



# A BALANÇA PARA CORREIA TRANSPORTADORA NO FUTURO<sup>1</sup>

Julio Silveira<sup>2</sup>

## Resumo

Balanças para correias transportadoras têm seu registro como invenção remontando aos idos de 1900, à mesma época dos primeiros automóveis, porém, se compararmos as duas invenções enxergaremos que, muito da tecnologia dos nossos dias está incorporada nos automóveis de hoje e que, comparativamente, nada evoluiu nas atuais balanças para correias transportadoras. Estas foram e continuam a ser tratadas como se somente duas variáveis estáticas — peso e velocidade — devessem ser medidas, ignorando-se a complexidade e a necessidade de controle de uma terceira variável, dinâmica, associada: a tensão da correia. Este trabalho traz à discussão a deficiência dos sistemas de pesagem em correias transportadoras e apresenta sugestões de como torná-las mais confiáveis, assegurando sustentabilidade e novas definições sobre a precisão da medida.

**Palavras-chave:** Balança para correia transportadora.

## CONVEYOR BELT SCALE. THE NEXT GENERATION

### Abstract

Conveyor belt scale got his record as an invention back in early 1900, contemporary to the first automobiles. However if one compares the two inventions, one realizes that much of the today available technology is part of the car and almost nothing was built into the belt scale. The conveyor belt scales were still treated as if only two static variables, weight and speed, had to be measured, ignoring the complexity and the monitoring of a third, dynamic, variable: the belt tension. This work brings forward the discussion on the deficiency of the weighing system in regard to conveyor belts scale, contributing to the efforts of to making it more reliable, as to ensure sustainability and new definitions of measurement accuracy.

**Key words:** Conveyor belt scale.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 6<sup>th</sup> International Congress on the Science and Technology of Ironmaking – ICSTI, 42<sup>o</sup> Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 13<sup>o</sup> Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 14 a 18 de outubro de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Físico com especialização nuclear. Diretor. MS Instrumentos Industriais Ltda. Rio de Janeiro – Brasil.



## 1 INTRODUÇÃO

Balanças para correias transportadoras constituem um desafio atual para gerentes de produção/manutenção devido à complexidade de se obter e manter dados dentro de níveis aceitáveis de precisão e manutenção, fazendo com que rejeitem os custos de ser dono de “ineficientes” balanças para correias transportadoras.

Ao persistir em empregar os mesmos métodos para adquirir as práticas de manutenção gerentes esperam, com pouca lógica, que os resultados sejam diferentes. E assim vem fazendo nos últimos trinta anos.

A boa notícia é que, às balanças com tecnologia tradicional, deverão juntar-se novas tecnologias. As balanças “enxergarão” a tensão da correia (monitorando-a continuamente) — aquela que é a terceira variável, e a principal causa dos desvios na precisão da pesagem. Os novos integradores são mais amigáveis, interagindo melhor com o operador, e incluem funções de autodiagnóstico de precisão, indicando a necessidade de ajustes. Pontes de pesagens contrabalançadas, ou totalmente flutuantes, serão projetadas e fabricadas para o transportador considerando além da carga por metro também a tensão da correia, quer alterando a distância entre roletes quer aumentando o número de roletes sobre a ponte buscando uma relação ideal entre tensão e carga na balança. Desta forma para uma aplicação específica será feita uma engenharia de aplicação para definir também as características e dimensões físicas do material de fabricação da estrutura conhecida como ponte de pesagem, produtos em série cujo projeto é baseado exclusivamente na largura da correia transportadora, passarão a ser somente utilizados em pesagens, onde as demandas por sustentação da calibração forem fatores menores nas considerações. O objetivo dos usuários incluirá, além da precisão, projetos de balanças que aumentem o intervalo de tempo requerido entre as calibrações e facilidades como a de realizar testes mecânicos de forma simples com auxílio de funções no integrador para permitir determinar o “erro como encontrado”, auxiliando a determinar a frequência com que aquele conjunto específico deverá ajustar o zero/span.



Figura 1. Medição de tensão da correia.



**Sem medir bem não se controla bem.** Na realidade não se controla nada. Para que o instrumento (balança) expresse com fidelidade o que estará ocorrendo no transportador fazem-se necessários:

- o entendimento correto do processo e das variáveis que deverão ser medidas;
- o conhecimento das diferentes tecnologias de ponte de pesagem;
- a definição correta do propósito da medição, a partir daí a seleção da balança para correia adequada para o propósito da pesagem — o que não é uma tarefa simples, já que todos os fabricantes promovem que sua tecnologia tem o melhor desempenho sem, contudo, discriminar o propósito da pesagem.

A análise de seleção entre os diversos fornecedores deverá favorecer aqueles que melhor dirimirem suas dúvidas quanto ao que vai ser apresentado neste artigo. Por ser não intuitivo, adquirir um produto que não mantenha a precisão, somente no futuro, com nova abordagem pelos fabricantes junto aos seus clientes a sustentabilidade da precisão — e não a precisão propriamente dita — será objeto das maiores considerações e as balanças deverão ser projetadas para responder adequadamente no tempo de operação às variações físico-mecânicas no transportador, como por exemplo, a tensão da correia, uma variável dinâmica<sup>(1)</sup>.

