

1. Fundamentos da Metodologia do Valor

Em 1962 a *Associação das Indústrias Eletrônicas (EIA)* dos Estados Unidos, cuja comissão para estudos sobre *Análise do Valor (AV) / Engenharia do Valor (EV)* era presidida na época por *Lawrence D. Miles*, e, posteriormente, a própria *SAVE (Society of American Value Engineering)* adotaram os termos *Análise do Valor (AV)* e *Engenharia do Valor (EV)* como sinônimos, empregando-os indistintamente, e com o mesmo significado.

Particularmente, preferimos as designações de *Análise do Valor* para o caso de produtos já existentes e de *Engenharia do Valor* quando estivermos tratando de novos produtos, enquanto que, para os casos onde a metodologia for empregada junto a problemas mais gerais, tais como a análise de sistemas complexos (p.ex: organizacionais) ou de processos (e não componentes), a denominação *Gerenciamento do Valor* será mais apropriada.

1.1 Definição de Engenharia do Valor (EV)

Dentre as diversas definições conhecidas, acreditamos que as seguintes são as mais representativas:

"Engenharia do Valor é a aplicação sistemática de técnicas reconhecidas que:

- *identificam a função de um produto ou serviço;*
- *estabelecem um valor para aquela função; e*
- *objetivam prover tal função ao menor custo total, sem degradação." (Electronic Industry Association - EIA, 1962)*

"Engenharia do Valor é a aplicação sistemática, consciente de um conjunto de técnicas que identificam funções necessárias, estabelecem valor para as mesmas e desenvolvem alternativas para desempenhá-las ao menor custo possível." (Heller, 1971)

"Um esforço organizado dirigido à análise das funções de sistemas, produtos, especificações, padrões práticas e procedimentos com a finalidade de satisfazer as funções requeridas ao menor custo total." (SAVE, 1975)

De todas elas, a mais geral e abrangente é a última, que se trata da definição dada ao *Gerenciamento do Valor*, como já dissemos, uma terceira denominação da metodologia, também sinônimo de *Análise do Valor* e *Engenharia do Valor*, segundo a *SAVE*.

É muito importante observar que todas as definições baseiam-se na **análise das funções** do elemento estudado, na **busca de alternativas mais econômicas** para o desempenho de tais funções e na **não degradação das características de desempenho** inicialmente existentes, caso estas sejam realmente necessárias.

Em outras palavras, busca-se uma redução do custo sem que se perda qualquer propriedade ou característica capazes de tornar aquele bem desejável, útil ou apto a ser vendido, o que nos leva, como veremos a seguir, ao **aumento do valor, e portanto, também da qualidade**.

1.2 Principais Conceitos

A metodologia apoia-se nos seguintes conceitos fundamentais, conforme ilustrado pela Figura 4 a seguir:

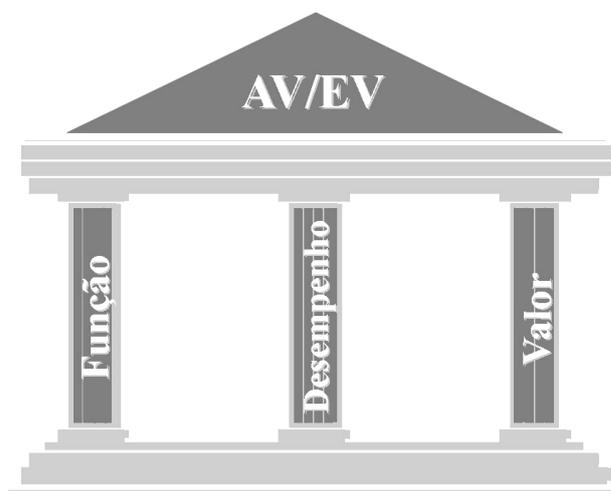


Figura 4 – Conceitos fundamentais da metodologia

Função

O dicionário *Aurélio* define "Função" como sendo "utilidade, serventia, papel ou atribuição". Trata-se, portanto, da razão de ser ou motivo de existir de um determinado item.

