

# DANIELI MORGARDSHAMMAR – A EVOLUÇÃO E O MAIS MODERNO SISTEMA DE GUIAS PARA A LAMINAÇÃO DE PRODUTOS LONGOS<sup>1</sup>

*Nilson Ferreira Junior<sup>2</sup>  
Miguel Henrique Furlaneto<sup>3</sup>*

## **Resumo**

O guiamento do material laminado desempenha um papel essencial no processo de transformação da matéria-prima em produto acabado na laminação de produtos longos. A orientação adequada do material laminado resulta em uma melhor tolerância do produto, superior padrão de qualidade e maior fator de utilização do laminador. Desde 1940, quando a primeira guia com roletes foi desenvolvida, patenteada e introduzida no mercado, até os dias de hoje, ocorreu significativo avanço tecnológico nos sistemas de guiamento. Este artigo apresenta a evolução e o mais moderno sistema de guias de laminação para produtos longos.

**Palavras-chave:** Guias de laminação; Tecnologia; Produtos longos.

## **DANIELI MORGARDSHAMMAR – THE EVOLUTION AND THE MOST MODERN GUIDING SYSTEMS FOR LONG PRODUCTS**

## **Abstract**

Guiding of the rolled stock plays an essential role in the transformation process of the raw-material into finished product in long products rolling mills. Proper guiding of rolled stock results in better product tolerance, higher quality standard and better plant efficiency. From 1940, when the first roller guides were developed, patented and introduced in the market, until today there had been significant technological improvement through the guiding systems. This paper presents the evolution and the most modern guiding systems for long products.

**Key words:** Rolling guides; Technology; Long products.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 49º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 22 a 25 de outubro de 2012, Vila Velha, ES, Brasil.*

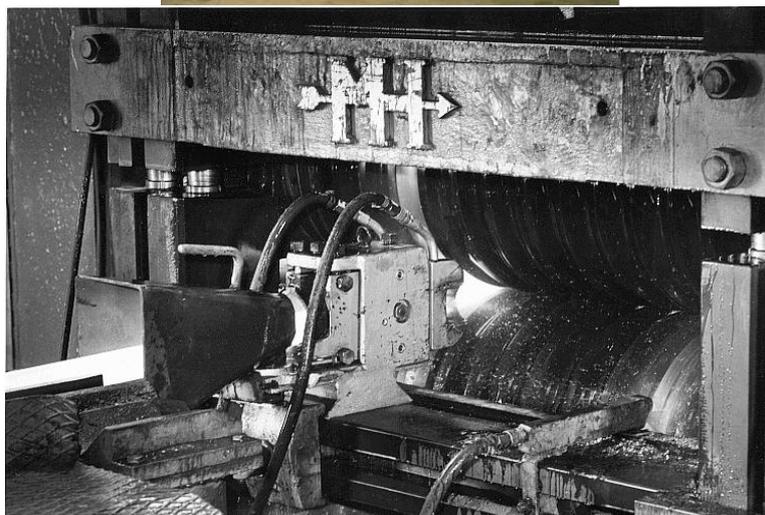
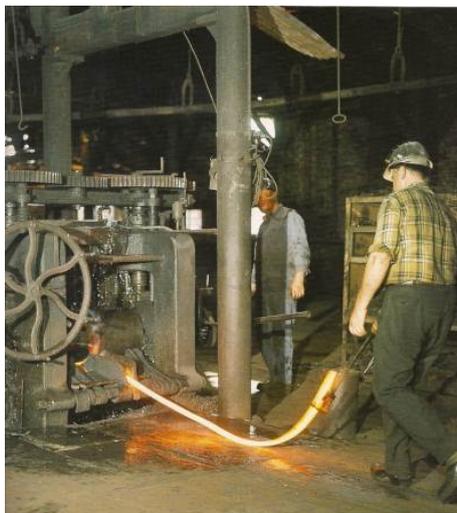
<sup>2</sup> *Vendas Técnicas, Danieli do Brasil, São Paulo, Brasil.*

<sup>3</sup> *Engenheiro de Vendas, Danieli do Brasil, São Paulo, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 História e Desenvolvimento

Do início do emprego da laminação em produtos longos, onde os materiais eram guiados manualmente pelos operadores (“dobradores”) através dos passes com o uso de tenazes, evoluindo para o uso de guias estáticas e depois as roletadas, até os dias de hoje o sistema de guiagem sofreu grande evolução.

