

Experiências de Campo com um Controlador Automático para Secadores de Grãos

Tradução da revista "Mühle + Mischfutter", Publicação especializada em processamento de grãos e produção de ração animal, tecnologia de processos nos setores de produtos granulares, alimentares e não alimentares, edição 16/17 de 2003.

Por Tobias Latein¹, Massin; Peter Blume², Kurt Köhler², Rüdiger Ruf², Ettlingen

A experiência vem mostrando que o controlador Stela FRA450 baseado no sistema de medição in-line TRIME-GW possibilita expressivo aumento na eficiência do secador, uso mais racional e econômico de energia, aumento na segurança da qualidade e economia nos custos de trabalho. Exemplos de cálculos ilustram os prejuízos que decorrem de 2% de subsecagem, assim como o tempo de amortização de diferentes tipos de secador. A amortização de um controlador FRA450 – dependendo do tipo de secador – ocorre no prazo de 1 a 3 anos.

Introdução

Desde 1996 as empresas STELA e IMKO desenvolvem conjuntamente projetos para automação de secadores de grãos que têm como base a medição da umidade de modo direto e contínuo.

A tecnologia do sistema TRIME-GW, um novo processo de medição direta e contínua do percentual de água em secadores intermitentes ou contínuos de grãos já foi apresentada e descrita de forma completa na publicação MÜHLE MISCHFUTTERTECHNIK.

(na edição 7/97, por ocasião da Agritechnica 1997 (número 3/1998); na edição 19/1999, assim como quando a TRIME-GW foi agraciada na categoria Inovações pela Sociedade Alemã de Agronomia - DLG 1999 (número 4/2000); ver também o laudo DLG Prüfbericht 4866)

A finalidade desse texto é discutir experiências e resultados do controlador Stela FRA450 baseado no sistema de medição in-line TRIME-GW.

A mais nova geração do controlador FRA 450 está sendo utilizada com êxito há mais de 4 anos, em aproximadamente 120 secadores. O funcionamento dos sensores e dos algoritmos de controle foi sendo otimizado através da evolução constante em cooperação estreita com a empresa IMKO.

Existem basicamente duas possibilidades de utilização para o FRA 450:

1. Secador intermitente ⇒ FRA 450/1
2. Secador contínuo ⇒ FRA 450/2

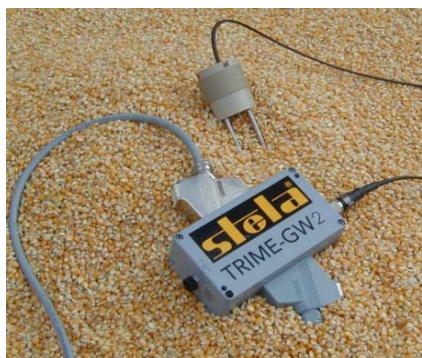


Figura 1: Aparelho de medição in-line TRIME-GW2 de umidade de grãos com sonda TRIME-GR

Secador intermitente com o FRA 450/1

Utilizamos no FRA 450/1 um sensor de umidade, que é composto de um medidor TRIME-GW2 e uma sonda TRIME-GR. No secador intermitente móvel, a sonda TRIME-GR é montada na parte traseira (ver figura 2); no secador intermitente estacionário, é montada na parte inferior.

Local de montagem do sensor TRIME-GR

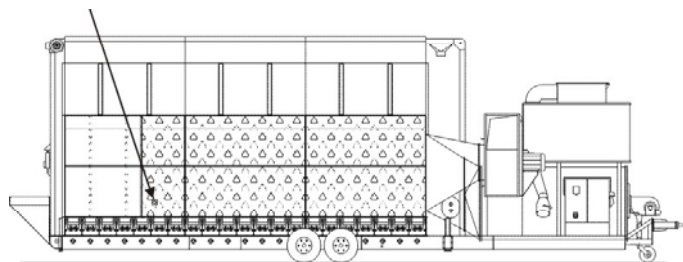


Figura 2: Secador Jumbo 120 (corte)

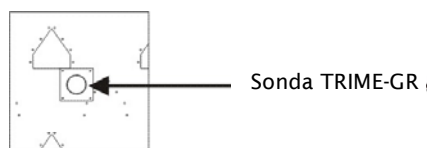


Figura 3: Detalhe do local de montagem da sonda TRIME-GR

Antes do secador entrar em funcionamento seleciona-se no painel de comando a umidade final desejada para milho, cereais, etc. Quando a umidade final é alcançada, o controlador desliga o secador automaticamente.