Uma função é o **objetivo de uma ação** ou atividade que está sendo desempenhada **e não a ação propriamente dita**. Enquanto a função visa o resultado a ser conseguido, a ação está ligada ao método empregado para obtê-lo.

Desempenho

O *Aurélio* define desempenho como o ato ou efeito de cumprir ou executar alguma tarefa. Para a AV/EV o desempenho é o conjunto de características de funcionamento (funcionalidades) ou propriedades de um determinado elemento que o fazem adequável a um dado propósito ou finalidade específica.

Valor

Geralmente consideramos que um produto ou serviço tem valor, caso ele apresente um equilíbrio adequado entre o custo e o desempenho oferecido.

Em oposição, o produto ou serviço terá o valor reduzido se ele não apresentar um desempenho adequado, e/ou tiver um custo elevado, donde se conclui que:

1. O Valor aumenta com o decréscimo dos custos, desde que mantido o nível de desempenho.
2. O Valor também aumenta com a ampliação do desempenho, se esta for requerida ou desejada pelo consumidor, estando ele disposto a pagar por mais desempenho.

O conceito pode ser expresso pela seguinte relação:

$$VALOR = \frac{DESEMPENHO}{CUSTO}$$

Remetendo-nos ao dicionário, este define valor como "o equivalente justo em dinheiro, mercadoria, etc., especialmente de coisa que pode ser comprada ou vendida".

Do exposto, observa-se que valor é sempre uma medida comparativa, expressa em unidades monetárias.

Especificamente para a metodologia AV/EV, definimos Valor como sendo o menor custo possível para desempenhar uma determinada função.

Também será útil saber diferenciar quatro tipos diferentes de valores econômicos, a saber:

- **Valor de Custo** - total de recursos financeiros necessário para produzir ou obter um determinado item.
- **Valor de Uso** - medida monetária das características (qualidades ou propriedades) que possibilitam o emprego do item.
- **Valor de Estima** - medida monetária das características que tornam desejável a posse do item.
- **Valor de Troca** - medida monetária das qualidades de um item que possibilitam sua troca por outra coisa.

Tais definições serão de grande valia no momento da definição de um objetivo para a análise, e na própria implementação da metodologia, quando for

necessário se *atribuir valor às funções*, como veremos mais adiante.

Complementarmente, também a definição de Qualidade merece uma consideração especial na AV/EV.

Qualidade para nós consistirá no total e confiável atendimento das características de desempenho requeridas de um determinado item ou produto.

Das definições acima é fácil perceber que o **excesso de desempenho**, geralmente *não necessário* no produto (caso contrário não seria excesso!) e *associado a custos adicionais*, não significa qualidade, mas sim falta dela, ao contrário do que se costuma pensar.

2. Abordagem Funcional

Trata-se do enfoque original da metodologia, desenvolvido e extensivamente aplicado por *Miles*, e que consiste na tarefa de se determinar a natureza essencial de uma finalidade, partindo do pressuposto que, para existir, todo objeto ou ação tem (ou teve em um dado momento de sua existência) alguma finalidade.

Assim sendo, a abordagem funcional analisa todas as coisas (componentes, serviços, processos e até mesmo estruturas organizacionais) sob o prisma de requisitos de projeto denominados **funções**, liberando o pensamento criativo dos bloqueios constituídos pela forma física e concepção dos produtos existentes.

A geometria nos oferece uma analogia particularmente útil para a compreensão da *Abordagem Funcional*, conforme mostra a Figura 5 abaixo:

