

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA  
DIRETORIA DE ENSINO  
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR  
CENTRO DE FORMAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE PRAÇAS**

**João Vitor Pires Rodrigues**

**O uso de roldanas e polias no salvamento em altura para redução da resistência no sistema**

RODRIGUES, João Vitor Pires. **O uso de roldanas e polias no salvamento em altura para redução da resistência no sistema**. Curso de Formação de Soldados. Biblioteca CEBM/SC, Florianópolis, 2011. Disponível em: <Endereço>. Acesso em: data.

**Florianópolis  
Dezembro 2011**

# O USO DE ROLDANAS E POLIAS NO SALVAMENTO EM ALTURA PARA A REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA NO SISTEMA

João Vitor Pires Rodrigues<sup>1</sup>

## RESUMO

O salvamento em altura como técnica, segue em evolução com as atividades de alpinismo e rapel, tendo como material indispensável e de relevância o cabo, porém os cabos eram usados antigamente sem o uso de matérias como as polias e roldanas, vindo a desgastar o bombeiro e delongando o tempo do resgate. O desenvolvimento desse artigo seguiu essa vertente, identificando as técnicas de salvamento, avaliando o número mínimo de bombeiros para cada técnica, coligando o emprego de polias e roldanas nas respectivas técnicas, buscando a diferença de força. A pesquisa foi desenvolvida com o auxílio da ciência de vários autores especialistas no campo, doravante a essa pesquisa, deu-se que as polias móveis e fixas tem uma importância basal nas técnicas, onde a mesma pode mudar a direção do movimento; e em conjunto, fixas com móveis formando um sistema progressivo, como a talha exponencial, que divide essa resistência gerada no sistema e soma a força produzida pelo resgatista, proporcionando um resgate mais rápido e o bombeiro por sua vez ficará menos debilitado.

**Palavras Chave:** Salvamento em altura. Bombeiro. Técnicas de salvamento. Roldanas.

## 1 INTRODUÇÃO

Das mais variadas técnicas de salvamento que as equipes do corpo de bombeiro executam como: salvamento em altura, salvamento em buscas terrestres, salvamento em espaços confinados e colapsados, salvamento em meio aquático, atendimento pré-hospitalar, combate a incêndios e resgate veicular; desse leque variado observa-se a importância do salvamento em altura. Onde o mesmo pode estar envolvido em todas as outras técnicas, pois a vítima pode precisar de um atendimento em uma altura onde os socorristas não têm a possibilidade de acessar com o veículo, usando assim atividades para o meio vertical, como o alpinismo e rapel.

---

<sup>1</sup> Aluno Soldado do CEBM – Centro de Ensino Bombeiro Militar de Santa Catarina. Graduado em Turismo e Hotelaria pela UNOPAR – Universidade Norte do Paraná – e-mail [jmazinhorodriguez@hotmail.com](mailto:jmazinhorodriguez@hotmail.com).

O alpinismo é uma atividade que tem seu surgimento na antiguidade entre tribos que subiam as montanhas para adorar a Deuses, exércitos que cruzavam cordilheiras para liberdade e poder, poetas que procuravam no mesmo, inspiração, como apresenta (NICLEVICZ, 2011).

No início dessa atividade limitavam os praticantes ao uso apenas de cordas, isso levava ao praticante um desgaste maior, na atividade desenvolvida pelo corpo de bombeiro o tempo resposta do resgate da vítima vem a ser menor, pois a vida da vítima depende de minutos ou até segundos, por isso, o limite de apenas cordas seria um grande empecilho para a guarnição de salvamento; percebe-se a evolução na atividade em alturas com o uso de materiais que garantem o avanço da técnica.

Com o progresso da técnica de rapel e alpinismo, conseqüentemente a de salvamento e resgate em altura, com o uso de roldanas e polias para a soma de força desenvolvida no içamento, pode possibilitar ao profissional um desgaste menor; e à operação, um número menor de profissionais para desempenhá-la e um tempo resposta menor de socorro trazendo consigo a importância das roldanas para o corpo de bombeiros no salvamento em altura.