## 2 DISCUSSÃO

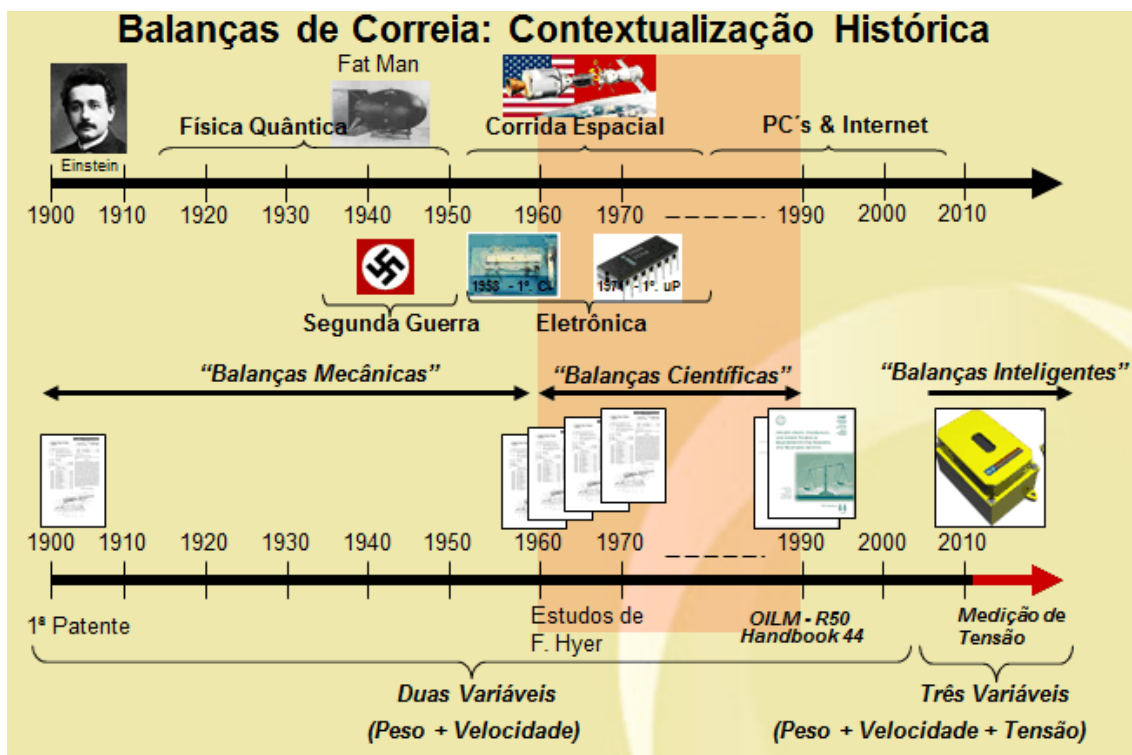


Figura 2. Esquema de Evolução Histórica das Balanças de Correia

Para compreender as limitações do instrumento de pesagem e a origem dos problemas vivenciados por usuários, é necessário rever alguns conceitos:

- princípio físico na pesagem dinâmica;
- o projeto do transportador de correia e tensão efetiva;
- a tecnologia atual empregada no projeto das balanças para correia transportadora;



- a medição da tensão da correia;
- o projeto da balança para correia transportadora que está para chegar, com a nova tecnologia.

## 2.1 Compreendendo a Pesagem Dinâmica

Embora não seja o objetivo deste artigo técnico, uma rápida visão do princípio de operação das balanças dinâmicas, ajudará a melhor compreender o seu conteúdo. Sensores são selecionados para permitir a solução prática da equação abaixo.

$P = Q \times V$  – o peso “P” transportado é igual ao produto da carga por unidade de comprimento Q no transportador multiplicado pela velocidade V do mesmo.

Ou expressando na forma dimensional  **$Kg = Kg/m \times m/s$**

A integração desta expressão no tempo  $\int_0^t P dt$  informa o peso (total) acumulado no tempo t.

Assegurar a correta medição da carga por metro é função da ponte de pesagem, ela deve ser estável em “ambientes” onde algumas das forças envolvidas têm comportamento de variáveis dinâmicas<sup>(2)</sup>.

## 2.2 Compreendendo o Transportador

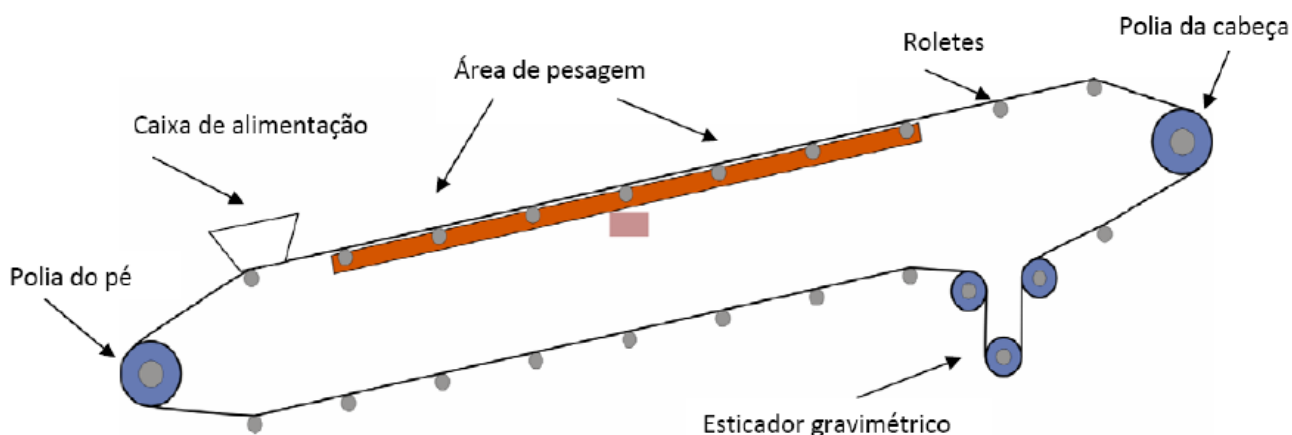


Figura 3. Transportador de correia com balança.

Componentes das forças verticais sobre os roletes são proporcionais tanto à carga, quanto a força de endentação. A intensidade de ambas as forças é função da tensão da correia.

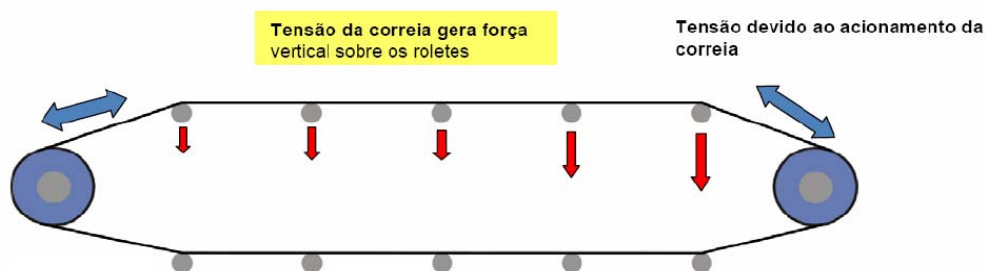


Figura 4. Força vertical sobre os roletes (endentação).