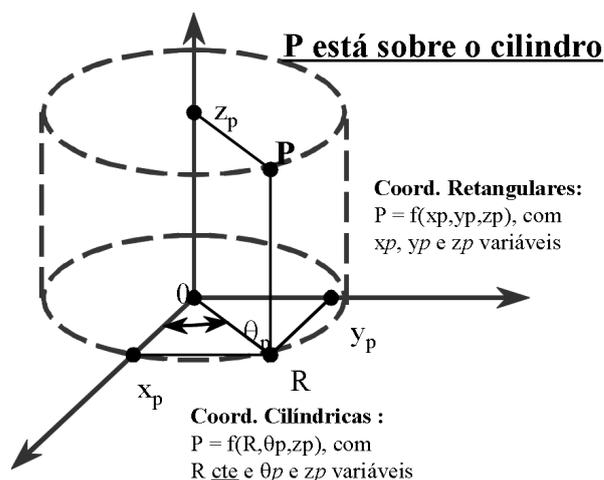


Figura 5 - Posição de um ponto em diferentes sistemas de coordenadas

Considerando que na figura acima o ponto "P" está localizado sobre a superfície do cilindro, podemos descrever sua posição tanto através de coordenadas retangulares, onde $P = P(x_p, y_p, z_p)$, como por meio de coordenadas polares, nas quais $P = P(R, \theta_p, z_p)$, lembrando que em ambos os casos a posição é **rigorosamente a mesma**.

No entanto, se no sistema cartesiano para toda posição de "P" sobre o cilindro é necessário o conhecimento três coordenadas, no sistema polar bastam duas, já que o raio "R" do cilindro permanecerá sempre o mesmo. Logo, para este problema específico, o sistema de coordenadas polares é **mais conveniente**, levando-nos a soluções mais simples.

Paralelamente, melhores resultados serão obtidos se analisarmos os produtos na base de seus requisitos funcionais (funções) ao invés de suas partes componentes (peças).

Assim sendo, a *Abordagem Funcional* pode ser entendida como uma "transformação de sistemas de coordenadas", onde passamos a trabalhar na "base" das funções, mais conveniente quando se deseja reduzir os custos do item analisado.

Para a implementação de um estudo de *Análise do Valor (AV) / Engenharia do Valor (EV)*, é necessário seguir um *Plano de Trabalho* adequado aos objetivos

propostos, ao contexto do projeto e à natureza do objeto em questão.

A *Abordagem Funcional*, empregada no *Plano de Trabalho* durante a fase de *Reestruturação* ou *Redefinição do Problema*, é a responsável pela completa reorientação dos esforços intelectuais para uma direção de máximo resultado.

É na *Abordagem Funcional* que se procura definir o item estudado com base nas funções que este deve e/ou deveria desempenhar e não mais através de suas partes componentes.

A partir desta redefinição torna-se possível a eliminação de funções obsoletas e a busca de alternativas mais econômicas e criativas para o desempenho das funções reconhecidamente necessárias.

2.1 Diferenças entre AV/EV e métodos de redução de custos

Métodos de redução de custos ortodoxos, tais como *Reengenharia*, *Engenharia Simultânea*, *Engenharia Reversa*, entre outros, são fundamentalmente diferentes da AV/EV por estarem voltados às peças, o que implica em concentrar a atenção e o esforço na alteração de métodos de manufatura, aumentos de tolerâncias de fabricação, redução de espessuras de materiais, um elenco de medidas que certamente vão contribuir para a redução dos custos, sem contudo alterar a filosofia do projeto original (sua concepção).

Estes métodos procuram adequar *velhos projetos* a novos e melhores recursos tecnológicos (de projeto, fabricação ou gerenciamento), mantida a concepção original do autor do projeto. Em outras palavras, tais métodos *dão novas respostas às mesmas perguntas*.

Por outro lado, ao concentrar-se nos requisitos funcionais (as funções e desempenho requerido) que realmente precisam ser atendidos, AV/EV rompe o compromisso com a solução escolhida pelo projetista

original, atuando não apenas sobre o custo, mas, principalmente, sobre o valor do item ao reformular sua concepção.

Por conseguinte, a AV/EV nos ajuda a encontrar *respostas à novas questões diretamente influentes sobre o valor do item.*

A diferença pode ser resumida ao analisarmos o resultado final de ambas as análises – com AV/EV obteremos produtos reformulados ao passo que outros métodos conseguiremos apenas produtos melhorados, conforme mostra a Figura 6 abaixo.