Com isso este estudo pretende demonstrar como valer-se de roldanas para maximizar a força do efetivo em salvamento em altura, para que o desgaste de pessoal diminua; por conseqüência diminua o tempo de salvamento das vítimas, possibilitando o resgate dos próximos feridos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 História do Corpo de Bombeiros.**

Segundo o Corpo de Bombeiros de Santa Catarina (2011) e o Corpo de Bombeiros de São Paulo (2011), tem-se o Surgimento dos Bombeiros Militares na Marinha, devido aos riscos de incêndio em navios antigos; nessa época eram apenas combatentes do fogo e não uma corporação. Deu-se o nome Bombeiros, pois os mesmos operavam bombas d'água.

Foi criada no Brasil a primeira corporação do Corpo de Bombeiros em 1856 pelo então Imperador D. Pedro II. No início o mesmo não era de caráter militar, só em 1880 foram classificados como hierarquia militar. A corporação por afinidades com a França adotou as características do modelo parisiense onde era classificado como Arma de Engenharia Militar,

e aparelhados para servirem como pontoneiros ou sapadores quando necessário. Até o fim do Império essa foi a única nomeação de bombeiro militar existente assim como apresenta o (CORPO DE BOMBEIROS DE CASCAVEL, 2011) e (CORPO DE BOMBEIROS DE SÃO PAULO, 2011).

Segundo o Corpo de Bombeiros de Santa Catarina (2011), com a Proclamação da República, os Estados com níveis melhores de renda passaram a formar seus próprios Corpos de Bombeiros. Em 16 de setembro de 1919, foi sancionada a Seção de Bombeiros, por uma lei municipal pelo então Governador Doutor Hercílio Luz, a Seção de Bombeiros era constituída pelos integrantes da força pública, sua inauguração teve-se na data de 26 de setembro de 1926 instalada nos fundos do prédio onde funcionava a inspetoria de saneamento, situado na rua Tenente Silveira, em Florianópolis, quem o comandado pelo 2º Tenente PM Waldomiro Ferraz de Jesus.

## **2.2 Salvamento em Altura**

O salvamento em altura é uma atividade desenvolvida para melhor resgate de pessoas em locais onde dependa dos profissionais para o içamento da vítima, onde se encontra a localização, o acessar, o estabilizar e o transporte da vítima, segundo Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina (2010, p.2):

Salvamento em altura é uma atividade desenvolvida por bombeiros para localizar, acessar, estabilizar e transportar vítimas mediante o emprego de técnicas de salvamento em locais elevados, com base em normas de segurança e procedimentos de ancoragem e descida específicos.

O salvamento em altura é “definido como atividades de salvamento realizadas em locais elevados, podendo ser no plano vertical, inclinado ou horizontal” (RIGONI, 2007, p.3.).

Prosseguindo com as ideias do Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina (2010), deparando-se a uma ocorrência de salvamento em altura, deve-se estabelecer o SCO (Sistema de Comando da Operação), pois a mesma pode ter várias equipes envolvidas, é necessário então, estabelecer o comando para realizar a operação com segurança e padronizada.

A padronização da operação leva o nome de POP (Procedimento Operacional Padrão) como explica o Corpo de Bombeiro de Santa Catarina (2010), essa uniformização é de grande importância para o resgate pois nela que será desenvolvida as táticas, técnicas e as estratégias que serão empregadas na operação garantindo a eficiência e a rapidez no salvamento.

## 2.3 Equipamentos de Proteção.

O salvamento em altura por ter sido iniciado com técnicas de esportes como o rapel e o alpinismo, têm como equipamento primordial os cabos, para o deslocamento dos resgatistas e das vítimas, os cabos podem ser constituídas por fibras naturais ou sintéticas; uma das fibras naturais é o cânhamo, porém não são tão usadas hoje em dia, pois sua eficiência é menor do que as fibras sintéticas como a de poliamida, que amortece em oito vezes mais do que a de cânhamo. Nesta vertente citada pelo Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina (2010) e Rigoni (2007) encontram-se os nós, que podem ser: azelha em oito; azelha simples; azelha em nove; azelha em oito duplo-alçado; nó sete; volta do fiel; pescador duplo; Prussico; machard; valdotan; nó dinâmico UIAA ou meio fiel.

Dentro dessa dinâmica se encontra as fitas, que são divididas em planas e tabulares, a função das fitas é bem expressa por Rigoni (2007, p.13):

As fitas são muito utilizadas como elemento de fixação em ancoragens, onde tem a função de equalização de tensão sobre os meios de fixação, além de protegerem as cordas, substituindo-as em arestas vivas e pontos de abrasão exagerada.