Os componentes verticais, da força de endentação e do peso da carga são somados.

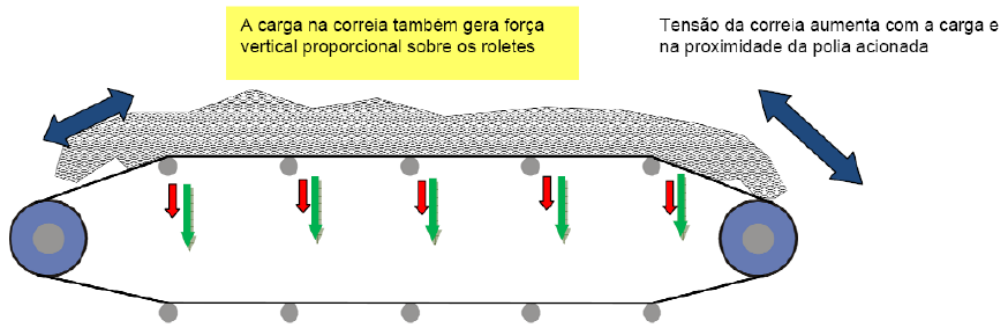


Figura 5. Forças verticais sobre os roletes (endentação e carga)

Tanto a endentação quanto a tensão da correia são variáveis dinâmicas enquanto a velocidade e o peso são variáveis estacionárias.

Para muitos, o desalinhamento dos roletes é o responsável primário pelos erros da balança, mas é o seu efeito associada à tensão da correia, que provoca uma variação no comprimento de pesagem, isto faz com que, o valor de  $Q$  se altere independente da variação do peso/metro do material propriamente dito, tendo como consequência a operação inadequada da balança.

Manter os roletes alinhados requer esforços normalmente negligenciados pelo gerenciamento do transportador.

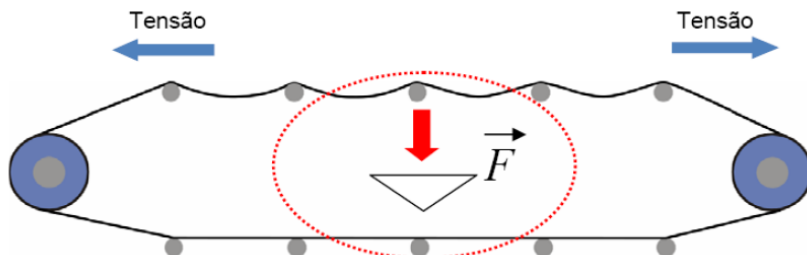


Figura 6. Tensão da Correia sobre os roletes.

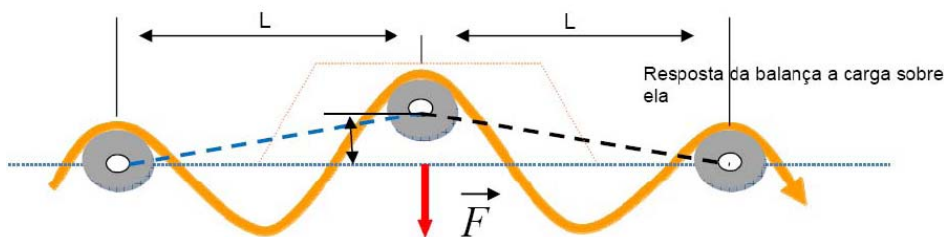


Figura 7. Desalinhamento dos roletes.

Não é somente o desalinhamento horizontal que ocasiona variação na tensão da correia, o desalinhamento no ângulo de 90° formado pelos roletes com a correia aumenta em muito a tensão da correia.

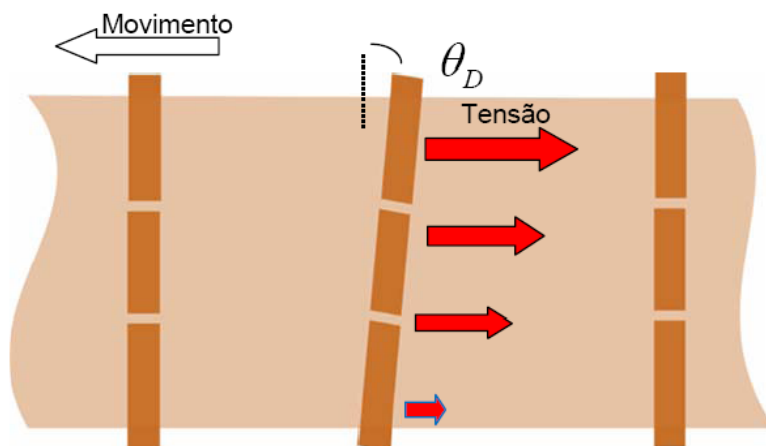


Figura 8. Desalinhamento do ângulo de 90°.

### 2.3 Uma Força na Vertical que se Confunde com o Peso

Conhecida por força de endentação (endentaç o   a unidade de medi o de dureza do material expressa em m cron). Endenta o ocorre quando a correia movimenta o rolete ao passar por sobre ele.



Figura 9. Atrito.

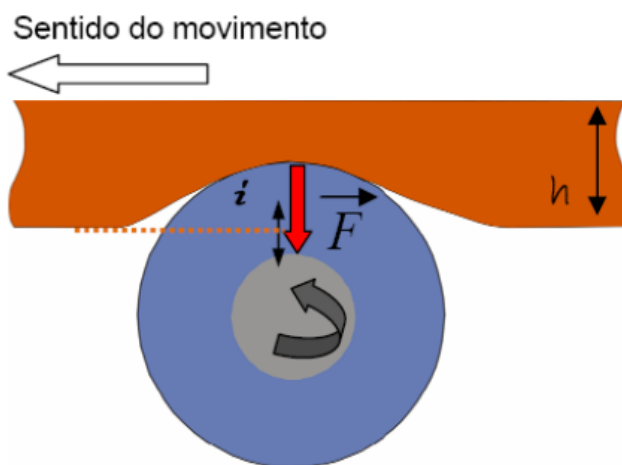


Figura 10. Endenta o.

