

# 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 esta 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 41º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 12º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 12 a 26 de setembro de 2011, Vila Velha, ES.*

<sup>2</sup> *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 e 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 ou a aplicação específica, e não mais serão produtos em serie. O objetivo de projeto será aumentar o intervalo de tempo requerido entre as calibrações e testes mecânicos simples com auxílio de funções no integrador permitirão determinar o “erro como encontrado” auxiliando a determinar a frequência com que aquele conjunto específico devera 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 e a seleção adequada para cada caso específica; e
- a seleção da melhor balança para correia no mercado adequada para o propósito da medição — o que não é uma tarefa simples, já que todas utilizam a mesma tecnologia e afirmam ter o melhor desempenho.

A análise de seleção entre os diversos provedores deverá favorecer aqueles que melhor dirimirem suas dúvidas quanto ao que vai ser apresentado neste artigo.

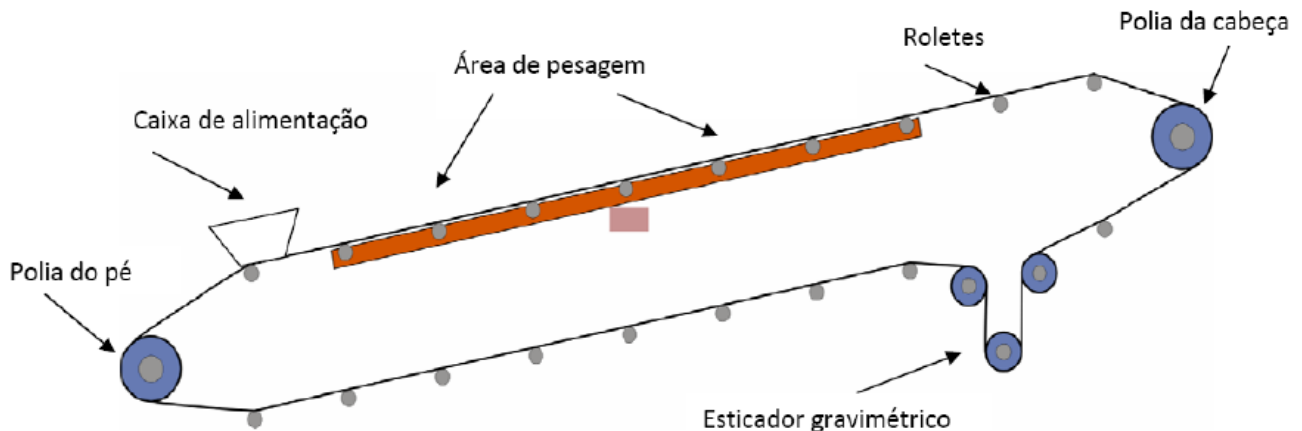
No futuro, a sustentabilidade da precisão — e não a precisão propriamente dita — será objeto das maiores considerações e as balanças devem responder adequadamente às variações físico-mecânicas no transportador, como a tensão da correia.

## 2 DISCUSSÃO

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

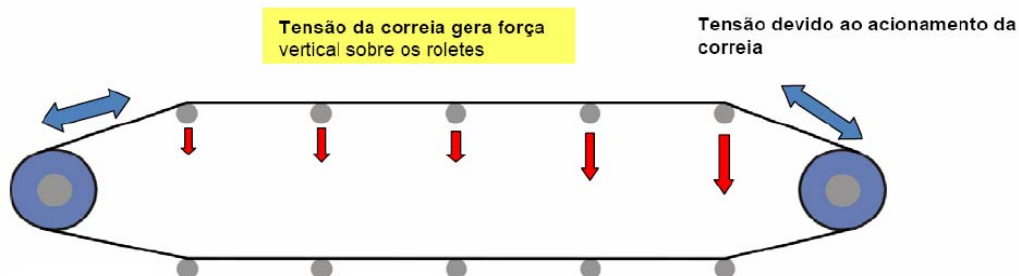
- o projeto do transportador de correia e tensão efetiva;
- a tecnologia atual empregada no projeto das balanças para correia transportadora;
- a medição da tensão da correia; e
- o projeto da balança para correia transportadora que está para chegar, com a nova tecnologia.