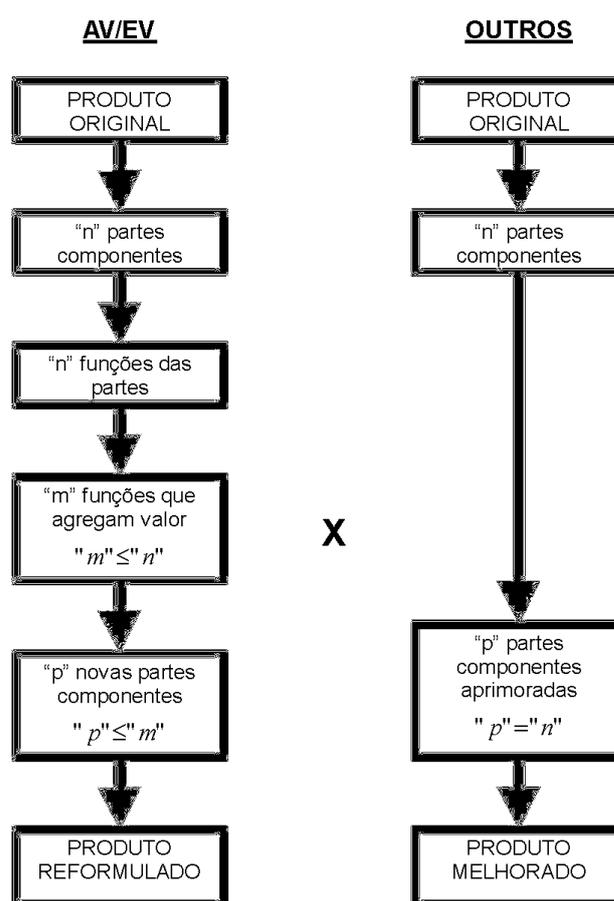


Figura 6 – Diferenças entre AV/EV e métodos de redução de custos

2.2 Anatomia de uma Função

A base da análise funcional, como não poderia deixar de ser, reside na conveniente definição das funções de cada uma das partes do problema, o que é uma tarefa simples, porém não fácil, pois requer habilidade, prática e a consciência de que a

definição deve ser o mais geral possível, ampliando as oportunidades para o pensamento criativo, e tornando-nos capazes de oferecer um maior número de alternativas (quantidade gerando qualidade).

Assim, se estivermos analisando, por exemplo, uma daquelas plaquetas de identificação contendo o número de patrimônio, normalmente presentes em todos os bens pertencentes ao ativo fixo de uma empresa (mesas, cadeiras, etc.), a função "prender plaqueta", que pode executada por meio de parafusos, rebites ou cola, é muito mais restritiva do que a função "identificar equipamento", a qual pode ser resolvida simplesmente pintando-se o número de identificação no item, e dispensando assim a própria plaqueta.

A técnica mais amplamente empregada para se obter uma correta definição das funções é conhecida por "Técnica do Verbo + Substantivo", conforme detalhado a seguir.

Técnica do VERBO + SUBSTANTIVO

Como já afirmamos, a melhor forma de se definir uma função é através da **técnica do VERBO + SUBSTANTIVO**, um processo semântico com o qual se pretende explicitar o **objetivo de uma ação** através de duas palavras, **um verbo de ação** (*atuando sobre algo*) e **um substantivo** (*objeto sobre o qual o verbo atua*).

É conveniente adotarmos como norma que, ao empregarmos a técnica descrita acima, não sendo capazes de descrever de modo preciso e completo uma dada função, é sinal inequívoco de que um melhor entendimento do problema se faz necessário.

O auxílio da gramática

Para empregar corretamente a referida técnica será muito útil nos remeter à definição dos elementos que a compõe. A gramática de Celso Cunha define:

- Verbo é uma palavra variável que exprime o que se passa, ou seja um processo - ação, estado ou fenômeno - representado no tempo.

- *Substantivo* é a palavra com que designamos os seres em geral; as coisas, ações, estados e qualidades tomados como seres (*substantivados*).