Em um transportador, esse efeito responde (pelo consumo) de mais de 60% da energia utilizada para fazer a correia e a carga movimentarem-se. A for a F gerada na vertical   calculada como abaixo:



$$F_{vertical} = w \left( \frac{16E}{9} \right) \left( \frac{i^{3/2} D^{1/2}}{h} \right)$$

Onde:

E = momento elástico da correia; I = endentação; D = diâmetro do rolete; h = espessura da correia; W = velocidade angular do rolete.

Uma simples visão destas variáveis mostra que esta força está variando ao longo do tempo, devido a fadigas e desgastes naturais.

Observe a seguir o diagrama de operação de todas as balanças eletromecânicas em operação, desde o registro de sua invenção em 1903.

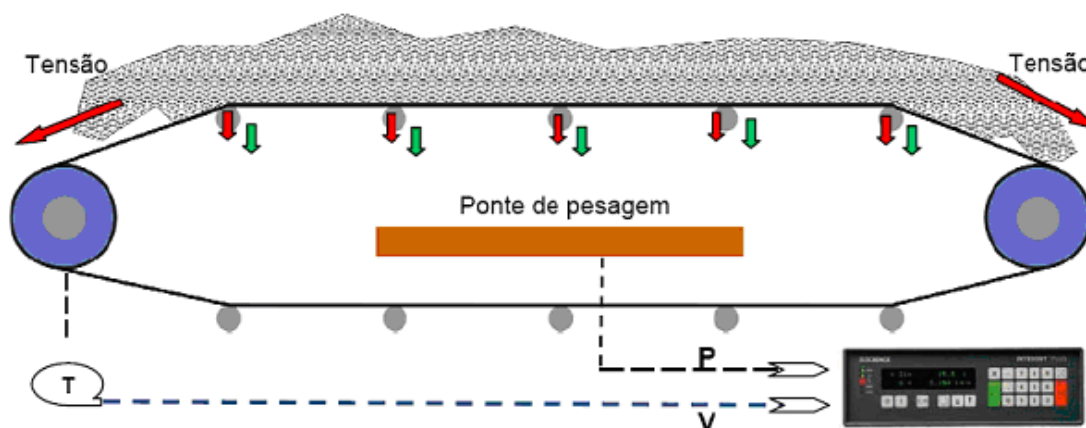


Figura 11. Diagrama de operação de balança eletromecânica.

Uma rápida análise mostra que a variável “P” – peso medido e informado é, na verdade, a soma dos vetores F<sub>1</sub> (carga) e F<sub>2</sub> (endentação). Se cuidados não forem tomados, com o tempo a resposta da balança ficará comprometida.

Em uma CT (correia transportadora) com boas práticas de manutenção, o comportamento, no tempo da precisão de pesagem esperado, devido a mudanças na força de endentação, pode ser otimizado aumentando a área de pesagem, isto é, número de roletes sobre a ponte de pesagem.

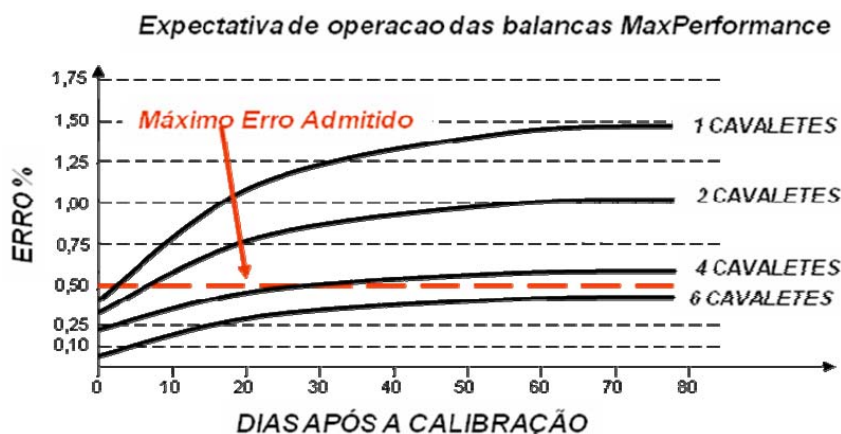
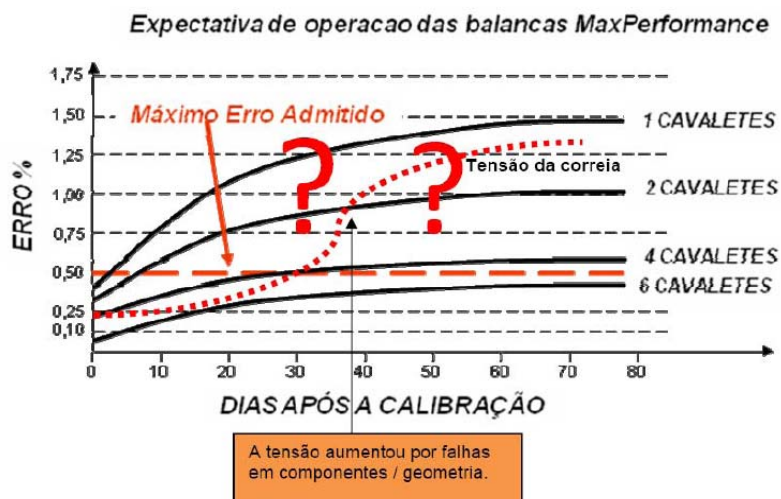


Figura 12. Gráfico de expectativa de operação.

No mundo real ocorrem “imprevistos” com o comportamento da tensão da correia que embora não afetam, por assim dizer, o funcionamento da correia, alteram significativamente a precisão da balança.



**Figura 13.** Gráfico da tensão aumentada.

Reconhecidas a situação dinâmica da tensão da correia e de uma das forças envolvidas na pesagem, o que vem sendo feito e o que pode ser feito para melhorar o desempenho deste equipamento?

- Usuários e novos fabricantes estão abrindo uma melhor prática, conversando mais sobre a importância da sustentabilidade da precisão e a sua importância;
- Os novos fabricantes estão procurando conscientizar os usuários de que deve haver maior número de roletes sobre a ponte de pesagem e maior cuidado com os roletes na área de pesagem para garantir melhor sustentabilidade da precisão;
- O usuário está sendo melhor informado de que um mesmo modelo de balança pode dar resultados muito diferentes quando instalados em diferentes pontos do transportador e/ou em diferentes transportadores. Não existe a tradicional precisão da balança, mas sim a precisão possível de ser obtida no conjunto formado por balança & transportador.