Compreendendo o transportador:



**Figura 2.** Transportador de correia com balança.

Forças verticais sobre os roletes são proporcionais à carga e à tensão da correia.



**Figura 3.** Força vertical sobre os roletes (indentação).

A força vertical, devido à tensão da correia, é somada à força devido à carga.

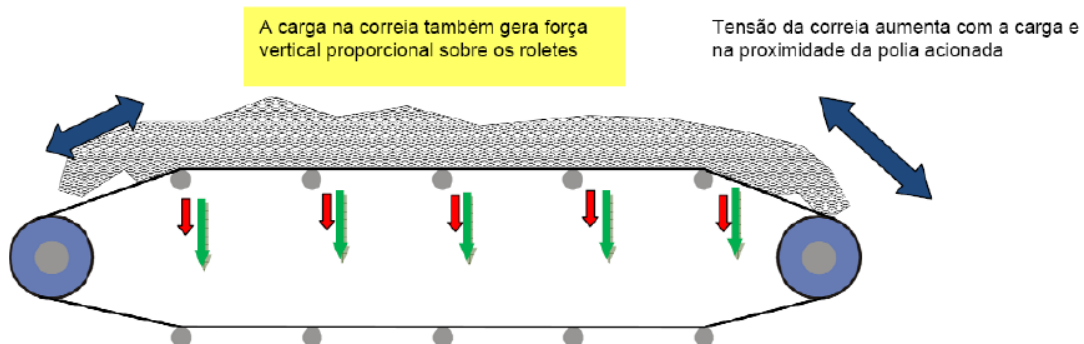


Figura 4. Forças verticais sobre os roletes (indentação e carga)

A tensão da correia não é uma variável estacionária.

Para muitos, o desalinhamento dos roletes é o responsável primário pelos erros da balança, mas é o seu efeito na tensão da correia, provocando uma variação na área de pesagem, que causa a operação inadequada da balança.

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

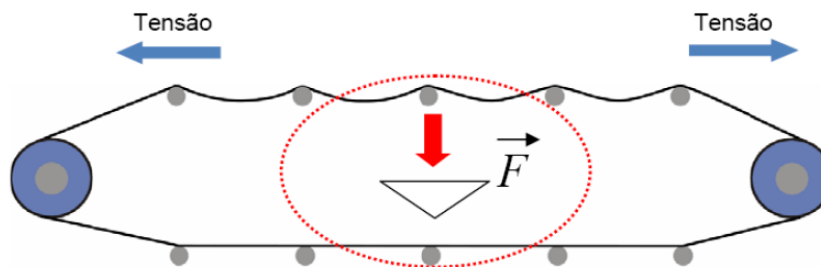


Figura 5. Tensão da Correia sobre os roletes.

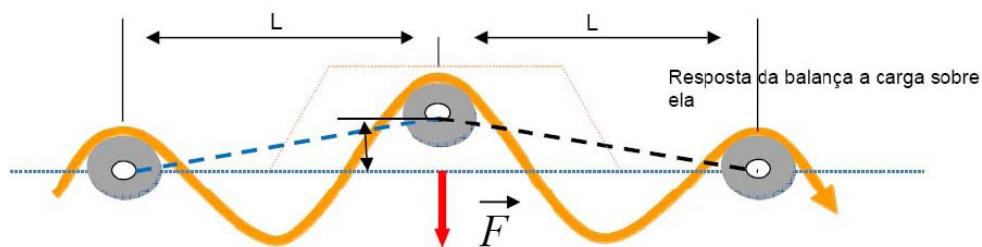


Figura 6. Desalinhamento dos roletes.

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.

