CONFIGURAÇÃO DE PROCESSO
Maximizando a Operação de Extrusão

Ed de Souza

edds@Wenger.com

Congresso CBNA Pet 2017

ADAPTADO DO TRABALHO ORIGINAL SINGLE SCREW –PET FOOD DE GALEN ROKEY, 2008

REFLEXÃO SOBRE A EXTRUSÃO

É o processo pelo qual amidos e/ou proteínas umidecidos expansíveis são cozidos em um tubo sob uma combinação de umidade, pressão, temperatura e fricção mecânica, adquirindo uma forma plástica.

Galen Rokey

O processo de extrusão de alimentos, no entanto, nos desafia com muitas variáveis independentes. Devemos então gestionar, otimizar e controlar as variáveis que podemos intervir, para que a gestão das que estão fora do nosso controle seja mais assertiva.

Ed de Souza, 2017

FUNÇÃO DA EXTRUSÃO



Processo de Extrusão





EXTRUSORES MONOROSCA

PRINCIPAL MEIO DE FABRICAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA ANIMAIS DE COMPANHIA





VIDEO: EXTRUSÃO





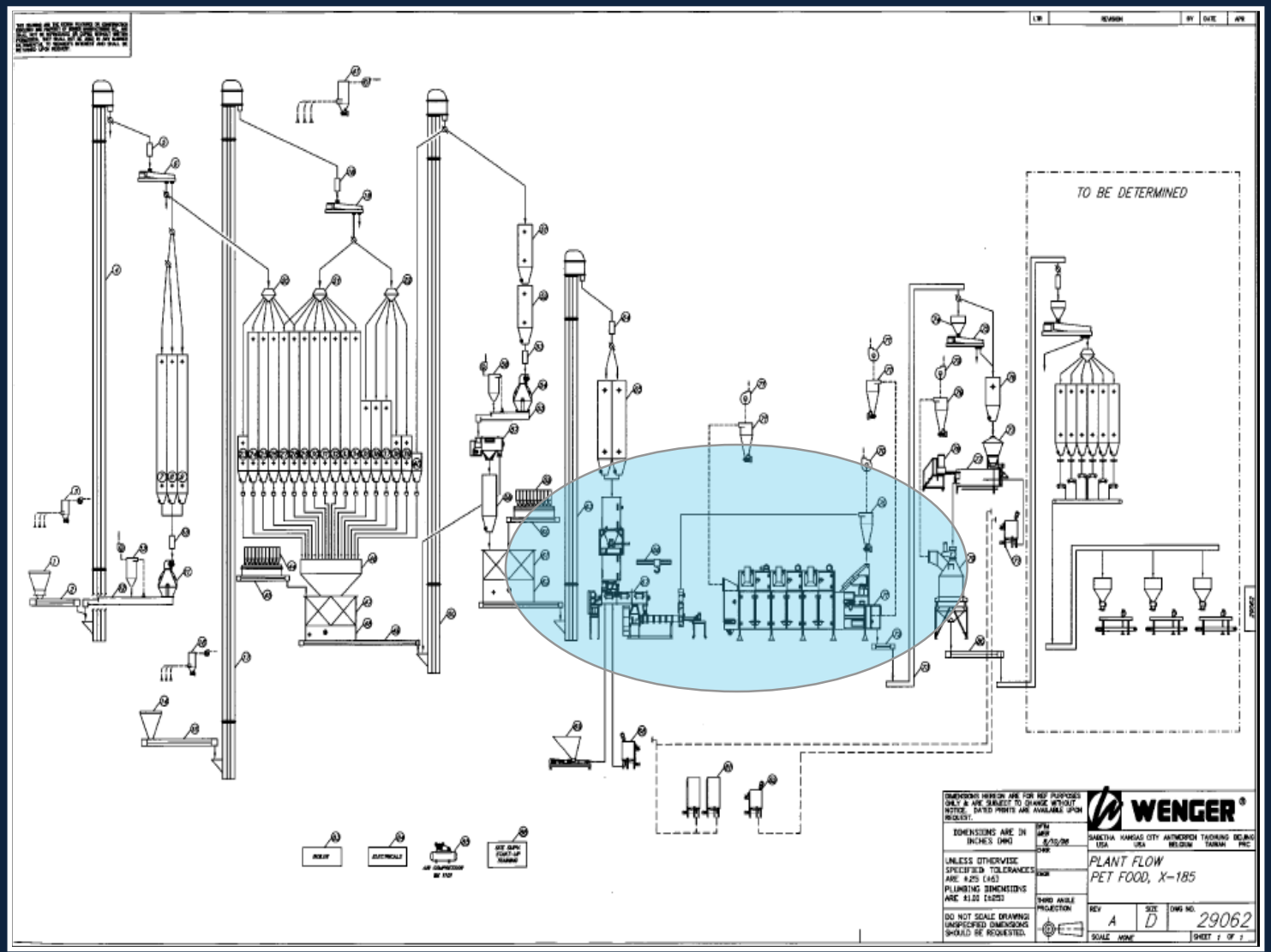
O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UM EXTRUSOR?

1. Projeto de fábrica;
2. configuração de equipamento;
3. extrudabilidade das matérias primas;
4. automação;
5. secagem;
6. caracterização;
7. treinamento;
8. custo vs. ganho;
9. estudos de caso.

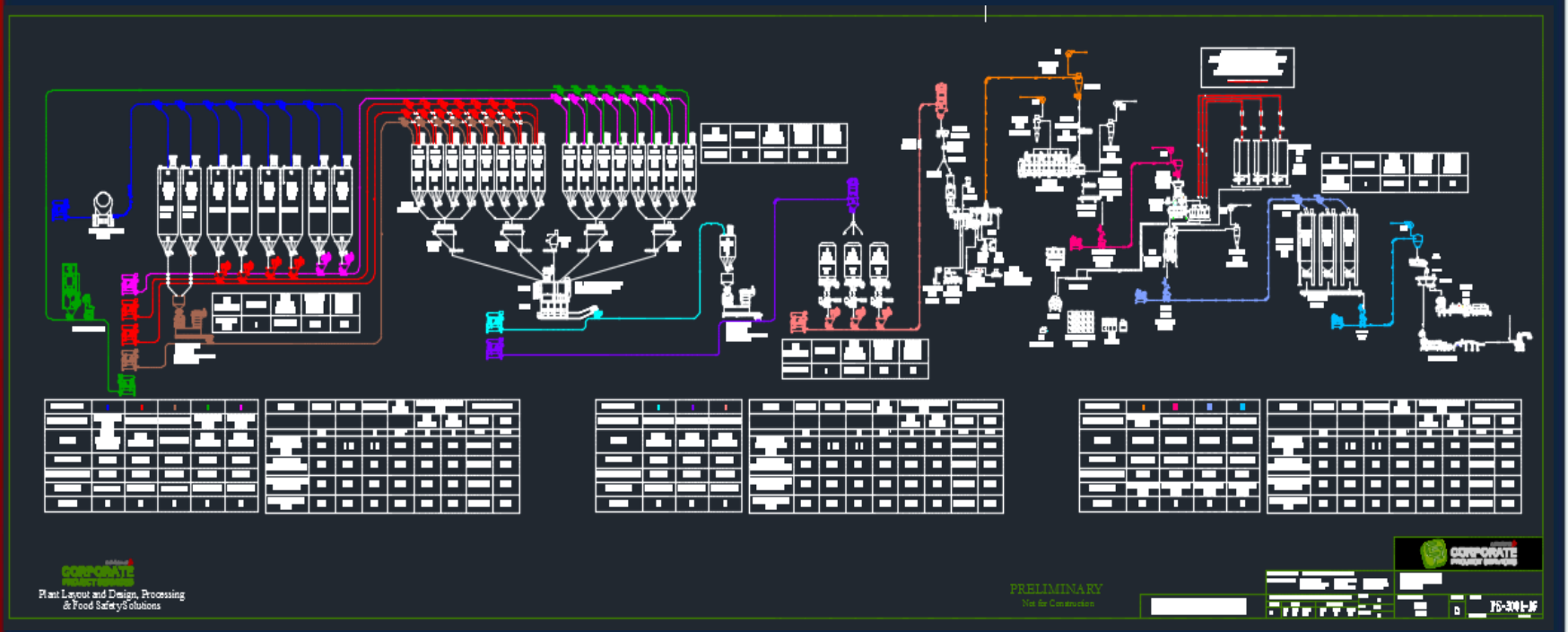
O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