Mas isto pode não ser o suficiente.

Precisamos explorar melhor os recursos tecnológicos de hoje em dia para trazer este importante instrumento para o padrão de satisfação de usuário, semelhante ao de diversos outros instrumentos.

Um passo importante foi dado à mudança da configuração original das balanças introduzindo um medidor de tensão.



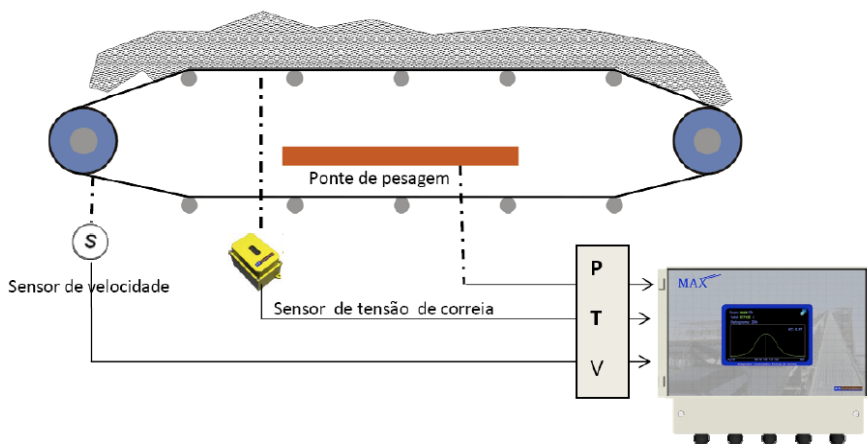


Figura 14. Configuração com inclusão do medidor de tensão.

Hoje é possível, com as novas tecnologias que surgiram, medir a terceira variável – a tensão da correia – por ser uma variável dinâmica deve ser medida em tempo real e o seu resultado deve ao menos indicar que a relação entre a carga/ metro  $Q$  e a tensão de correia mudaram, permitindo assim ao usuário tomar ações pró-ativas e sintonizar os controles administrativos, com a nova realidade para a precisão da pesagem.

O integrador deve ser do tipo inteligente.

Informações além da tradicional peso e total devem estar disponíveis, como em um painel de qualquer equipamento rodante, para indicar as condições em que o sensor de peso está funcionando.

Prover a interface homem-máquina (IHM) conhecida como integrador de Inovações usando a tecnologia tipo iPhone para tornar o display interativo e amigável com o usuário, já estão disponíveis no mercado.

Pesados manuais de operação deixarão de existir. A manutenção das balanças poderá voltar ao especialista, que de fato atua na solução de 90% dos problemas relacionados na precisão da pesagem, os técnicos mecânicos.



Figura 15. Display Interativo.

- *Display Touchscreen* - Permite ao operador interagir com as informações disponíveis, navegando pelas telas como se faz com os iPhones, eliminando virtualmente a necessidade do uso de manuais complexos com exagerado



número de passos e códigos. Estas telas devem servir a ele da mesma forma que o painel de um equipamento rodante onde as condições com que o motor esta funcionando estão permanentemente indicadas; por exemplo temperatura, rotação, etc ...

- *Visualização além do fluxo e total (1)* – A velocidade, a carga por metro, a data da calibração e a data prevista para próxima calibração, darão ao operador, informações qualitativas sobre o desempenho da balança. Entre outras, uma informação com diferença acentuada entre a velocidade normal de operação e a velocidade indicada será motivo de investigação.
- *Determinação do intervalo de tempo entre ajuste na calibração (2)* – Ferramentas estatísticas permitem prever a data em que novos ajustes de calibração se farão necessárias, em função da curva de desvio da medição (específica de cada conjunto transportador/balança). Os dados de “erros como encontrados” formam o universo de números a serem computados, buscando a conformidade às normas ISO/IEC 17025.
- *Visualização da tensão da correia (3)* – Permite ao técnico de manutenção verificar se as condições da tensão mantêm-se de acordo com as obtidas quando da calibração da balança. Desta forma, é possível avaliar as condições mecânicas dos elementos que compõem o transportador, controlando o consumo de energia por tonelada transportada e prolongar a vida útil da correia transportadora.
- *Histograma* – Uma balança tem sua precisão de projeto quando o fluxo encontra-se entre 35 e 100% do valor nominal de projeto. O histograma permite a avaliação do grau de confiabilidade com que a pesagem é realizada durante a operação do equipamento, além de indicar as condições de variação, servindo de instrumento de diagnóstico de carga da correia e da variação de fluxo.
- *Média Móvel* – Para processos onde o fluxo e a granulometria do material transportado apresentem considerável variação, essa ferramenta proporciona uma visão mais fiel do comportamento ao rejeitar interferências abruptas nas medidas.

## 2. 4 Funções Adicionais- Multifuncionalidade

- *Desgaste da correia* – Permite a avaliação e o planejamento da manutenção, indicando a substituição da correia antes que falha ocorra. Essa ferramenta também possibilita uma melhor precisão em calibrações tipo “corte de material de seção da correia”.
- *Prevenir/Detectar rasgo de correia* - O uso de instrumentos matemáticos adequados aplicados aos sinais da balança permitirá o diagnóstico precoce de rasgos ocorridos ou iminentes.

## 3 PROJETO MECÂNICO DA BALANÇA

Projeto de ponte de pesagem será personalizado, assim como um alfaiate ajusta uma roupa em função das medidas do cliente, o projeto mecânico da ponte de pesagem deverá levar em considerações as medidas do transportador. Hoje, ainda, existem fabricantes que se preocupam exclusivamente com a carga por metro e o tempo que esta carga passa pela ponte de pesagem, sem considerar a construção do transportador e a tensão da sua correia no ponto de instalação da balança.



Existe um modelo de ponte de pesagem ideal, independente de ser para um mesmo fluxo no transportador ou largura de correia, pode ser selecionado tanto em função do propósito da pesagem, quanto pelas características inerentes à aplicação propriamente dita<sup>(3)</sup>. Para citar algumas destas características – densidade do material, regime de fluxo no transportador, tensão de correia, geometria do transportador etc... se admite, por dados empíricos, que existe uma relação ótima entre tensão de correia e a carga sobre a ponte de pesagem, isto permite uma melhor precisão com melhor repetibilidade da dimensão do volume integrado.

