





20° SBA

23 E 24 DE OUTUBRO

ESTABELECENDO O ALICERCE PARA A INOVAÇÃO

Henrique Berbert
de Amorim Neto

Fermentação: confiabilidade nas
medições, Realidade das eficiências e
inovação na Fermentação.



40 ANOS DO PROÁLCOOL

- Barril a U\$ 65 dólares. Poupamos mais que U\$ 15 Bilhões de dólares com a substituição do etanol pela gasolina
- 40% foi a redução da poluição do ar de São Paulo segundo a Berkley lab da California depois da introdução do carro a etanol.
- Entre 1978 a 2018 foi substituído 3 Bilhões de barris de petróleo por etanol.

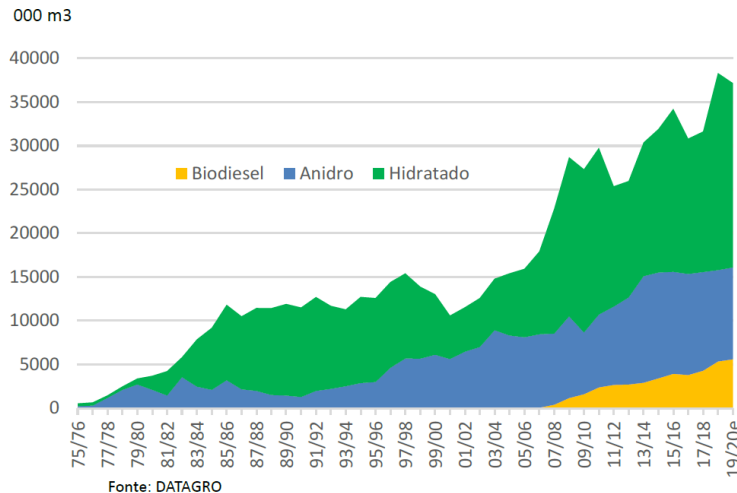


40 ANOS DO PROÁLCOOL

- O valor da gasolina substituída equivale a U\$ 506 Bilhões de dólares.
- A Toyota lançou o carro híbrido flex mais limpo do planeta, emitindo apenas 27 g de CO2 por km.
- Toda conquista e crescimento foi sem agredir o meio ambiente nem a Amazônia e continua a cuidar bem de sua megadiversidade que protege 74,5% de suas terras.



Consumo de Biocombustíveis em crescimento no Brasil

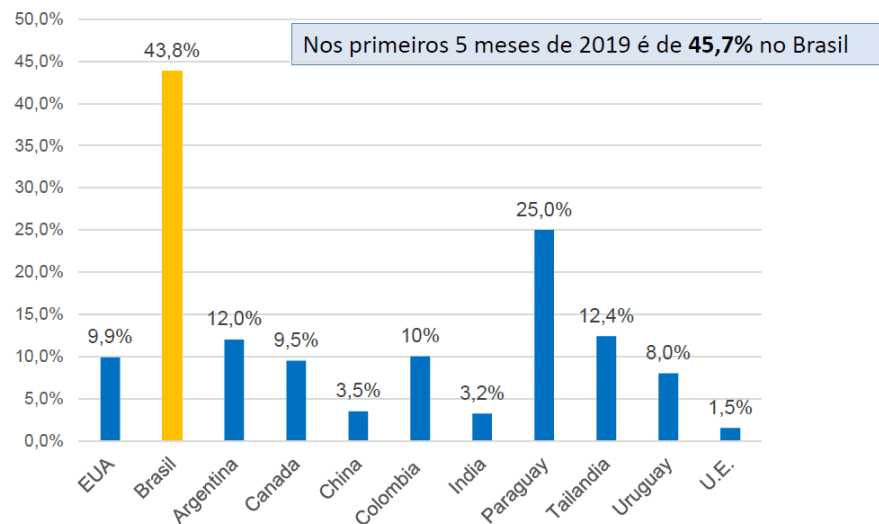


5

NOS DIAS ATUAIS – MERCADO PROMISSOR

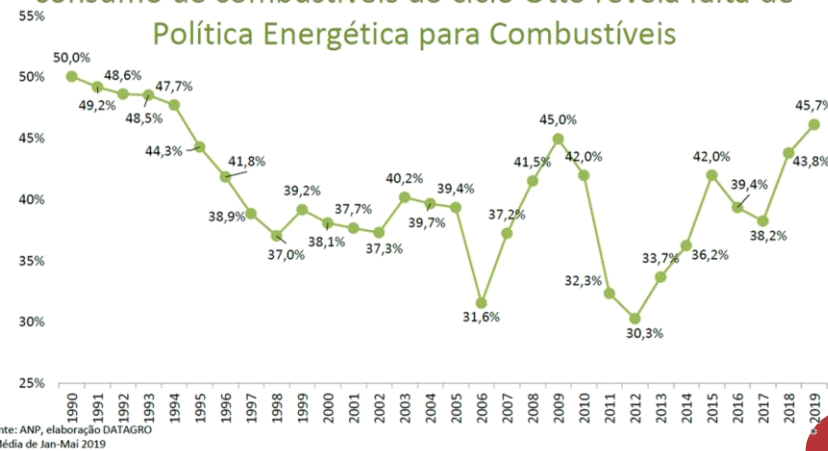
- Consumo de biocombustíveis em crescimento no Brasil
- % do etanol no consumo de combustíveis do ciclo Otto, 2019 bateu recorde neste primeiro semestre.
- Participação do etanol no consumo de biocombustíveis do ciclo Otto.
- RenovaBio em vigor a partir de janeiro de 2020.