Ainda como subsídio à aplicação da técnica, é conveniente ressaltar que a forma verbal a ser empregada é o **Infinitivo impessoal**, uma vez que ela apresenta o processo verbal em potência, **ênfatizando a ação realizada**.

Pré-requisitos para a boa definição das Funções

Dentre outros, podemos destacar os seguintes cuidados:

- Usar somente informações precisas e completas sobre a composição, custos e funcionamento do item estudado, lembrando-se sempre que o resultado do trabalho está diretamente associado à qualidade das informações usadas. Como os americanos costumam dizer, *GIGO - Garbage in → Garbage out* (entra lixo → sai lixo), portanto, cuidado.
- Procurar definir as funções do modo mais amplo e geral possível.

Como decorrência direta dos fatores ressaltados acima, temos:

- Recorrer a conhecimento especializado sempre que necessário.
- Só empregar dados de fontes confiáveis.
- Produzir **descrições técnicas** reconhecidamente corretas dos itens a analisar, como uma preocupação preliminar e subsidiária à aplicação da "*técnica do Verbo + Substantivo*".

2.3 Fundamentos de uma Descrição Técnica

Podemos considerar uma **função** resultante do emprego da "*técnica do Verbo + Substantivo*" como sendo uma síntese, um resumo de conteúdo informativo altamente concentrado, obtido a partir de uma **descrição técnica completa** do item.

Para descrever adequadamente objetos, mecanismos, organismos ou processos, é preciso focalizar independentemente tanto as partes componentes como sua operação, através da caracterização dos seguintes parâmetros:

- Dimensões físicas.
- Proporções relativas (entre as partes componentes).
- Formas.
- Materiais empregados.
- Acabamentos superficiais.
- Conexões e relações entre as partes.
- Ações realizadas e princípios de funcionamento.

E para fazê-lo a contento, ajudará sobremaneira partir da definição de cada um dos elementos envolvidos.

O que é Definição

Por **Definição** entenda-se o conjunto de explicações acerca de objetos ou idéias que os individualizam, tornando-os diferentes de outros objetos ou idéias. Há dois tipos básicos de definições: *formais* e *informais*.

As *definições formais* são composta de três partes, a saber:

Termo - a palavra, objeto, idéia ou conceito a ser definido.

Genus - a classe, grupo ou categoria à qual pertence o **Termo**.

Differentia - as características que distinguem o **Termo** dos demais do seu **Genus**.

Assim, na definição "Um é um polígono de quatro lados em que todos os ângulos são retos, de modo que os lados opostos tem o mesmo comprimento e são paralelos", "... retângulo ..." é o **Termo**, "...polígono de quatro lados..." é o **Genus**, e "... em que todos os ângulos são retos, de modo que os

lados opostos tem o mesmo comprimento e são paralelos ...” é a **Differentia**.

Já as *definições informais* são resumidas, baseadas na substituição do termo que se deseja explicar por sinônimos, ou antônimos. Ex.: o *dobro* significa *duas vezes* (sinônimo), enquanto que *empírico* significa *não teórico* (antônimo).

Para facilitar o processo de definição, são também particularmente importantes o uso de:

Analogias - definição baseada nas similaridades existentes entre duas coisas distintas, uma delas bem mais familiar e conhecida do que a outra (foi o processo utilizado neste texto, no item 3.3 acima, quando pretendemos explicar a *abordagem funcional* comparando-a com uma *mudança de sistema de coordenadas*).

Eliminação - onde caracterizamos alguma coisa baseados em tudo aquilo que ela não é. Por exemplo: *materiais não-metálicos, ensaios não-destrutivos, estruturas não-submergíveis, etc.*

2.4 Classificação de funções

Uma vez identificadas as funções desempenhadas por um produto e seus componentes o passo seguinte consiste em classificá-las.

O resultado desta classificação é um melhor entendimento do produto em sua configuração atual, o que permite redefini-lo para uma nova necessidade de forma consciente e objetiva.

As função podem ser classificadas segundo três enfoques:

- funções identificadoras e agregadas;
- funções de uso e de estima;
- funções relevantes e irrelevantes.