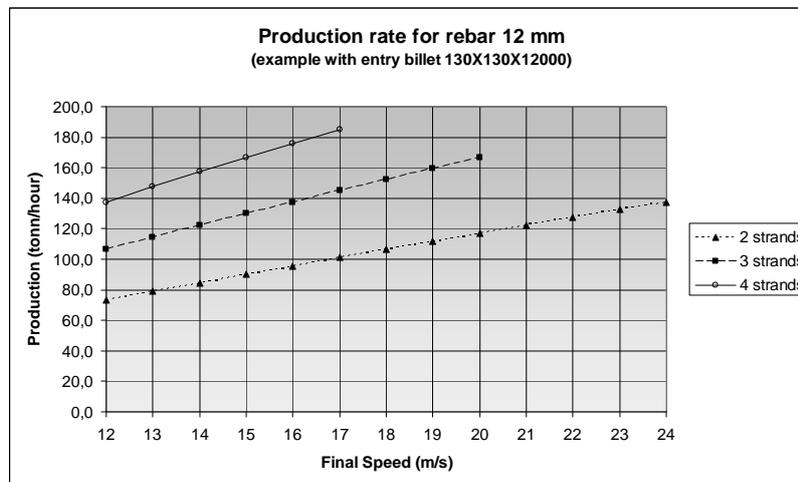


**Figura 1.** Guiagem com o uso de tenazes e a primeira guia roletada Morgårdshammar patenteada e produzida em escala industrial em 1944.

Os sistemas modernos de guiagem devem estar aptos a atender aos constantes desafios lançados aos responsáveis pelas unidades de laminação, permitindo as instalações altas flexibilidade de produção, maior utilização dos equipamentos, segurança operacional e qualidade no produto obtido, além de redução nos custos de produção.

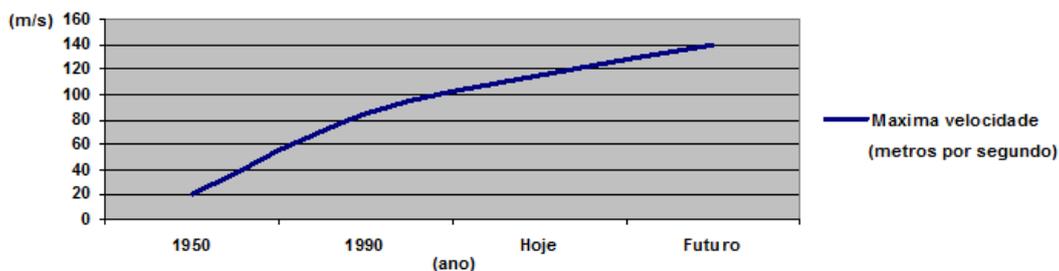
Quando no início de sua utilização, as guias roletadas eram empregadas quase que exclusivamente nos passes de entrada. Contudo, novos laminadores contínuos passaram a exigir guias de saída de torção. Estas passaram a ser fabricadas já na década de 60 e logo atingiram a mesma popularidade das já consagradas guias roletadas de entrada. Em décadas mais recentes a tecnologia em “slitting” de barras

em diversos veios tornou-se uma importante tarefa na técnica de guiagem. Esta tecnologia é muito utilizada ainda nos dias de hoje, pois permite impulsionar a produtividade de laminadores antigos produzindo-se até quatro barras (processo consolidado) partindo-se de um único tarugo sem requerer grandes investimentos.



**Figura 2.** Representação do aumento de produtividade de um laminador em função da velocidade final com *slitting* (2, 3 e 4 veios). Dados calculados considerando um tarugo de partida com seção quadrada de 130X130X12000 mm (1540kg) e intervalo de 5 segundos entre tarugos. Quando comparado com quatro veios, a velocidade final na laminação de dois veios teria que dobrar de valor para atingir a mesma produtividade.

Com a introdução de laminadores contínuos cada vez mais velozes a demanda em relação ao equipamento de guiagem deu origem a novas tendências a fim de obter-se um processo de laminação estável a faixas de velocidade mais elevadas. As exigências de mercado tornam as tolerâncias cada dia mais estreitas.