% do Etanol no Consumo de Combustíveis do Ciclo Otto, 2018



5

A participação do etanol (anidro mais hidratado) no consumo de combustíveis do ciclo Otto revela falta de Política Energética para Combustíveis



NOVOS DESAFIOS

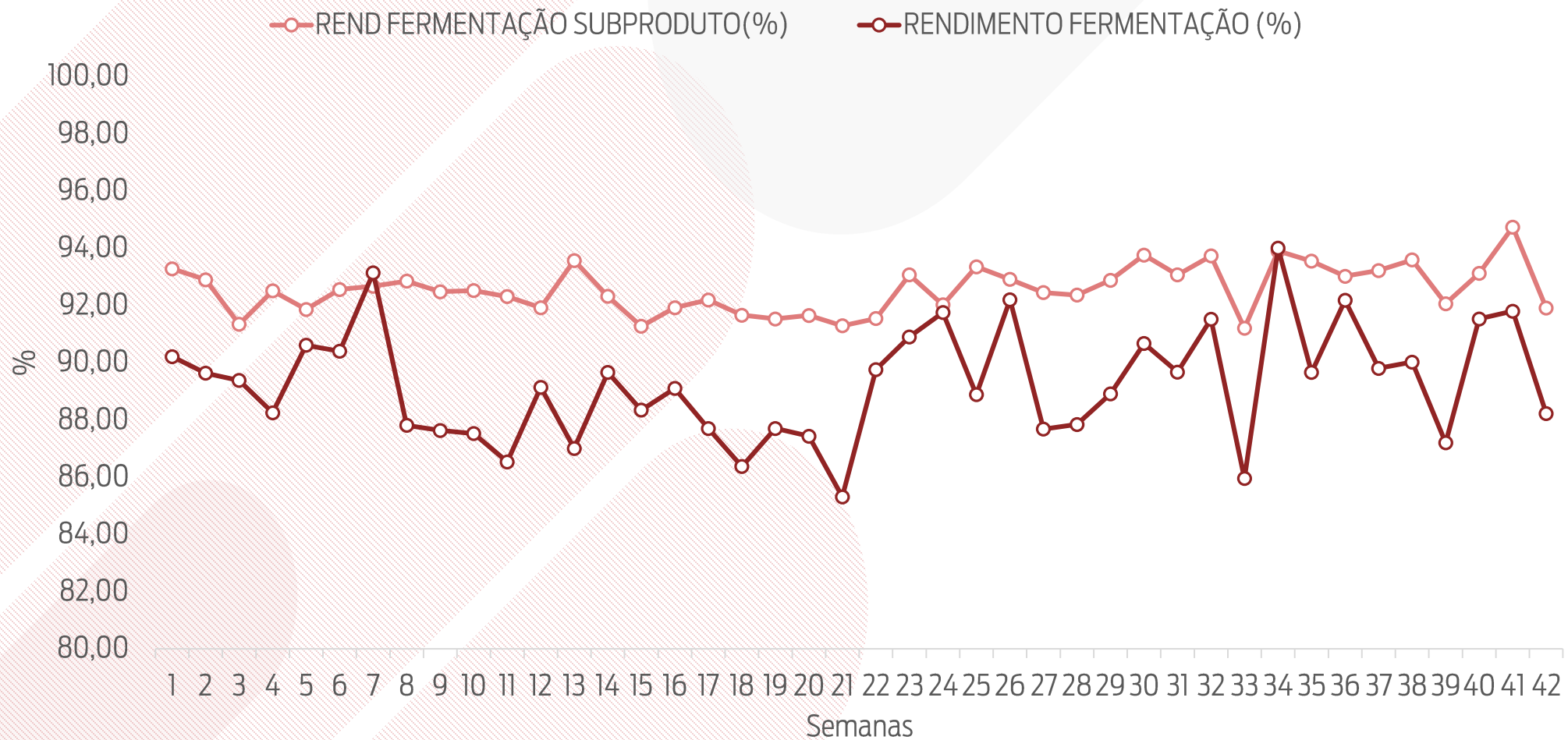
- Com estas perspectivas promissoras é preciso que a indústria seja mais competitiva possível.
- Redução no custo de produção
- Investimentos inteligentes em metodologias mais simples, rápidas e otimizadas, que deem retornos mais rápidos e com riscos mais baixos.
- Novos conceitos de monitoramento e produção de muitos mais dados com soluções dos problemas mais ágeis, rápidos e eficazes.