Para (NR 6, 2011, p.1) “O Equipamento de Proteção Individual - EPI é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado a proteção contra riscos capazes de ameaçar a sua segurança e a sua saúde”. Não longe disso nota-se a importância a qual o EPI traz-se para o resgate em alturas, pois a necessidade de segurança em qualquer metragem de altura vale a vida, tanto do socorrista e de sua equipe quanto o da vítima, que necessita da ajuda dos mesmos, além dos equipamentos que visam à segurança individual, é imprescindível o uso dos equipamentos coletivos para um resgate, e eles são citados por Rigoni (2007); individuais temos o cinto de segurança nível 3 - tipo pára-quedista, par de luvas para rapel, freio oito, mosquetões de alumínio s/ trava, mosquetões de alumínio c/ trava, bloqueante de punho, bloqueante ventral, malha rápida, mosquetões de aço, cordelete para segurança, cordelete para estribo, cordelete “safa-onça”, capacete de trabalhos verticais, óculos de proteção, cantil, lanterna Resistente a água, ascensores, já os coletivos são: grampos-manilhas grandes, coletes refletivos, triângulo de salvamento, cones de sinalização, croque com cabo em madeira, maca de salvamento em plástico flexível, kit de primeiros socorros, mosquetões de aço, corda estática, fita tubular, cabos de salvamento, descensor de barras tipo Rack, descensor auto bloqueante tipo Stop, roldanas de duas seções, roldanas de uma seção, fita zebrada.

## **2.4 Técnicas de Resgate em Alturas.**

### 2.4.1 Técnicas de auto-resgate

Técnica desenvolvida por um único socorrista, onde o mesmo desenvolve a técnica por descensão e ascensão, observa-se na figura 01 do anexo, como apresenta as técnicas Rigoni (2007). No mesmo estilo de salvamento, encontra-se técnicas como o corte no cabo da vítima, o auto-resgate preservando o cabo da vítima.

Rigoni (2007) apresenta o corte no cabo da vítima como uma técnica onde o profissional realiza a descida no cabo que o mesmo está subindo, com o auxílio de blocantes, chegando à vítima o resgatista clipa o mosquetão da vítima com a corda de resgate, corta o cabo da vítima, e a mesma descerá lentamente usando o freio oito.

Já a técnica de auto-resgate preservando o cabo da como segue as idéias de Rigoni (2007), é feita por quatro opções, o socorrista descendo no mesmo cabo da vítima, descendo em outro cabo, acessando a vítima por baixo sem o cabo extra e com o cabo extra a descida em outro cabo faz-se a ancoragem, solta o cabo e desce pelo até a vítima, fazendo a blocagem acima da vítima, conecta a mesma; descendo no mesmo cabo; desce até a vítima alcança a vítima com os braços, nivela a mesma com o socorrista, retira o mosquetão do cabo do socorrista e clipa no da vítima e faz-se a descida; já o resgate por baixo da vítima faz-se subindo, o socorrista vai até a vítima subindo com o blocante até a mesma clipa-se nela junto ao cabo do socorrista e desce, com o cabo auxiliar o socorrista passa da vitima clipa o estribo e a ponta do cabo extra, faz o pendulo e solta o oito da vítima.

### 2.4.2 Resgate Complexo.

Indo de encontro com as idéias de Rigoni (2007), resgate de vitimas com suspeita de fraturas no fêmur, úmero, traumatismo craniano, e deve ser realizado por uma equipe de no mínimo quatro bombeiros.

#### 2.4.2.1 Técnicas de “içamento”.

Seguindo o pensamento de Rigoni (2007), a redução do desgaste e multiplicação da força para o resgate está ligada diretamente com o uso de roldanas no sistema de

“içamento”, por consequência ligada a todos os resgates, especificamente na técnica de içamento, a pessoa está em alguma depressão “buraco”, vala, em meio urbano ou natural, onde os socorristas estarão no pico verticalizado como nota-se a estrutura do sistema na figura 02 do anexo, desse pico os componentes montam o sistema, começando pelo uso de uma corda para a amarração em algo que já esteja fixo, depois o mosquetão que será usado para fixar a outra corda que irá fixar a primeira polia, nessa primeira polia passará a corda que irá içar a vítima, depois de passar pela primeira polia chega-se a segunda polia onde a segunda é ligada ao blocante, assim o sistema será completo, com duas polias fazendo com que a força exercida pelos dois homens seja em dobro menor que a resistência que a vítima irá exercer nas polias.