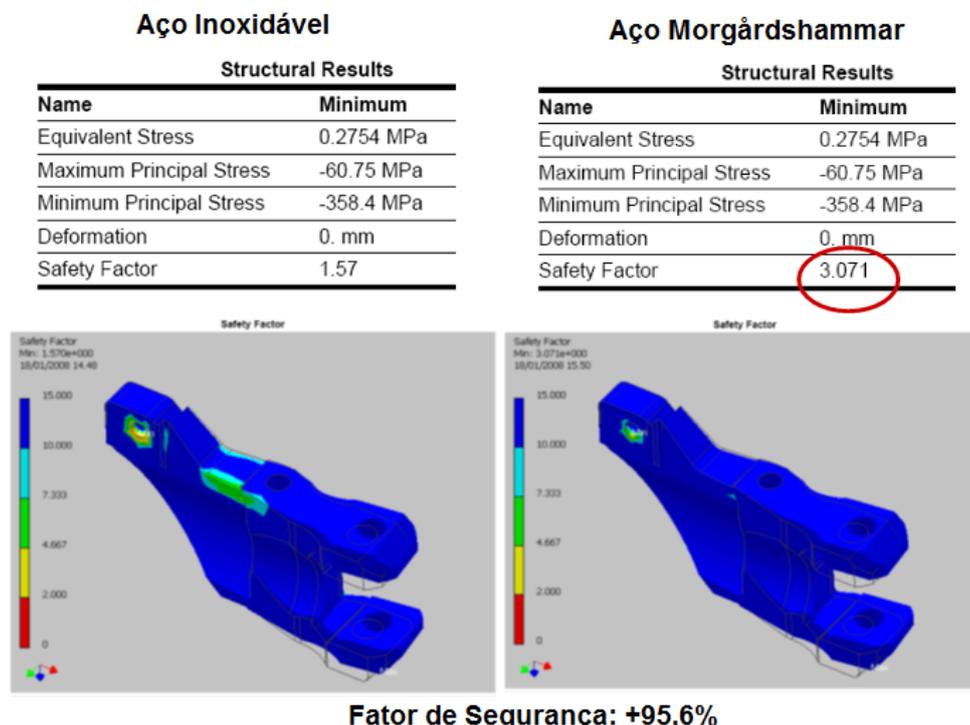


**Figura 3.** Representação da evolução da velocidade na laminação de produtos longos.

As novas guias de laminação sofreram modificações de acordo com suas aplicações, porém podemos listar aqui algumas das características em comum entre as novas séries de guias Danieli Morgårdshammar:

1. Design compacto, simples e robusto e resistente às condições operacionais agressivas;
2. Padronização e minimização dos componentes (a maioria das peças sobressalentes são comuns entre todas as versões) permitem menor manutenção e demanda de sobressalente;
3. Bases: fornecidas com ajuste axial/radial ou fixa, de acordo com a aplicação e possuem sistema de troca rápida. Um sistema de montagem específico possibilita maior proximidade dos cilindros, obtendo maior precisão na guiagem do material durante a laminação;

4. Simplificação dos sistemas de ajuste e travamento dos braços das guias através da redução de pontos de ajuste;
5. Preparação da guia para posterior implantação de ajuste remoto (ajuste fino à distância) no caso de programas especiais de laminação;
6. Possibilidade de monitoramento on-line da utilização da guia e seus componentes;
7. Utilização de peças substituíveis (ex: buchas e o-rings) nas regiões de maior desgaste prolongam a vida útil dos componentes e evitam a perda de óleo e conseqüentemente o travamento dos rolamentos e eixos;
8. Sistemas de lubrificação apropriados tanto para ar / óleo, quanto para graxa, sendo a alimentação, sempre que aplicável, pela base da guia ou conforme orientação do cliente;
9. Design permite a substituição e montagem dos roletes de maneira simples e rápida. Inovador sistema de montagem dos rolamentos nos roletes elimina a eventual folga axial. O emprego de rolamentos de alta capacidade de carga prolongam a vida operacional;
10. Utilização de novos materiais no corpo e componentes das guias permitem melhores propriedades mecânicas, elevando o fator de segurança (em até 95,6%) e garantindo a operação por períodos mais longos e com maiores cargas. Estes foram desenvolvidos com a ajuda de pesquisa contínua em novos materiais com software FEM e testes em condições reais.