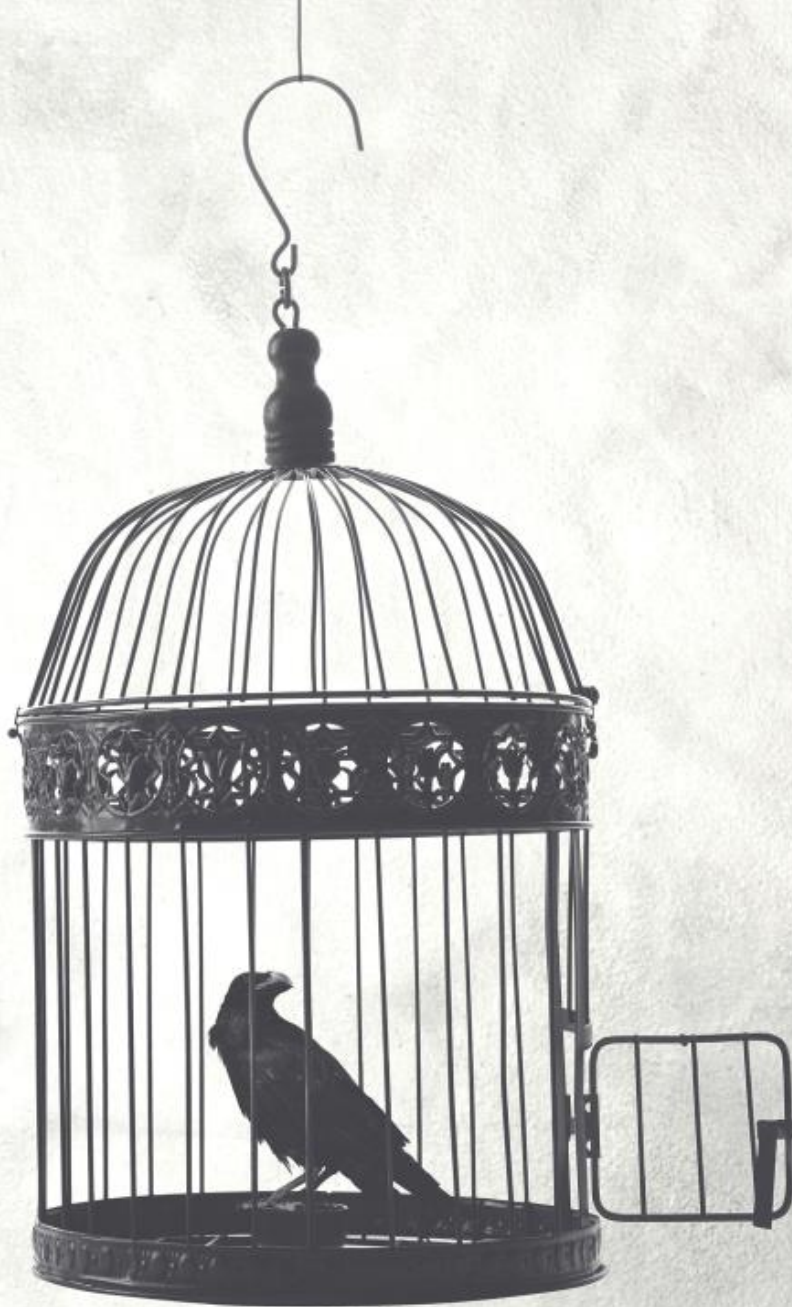
METODOLOGIAS CONFIÁVEIS E MUDANÇAS CONSTANTES

**MENTALIDADE E APRENDIZAGEM COM AS NOVAS FERRAMENTAS
(IA, BIG DATA, MACHINE LEARNING, CORRELAÇÃO E REGRESSÃO SIMPLES,
REGRESSÃO MÚLTIPLA)**



EFICIÊNCIA DE FERMENTAÇÃO





MUDANÇA DE MENTALIDADE

É O MAIOR DESAFIO!