Experiência de campo

Operador: Sr. Reintjes
Tipo de secador: Jumbo 120
Produto: Milho
Umidade residual a ser alcançada: 14,5%



Figura 4: Secador Stela Jumbo 120 / instalação Sr. Reintjes

¹ Stela Steuerungstechnik, Öttingerstr. 4, D-84323 Massing

² IMKO Mikromodultechnik GmbH, Im Stöck 2, D-76275 Ettlingen

Em seu secador intermitente tipo Jumbo 120 equipado com o FRA 450/1, o Sr. Reintjes selecionou uma umidade final de 14,5%. Ao fim de cada ciclo de secagem verificou a umidade residual de cada lote utilizando um medidor de referência. Os resultados foram os seguintes:

Lote	FRA 450/1	Medidor de referência
1	14,8%	14,3%
2	14,4%	14,6%
3	14,3%	14,5%
4	15,1%	14,7%
5	14,9%	14,3%

Tabela 1: Comparação entre umidade residual in-line e medidor de referência

A precisão de repetição dos ciclos de secagem mostraram tolerância aproximada entre 0,2% e 0,8% de umidade residual.

A precisão absoluta, na comparação com um medidor de referência, mostrou tolerância entre 0,3% e 0,7%.

Amortização de um controlador de umidade FRA 450/1 em um secador intermitente

Muitos operadores secam o milho abaixo da umidade final pretendida para estarem seguros de que não precisarão realizar uma cara e trabalhosa secagem posterior do produto. Essa tradicional subsecagem do produto consome mais energia, mais tempo e além disso o milho perde mais peso que o necessário. Como regra, é usual e suficiente a secagem do milho entre 14% e 15% de umidade residual. Qualquer valor diferente disso é prejuízo, que se pode calcular do seguinte modo:

Como os períodos de secagem estão cada vez mais curtos, foi tomado como base de cálculo um período de 25 dias. O exemplo de cálculo mostra o déficit de produtividade levando-se em conta duas umidades finais (de 35% para 15%; de 35% para 13%) num período de secagem de 25 dias.

Exemplo:

Secador intermitente: Jumbo 120
Capacidade de secagem: 120 t de milho úmido de 35% para 15% em 24h

Redução de umidade	Capacidade em 24h	Peso milho seco	Perda de peso e de produtividade por causa da subsecagem em 24h
35% para 15%	120 t	91,76 t	
35% para 13%	105 t	78,5 t	13,3 t
35% para 12%	86 t	63,5 t	28,3 t

Tabela 2: Produtividade do secador Jumbo 120 para diferentes umidades residuais

Exemplo de cálculo 1:

Milho úmido ~35% para 15% de umidade residual

Período de secagem por safra:	25 dias
Capacidade de secagem, milho úmido:	$120t \times 25d = 3.000t$
Capacidade de secagem, milho seco:	$91,76t \times 25d = 2.294t$

Milho úmido ~35% para 13% de umidade residual

Período de secagem por safra:	25 dias
Capacidade de secagem, milho úmido:	$105t \times 25d = 2.625t$
Capacidade de secagem, milho seco:	$78,5t \times 25d = 1.963t$

Conclusão:

Diferença (Δ) na capacidade de secagem entre umidades residuais de 15% e 13%:	$\Delta = 2.294t - 1.963t = 331t$
--	-----------------------------------

O exemplo de cálculo 1 e a tabela 2 mostram que em um período anual de secagem de 25 dias e uma sub-secagem de 2%, com o mesmo secador processam-se somente 2.625 toneladas de milho úmido, ao invés de 3.000 toneladas. Na venda do produto seco percebe-se uma nítida perda de peso, que se traduz em perda econômica. A diminuição da produtividade do secador e a perda desnecessária de peso ocasionada pela subsecagem – calculados no período anual de secagem de 25 dias – somam **331 toneladas**. Se tomamos o preço de venda do milho seco de 12,60 €/100kg, os prejuízos chegam em uso comercial a **41.706,00 €**, em uma única safra.