**Figura 4.** Comparação das propriedades mecânicas dos braços de guia em diferentes materiais. Análise FEM (ANSYS).

## EVOLUÇÃO DAS GUIAS PARA REDONDOS, OVAIS E QUADRADOS.

### 2.1 Guia Roletada FRS (*Friction Roller Single Point Adjustment*)

Tem sido comum a troca das tradicionais guias estáticas de entrada para o desbaste por guias roletadas a fim de obter-se um maior controle do processo e evitar problemas no material laminado tais como qualidade superficial, riscos e rompimento do mesmo durante sua torção, fenômeno conhecido popularmente como “Rabo de peixe”.

A nova guia de entrada monobloco “FRS” fornece a solução para estes problemas de processo através do guiamento preciso nas cadeiras desbastadoras e intermediárias.

Além das características em comum com as novas séries de guias Morgårdshammar, foram introduzidas as seguintes inovações:

1. Emprego de roletes para guiagem mais precisa;
2. Placas de desgaste intercambiáveis prolongam a vida útil do equipamento;
3. A união dos braços através de tirantes roscados proporcionam uma maior robustez;
4. A simples troca do espaçador permite atender a uma ampla faixa de bitolas;

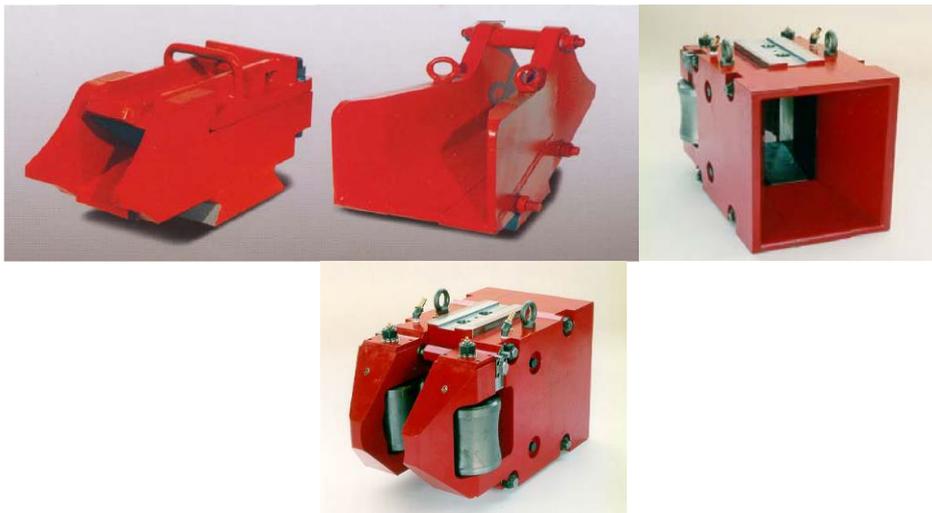


Figura 5. A evolução das guias FRS (*Friction Roller Single point adjustment*).

### 2.2 Guia Roletada SR / DR (*Single / Double Rollers*)

Esta tradicional série de guias para a laminação de barras permite sua utilização em veios únicos ou múltiplos em diversas posições do laminador, desde o desbaste ao bloco acabador.

Seu novo design permite o uso de cassetes (base complementar) quando se necessita de câmbios rápidos e maior robustez, assim como o ajuste axial/radial fino da guiagem com confiabilidade e segurança.

Em geral, as novas características desta guia têm como objetivo reduzir ao máximo o tempo *off-line* (na oficina), elevando sua utilização no laminador.



Figura 6. A evolução das guias SR / DR (Single / Double Rollers).

### 2.3 Guia de Torção CTR (Cassetta a Testa Rotante)

Esta guia é a solução para a torção ou estabilização do material (quadrados, chatos ou ovais) quando laminado através de longas distâncias entre as gaiolas de laminação. Cada guia é equipada com um inserto de entrada e roletes de saída instalados em um corpo rotativo. A rotação do corpo permite uma regulação precisa do ângulo de torção. Esta nova série inclui ajuste independente da distância entre os roletes. Os roletes, rolamentos, eixos e insertos são equivalentes à série antiga das guias CTR e da série das guias PRD reduzindo a quantidade de sobressalentes.