1. PROJETO DE FÁBRICA

Fluxo de Processo para Alimentos Animais Secos



DIMENSIONAMENTO DA FÁBRICA



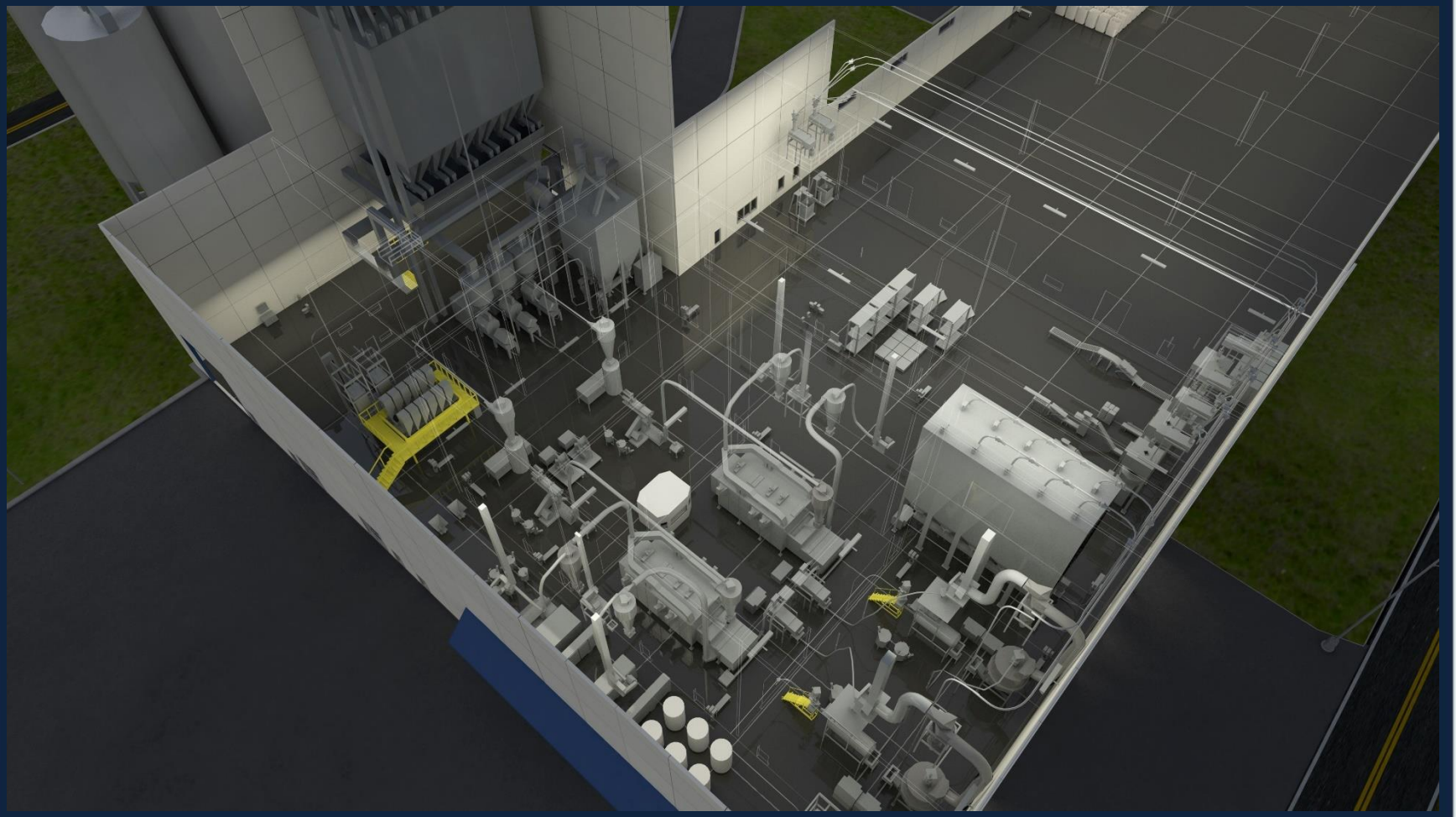
A EXTRUSORA COMO RECURSO DE CAPACIDADE RESTRITIVA (RCR)!

O GANHO somente aumentará, se o investimento for no RCR!