Funções identificadoras e agregadas

A *função identificadora* consiste na razão de ser do produto, sem a qual o produto estaria

descaracterizado e perderia o seu valor ou utilidade para o usuário.

A função identificadora representa o motivo que leva o usuário a pagar pelo produto. Assim, função identificadora de uma *geladeira* é *conservar alimentos*; a de um *automóvel* pode ser *transportar massa* (pessoas ou carga) enquanto que a de um *forno*, poderia ser definida como *aquecer alimentos*.

As *funções agregadas* são aquelas que possibilitam o desempenho da função identificadora ou ainda que ajudam na venda de um produto. No caso de um *relógio*, sua função identificadora é *marcar o tempo*. Um relógio pode ter um *calendário* com a função agregada de *indicar a data* e um *cronômetro* que realiza a função agregada de *medir períodos*. Para um determinado tipo de usuário estas funções agregadas são desejadas num relógio e o fazem decidir pela compra do produto.

Algumas funções agregadas estão relacionadas com a operação do produto, possibilitando tanto a função identificadora como outras agregadas apoio. Funções como *mover ponteiros* ou *fornecer energia* presentes em um relógio são funções agregadas. Algumas funções agregadas podem contribuir para o desempenho de outras funções agregadas, por sua vez, levam à realização da função identificadora.

Um produto pode ter mais de uma função identificadora. Quem adquire um relógio de ouro certamente está procurando algo mais que a função identificadora de marcar o tempo. Boa parte do dinheiro pago por um relógio de ouro está relacionado com a função indicar "status", que também é uma função identificadora deste produto.

Funções de uso e de estima

As *funções de uso* possibilitam o funcionamento do produto e são definidas por verbos e substantivos mensuráveis.

Já as *funções de estima* estão relacionados à vontade do usuário em possuir o produto e são definidas por verbos e substantivos não

mensuráveis. A tabela 1 traz exemplos de verbos e substantivos para funções de uso e de estima.

Tabela 1 - Alguns verbos e substantivos para as funções de uso e estima

Funções de Uso		
Verbo	Substantivo	Unidade de medida
conduzir	corrente	ampére
fornecer	energia	Watt/hora
suportar	força	kgf
autorizar	programa	R\$
elaborar	projeto	horas
diminuir	ruído	decibel
amortecer	vibração	Hertz
medir	calor	graus Celsius
transmitir	torque	kgf.cm

Funções de Estima	
Verbo	Substantivo
prover	beleza
criar	beleza
melhorar	aparência

Funções relevantes e irrelevantes

Funções relevantes são aquelas que o usuário quer encontrar desempenhadas pelo produto. No caso de um forno elétrico de cozinha, as funções aquecer alimento, indicar temperatura, marcar tempo, desligar forno, soar alarme e permitir programação são funções procuradas pelo usuário ao qual o se destina o produto e, portanto são funções relevantes.

Funções irrelevantes existem somente para que funções relevantes possam ser realizadas, ou seja, aparecem apenas para dar suporte à realização das funções relevantes, dependendo, obviamente, da maneira ou método escolhidos pelo fabricante do produto para desempenhar as funções relevantes.

Assim sendo, suponhamos que um forno elétrico tenha um "timer" mecânico para as funções indicar tempo e soar o alarme. Neste caso funções como girar ponteiro, armazenar energia, destravar campainha, etc. são funções irrelevantes que tornam possíveis funções relevantes através da configuração específica escolhida. Caso o forno possua um "timer" eletrônico, outras funções irrelevantes

serão desempenhadas: isolar fios, fornecer energia, armazenar dados, etc.

As funções irrelevantes também estão relacionadas com o processo de fabricação. Furos de centro, por exemplo, normalmente não exercem função no produto acabado, mas foram importantes na sua fabricação (peças usinadas em um torno).

Outro exemplo são ganchos encontrados nos pára-choques dianteiros e traseiros de diversos automóveis sem função para o usuário final, mas necessários para transportar o automóvel na linha de montagem da fábrica.