#### 2.4.3 Técnicas de descensão.

A técnica de descensão é realizada por macas ou por triângulo de evacuação, esta escolha é feita de acordo com a lesão que a vítima sofra, em grandes lesões usam-se macas, já as pequenas o triângulo.

A descida da maca é executada utilizando-se duas cordas, uma principal e uma de segurança, as cordas são controladas de cima, por socorristas da equipe. Quando a condição da vítima ou o terreno for de complicação para o salvamento, é necessário que um socorrista acompanhe a maca no sistema, caso a maca não necessite de acompanhamento, utiliza-se o cabo guia, para que a mesma não bata em algum lugar ressalvado por Rigoni (2007).

### 2.5 Numero de profissionais

A importância do profissional nos resgates de salvamento em altura vem de encontro a velocidade e ao desgaste nas técnicas. Na técnica de auto-resgate é necessária à utilização de apenas um socorrista para cada vítima transportada, pois como explicado por Rigoni (2007) a técnica é desenvolvida por descensão e ascensão usando blocantes, que fazem o movimento de subida.

Já o resgate complexo, que compreende a técnica de içamento, é utilizado na equipe o mínimo de quatro socorristas. Dois socorristas são responsáveis pelo cabo de uso do resgate onde vão descer e içar ou só a vítima ou a vítima e o socorrista, o outro integrante da equipe fica com o cabo guia, que é utilizado para controlar o movimento da vítima quando içada, para que a mesma não esbarre em nenhum obstáculo como explica (RIGONI 2007).

Rigoni (2010) apresenta a técnica de descensão, e nela dependendo do estado da vítima e da amplitude do ângulo, pode ser necessário que um socorrista acompanhe a vítima no trajeto, são dois ou um integrante no ponto de cima onde estará a amarração como vemos na fig. 03 do anexo, para fazer o controle da velocidade de descida.

## **2.6 Redução da Resistência da corda ou ganho de força.**

O uso de roldanas e polias vai de encontro à necessidade de menos força no arraste de pesos com cordas, essa força minimiza a utilização de pessoas e o desgaste dos mesmos.

Para a Física como diz Ferraz Netto (2011, p.1):

“consta de um disco de madeira ou de metal, que pode girar em torno de um eixo que passa por seu centro e é normal ao seu plano. Na periferia desse disco existe um sulco, denominado gola ou garganta, no qual passa uma corda ou cabo contornando-o parcialmente. O eixo é sustentado por uma peça em forma de U, denominada chapa, que lhe serve de mancais. As polias, quanto aos modos de operação, classificam-se em fixas e móveis. Nas fixas os mancais de seus eixos (a chapa) permanecem em repouso em relação ao suporte onde foram fixados. Nas móveis tais mancais se movimentam juntamente com a carga que está sendo deslocada pela máquina. Cadernais e talhas são combinações de roldanas”.

Trilhando as idéias de Ferraz Netto (2011), entende-se que as polias fixas servem para mudar a direção e o sentido da força, a sua eficiência é na suspensão de objetos, pois mesmo a força motriz  $F$  (aplicada), sendo igual a  $R$  (resistência da corda), seu eixo da vantagem em relação ao atrito que a corda teria em qualquer superfície.

Na polia fixa a vantagem mecânica se da, pois, aplica-se uma força de cima para baixo, para içar um objeto, e essa força se da pelo peso da pessoa ilustrada na figura 02 do anexo, porém essa força é igual a resistência, com isso a definição de vantagem mecânica ilustra os dizeres a cima “Denomina-se vantagem mecânica da talha a relação entre a força resistente e a força motriz, vantagem mecânica= $R/F_m$ ” (BONJORNO ; CLINTON, 1999, p.92).

### **2.6.1 Polias Móveis.**

Para Ferraz Netto (2011) as polias e roldanas móveis para ter eficiência maior na redução de força devem ser ligadas a polias fixas chamada talha exponencial; o mecanismo da polia móvel é onde em uma das extremidades da corda é presa a um suporte fixo e na outra é aplicada à força  $F$ , já a Resistência  $R$  é aplicada no eixo da polia (a carga é posta no gancho da

chapa), com isso a força  $F$  fica igual à metade da resistência, como define Bonjorno e Clinton (1999). A eficiência da polia móvel dá-se em “a polia móvel facilita a realização de algumas tarefas, como, por exemplo, a de levantar algum objeto pesado. A cada polia móvel colocada no sistema, a força fica reduzida à metade, esta é uma vantagem” (TOFFOLI, 2011, p.1).