MEDIUM PRESSURE
STEAM SUPPLY



PROJETO CONCEITUAL EM 3D

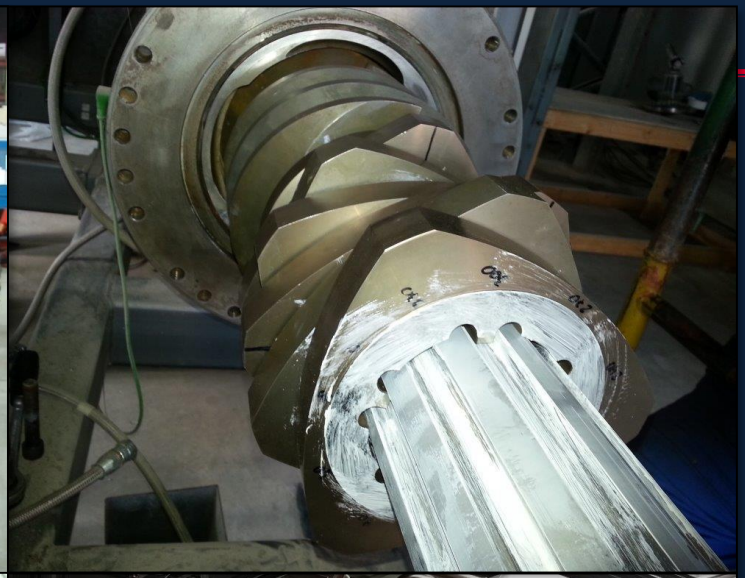


O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

2. CONFIGURAÇÃO DE EQUIPAMENTO

CONFIGURAÇÃO - EXTRUSOR









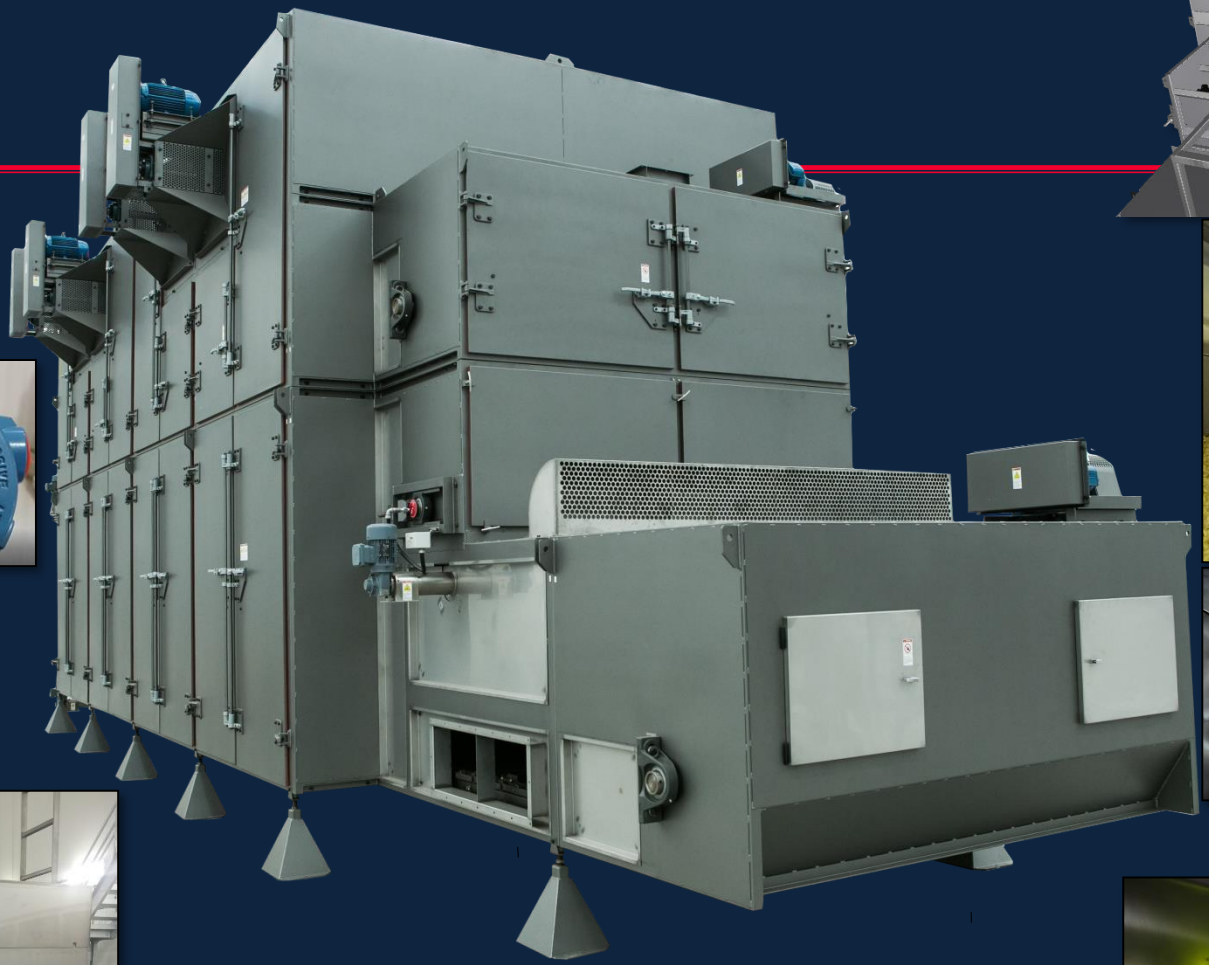
CONFIGURAÇÃO - EQUIPAMENTOS AUXILIARES

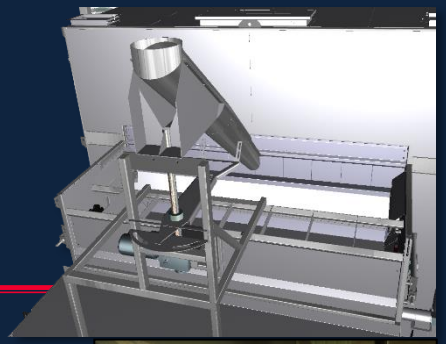






CONFIGURAÇÃO - SECAGEM







650 Kcal/kg









O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

3. EXTRUDABILIDADE DAS MATÉRIAS PRIMAS

EFEITO DA QUALIDADE DA PROTEÍNA

7 PDI | 12 PDI | 30 PDI | 54 PDI



COR DO PRODUTO

Coloração escura

Proteínas da Soja usadas na Ração
(Farelo de Soja)

Coloração clara

Proteínas da Soja usadas para Alimento
(Farinha, Concentrado, Isolado)

O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

4. AUTOMAÇÃO

O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

4. AUTOMAÇÃO

- Reduz perdas;
- melhora uniformidade;
- gestiona o processo;
- repetibilidade;
- padronização facilitada;
- otimização do controle;
- aumenta a produção.



O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

5. SECAGEM

O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

5. SECAGEM

A uniformidade de secagem (umidade), é reconhecida como o maior contribuinte na rentabilidade do produto final. Impactando na capacidade de reter água no mesmo, sem comprometer a sua qualidade (níveis de atividade de água padronizados), além de preservar os valores nutricionais da fórmula, bem como a palatabilidade.