ANALISE SUA USINA PARA TRATAR OS GARGALOS DO PROCESSO



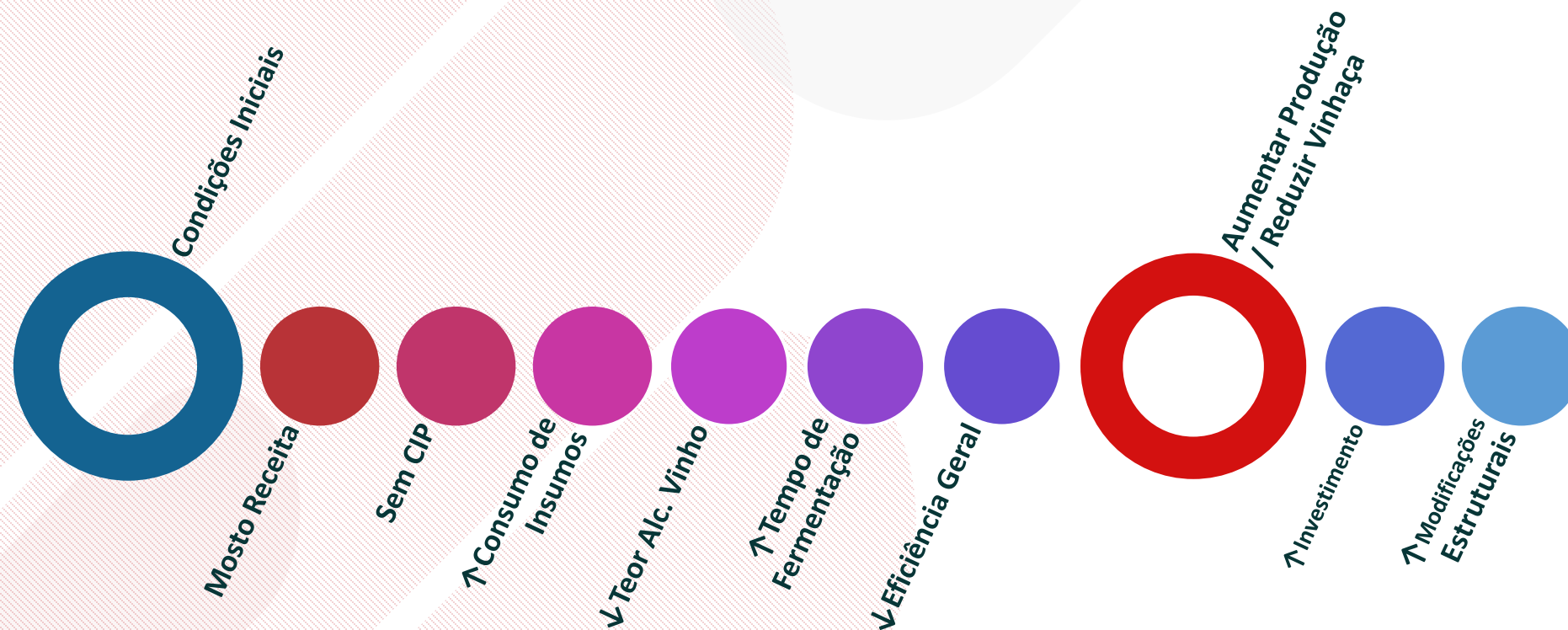


CASO 1

SODERAL - EQU

Projetando e Melhorando Processos
através do Pensamento Criativo

CASO 1: REENGENHARIA DO PROCESSO



CASO 1: REENGENHARIA DO PROCESSO



- ▶ Preparo de mosto (mel + caldo + água)
- ▶ Duplo anel
- ▶ CIP
- ▶ Preparado para ALTFERM-12®