A relação Q/T tem mostrado ser sempre pobre em situações quando o material sendo transportado apresenta baixa densidade, quando o transportador está superdimensionado e ainda em transportadores muito longos, que para o bom funcionamento, requerem que a tensão da correia seja muito alta. Hoje poucos são os fabricantes que consideram em seus projetos mecânicos fazer estruturas diferenciadas para estas condições específicas.

Caberá aos fabricantes de balanças para correia se especializarem em cálculos de transportadores para melhor conhecer o ambiente em termos de forças em que seus equipamentos estarão operando<sup>(4)</sup>.

Modelos matemáticos com auxílio de computadores serão cada vez mais utilizados pelos fabricantes de balanças para projetar as condições do transportador e simular o desempenho de suas estruturas de pesagem nestas condições de transporte.

Novos recursos serão utilizados como o de aumentar sobre a ponte a distância entre roletes, aumentar o número de roletes sobre a ponte, aumentar a rigidez mecânica da estrutura da ponte, principalmente pelos novos fabricantes, que enxergam esta necessidade de se melhorar o que existe e pretendem assim participar efetivamente deste mercado no futuro.

**OS DOIS PROJETOS DE PONTE DE PESAGEM, COM MELHOR RESULTADO TEM + DE 40 ANOS**

Nada indica que serão substituídos no médio prazo, no entanto seu design deverá ser aprimorado.

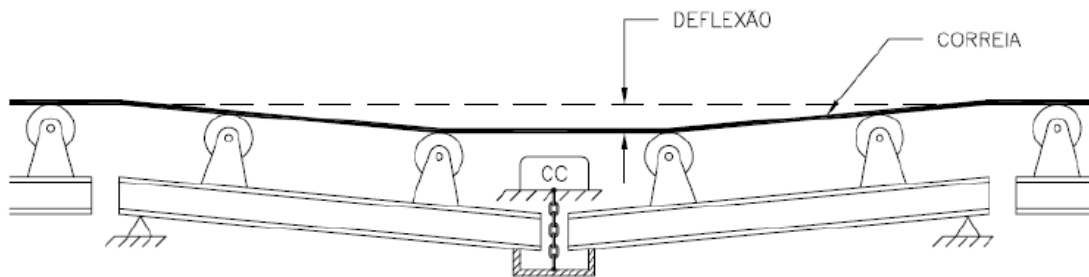
### **3.1 Pontes de Pesagens Tipo Aproximação – Afastamento**

Vale à pena apresentar, dentro do contexto deste artigo, um dos principais fatores do futuro. Os projetos mecânicos de ponte de pesagem, tipo aproximação & afastamento contrabalançada.

Junto com a estrutura do tipo ponte flutuante representa o que há de mais recentes na evolução em estruturas de pesagem dinâmicas, no entanto, possui por força do mercado, menor visibilidade.

O projeto da ponte de pesagem tipo contrabalançada com recursos para aproximação/afastamento privilegia:

- Reduzir o efeito negativo do desalinhamento e variação da tensão da correia, sobre o comprimento de pesagem (que deve ser constante).  
O momento da força aplicada é transferido para o sensor de peso, ao invés da força direta, faz com que haja menor sensibilidade ao peso na zona de aproximação e na zona afastamento da carga sobre a ponte.
- Maximizar a utilização da célula de carga, na função de pesagem da carga, até 90% da faixa de operação responde à variação da carga de material sobre o transportador alivia sobre o sensor o peso morto (correia + estrutura Mecânica), reduzindo assim, o ruído na pesagem.



**Figura 16.** Ponte com 4 cavaletes aproximação / afastamento.

As pontes de pesagem em geral são projetadas para permitir a medição do peso por unidade de comprimento do transportador e para serem insensíveis às demais forças atuando sobre os roletes. Este comprimento (seção do transportador) forma a base de figuras geométricas com forma de paralelogramos (a base inferior tem o comprimento que inicia e termina no ponto médio entre os roletes de pesagem e os roletes adjacentes, a base superior inicia e acaba sobre os roletes de pesagens). No caso em particular, da ponte tipo aproximação/afastamento, a base superior tem uma forma que se aproxima de um ângulo obtuso, o vértice entre os dois roletes diretamente sobre a célula de carga, a forma geométrica se aproxima daquela de uma pirâmide retangular. Por isto considera-se que a ponte de pesagem contrabalançada tipo aproximação/afastamento com pivô (ou flexura), são menos sensíveis ao efeito negativo do desalinhamento dos roletes na área de pesagem, quando comparado com os outros tipos.

### 3.2 Casos Especiais de Pontes de Pesagem Tipo Flutuantes, com Rampa Pivotada

Transportadores de grandes capacidades requerem pontes de pesagens com características especiais, as fotos abaixo mostram a evolução destas pontes, buscando homologar na OILM 50 <sup>(4)</sup> um novo patamar de precisão 0,1%. Pontes de pesagem com opções de diferentes números de roletes (quatro ou seis ou mais) sobre a área de pesagem será a preferência para assegurar maior tempo de sustentação da precisão, ou menor frequência de paradas para ajustes de calibração <sup>(5)</sup>.