PONTOS DE COLETA PARA A VERIFICAÇÃO DA UNIFORMIDADE DA SECAGEM DE UM SECADOR HORIZONTAL – 6 AMOSTRAS



O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

6. CARACTERIZAÇÃO

O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

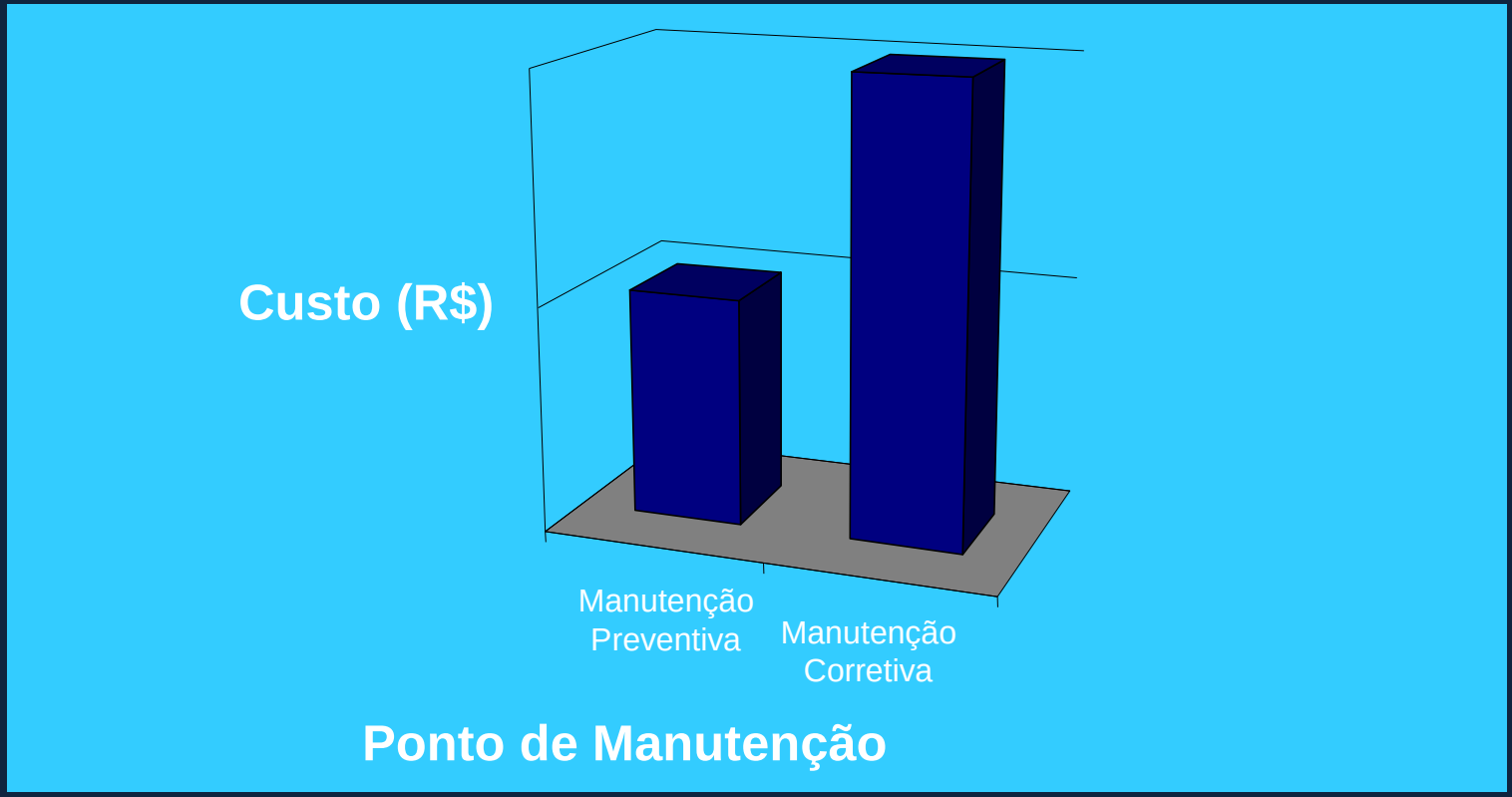
6. CARACTERIZAÇÃO

- Manutenção;
- recuperação;
- estabilidade;
- confiança;
- rapidez;
- uniformidade.



POR QUE SE PREOCUPAR COM A MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PREDITIVA?

Custos de Manutenção



ECONOMIZAR EM MANUTENÇÃO? SIGNIFICA:



ECONOMIZAR AQUI.....









R$ 5 a 10 / Ton

E PERDER AQUI!







R$ 1000 a 4000 / Ton

O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

7. TREINAMENTO

O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

7. TREINAMENTO

- Motivação;
- aumenta o rendimento;
- compreensão do processo;
- compreensão do equipamento;
- padronização facilitada;
- otimização do controle;
- resolução de problemas.



O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

8. CUSTO VS. GANHO



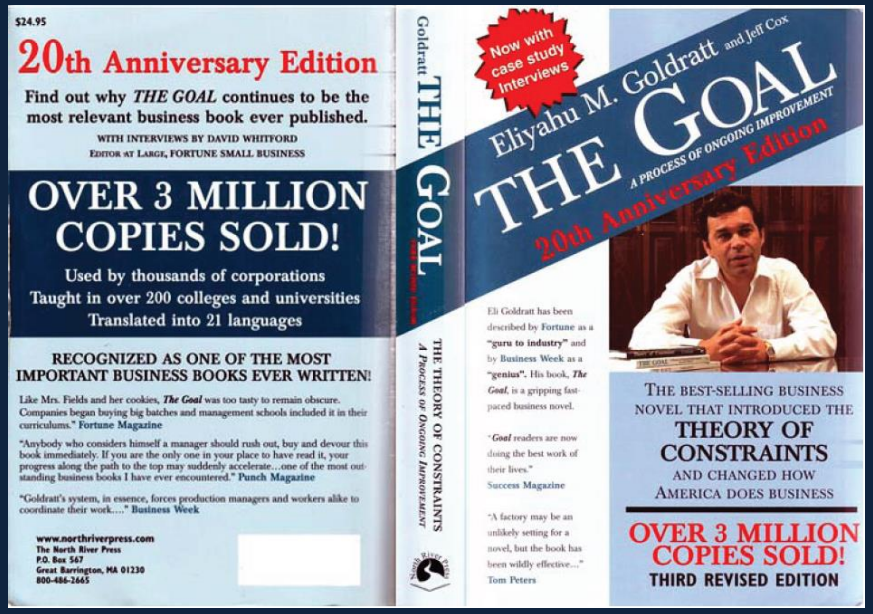
Qual a meta de uma organização com fins Lucrativos?

O QUE AFETA A EFICIÊNCIA DE UMA EXTRUSORA?

8. CUSTO VS. GANHO

Segundo a famosa Teoria das restrições (*T.O.C.*):

A META de um negócio é o ganhar mais financeiramente, prover maior satisfação ao seus clientes, *stakeholders* e colaboradores, HOJE e no FUTURO!



CONTABILIDADE DE GANHO

“A Contabilidade de Custo é a Inimiga número 1 da produtividade”

Eliyahu Goldrath

9. ESTUDOS DE CASOS

1. MOAGEM

Moagem



- **Moagem em tela 0.8 e 1.00 mm;**
- **sem peneiramento antes extrusão;**
- **alto consumo 20 – 30 kg/cvh;**
- **constante manutenção;**
- **formulação;**
- ***downtime* frequente;**
- **produto de aparência ruim;**
- **300 cv processa 8000 kg/h;**
- **baixo rendimento da fábrica.**

Melhoria da Moagem





- **Moagem Telas 2.00 mm;**
- **Peneiramento antes Extrusão;**
- **Alto Rendimento 50 kg/cvh;**
- **Produto de Aparência Excelente;**
- **300 CV processa 12-15 ton/h;**

➢ **Investimento na Restrição =**

AUMENTO DE GANHO

Remoção da Restrição

Não Homogênea



Homogênea



A Restrição deve estar no Mercado!!

Produziu = Vendeu!

9. ESTUDOS DE CASOS

3. EXTRUDABILIDADE DAS MATÉRIAS PRIMAS

EXTRUDABILIDADE



EXTRUDABILIDADE



EXTRUDABILIDADE





X	Energia Mecânica Especifica: 35	✓	22 kW-ton/h
X	Produtividade horária: 4000	✓	8000 kg/h
X	Produtividade anual: 20.000	✓	40.000 toneladas
X	*Throughput* Anual: 40	✓	80 Milhões