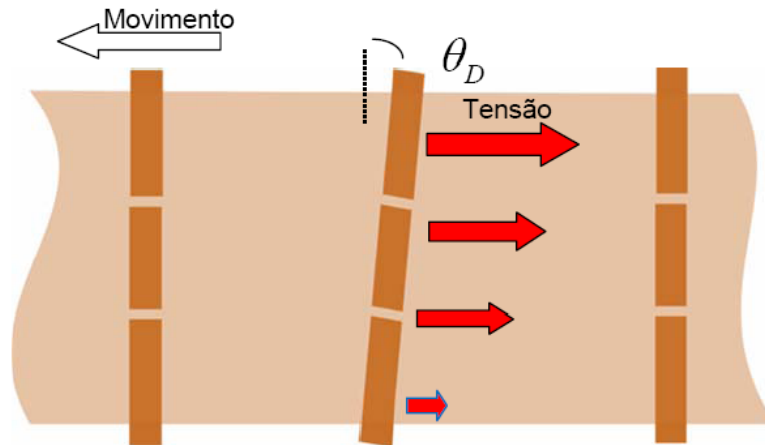


Figura 7. Desalinhamento do ângulo de 90°.

O efeito de uma força deformando um corpo (reduzindo sua espessura) é conhecido por “indentação” unidade de medição da dureza do material é expressa em microns. A “indentação” ocorre quando a correia movimentada o rolete ao passar por ele e gera uma força vertical sobre o mesmo.



Figura 8. Atrito.

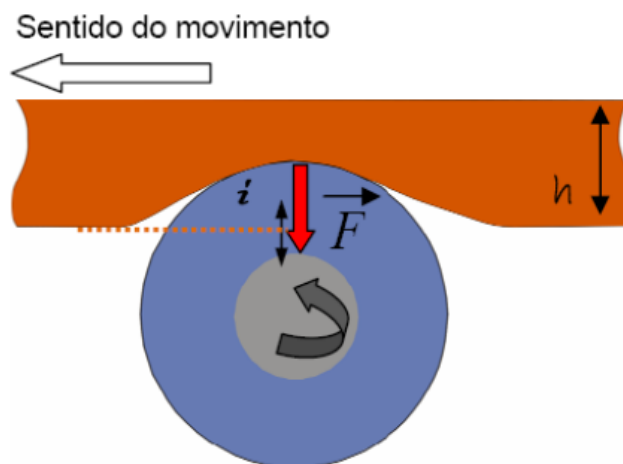


Figura 9. Indentação.

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 força  $F$  gerada na vertical é 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 = indentação; 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.

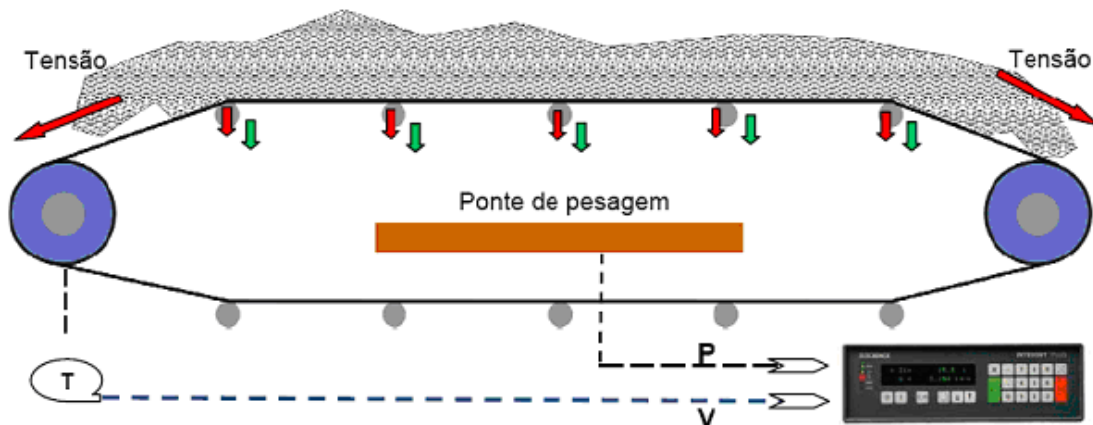


Figura 10. Diagrama de operação de balança eletromecânica.

Uma rápida análise mostra que a variável peso informada é, na verdade, a soma dos vetores F1 (carga) e F2 (tensão). 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 é função do número de roletes sobre a ponte de pesagem.

