESO:

ESCALA:1:1

FOLHA 1 DE 1

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

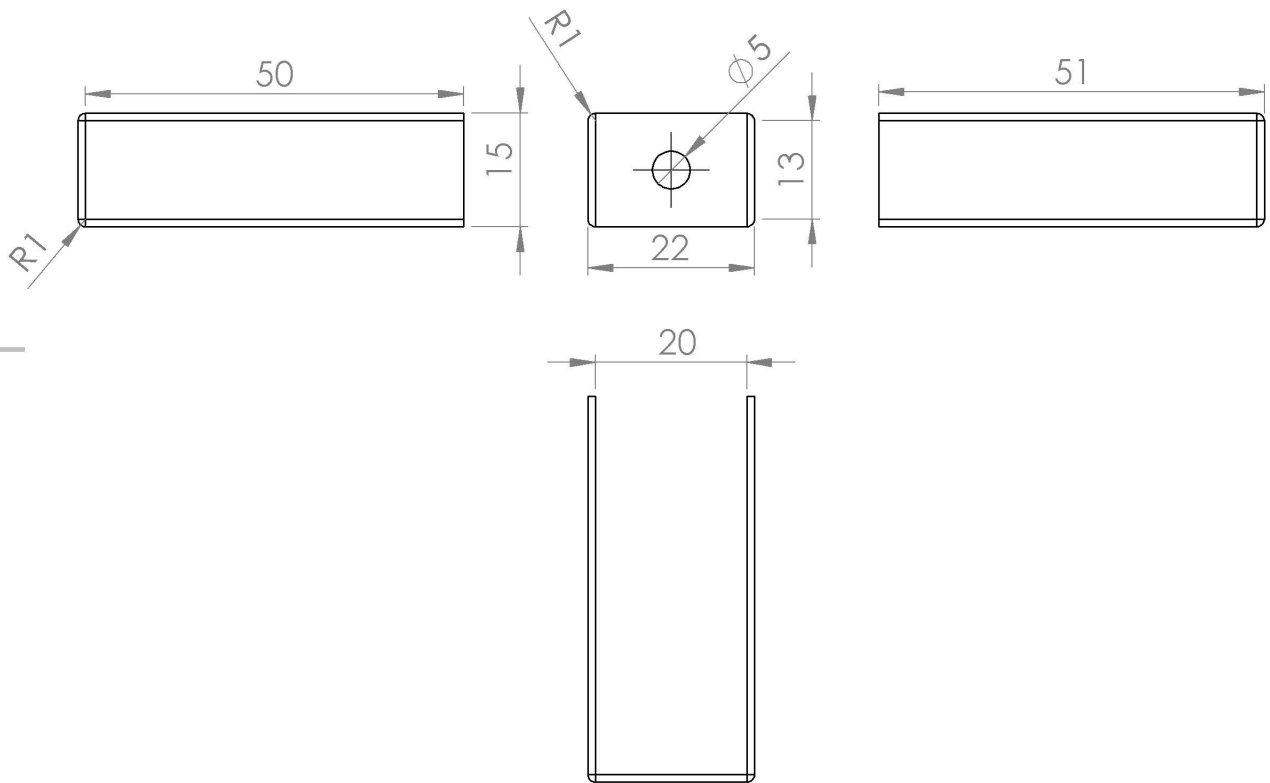
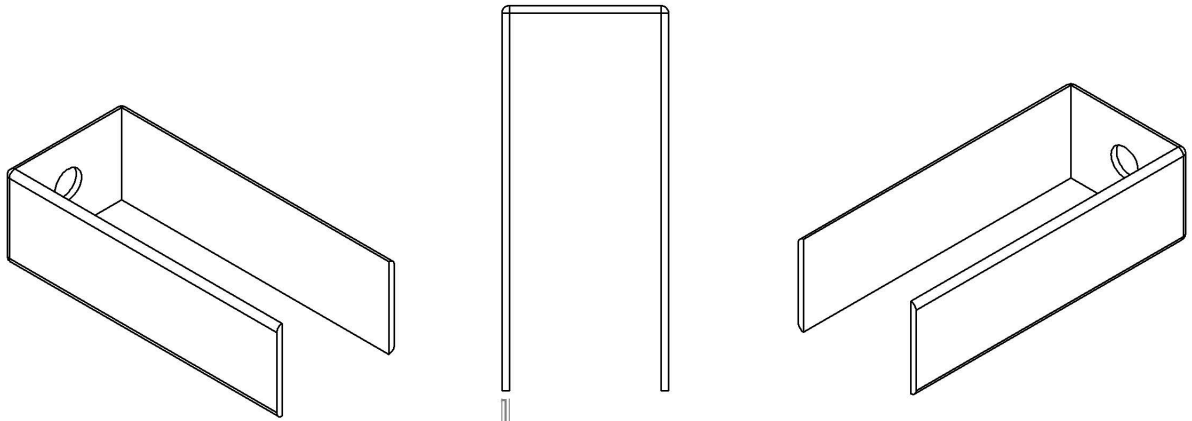
C