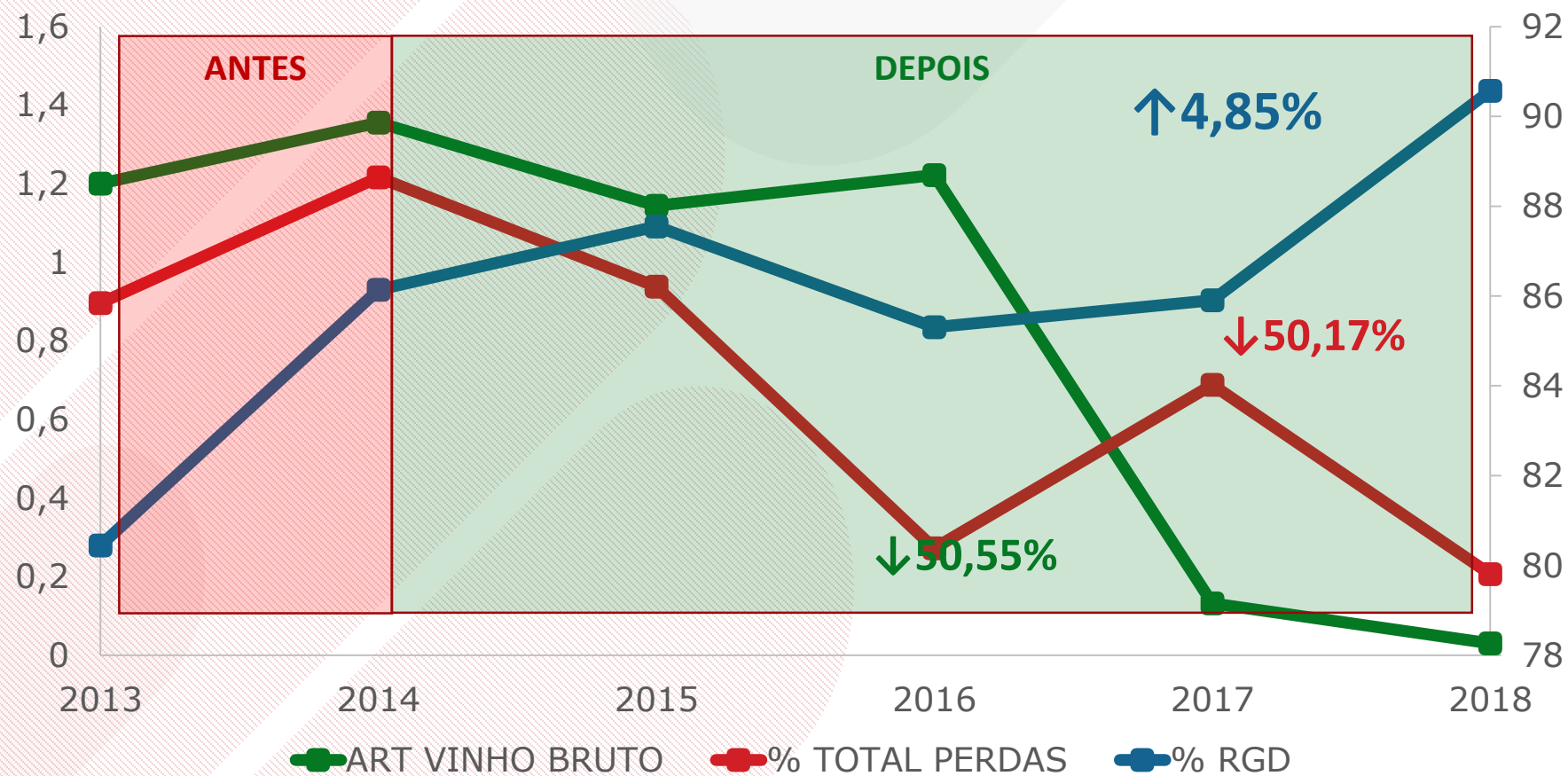


- ▶ Automação Completa
- ▶ Controle de Brix e Vazão
- ▶ Controle de Temperatura (Mosto e Vinho)