A utilização do controlador automático FRA 450 possibilita uma secagem constante e traz resultados econômicos muito mais consistentes. O investimento no controlador FRA 450 se amortiza, de acordo do tamanho do secador, no prazo de 1 a 2 anos.

Secador contínuo com FRA 450/2

O controlador **FRA 450/2** utiliza dois sensores de umidade. Um deles é montado próximo à metade da coluna do secador (pode variar de acordo com o tipo de secador) e tem a função de controlador principal de descarga. O segundo sensor é montado próximo ao extrator do secador e serve para monitorar e corrigir o percentual de umidade residual do produto. No painel de comando pode-se ler facilmente o teor de umidade do produto. Os valores medidos podem ser documentados através de uma impressora, ou seja, mesmo quando você não está próximo ao sistema é possível acompanhar exatamente com que teor de umidade o produto deixou o secador e foi para a armazenagem no silo.

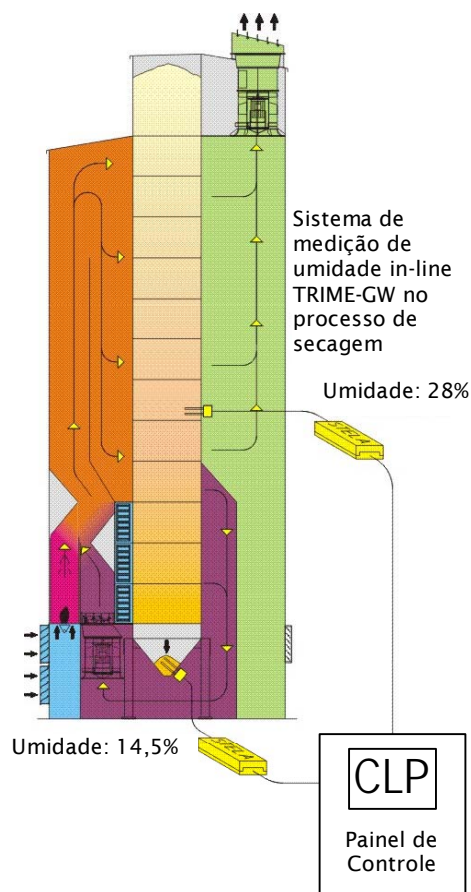


Figura 5: Secador contínuo Stela MDN-TN2/7 com os locais de montagem do sistema in-line TRIME-GW (corte)

Experiência de campo

Operador: Sr. Lanotte
 Tipo de secador: Stela MDB-TN 2/7
 Produto: Milho
 Umidade residual a ser alcançada: 15%



Figura 6: Stela MDB-TN2/7, operador Lanotte

Até agora, o controlador **FRA 450/2** tem sido utilizado em secadores contínuos com capacidade de 5 a 50t/h de produto úmido.

Os diferentes operadores dos secadores relatam uma oscilação relativa da umidade - ao longo do período de secagem - de $\pm 0,3\%$ a $0,6\%$.

A precisão do controle depende naturalmente das diferenças de umidade na entrada do secador. A auto-regulagem do secador ocorre de forma ideal até aprox. 5% de variação de umidade de entrada. O controlador **FRA 450/2** funciona além disso, porém com maiores oscilações no produto seco.