## 2.6.2 Talha Exponencial

Porém as polias tanto a fixa quanto a móvel não tem tanta eficiência quando estão sozinhas no sistema, quando unidas em um equilíbrio, a figura 04 do anexo ilustra muito bem o funcionamento da união da fixa com a polia móvel, esse equilíbrio se dá o nome de talha exponencial como é apresentada por Bonjorno e Clinton (1999, p.231).

“Consiste em uma associação de polias móveis com uma só polia fixa, vamos obter o valor da força motriz  $F_m$  que a pessoa deve exercer para sustentar o peso  $R$ . O peso  $R$  é equilibrado por duas forças de intensidade  $R/2$  e o peso  $r/2$  é equilibrado por duas forças de intensidade  $R/2^{2n}$ , se tivermos  $n$  polias móveis, a força motriz será  $F_m=R/2^n$ ”.

Onde se ganha em força, dobrando-a em relação à resistência, porém aumenta proporcionalmente a metragem da corda, se a corda vai içar algo a 1 metro de altura a mesma deverá ter 2 metros como apresenta (FERRAZ NETTO 2011).

Essa multiplicação de força como apresenta Ferraz Netto (2011), pode ser triplicada ou mais, acrescentando um número maior de polias móveis no sistema, onde terá a mesma funcionalidade, cada polia aumenta a força em dobro e aumenta a metragem da corda, por isso a vantagem de colocar mais que duas ou três é necessário ter um planejamento, como vê na figura 05 do anexo.

## 3 METODOLOGIA

O presente artigo foi desenvolvido com base em um desenvolvimento teórico, fundamentado por um plano de pesquisa onde se partiu de matérias, conteúdos de autores da área, dar-se-ia a importância do estudo, “o plano de pesquisa serve para guiar a pesquisa, dá um sentimento de segurança e permite um trabalho modularizado, customizado”. (CASSANDRA ; SILVA, 2004, p.18)

Partindo de um problema, onde se verificou a importância do mesmo, usar de técnicas e ferramentas para melhorá-lo.

#### **4 CONCLUSÃO**

Conclui-se com a revisão de autores especialistas no âmbito do tema, que o uso de polias para o ganho de força ou a redução da resistência, completa com grande eficiência as técnicas de resgate de vítimas em alturas, mesmo que essas técnicas tenham sido eficazes no passado sem o uso das polias, apenas na força motriz dos integrantes da guarnição, o emprego das mesmas ocasionaram uma evolução no salvamento, pois no passado a consequência era um desgaste maior da guarnição, o que nos dias de hoje já não ocorre com os socorristas, há técnicas hoje que apenas um integrante é necessário, como no auto-resgate, e este único executa este resgate no tempo vital para a vítima, onde prende-se ao fato de que, seria necessário o dobro da força do mesmo para o resgate dessa vítima ou até não seria possível sem as polias, com o emprego das mesmas tanto no auto-resgate como no içamento e nas outras técnicas germinou um resgate mais eficiente.

## REFERÊNCIAS

CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DE SANTA CATARINA, **Curso de Salvamento em Altura**, maio 2010.

BONJORNO, Regina Azenha at al, **Física Fundamental**: novo volume único 2 grau, São Paulo: FTD, 1999.

CASSANDRA, Ribeiro de O. ; SILVA, **Metodologia e Organização do projeto de pesquisa** – guia prático, Fortaleza-CE, Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, maio 2004.

FERRAZ NETTO, Maquina Simples – 2011, disponível em: <[http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06\\_RE03.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_RE03.asp)> acesso em 01 de outubro de 2011.

NICLEVICZ, Waldemar – 2011, disponível em: <<http://www.niclevicz.com.br/pag1.php>> acesso em 21 de outubro de 2011.

**NR 6**, Equipamento de proteção individual – 2011, disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr6.htm>> acesso em 01 de outubro de 2011.

RIGONI, Capitão Rodrigo de Souza, Curso de Formação de Bombeiro Profissional Civil, 2007.