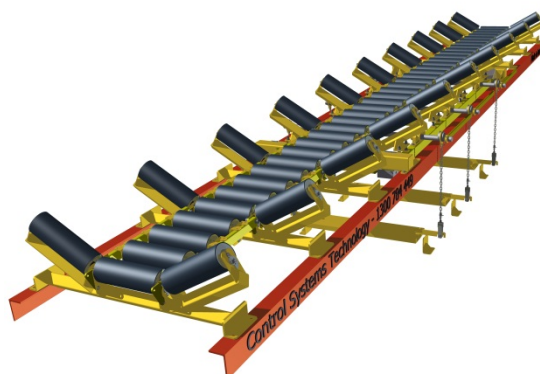


**Figura 17.** Ponte de pesagem flutuante com 6 roletes com distancia entre eles estendida para 2m .



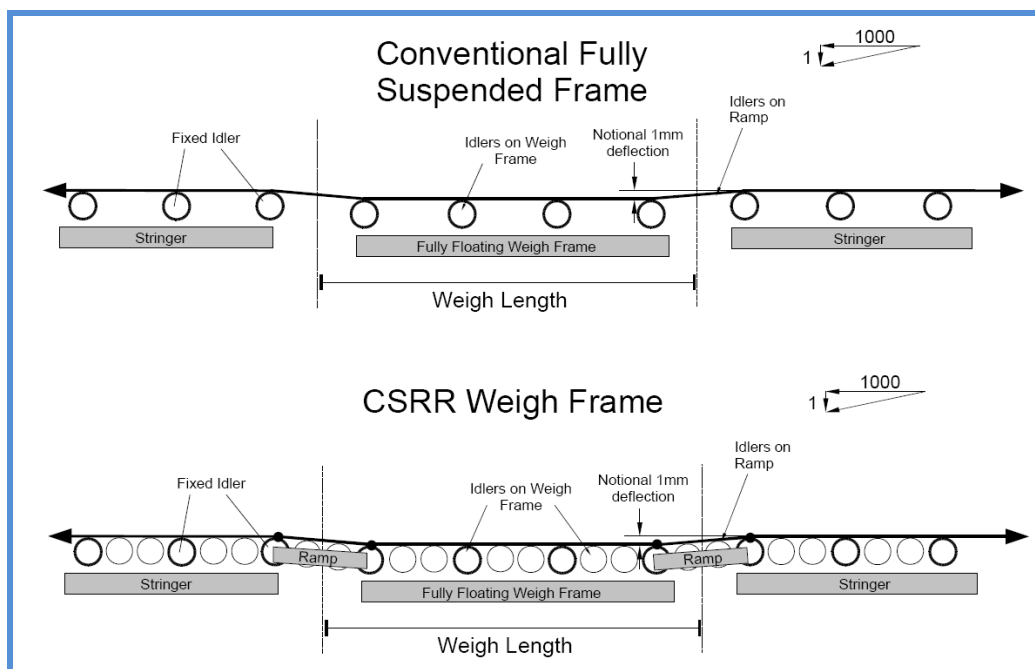


Recursos como aumentar a distância entre roletes e inserir rolos de apoio no centro estão sendo introduzidos por fabricantes especializados em pesagem de alta precisão em transportadores com grandes capacidade e tensão de correias.



**Figura 18.** Ponte Flutuante com CSRR, com a distância entre roletes estendidas 4,5 m e com rolos no centro.  
 PFS4-4 CSRR (Close Spaced Roller Rack), Patent Pending (showing CST proprietary on-weigher, lead-in and lead-out weigh quality idler sets).

CONSTRUTIVAMENTE, O QUE ESTA SENDO PROPOSTO COMO NOVO?  
 Sistema atual de ponte tipo flutuante <sup>(5)</sup>



**Figura 19.** Acima ponte flutuante abaixo ponte flutuante com extremidades pivotadas



**Sistema ponte flutuante com rampa pivotada nas extremidades da ponte**

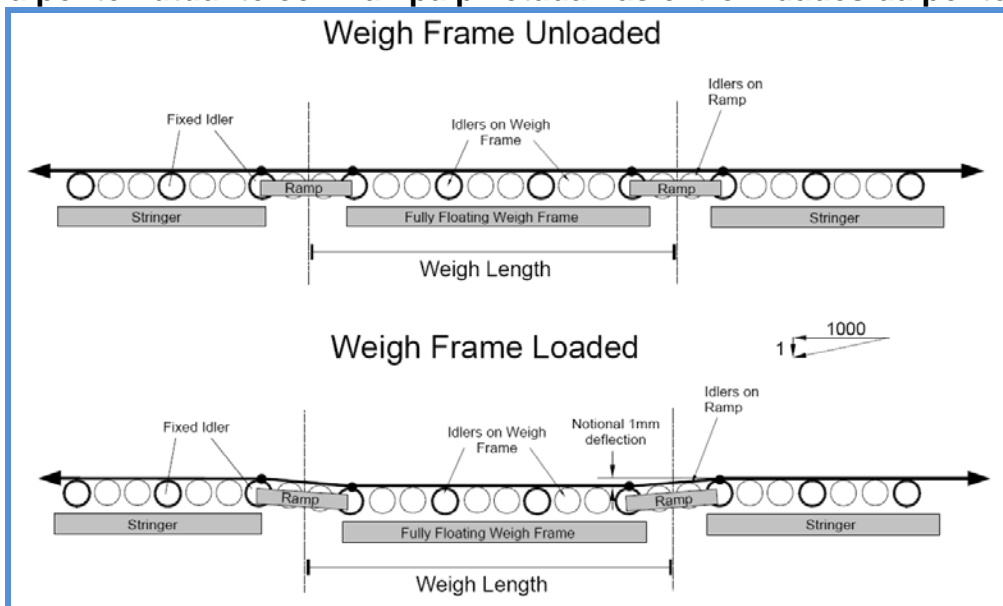


Figura 20. Situações do transportador com e sem carga

**4 CRITÉRIOS A SEREM UTILIZADOS PARA SELEÇÃO DA PONTE DE PESAGEM**

1 kg de chumbo é igual a 1 kg de algodão.

Porém, a pesagem dinâmica de chumbo e do algodão requerem tecnologias diferentes.

Veja abaixo a comparação entre as condições de operação de uma balança pesando minério de ferro e outra pesando cavacos de madeira:

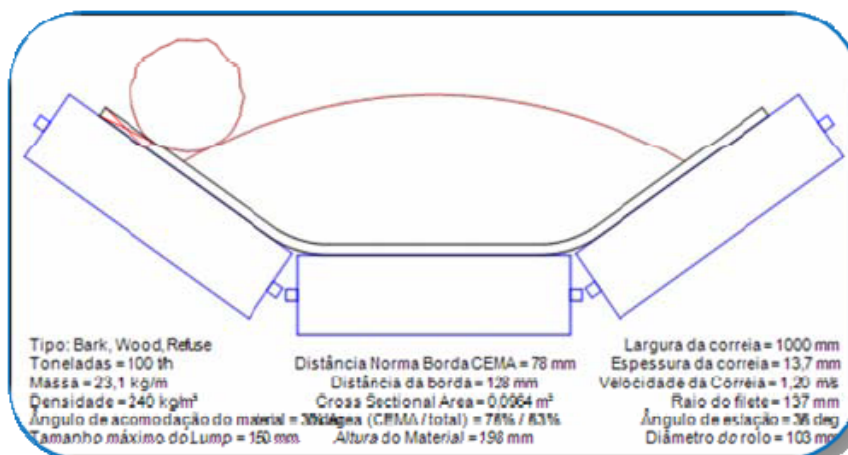
Os dados a seguir foram gerados considerando projeto de transportadores baseados nas normas CEMA.