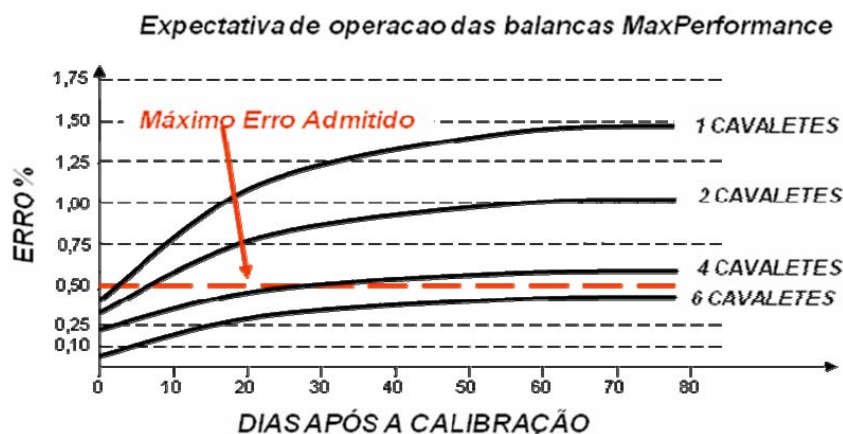


Figura 11. Gráfico de expectativa de operação.

Há imprevistos com o comportamento da tensão da correia que não afetam, por assim dizer, o funcionamento da correia, alterando, no entanto, a precisão da balança.

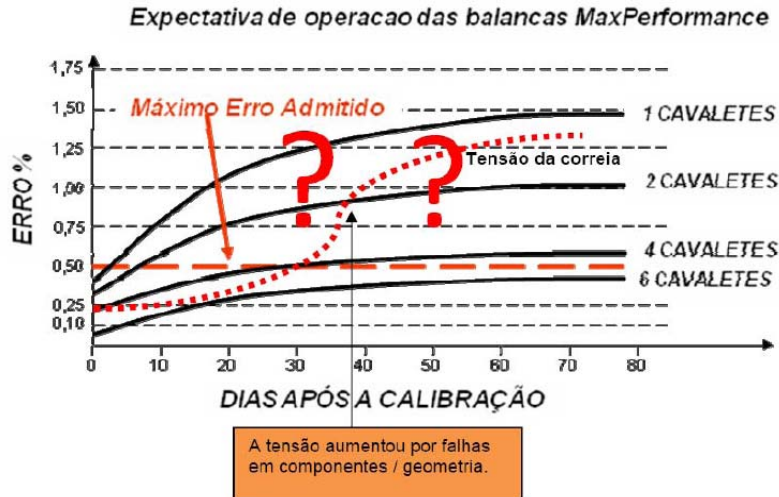


Figura 12. Gráfico da tensão aumentada.

O que vem sendo feito e o que pode ser feito:

- os usuários e fabricantes estão conversando mais sobre a importância da sustentabilidade da precisão;
- os fabricantes estão se conscientizando a osusuários 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; e
- 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.

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.

Mudar a configuração original das balanças introduzindo um medidor de tensão.

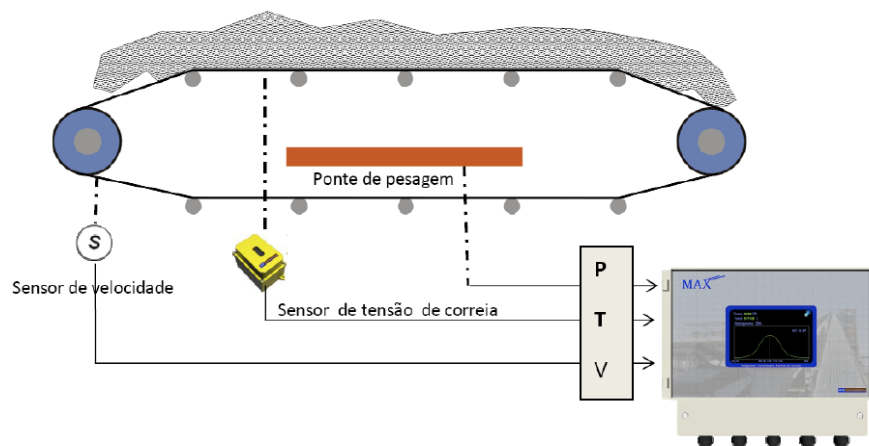


Figura 13. Configuração com inclusão do medidor de tensão.