O consumidor não paga diretamente pelas funções irrelevantes. Se as funções irrelevantes puderem ser substituídas por outras que levem às mesmas funções relevantes o consumidor não dará grande importância. Por exemplo, as funções relevantes de uma balança portátil (que as pessoas usam para se pesar em casa) podem ser: indicar peso, prover apoio, aumentar atrito e prover beleza. Em outras palavras, o usuário procura uma balança que indique seu peso, que seja firme para poder ficar em pé sobre ela, que não escorregue no piso liso do banheiro e que seja bonita. Diversas configurações podem ser usadas para atender estas funções relevantes:

- Um cabo é preso à parte superior passando por uma polia, de forma que com a retração da mola o cabo se afrouxa e se enrola em uma polia ligada a um disco graduado (figura 7). As funções deste tipo de balança estão indicadas na tabela 2.

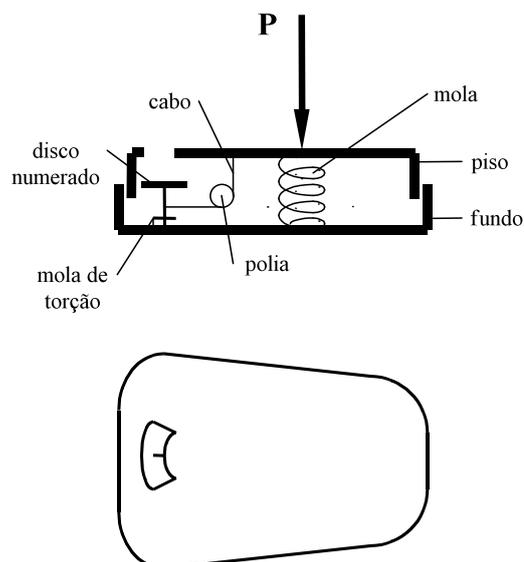


Figura 7 - Esquema de balança portátil com mola helicoidal.

Tabela 2 - Funções de uma balança portátil de mola helicoidal

Item	Função	I/A	R/I	U/E
Disco numerado	indicar peso	I	R	
Conjunto fundo	prover apoio	A	R	U
	guiar piso	A	I	U
	fixar mola	A	I	U
	sustentar eixo	A	I	U
	prover atrito	A	R	U
Conjunto piso	suportar peso	A	R	U
	fixar mola	A	I	U
	fixar cabo	A	I	U
	transmitir mensagem	A	I	E
	aumentar atrito	A	R	U
Mola	sustentar piso	A	I	U
	equilibrar peso	A	I	U
Cabo	girar eixo	A	I	U
	equilibrar torque	A	I	U
Polia	direcionar cabo	A	I	U
Mola de torção	girar eixo	A	I	U
	equilibrar torque	A	I	U
Eixo	girar disco	A	I	U
	sustentar disco	A	I	U
	sustentar mola torção	A	I	U
Pintura	prover beleza	A	I	E

I- identificadora
A- agregada
R- relevante
I - irrelevante
U- uso
E- estima

- Três sensores piezoelétricos estão entre duas placas de plástico rígido, conectados a um

dispositivo eletrônico que converte a corrente elétrica liberada pelos sensores no peso da pessoa sobre a balança e o apresenta através de um *display* de cristal líquido (figura 8).

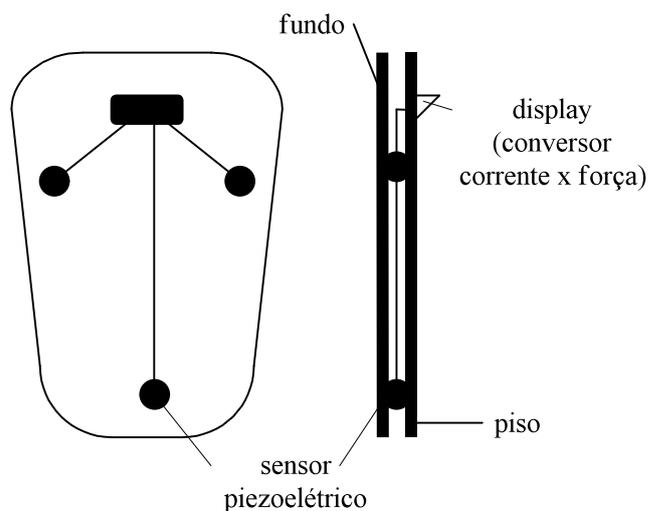


Figura 8 - Esquema de balança portátil com sensores piezoelétricos.