TOFFOLI, Leopoldo, Polias, 2011 disponível em: <<http://www.infoescola.com/mecanica/polias-roldanas/>> acesso em 02 de outubro de 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DE SÃO PAULO, **Histórico**. Disponível em: <[http://www.bombeiros.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=24](http://www.bombeiros.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=24)> Acesso em 02 de outubro de 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DE CASCAVEL, **Histórico Bombeiros do Brasil**. Disponível em <[http://www.bombeiroscascavel.com.br/modules/mastop\\_publish/?tac=Bombeiros\\_do\\_Brasil](http://www.bombeiroscascavel.com.br/modules/mastop_publish/?tac=Bombeiros_do_Brasil)> acesso em 01 de outubro de 2011.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, **Histórico**. disponível em: <[http://www.cb.sc.gov.br/ccb/arq\\_html/historico.php](http://www.cb.sc.gov.br/ccb/arq_html/historico.php)> acesso em 02 de outubro de 2011.

## ANEXO A - Figuras

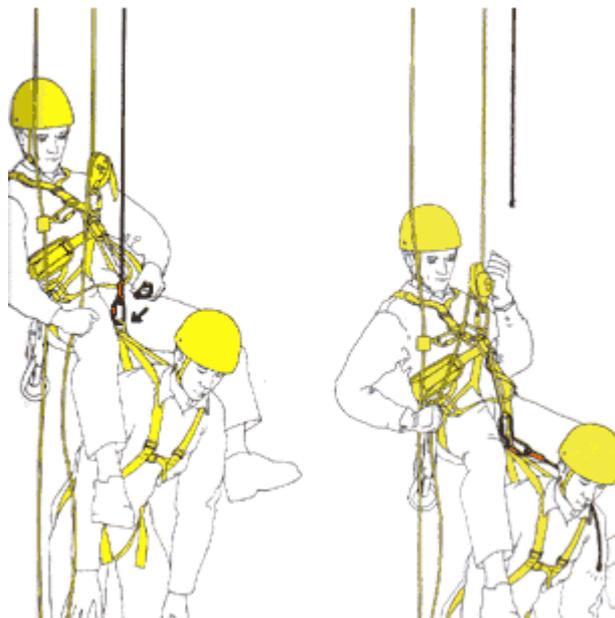


Figura 01 Curso de formação de Bombeiro profissional civil, Rodrigo RIGONI de Souza (pg 26, 2007)