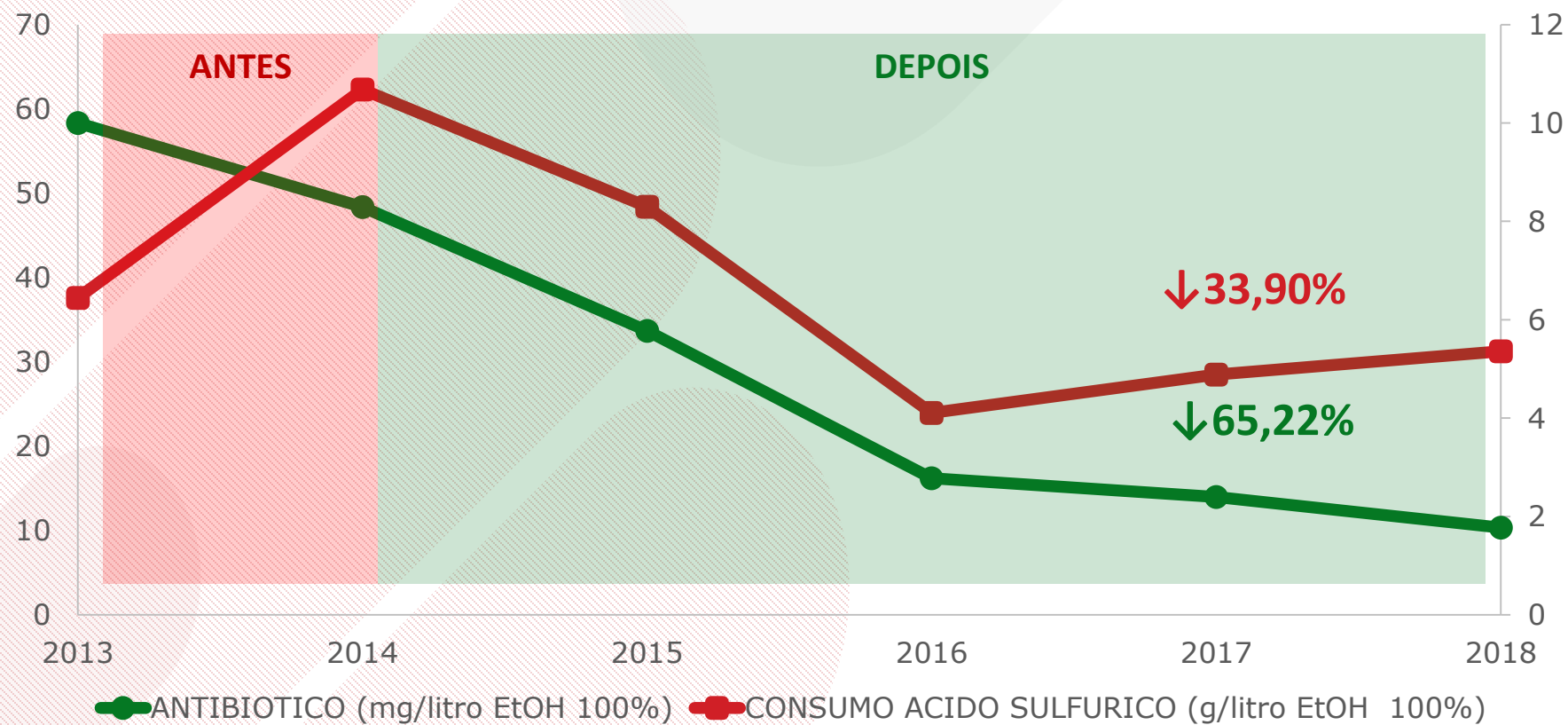


- ▶ Projeto em 3D
- ▶ Acompanhamento Completo
- ▶ Comissionamento
- ▶ Start up

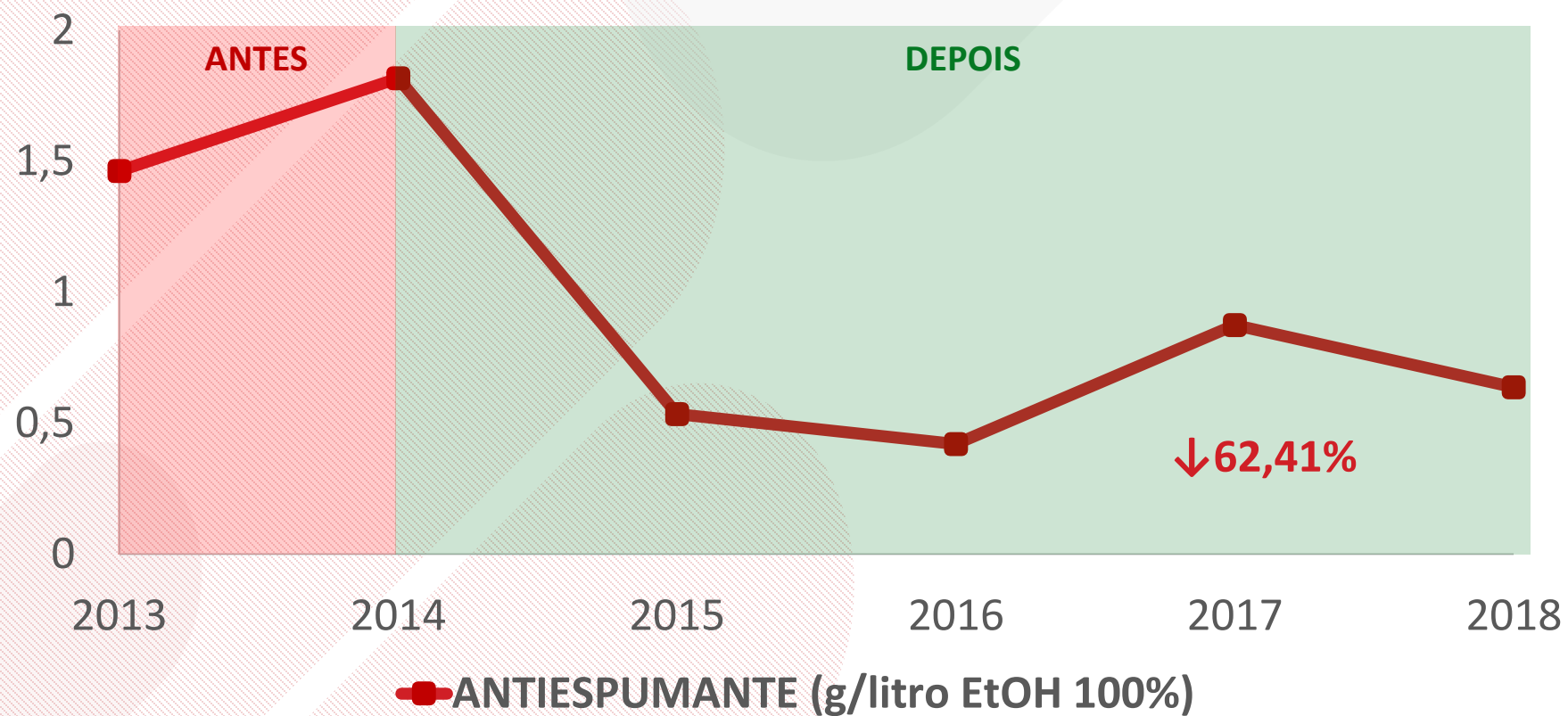
CASO 1: REENGENHARIA DO PROCESSO