Figura 7. A evolução das guias de torção CTR (Cassetta a Testa Rotante)

### 2.4 Guia de Torção RTC (Cassetta Torsione Rulli)

As guias de torção RTC-RS são indicadas para gaiolas pré-acabadoras graças a sua elevada precisão na torção e na guiagem do material laminado. As principais características da nova série são:

- projeto cantilever permite a utilização de roletes com diâmetro maior e os rolamentos maiores, assim tendo como resultado um tempo mais longo de utilização e uma capacidade mais elevada da carga.
- visualização dos roletes permitem identificação do desgaste e facilidade na montagem na oficina;
- O projeto simétrico da guia RTC permite sua instalação em duas posições (cabeça para baixo);
- Foram eliminados todos os itens sobressalentes de ajuste (calços), com um projeto de tolerância muito estreita;

- as guias de RTC-RS estão disponíveis em oito tamanhos. As maiores são previstas com o dobro de sustentação para os roletes, para aumentar a durabilidade da guia; e
- para ajudar os mecânicos a fixarem a distância correta entre roletes (definir o ângulo de torção correto), foi elaborado um dispositivo especial. Um gabarito cilíndrico que reproduz a dimensão da barra.



Figura 8. A evolução das guias de torção RTC (*Cassetta Torsione Rulli*)

## 2.5 Guia Slitter CTD-RS (*Cassetta di Taglio Danieli*)

A guia slitter CTD-RS é a solução mais simples e comprovadamente confiável para o processo de slitting de 2 ou 3 veios.

A nova versão das guias CTD é do tipo “cantilever” permitindo o uso de roletes e rolamentos maiores resultando um maior tempo de utilização do equipamento e maior capacidade de carga do mesmo. O design aberto permite a visualização do desgaste dos roletes durante a operação. Aplicou-se também no novo modelo uma opção de duplo suporte para elevar ainda mais a rigidez do equipamento. Todas as operações de ajuste podem ser realizadas com uma simples chave 24/36 mm. Os corpos da guia são muito fáceis de remover. O projeto compacto possibilita a montagem rápida e bem próxima dos cilindros de laminação.



Figura 9. A evolução da guia slitter CTD-RS (*Cassetta di Taglio Danieli*)

## 2.6 Guia Slitter MSL (*Multi Strand Slitter*)

A nova geração da guia MSL foi projetada para o processo slitting em múltiplos veios de laminação (especialmente para 4 e 5 veios) com qualidade superior sendo também possível sua utilização em 2 e 3 veios.

Estas guias executam o processo de separação prolongado com ótimos resultados no produto devido ao seu design inovador e em materiais específicos com estreitas tolerâncias.

O projeto leva em consideração a separação do material através de um sistema avançado de “corte-limpo”.

Entre as principais características da nova versão das guias MSL pode-se destacar:

- projeto compacto, construção super-resistente e potencialidade extra da refrigeração dos canais permitem aumento de vida útil no laminador;
- guia simples, rápida para montagem e desmontagem na oficina e no laminador. intervenção rápida para a remoção de eventuais problemas de processo. sistema de montagem em duas partes e moderna fixação e posicionamento no laminador através de cassetes;
- a regulagem dos roletes com controle fino permite exatidão no desvio da separação da barra; e
- sistema regulagem independente e simultâneo dois pares de roletes para a precisão absoluta na separação conservando o dimensional com o produto igualmente equilibrado entre os veios.



Figura 10. A evolução da guia multi slitter MSL (*Multi Strand Slitter*).

## 2.7 Guia Slitter MDR (*Multistrand Double Roller*)

Essa guia é o que existe de mais moderno para a garantia do controle absoluto do processo de slitting (massa entre veios + estabilidade) ela pode ser empregada em passes cantidores, *dogbone* e *slittador*.

A guia MDR pode ser equipada com uma base ajustável (fino ajuste) para controle do centro da linha de laminação. Há ainda um sistema de ajuste patenteado para ser utilizado no caso de ajustes menores na linha, sem a necessidade de intervenção do operador obtendo-se assim ganho de tempo e evitando possíveis erros nesta operação. Além destes recursos destaca-se na nova versão desta série de guias:

- roletes tipo monobloco em material com base em titânio;
- material da guia em aço inoxidável;
- unidade estabilizadora compacta de fácil manutenção e montagem;
- ajuste simultâneo único para os 6 roletes;
- ajuste “X-Cross” simétrico com zero de tolerância (patenteado);
- ampla capacidade de atuação. Com apenas dois tamanhos de guia cobre-se toda a gama de produtos.