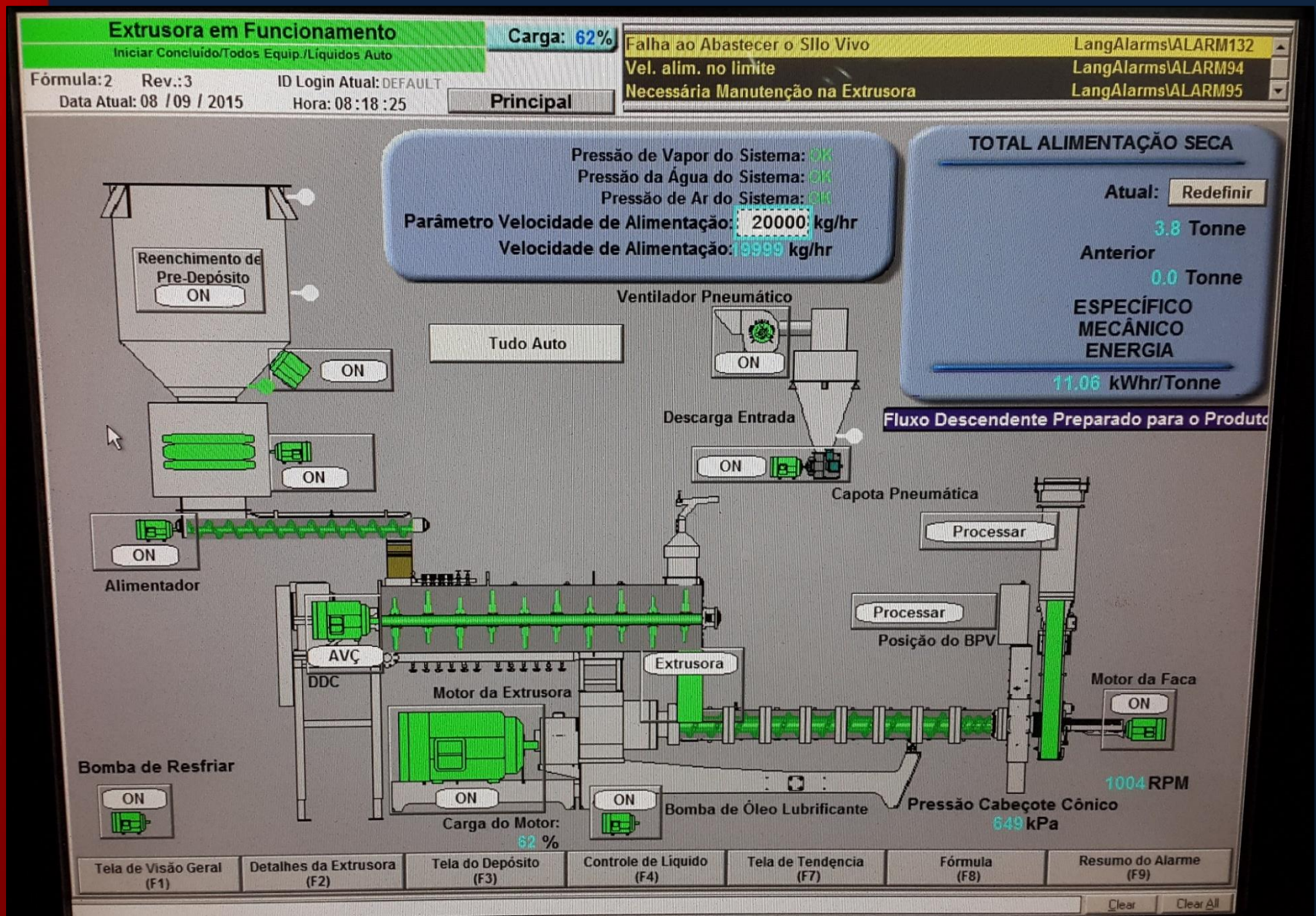
9. ESTUDOS DE CASOS

4. AUTOMAÇÃO

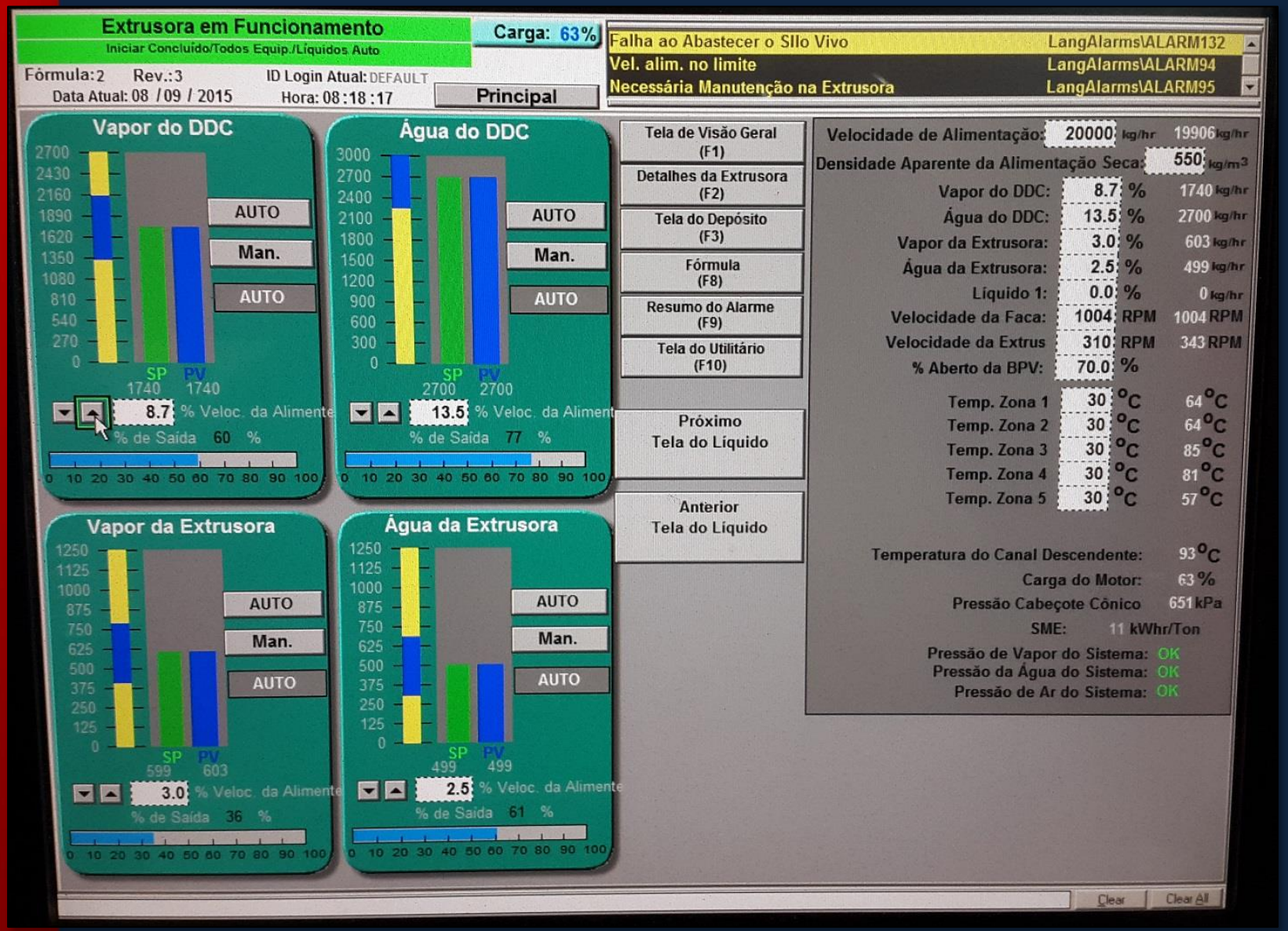
De forma prática…



Gestão Automatizada do Processo



Gestão Automatizada do Processo



9. ESTUDOS DE CASOS

5. TREINAMENTO

6. CARACTERIZAÇÃO

TREINAMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Linha de Extrusão Alimentos para Cães e Gatos:

- ✓ Dimensionado para 10 ton/h
- ✓ Motor Principal 300 CV
- ✓ Produção Anual: 20.000 tons
- ✓ Mensal: 1.667 tons @ 22 dias/mês
- ✓ Diária: 76 tons @ 20 horas/dia
- ✓ Horária: 3.8 tons



EFEITO DO DESGASTE NO PROCESSO

Instável
4.000 – 7.000 @ 25-28 %
Umidade

Estável 10.000 kg/h @
22% umidade





Não processa!



Estabilidade menor que 1 ano, eficiência comprometida!