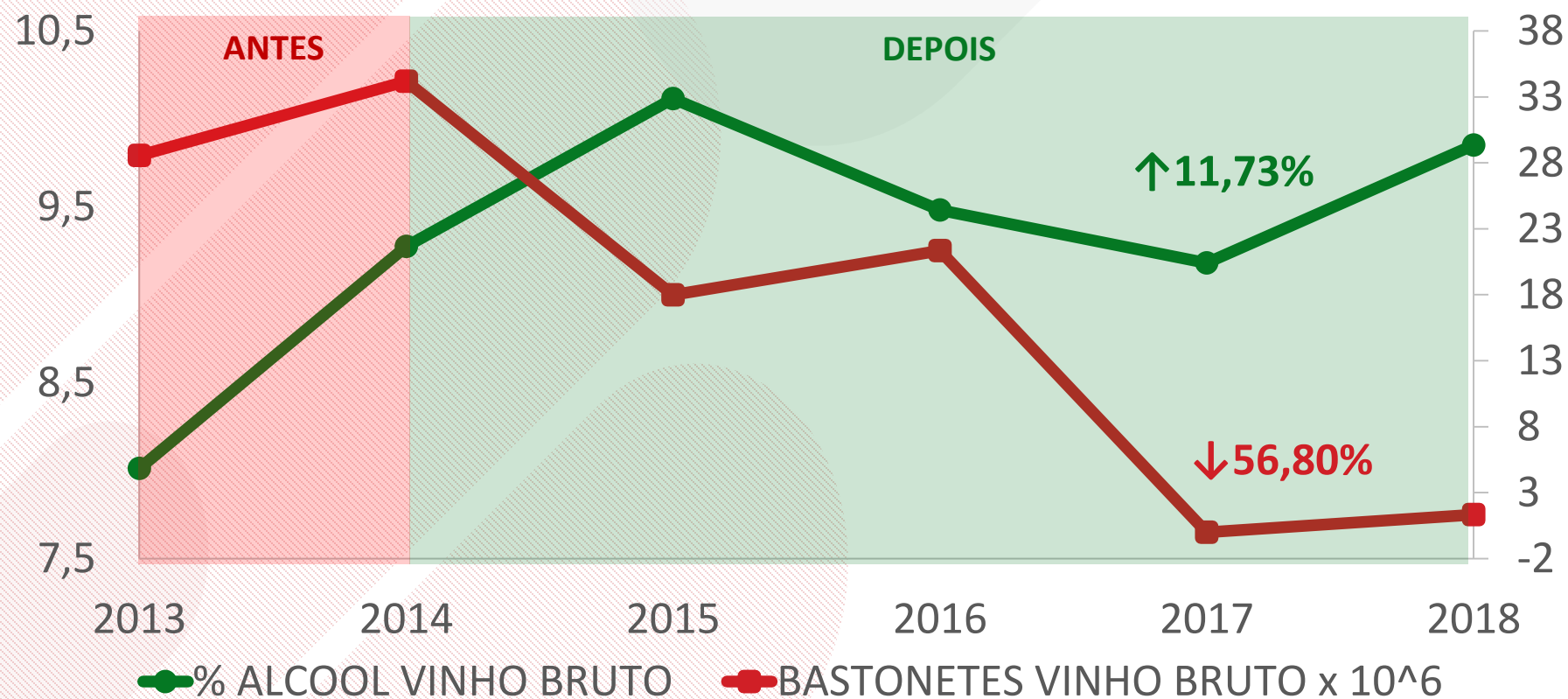
CASO 1: REENGENHARIA DO PROCESSO



CASO 1: REENGENHARIA DO PROCESSO



CASO 1: REENGENHARIA DO PROCESSO



CASO 1: REENGENHARIA DO PROCESSO