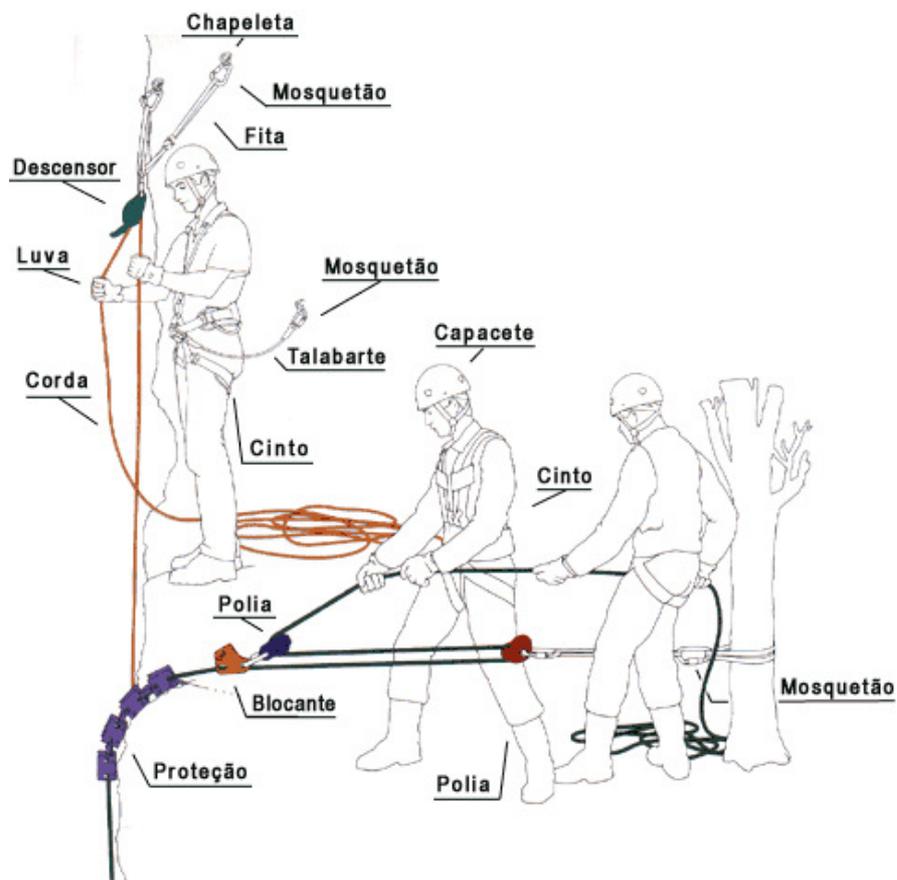


Figura 02 Curso de formação de Bombeiro profissional civil, Rodrigo RIGONI de Souza (p 29, 2007).

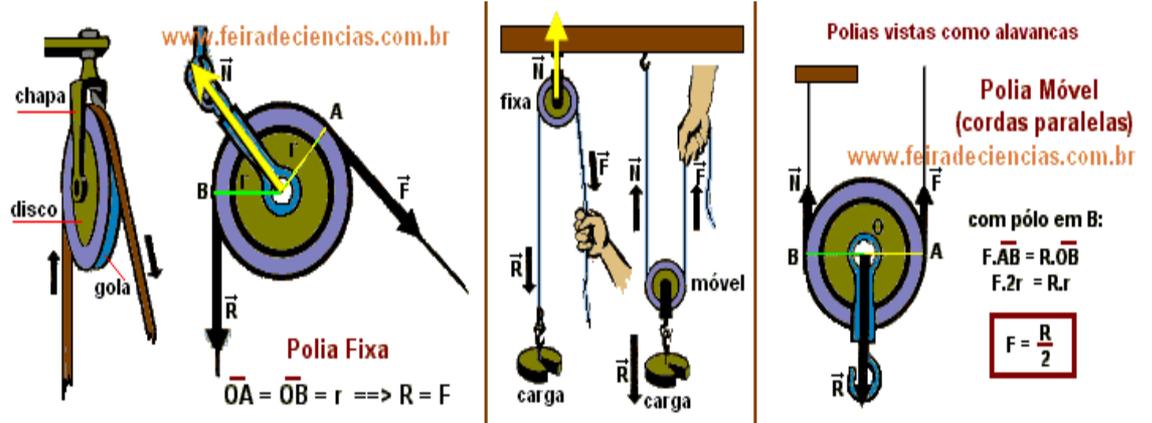


Figura 03 Máquina Simples, Professor Luiz Ferraz Netto (2011.p.1).

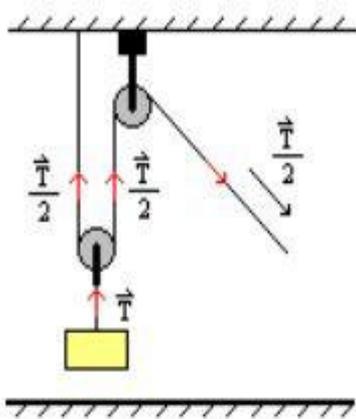


Figura 04 disponível em <http://www.infoescola.com/mecanica/polias-roldanas/> no dia 02/10/2011.

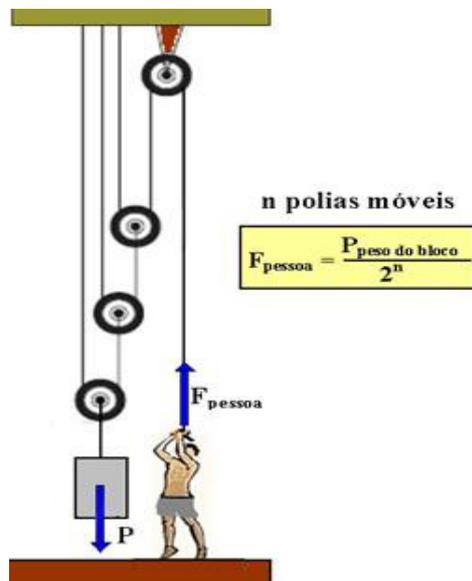


Figura 05 disponível em <http://ericbustamante.blogspot.com/2010/08/roldanas.html> no dia 01/10/2011