100 T/h de cavaco (transportador com 100 m comprimento, inclinação 8° )

- Densidade de carga = 23.1 Kg/m
- Largura correia = 1000 mm
- Velocidade = 1,2 m/s
- Peso da correia = 15.3 Kg/m
- Tensão na correia = 1.000 Kgf



Figura 21. Balança pesando cavaco de madeira.



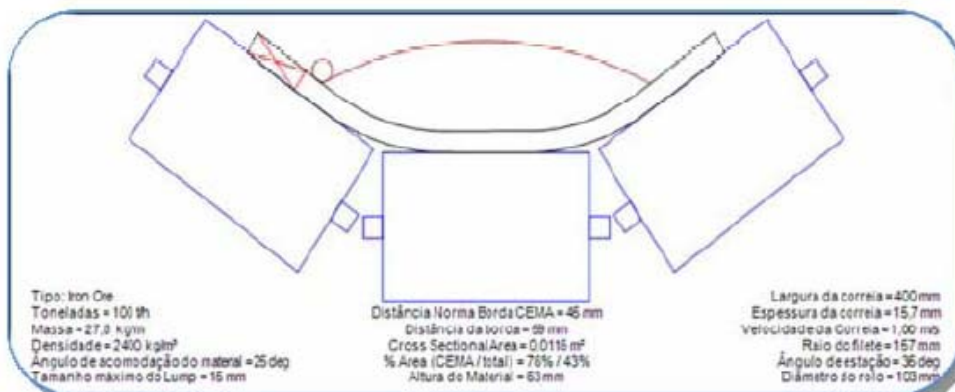
**Figura 22.** Condição de operação da ponte de pesagem com cavaco.

100 T/h de Minério de ferro (transportador com 100 m comprimento, inclinação 8°) graus

- Densidade de carga = 27.8 Kg/m
- Largura = 400 mm
- Velocidade = 1 m/s
- Peso da correia = 7.1 Kg/m
- Tensão na correia = 1.000 Kg (transportador com 100m, inclinação 8 graus)



**Figura 23.** Balança pesando minério de ferro.



**Figura 24.** Condição de operação da ponte de pesagem com minério de ferro.



Em ambos os casos, a densidade de carga e a tensão são equivalentes, mas a relação entre densidade de carga e peso da correia é desigual 1,5 e 4, respectivamente (da mesma forma os pesos mortos, em cada uma das aplicações de balanças, devido a ponte de pesagem e dos roletes, seguem na proporção entre eles (bagaço/minério de ferro) de aproximadamente 3/1). Pode-se intuir, sabendo-se que o peso da correia tem variações de +/- 10 % em seu perfil longitudinal, que o erro na pesagem do cavaco será 3 vezes maior do que na pesagem de minério de ferro, considerados somente a variação do peso da correia. Este erro torna-se mais significativo quando o fluxo na correia for inferior a 35% do fluxo nominal do projeto. No futuro, a seleção pelo usuário do tipo de estrutura de pesagem ideal para sua aplicação, seja a tipo pivotada, tipo flutuante ou contrabalançada, etc., será melhor compreendida.

## 5 CONCLUSÃO

Sempre haverá alguém buscando fazer melhor. Somando-se o conhecimento adquirido às novas informações, podemos afirmar que as novas balanças para correias transportadoras trarão muito mais satisfação aos seus usuários.

Para que isto ocorra, a responsabilidade pela aquisição das balanças para correias transportadoras e os critérios adotados para definição do fornecedor precisarão ser revistos. A reputação não mais deverá ser o principal critério de seleção, uma vez que esta foi construída levando-se em conta o “menos ruim” e não “o melhor”.

Uma nova mentalidade será formada com a entrada de novos fornecedores.

Nossas ideias atuais sobre balanças para correias *(des)construída, por tabus do tipo: “Em qualquer circunstância para uma boa pesagem os rolos devem ser balanceados”<sup>(6)</sup>; “O uso de correntes de calibração substituí a calibração com carga”; “A balança de determinada fabricante e a’ melhor”; “Quanto maior número de células de carga na ponte de pesagem maior a precisão da balança”.*

Em determinado momento, no futuro, vamos constatar que a prática atual caracterizada por:

- 1- Delegar a terceiros (fabricante de transportadores) a responsabilidade da aquisição, deixando com o ele a decisão de comprar a balança, e estabelecendo somente à precisão desejada.
- 2- De simplesmente adquirir a balança de reputado fabricante.

Significará como diz a sabedoria popular, “comprar problemas”. Caso deixe de:

- 1- Amarrar o método de calibração a ser adotado.
- 2- Determinar o tempo que esta calibração terá que ser mantida.
- 3- Conhecer e predefinir o modelo de ponte de pesagem e o número de cavaletes sobre a ponte.
- 4- Analisar o local proposto para instalação da balança no transportador.

## REFERÊNCIAS

- 1 Silveira, J. A new (and simple) method to continuous monitoring the belt tension and track the performance of the conveyor belt scale. 2011 SME, annual meeting Denver : Fevereiro 2011.
- 2 Jensen M W e Smith R. W. Weighing Bulk material in the process Industry Chemical engineering , 03/1973





- 3 Rational Kinematical design of belt weigher load recipe device. PHD dissertation, Spec 05.05.06 . Karaganda, Casaquistão : 1994.
- 4 Washington D.C., Terms and definition for the weighing industry Scales manufacturing association inc,
- 5 Burrell, Ian. Belt Scales and OIML R50, Clearing the way for progress. National Weighing and sampling association, technical meeting : Fevereiro 2010.
- 6 Hendrik, C. Belt Scale. TT publication : 1975.