B

B

A

A



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

### Apêndice 4 - Guia fixadora

	NOME	ASSINATURA	DATA	
DESEN.				
VERIF.				
APROV.				
MANUF.				

TÍTULO:

QUALID				MATERIAL:

DES. Nº

# fixador

A4

PESO:

ESCALA:1:1

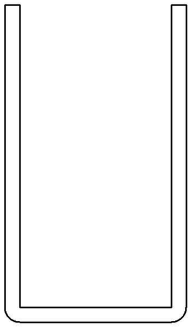
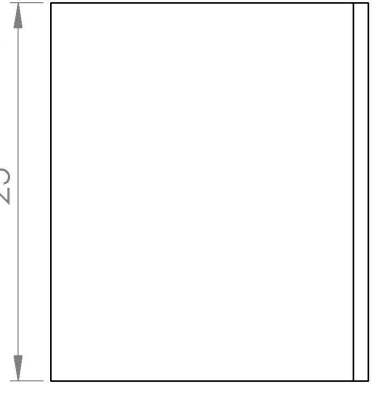
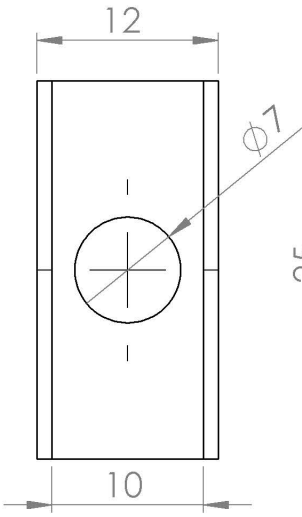
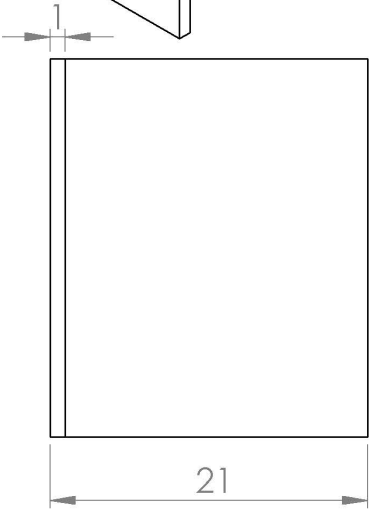
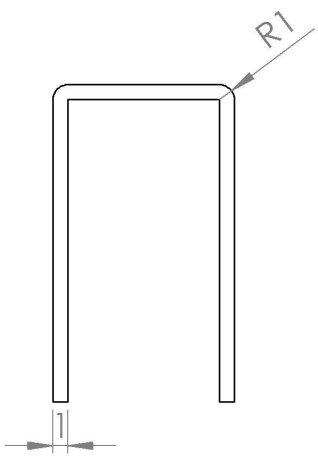
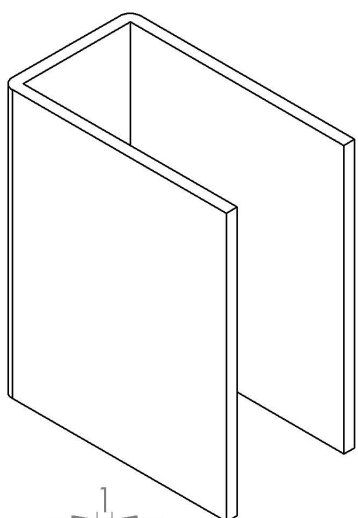
FOLHA 1 DE 1