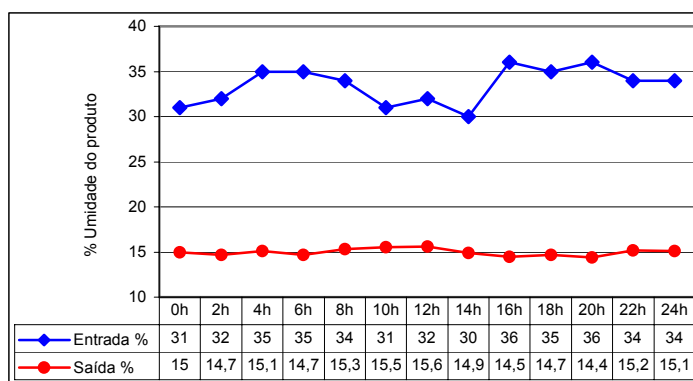


Figura 7: Comparação entre umidade inicial e residual em funcionamento automático, instalação Sr. Lanotte, em setembro de 2002.

Amortização de um controlador FRA 450/2 em um secador contínuo

No exemplo a seguir tomamos como base de cálculo uma quantidade de 6.000t de milho úmido por ano. O cálculo mostra o déficit de produtividade levando-se em conta duas umidades finais pretendidas (de 35% para 15%; de 35% para 13%) com 6.000t de milho úmido.

Exemplo:

Secador contínuo MDB-TN2/7
 Capacidade de secagem: 10 t/h de milho úmido de 35% para 15%

Redução de umidade	Capacidade por h	Peso milho seco	Perda de peso e de produtividade por causa da sub-secagem por h
35% para 15 %	10 t	7,6 t	
35% para 13 %	9,1 t	6,8 t	0,8 t
35% para 12 %	8,5 t	6,3 t	1,3 t

Tabela 3: Eficiência do secador MDB-TN2/7 com diferentes umidades finais

Exemplo de cálculo 2:

Esse exemplo toma como base a secagem de 6.000 t de milho úmido por período de secagem.

Milho úmido ~35% para 15% de umidade residual

Quantidade a secar por período:	6000 t
Capacidade do secador, milho úmido/h:	10 t
Capacidade do secador, milho seco/h:	7,64 t
Tempo de secagem necessário:	$\frac{6.000t}{10t/h} = 600h$ (~25 dias)
Milho seco produzido:	$7,64t/h \times 600h = 4.585t$

Milho úmido ~35% para 13% de umidade residual

Quantidade a secar por período:	6000 t
Capacidade do secador, milho úmido/h:	9,1 t
Capacidade do secador, milho seco/h:	6,8 t
Tempo de secagem necessário:	$\frac{6.000t}{9,1t/h} = 659h$ (~27,5 dias)
Milho seco produzido:	$6,8t/h \times 659h = 4.481t$

Conclusão:

Diferença (Δ) na capacidade de secagem entre umidades residuais de 15% e 13%:	$\Delta = 4.585t - 4.481t = 103t$
Diferença (Δ) no tempo necessário para secagem de 6.000t de milho úmido (dias):	$\Delta = 27,5d - 25d = 2,5d$

O exemplo de cálculo 2 e a tabela 3 mostram que com a secagem de 6.000t do produto por ano, com uma sub-secagem de 2%, haverá uma diminuição de 103t no peso do milho seco. Além disso, o secador precisa funcionar 2,5 dias a mais para secar a mesma quantidade de milho úmido..

A subsecagem causa a diminuição de 103t no peso do milho seco, ao custo de 12,60 €/100kg, ocasionando prejuízo de **12.978,00 €**.

Se calculamos ainda os custos de operação do secador (1.500,00 €/dia), que precisou funcionar 2,5 dias a mais, temos que adicionar **3.750,00 €** de custos extra.