TONNAGE BASED ON 6000 TON ROLLING CAMPAIGN	BEST PERFORMER	WORST PERFORMER
AVERAGE WEIGHT/FOOT	MDR2 0.378 lb/foot	DR4BP 0.381 lb/foot
AVERAGE YIELD	MDR2 99.411%	DR4BP 98.585%
AVERAGE "% HEAVY"	MDR2 0.592%	DR4BP 1.435%
TONS OVER NOMINAL WEIGHT/FOOT	MDR2 3489 TONS	DR4BP 5000 TONS
TONS AT NOMINAL WEIGHT/FOOT	MDR2 426 TONS	COMPETITOR 190 TONS
TONS UNDER NOMINAL WEIGHT/FOOT	MDR2 2085 TONS	DR4BP 750 TONS
TONS OUTSIDE TARGET WEIGHT/FOOT	MDR2 85 TONS	COMPETITOR 333 TONS
CONSISTENCY FACTOR (0-10 SCALE)	MDR2 10.0	DR4BP 5.6



Figura 11. Tabela de desempenho da guia MDR (*Multistrand Double Roller*) em comparação com o modelo anterior (DR4BP);

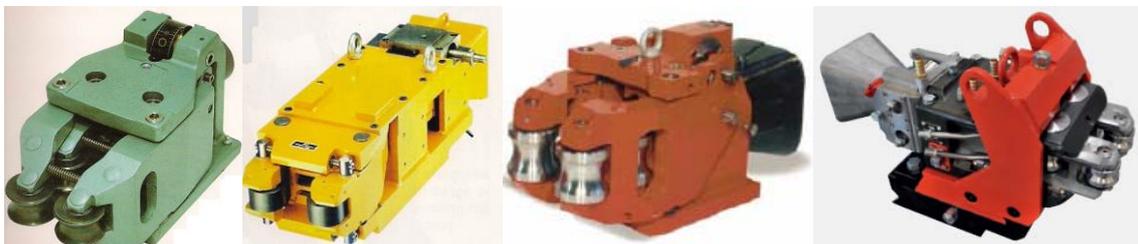


Figura 12. A evolução da guia MDR (*Multistrand Double Roller*)

## 3 EVOLUÇÃO DAS GUIAS PARA FIO-MÁQUINA

### 3.1 Guia roletada SRW / DRW (*Single / Double Rollers Wire*)

A evolução da série de guias para laminação em alta velocidade permite sua aplicação em modernos blocos acabadores, assim como em antigos blocos com

posicionamento a 90° garantindo uma guiagem muito precisa e confiável para o fio-máquina com o alcance de estreitas tolerâncias e superior qualidade superficial no produto.

No passado as guias para o bloco acabador eram fabricadas somente com dois roletes com aproximadamente 24 mm de altura, nos dias atuais estas guias estão disponíveis em diferentes configurações (dois ou quatro roletes) e tamanhos (ex: tipicamente com roletes de 30 mm é possível guiar um oval necessário para formar um redondo até 22 mm).

As guias de dois roletes são em geral utilizadas nos últimos passes, enquanto que as de quatro roletes são utilizadas preferivelmente nos primeiros passes do bloco acabador graças a sua maior robustez e capacidade de estabilizar o material laminado sob a influência de maiores níveis de vibração.

Existe hoje uma tendência em aumentar a faixa de produção no bloco de alta velocidade, sendo assim foram projetadas guias com roletes de até 40 mm de altura. Roletes menores também foram introduzidos a fim de melhorar a precisão na guiagem de produtos de menor bitola a maiores velocidades (acima de 80 m/s). Isto porque a guia com menor rolete pode ser instalada mais próximo dos cilindros/rolos de laminação. Como exemplo um rolo de 18 mm podem ser instalados em média 14% mais próximo do cilindro/rolo de laminação do que um rolo de 24,4 mm. Para melhorar essas características, narizes são acoplados nas guias para a produção de redondos até 8-10 mm.