4

3

2

1



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

### Apêndice 5 - Fixador do Imã

	NOME	ASSINATURA	DATA	
DESEN.				
VERIF.				
APROV.				
MANUF.				
QUALID				

TÍTULO:

DES. Nº **fixadorima**

PESO:

ESCALA: 2:1

FOLHA 1 DE 1

A4

F  
E  
D  
C  
B  
A

F  
E  
D  
C  
B  
A

4 3 2 1

4 3 2 1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

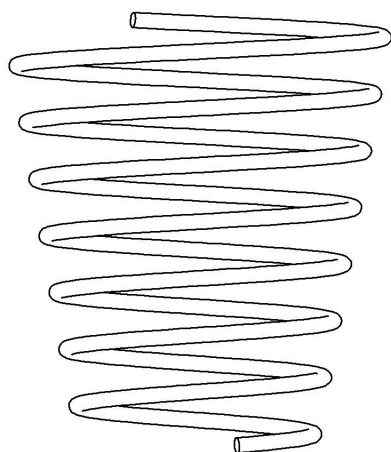
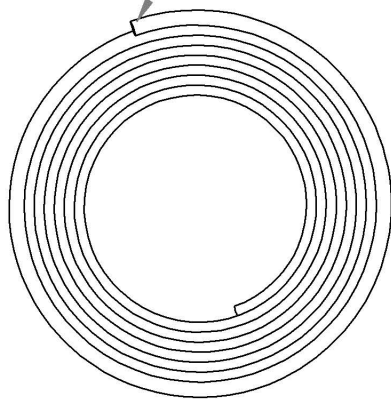
C

C

B

B

TRUE R0,20



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

### Apêndice 6 - Mola de compressão

	NOME	ASSINATURA	DATA		
DESEN.					
VERIF.					
APROV.					
MANUF.					

TÍTULO:

QUALID				MATERIAL:	
				PESO:	

DES. Nº

**mola**

ESCALA:5:1

FOLHA 1 DE 1

4

3

2

1

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

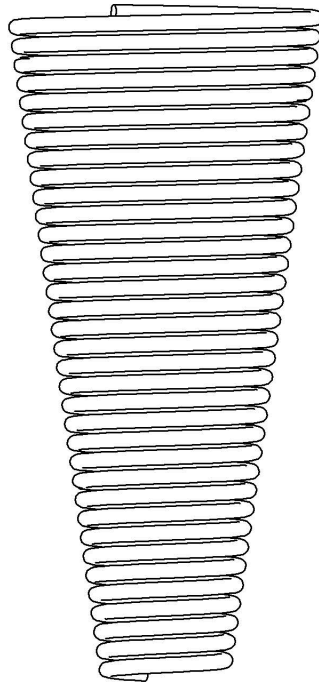
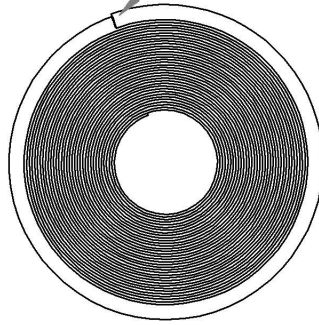
C