CUSTO TOTAL DA PRODUÇÃO

Tonelada de produto terminado

Juros e Depreciação	5,68	0,70%
Matéria Prima (Fórmula)	800,00	96,30%
Utilidades	15,48	1,90%
Caracterização *OEM*	6,00	0,70%
Mão de Obra	3,44	0,40%
Total	830,60	

9. ESTUDOS DE CASOS

PAYBACK EM AUMENTO DO GANHO			
	ANTES DO INVESTIMENTO - SITUAÇÃO ATUAL!		
	CUSTO FIXO ESTIMADO ANUAL	R$ 200,000	R$/Ano
	PRODUÇÃO ANUAL ATUAL	20,000	Toneladas/ano
5	NOVA AMORTIZAÇÃO DO CAPITAL INVESTIDO EM 5 ANOS	R$ 200,000	R$/Ano
Novo Custo Fixo Anual com Capital Investido Amortizado Por 05 ANOS		R$ 400,000	R$/ano
AUMENTO DO GANHO		50%	
	ANALISE CAES HIGH PREMIUM	ANTES	DEPOIS
	Preço venda por tonelada Médio - CÃES ADULTOS!!	R$ 1,800	R$ 1,800
	Toneladas Vendidas (Supondo Produzido = Vendido)	20,000	30,000
	Vendas Brutas Estimadas Anuais	R$ 36,000,000	R$ 54,000,000
	Custo Fixo Anual	R$ 200,000	R$ 400,000
INVESTIMENTO INGREDIENTES, TREINAMENTOS E CARACTERIZAÇÃO			
	Custo Fórmula CÃES Adultos R$/TON	R$ 1,260.00	R$ 1,386.00
	Margem Bruta Por Unidade	R$ 540.00	R$ 414.00
	Margem Bruta Por Unidade	30%	23%
	Custo Fórmula HIGH PREMIUM CÃES ANUAL	R$ 25,200,000	R$ 41,580,000
	AUMENTO EM PORCENTAGEM E R$/TON	10%	R$ 126.00
	Custo Variável (FÓRMULAS) ANUAL TOTAL	R$ 25,200,000	R$ 41,580,000
	Custo Produção FÓRMULA + CUSTO FIXO	R$ 25,400,000	R$ 41,980,000
	Margem Bruta	R$ 10,600,000	R$ 12,420,000
	AUMENTO DO GANHO	R$ 1,820,000	
Investimento		R$ 1,000,000	
Payback com desta ADEQUAÇÃO, em Meses!		7	

9. ESTUDOS DE CASOS

8. SECAGEM

SECAGEM

AFII DRYER/COOLER TrueTemp™ – 24G32-1

Process and Efficiency Test Information

Moisture Uniformity Test Data

Company: - SO Number: -

Location: - Dryer Model: AirFlow II 24G32-2

Production Information Dryer # 1

Test # 1 Date 13-Mar-2017 Time 10:00 AM

Product - Details 15mm x 8mm

Feed Rate 3500 lb/hr kg/hr **Feed Screw** location

Product Density:

Wet 504.0 lb/ft³ g/l

Dry 445.0 lb/ft³ g/l

Dryer Temperature:

Zone 1 140 °F °C

Zone 2 125 °F °C

Zone 3 120 °F °C

Retention Time:

Pass 1 7.00 min

Pass 2 16.00 min

Pass 3 min

Cooler 11.00 min

Total 34.00 min

Dry Ingredient Moisture	9.77	%
Off Extruder Moisture	25.00	%
Into Dryer Moisture	25.09	%
Actual Exit Moisture	8.94	%
Target Exit Moisture	10.00	%
Exhaust Fan Louver	80	% open
Exhaust Volume	5077	ACFM
Exhaust Temp Dry Bulb	185	°F °C
Exhaust Temp Wet Bulb	136	°F °C
Exhaust ASR	90.8	%
Gas Usage Per Hour	1,991.7	CFH

Energy Efficiency 1210.8 BTU/lb H_2O

Dryer Discharge Product Bed Data

Discharge Bed Depth (inches)	125mm left side	100mm center	125mm right side
Top	8.63%	5.77%	7.01%
Bottom	7.99%	6.91%	8.28%

Avg. 7.43% Max. 8.63% Min. 5.77%

Variation 1.43% Variance 1.14% Std Dev 1.07%

Moisture Uniformity Test Data

Company: - SO Number: -

Location: - Dryer Model: AirFlow II 24G32-2

Production Information Dryer # 1

Test # 2 Date 13-Mar-2017 Time 12:20 PM

Product - Details 15mm x 8mm

Feed Rate 3500 lb/hr kg/hr **Feed Screw** location

Product Density:

Wet 504.0 lb/ft³ g/l

Dry 445.0 lb/ft³ g/l

Dryer Temperature:

Zone 1 140 °F °C

Zone 2 125 °F °C

Zone 3 120 °F °C

Retention Time:

Pass 1 7.00 min

Pass 2 16.00 min

Pass 3 min

Cooler 11.00 min

Total 34.00 min

Dry Ingredient Moisture	10.11	%
Off Extruder Moisture	25.12	%
Into Dryer Moisture	12.90	%
Actual Exit Moisture	8.02	%
Target Exit Moisture	10.00	%
Exhaust Fan Louver	80	% open
Exhaust Volume	5077	ACFM
Exhaust Temp Dry Bulb	91	°F °C
Exhaust Temp Wet Bulb	61	°F °C
Exhaust ASR	91.4	%
Gas Usage Per Hour	1,899.9	CFH

Energy Efficiency 1215.0 BTU/lb H_2O

Dryer Discharge Product Bed Data

Discharge Bed Depth (inches)	120mm left side	115mm center	125mm right side
Top	6.58%	6.56%	7.40%
Bottom	7.58%	7.90%	7.73%