Além das características inovadoras já presentes nas séries anteriores (ajuste simétrico dos braços, lubrificação pela base, fixação da base por meio de rabo de andorinha, etc.) podemos destacar como parte da nova série das guias SRW / DRW a utilização dos mesmos consumíveis (insertos de entrada e roletes) da série anterior, uma maior chave para fixação da guia na base proporcionando maior estabilidade, lubrificação opcional através da base de fixação e a utilização de molas para a eliminação de folgas.

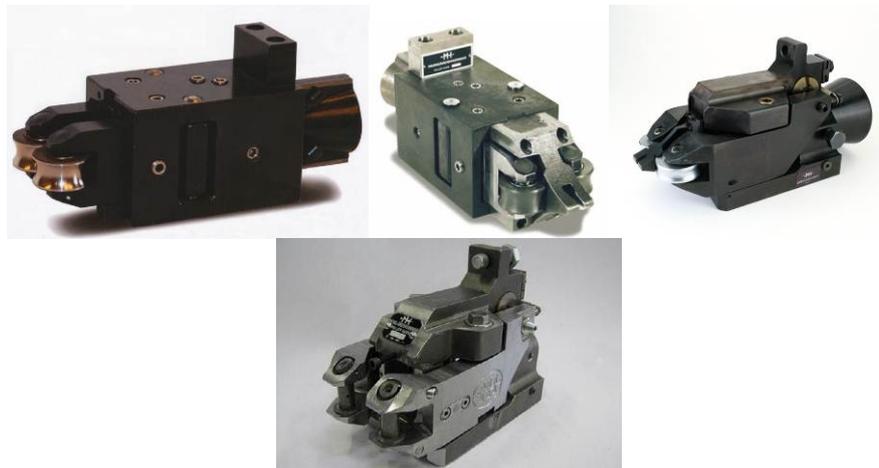


Figura 13. A evolução da guia SRW (*Single Roller Wire*)

## 4 EVOLUÇÃO DAS GUIAS PARA PERFIS

### 4.1 Guia PRD / PRDS (*Profile Roller Double*)

A última geração da guia de entrada PRD foi especificamente projetada para os passes intermediários e pré-acabadores na laminação de cantoneiras, vigas e

chatos. Uma versão especial desta guia (PRF) possui diferentes alturas entre os pares de roletes dianteiros e traseiros. Existe também a versão PRDS que foi concebida para orientar os perfis dentro dos passes abertos podendo também ser instalada na entrada dos primeiros passes. Ela é basicamente a guia PRD com um rolo horizontal adicional que é utilizado para levantar a parte superior do canal. Este rolo pode ser ajustado porque é montado sobre um pino excêntrico que permite encontrar a força de elevação correta para posicionamento do produto laminado. O projeto é simples e bastante robusto contando com um ajuste único para cada casal de rolos e uma base móvel para aproximar as guias tanto quanto possível dos cilindros de laminação durante configurações de gap. Podemos destacar como inovações na nova série:

- Placas internas de desgaste para maior precisão na guiagem em passes abertos;
- narizes laterais também permitem maior precisão na guiagem;
- rolete inferior com excêntrico para preenchimento perfeito do canal do rolete superior;
- flexibilidade para atender as diferentes dimensões de materiais devido ao uso de simples espaçadores laterais;
- funil de entrada com rolete horizontal estabilizador e novo sistema de fixação;
- melhoria do circuito de lubrificação;
- simplificação do sistema de travamento de roletes;
- inserto interno na cobertura; e
- novo acoplamento entre os 2 corpos da guia.



**Figura 14.** A evolução da guia PRD (Profile Roller Double)

## 4.2 Guia PRG (*Profile Roller Guide*)

A última geração da guia de entrada PRG é ideal para a laminação de cantoneiras nos trens acabadores e pré-acabadores. Principais características da nova série de guia:

- guia de entrada de 3 roletes;
- ajuste simultâneo dos roletes inferiores e ajuste axial do rolete superior. esta possibilidade é uma vantagem para o posicionamento preciso do rolo, com referência aos rolos inferiores é uma vantagem quando lamina seções assimétricas, como ângulos desiguais; e
- recolocação fácil e rápida dos roletes e dos rolamentos inferiores, a construção da guia tem sistema bipartido, desmontagem rápida fácil do sistema superior do rolo para a intervenção rápida em caso de remoção de problemas de processo.