- Um extensômetro (*strain gage*) é montado em uma placa de aço dobrada em suas laterais formando um perfil "C". Um dispositivo eletrônico converte a variação da resistência elétrica do sensor no peso da pessoa sobre a balança e o apresenta através de um display de cristal líquido (figura 9).

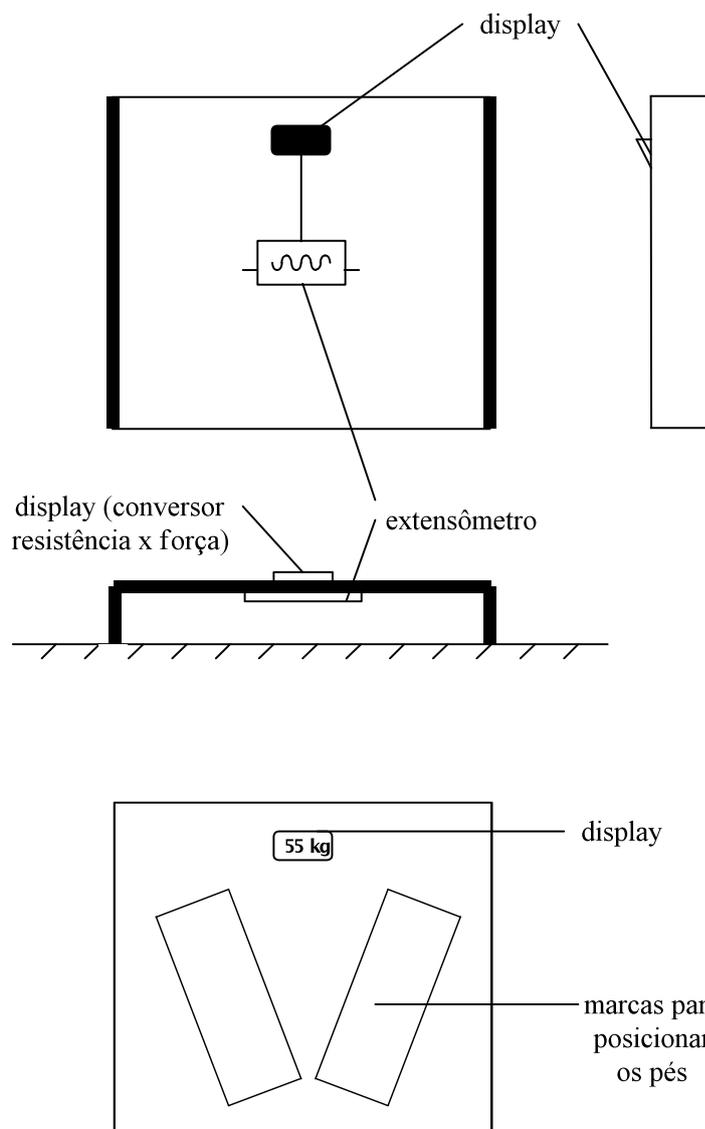


Figura 9 - Esquema de balança com extensômetro.

Todas as três configurações desempenham as funções relevantes e para cada uma delas haverá um conjunto diferente de funções irrelevantes, vinculadas ao método de solução escolhido para resolver o problema (associadas à alternativa técnica escolhida, isto é mola, cristal piezoelétrico ou extensômetro).

Para o usuário final, pouco importam as funções irrelevantes presentes, pois a escolha vai recair sobre o conjunto que desempenhar de forma mais adequada as funções relevantes.