Com isso tudo, para uma quantidade de 6.000t de milho úmido, por causa da sub-secagem a 13%, acumulamos prejuízos totais de **16.728,00 €**. (ver figura 8)

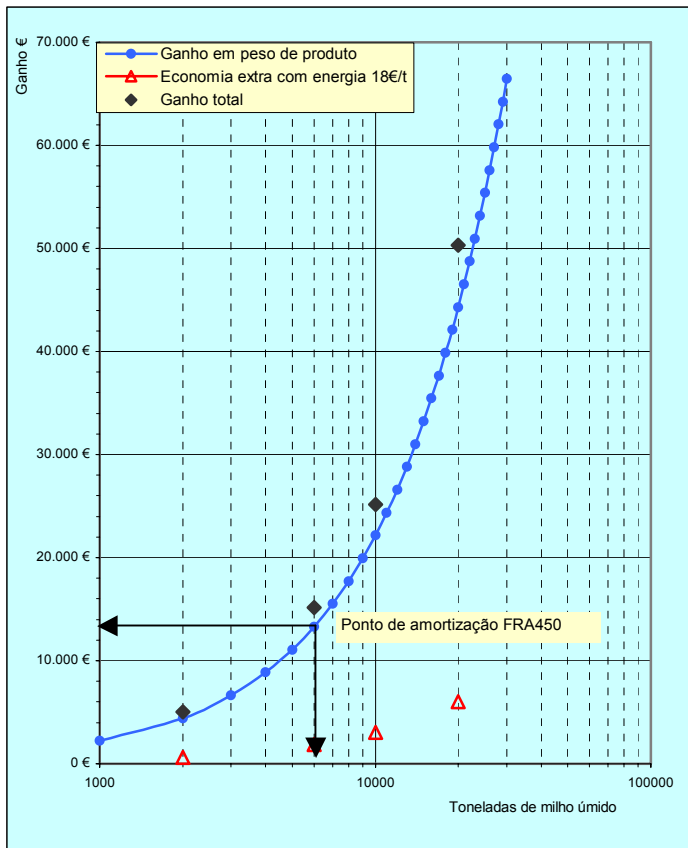


Figura 8: Curva de rentabilidade do controlador FRA 450 (que evita subsecagem de 2%) para o milho a 126 €/t

Na figura 8 pode-se perceber o montante do prejuízo que ocorre por causa da subsecagem de 2%. Na prática, obter os exatos 15% de umidade residual dos exemplos 1 e 2 é algo que nem sempre ocorre com 100% de precisão. A experiência dos operadores descreve tolerâncias no produto seco de 0,2% a 0,8% (ver acima). Porém sabemos que cada 0,1% de melhora no processo representa dinheiro vivo e que alcançar o limiar de rentabilidade é uma questão da tonelagem acumulada ao longo de um, dois ou até três períodos de secagem, dependendo do tipo e da capacidade do secador. Com o investimento no controlador FRA 450 e um volume de secagem a partir de 6.000t de milho úmido, o limiar de rentabilidade pode ser alcançado já na primeira safra.

Resumo

O retorno que os operadores nos dão, informando sobre os resultados na prática, é altamente positivo. As vantagens do controlador FRA 450 são claras e consistentes:

- Evitam-se trabalhosas coletas de amostras. A medição contínua economiza tempo de trabalho e aumenta nitidamente a transparência do processo.
- Como não há o risco de umidade residual excessivamente alta, não existe o perigo de um caro e complicado trabalho de secagem posterior do produto.
- A umidade residual homogênea é garantia de segurança no armazenamento do produto seco no silo.
- A alta uniformidade na secagem significa um produto com garantia de melhor qualidade, o que por sua vez significa vantagens para operadores e clientes.
- O controlador de umidade FRA 450 evita a subsecagem do produto. Como consequência ocorre menos diminuição de peso na secagem, aumento na capacidade de secagem e redução do consumo de energia.

⇒ O controlador FRA 450 possibilita uma consistente melhora no beneficiamento do produto.

A experiência vem mostrando que os controladores de umidade Stela FRA 450 baseados no sistema de medição TRIME-GW in-line possibilitam nítido aumento na eficiência do secador, uso mais racional e econômico de energia, aumento na segurança da qualidade e economia nos custos de trabalho. A amortização de um equipamento FRA 450 – de acordo com o tipo de secador – ocorre no prazo de 1 a 3 anos.