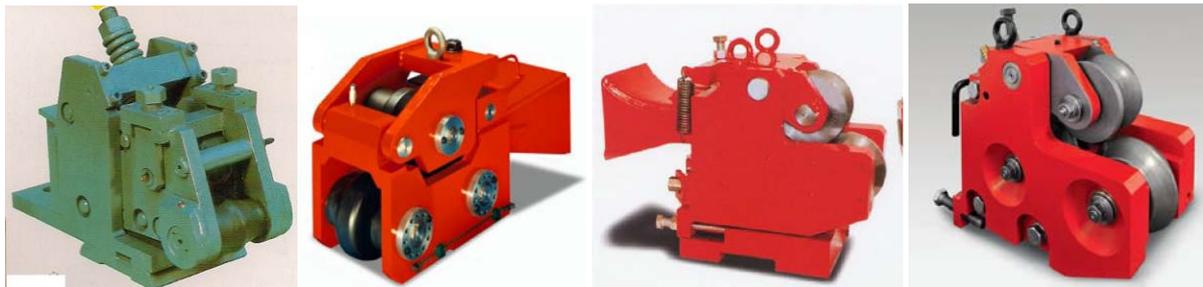


Figura 15. A evolução da guia PRG (Profile Roller Guide)

### 4.3 Guia WEG (*Working Edging Guide*)

Especialmente elaborada para os casos onde se necessita de um ótimo controle da largura para laminação de chato ou anterior ao passe formador (processo slitting), ou quando não há gaiolas verticais disponíveis. Particularmente as inovações realizadas nesse modelo, seguiram o mesmo conceito dos outros modelos como já comentado a introdução geral.



Figura 16. A evolução da guia WEG (*Working Edging Guide*).

### 4.4 Guia CSG (*Channel Straightening Guide*)

Guia empregada no endireitamento de vigas no último passe acabador. A dupla de roletes pressiona a alma da viga para um dobramento das abas no sentido paralelo. No lado de entrada os insertos capturam a viga do canal anterior e as transportam até os cilindros. A posição destes insertos é facilmente ajustável pelo lado de operação através de longos parafusos para eventuais desgastes de fricção. Este tipo de guia eleva a vida dos cilindros, pois permite maior número de retificação dos canais com retirada menos de camada. A qualidade do material final também pode ser melhorada através desta solução. A região externa das abas não apresentaram defeitos devido a diferentes velocidades dos canais de almas paralelas.

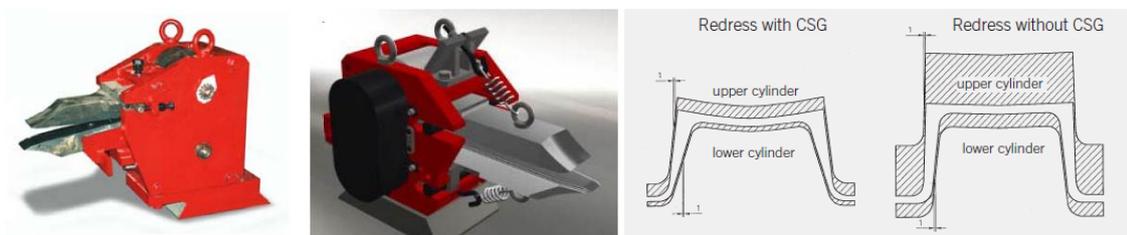


Figura 17. A evolução da guia CSG (Channel Straightening Guide) e ilustração do uso prolongado dos cilindros através do emprego da guia CSG (Channel Straightening Guide).



## 5 CONCLUSÃO

A guiagem moderna na laminação de produtos longos exige um equipamento dedicado ao aumento de produtividade, qualidade e segurança com a redução de custos. Para atender a um mercado cada vez mais dinâmico e exigente faz-se necessário o câmbio frequente de guias no laminador e ao mesmo tempo máxima durabilidade destas durante a operação. A nova série de guias Morgårdshammar foi concebida levando-se em consideração a vasta experiência da empresa em projeto e aplicação de sistemas de guiagem para atender as condições mais críticas e adversas de operação mantendo-se a interface amigável e segura com a manutenção e operação.