C

B

B

TRUE R0,20



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

### Apêndice 7 - Mola de tração

	NOME	ASSINATURA	DATA		
DESEN.					
VERIF.					
APROV.					
MANUF.					
QUALID				MATERIAL:	
				PESO:	

TÍTULO:	
DES. Nº	A4
<h1>molagrande</h1>	
ESCALA:5:1	FOLHA 1 DE 1

4

3

2

1

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

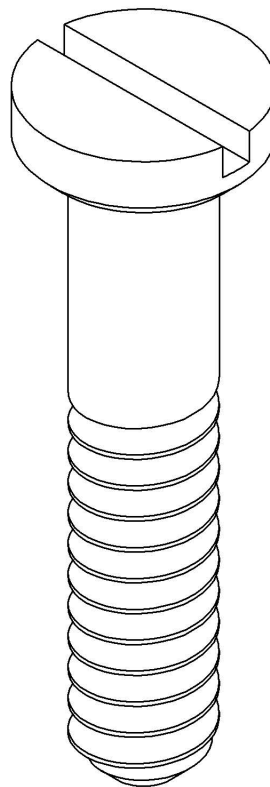
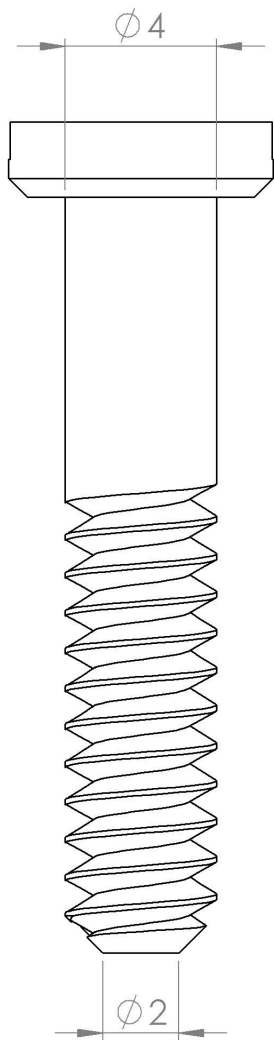
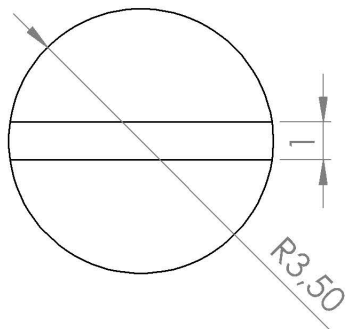
D

C

C

B

B



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

**Apêndice 8 - Parafuso 20mm, 1mm**

	NOME	ASSINATURA	DATA	
DESEN.				
VERIF.				
APROV.				
MANUF.				
QUALID				MATERIAL:
				PESO:

TÍTULO:			
DES. Nº	<b>parafuso</b>		A4
ESCALA:5:1	FOLHA 1 DE 1		

4

3

2

1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

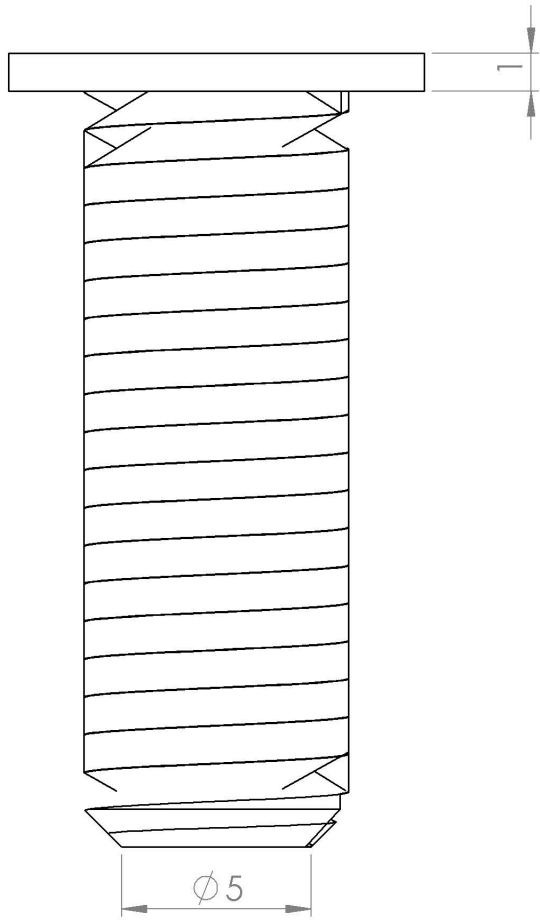
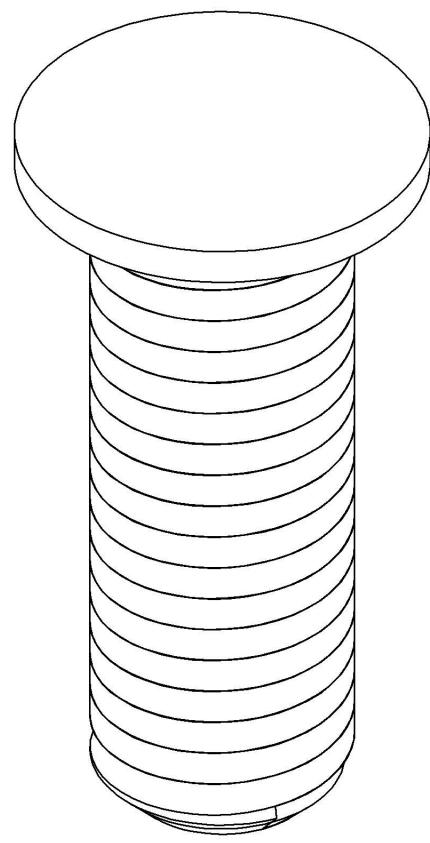
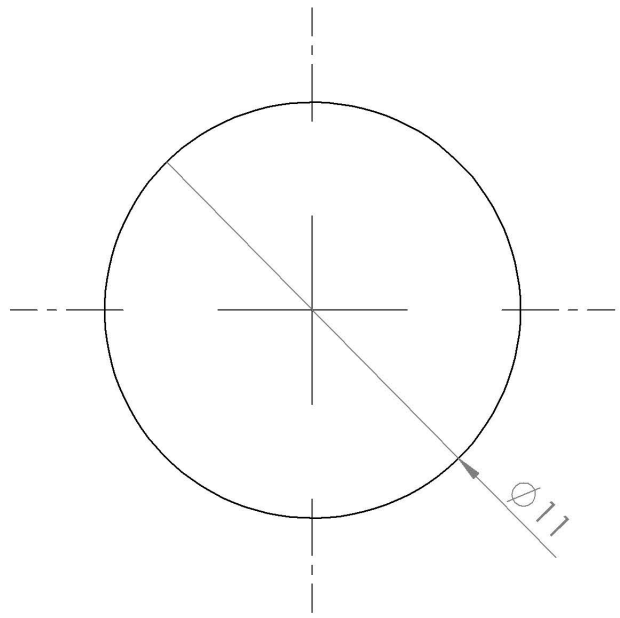
D

C

C

B

B



SE NÃO ESPECIFICADO:  
DIMENSÕES EM MILÍMETROS  
ACABAM. SUPERFÍCIE:  
TOLERÂNCIAS:  
LINEAR:  
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E  
QUEBRAR  
ARESTAS  
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

**Apêndice 9 - Parafuso 35mm, 2mm**

	NOME	ASSINATURA	DATA	
DESEN.				
VERIF.				
APROV.				
MANUF.				
QUALID				MATERIAL:
				PESO:

TÍTULO:

DES. Nº **parafusogrande** A4

ESCALA:5:1 FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A