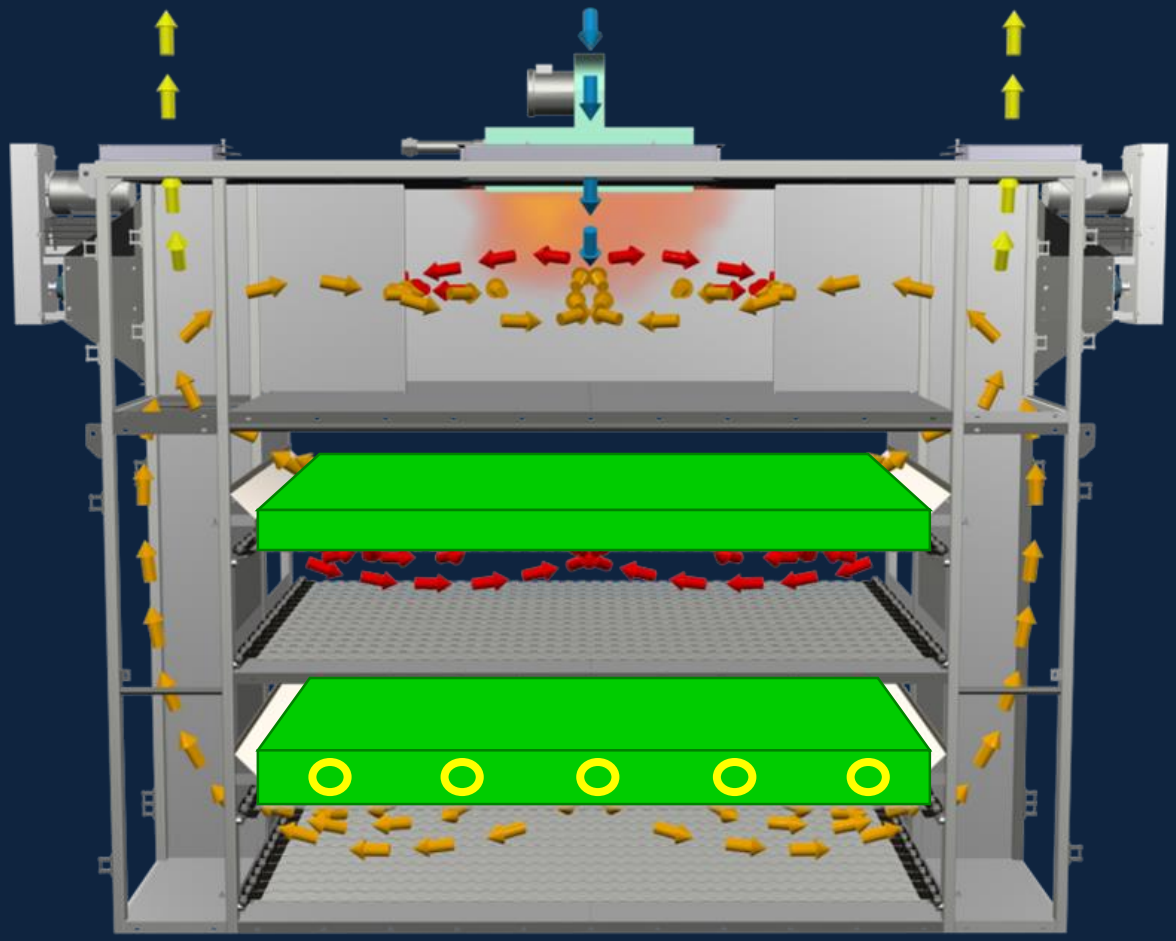
Avg. 7.29% Max. 7.90% Min. 6.56%

Variation 0.67% Variance 0.34% Std Dev 0.58%

Estudo de caso

Benefícios

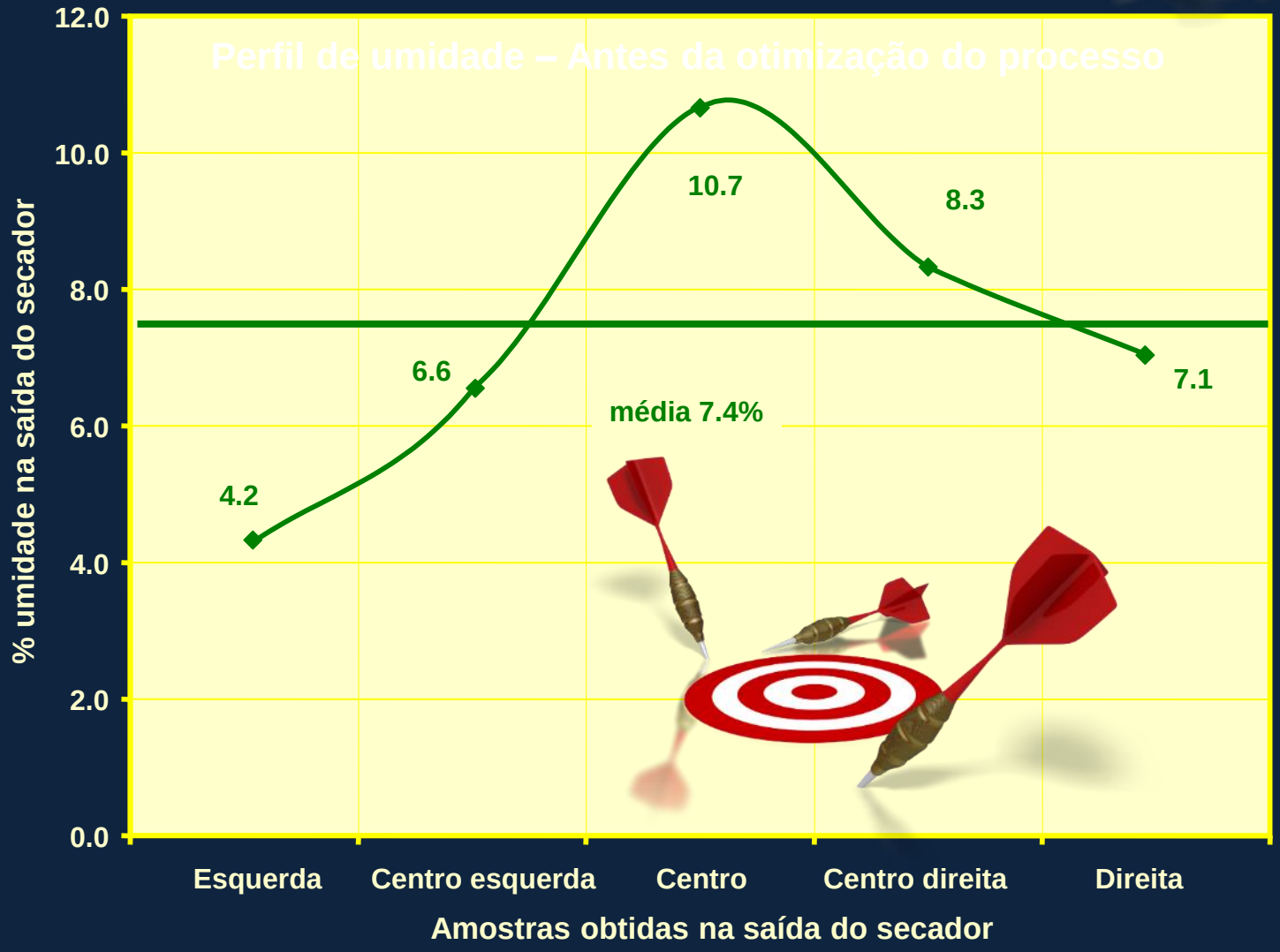




Estudo de caso

Benefícios

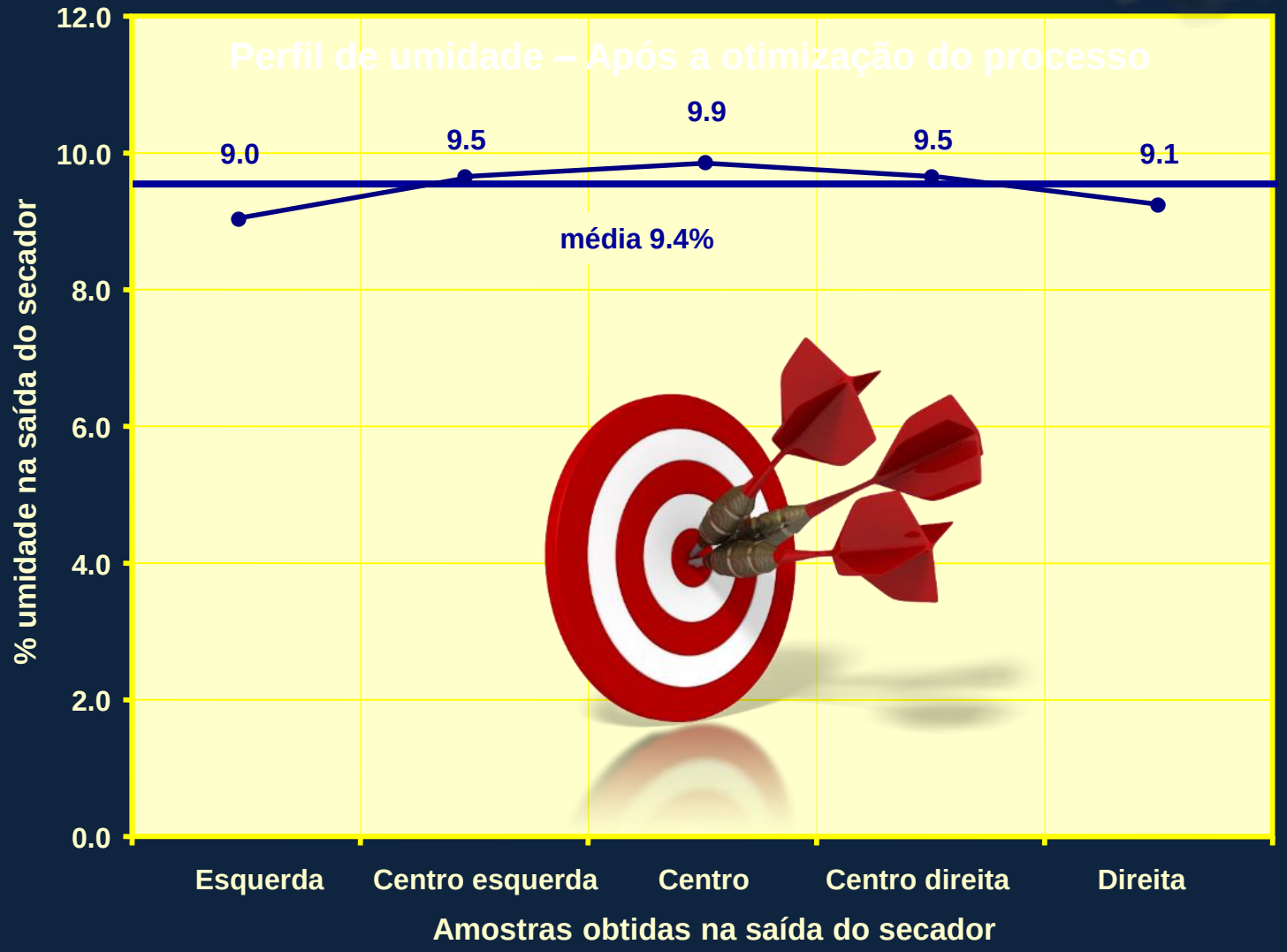




Estudo de caso

Benefícios

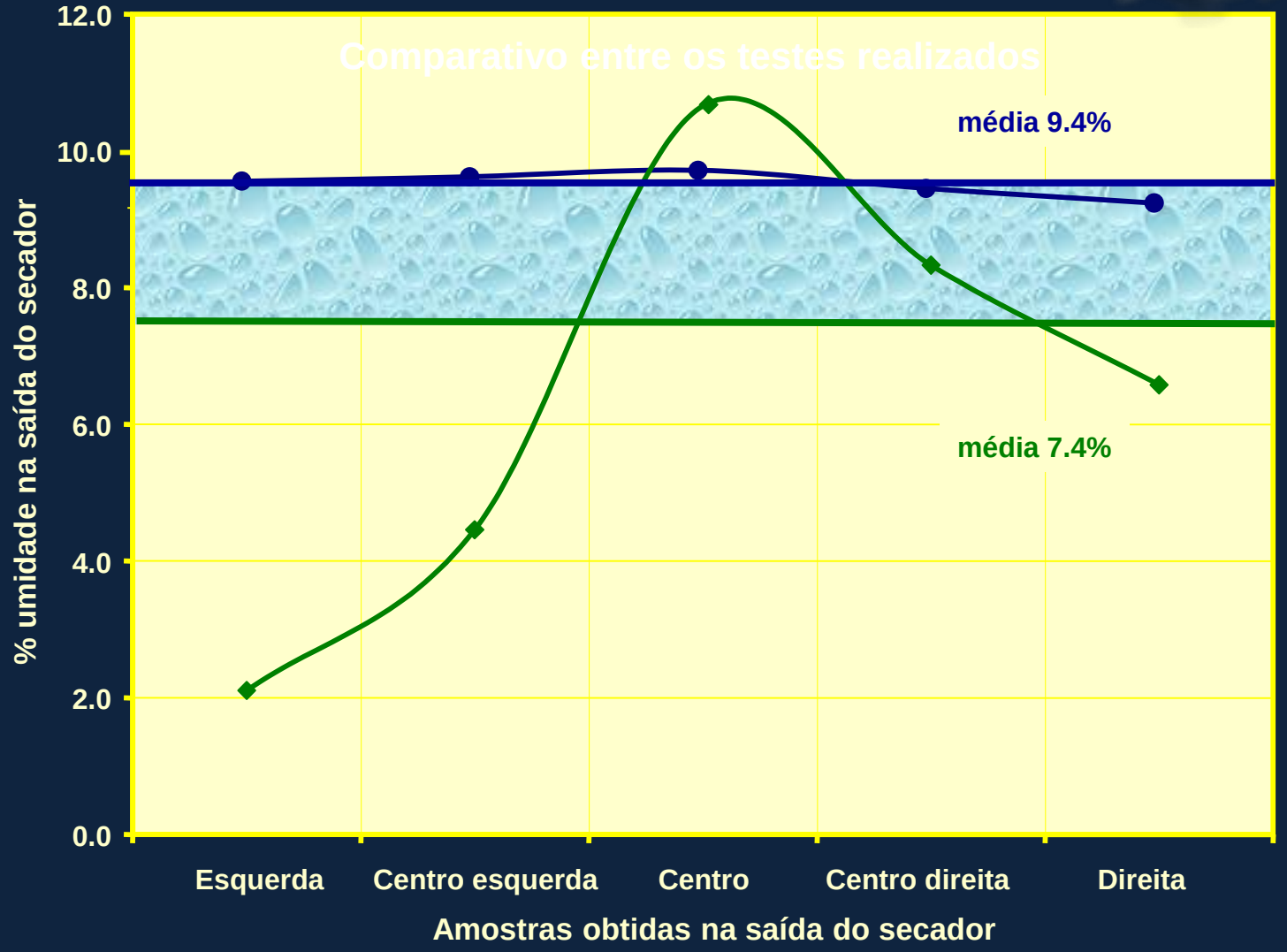




Estudo de caso

Benefícios





Estudo de caso

Benefícios



Parâmetros de processo

Produção Farelo à 10% umidade	Produção horária Umidado do produto (máx) Matéria seca (*bone dry*) Quantidade de água no farelo	10000 kg / h 10.0 % wb 9000 kg / h 1000 kg / h
Umidade Antes da otimização	Umidade média do produto final Produção final	7.4 % wb 9719 kg / h
Umidade Após a otimização	Umidade média do produto final Produção final	9.4 % wb 9934 kg / h
Ganho R$/h	Água retida no produto Valor do produto final Ganho no produto final	215 kg / h 1,50 R$ / kg 322.50 R$ / h

Estudo de caso

Benefícios



Value of Process Energy

Água retida no produto		215	kg / h
Energia para remover 1 kg H_2O	x	700	kcal / kg
Redução no consumo de energia		150500	kcal / h
Custo da energia	x	$7,82^{-5}$	R$ / kcal**
Ganho de energia		**11,78**	**R$ / h**

** assumindo R$ 0,90 como custo do gás natural por m^3

Estudo de caso

Benefícios



Value of Process Improvements

Ganho no produto final	322,50	R$ / h
Ganho de energia	11.78	R$ / h
Ganho total por hora	334,28	R$ / h
Média de operação	18	h / dia
Média de operação	250	dias / ano



R$ 1.504.260,^{00} ano

OBRIGADO!










Ed de Souza

Pet Food Process Technology Specialist

Wenger Mfg., Inc.

edds@wenger.com