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 peso/tensão de correia mudou, permitindo assim ao usuário tomar ações proativas e controles administrativos.

Usando a tecnologia do iPhone para tornar o display interativo com o usuário. Inovações na interface homem / máquina conhecida por “Integrador”.



Figura 14. 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, por exemplo.
- *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. Por exemplo: 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 que permitam prever a data em que novos ajustes de calibração se farão necessários, em função da curva de desvio da medição específica de cada transportador/balança. Os dados de “erros como encontrados” deverão formar 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.



### 3 FUNÇÕES ADICIONAIS

- *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.

Qual é o modelo de ponte de pesagem ideal para materiais para cada aplicação? — Por exemplo, matérias de baixa densidade, transportadores longos, alta tensão de correia etc...

Há uma relação ótima entre tensão de correia, peso por metro da correia e carga sobre a ponte de pesagem, porém essa relação será sempre pobre quando o material transportado apresentar baixa densidade ou a tensão da correia for muito alta.

A Ponte de pesagem tipo contrabalançada, que maximiza a utilização da faixa dinâmica da célula de carga, permite que até 90% da faixa respondam somente à variação da carga de material sobre o transportador e descarta a influência do peso morto (correia + estrutura Mecânica) sobre o elemento sensor de peso, reduzindo, assim o ruído na pesagem.

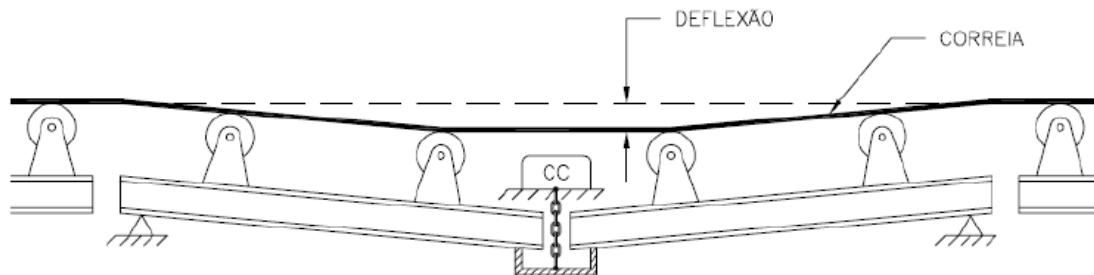


Figura 15. Ponte com 4 cavaletes aproximação / afastamento.

As pontes de pesagem tipo aproximação/afastamento com pivô (ou flexura), reduzem de forma ainda mais sensível o efeito negativo do desalinhamento dos cavaletes na área de pesagem, quando comparado com os outros tipos.

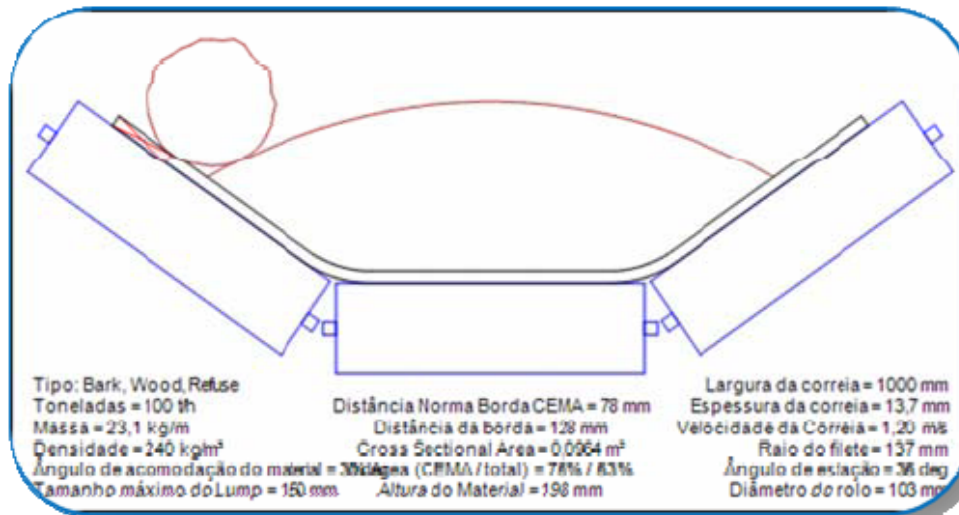
Pontes de pesagem com opções de diferentes números de cavaletes (quatro ou seis) sobre a área de pesagem devem ser a preferência para essa aplicação. Veja abaixo a comparação entre as condições de operação de uma balança pesando minério de ferro e outra pesando cavacos de madeira:

#### 100 T/h de cavaco

- Densidade de carga = 23.1 Kg/m
- Largura = 1000 mm
- Velocidade = 1,2 m/s
- Peso da correia = 15.3 Kg/m
- Tensão na correia = 1.000 Kg (transportador com 100m, inclinação 8 graus)



**Figura 16.** Balança pesando cavaco de madeira.



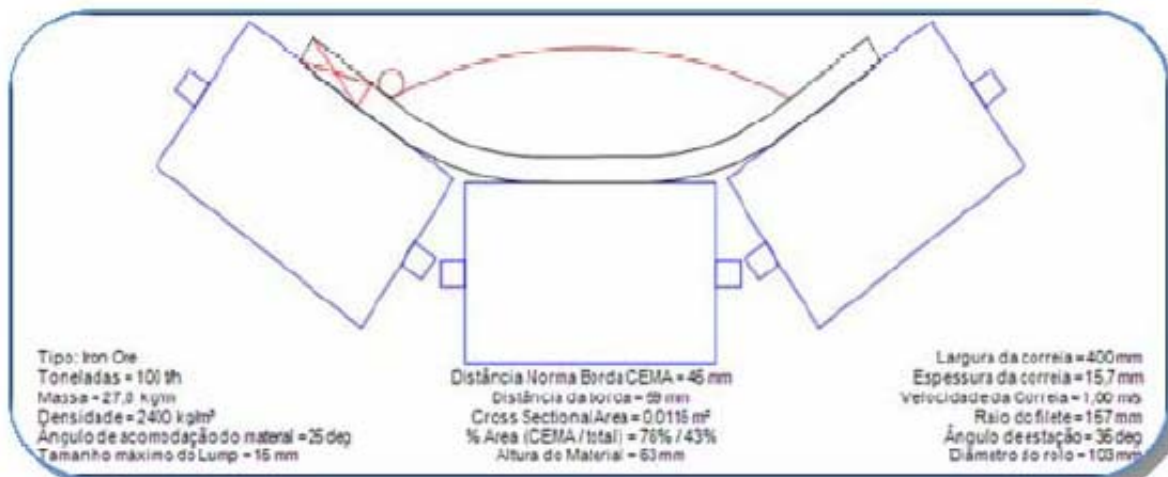
**Figura 17.** Condição de operação da ponte de pesagem com cavaco.

### 100 T/h de Minério de ferro

- 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 18.** Balança pesando minério de ferro.



**Figura 19.** Condição de operação da ponte de pesagem com minério de ferro.

Em ambos 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). Como o peso da correia tem variações de +/- 7% no seu comprimento, o erro na pesagem do cavaco é significativo quando o fluxo na correia for inferior a 35% do fluxo nominal do projeto.

#### 4 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”.

Até que a mentalidade e nossas idéias sobre balanças para correias transportadoras evoluam, seremos forçados a constatar que a prática atual — caracterizada por delegar a terceiros a responsabilidade da aquisição, deixando com o fabricante do transportador a decisão de compra da balança, e estabelecendo somente a precisão desejada, sem considerar o modelo de ponte de pesagem e o número de cavaletes sobre a ponte ou analisar o ponto de sua instalação — significará, como diz a sabedoria popular, “comprar problemas”.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 Washington D.C., Terms and definition for the weighing industry Scales manufacturing association inc,
- 2 Jensen M W e Smith R. W. Weighing Bulk material in the process Industry Chemical engineering , 03/1973
- 3 Hendrik, C. Belt Scale. TT publication : 1975.
- 4 Burrel, Ian. Belt Scales and OIML R50, Clearing the way for progress. National Weighing and sampling association, technical meeting : Fevereiro 2010.
- 5 Rational Kinematical design of belt weigher load recipe device. PHD dissertation, Spec 05.05.06 . Karaganda, Casaquistão : 1994.
- 6 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.