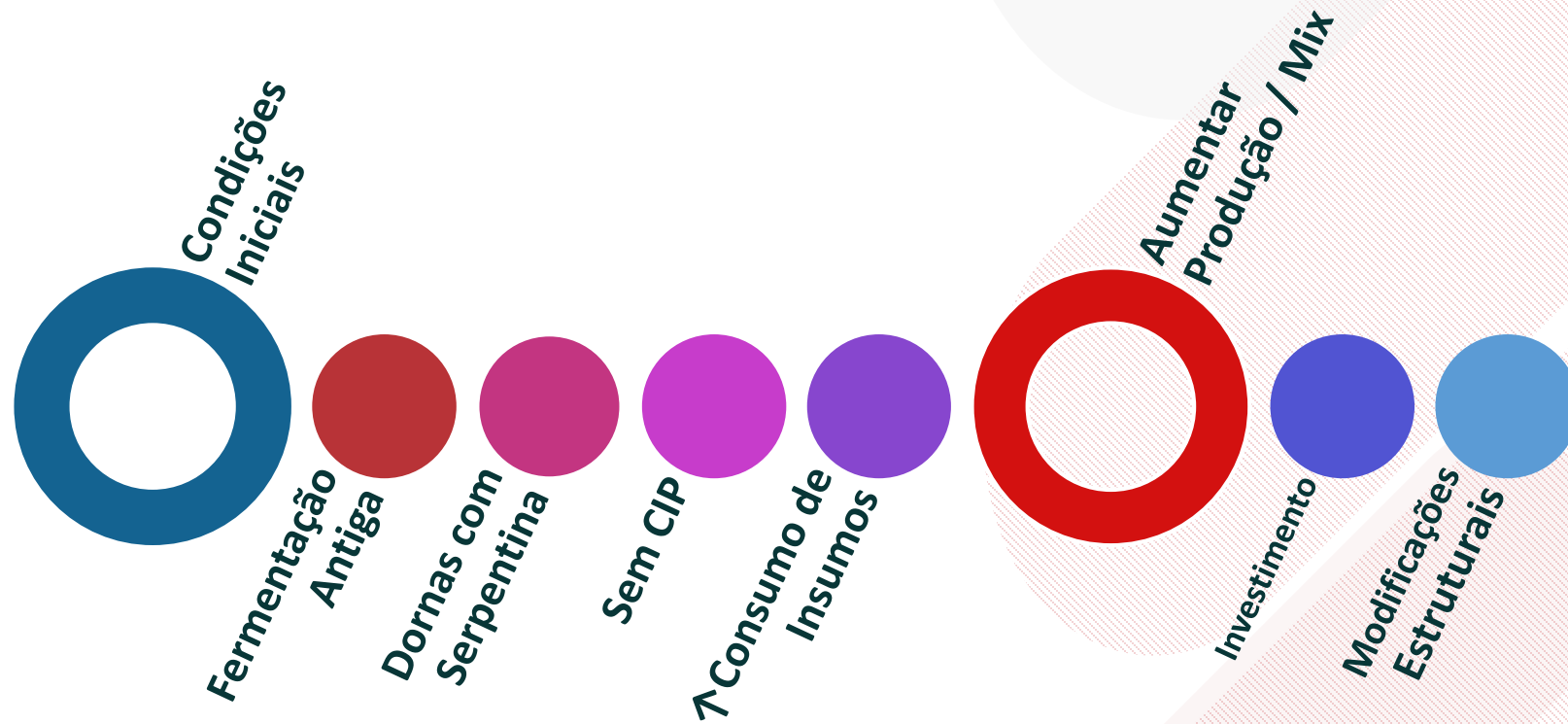


CASO 2

USINA DA PEDRA

Projetando e Melhorando Processos
através do Pensamento Criativo

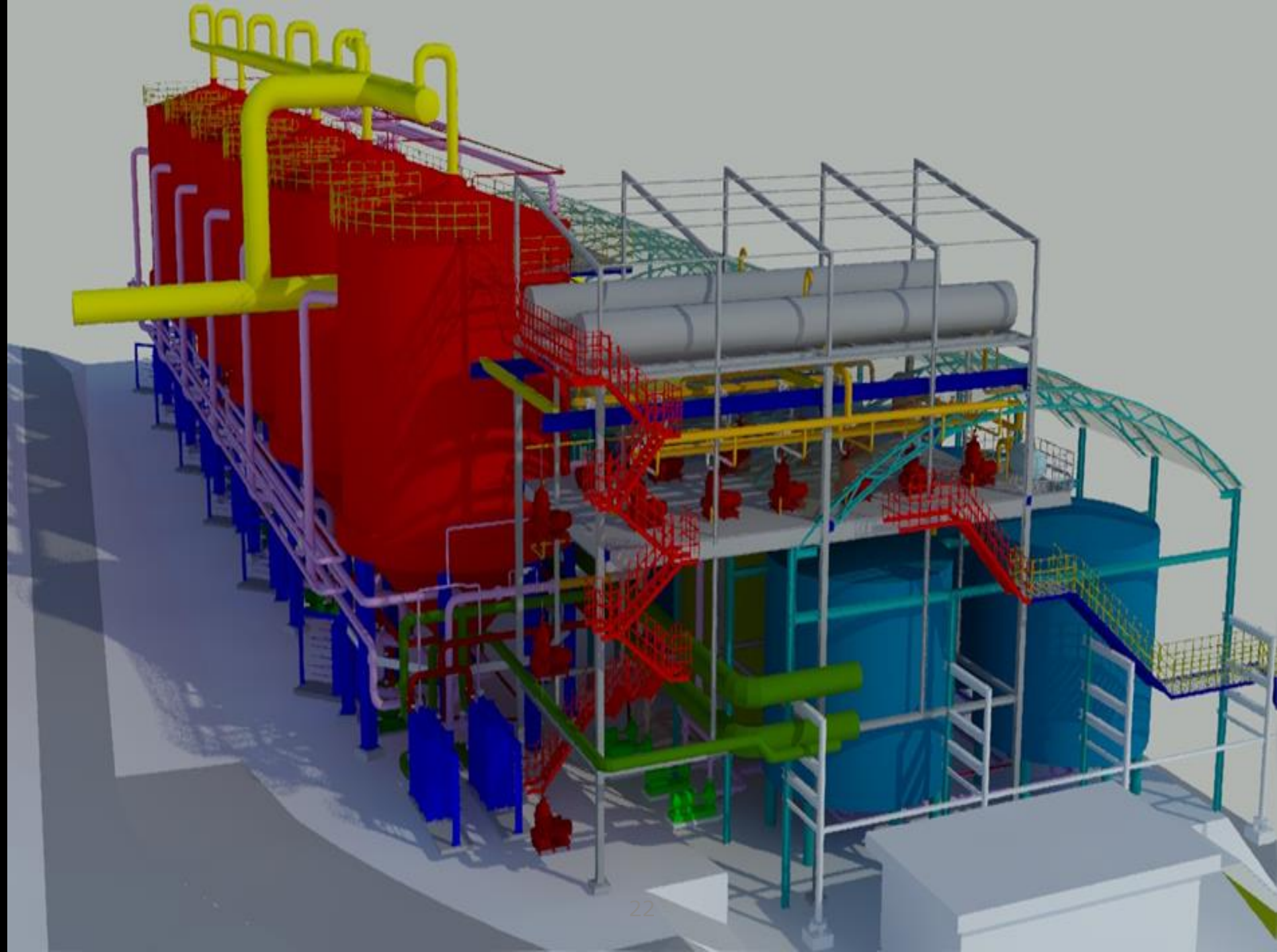
CASO 2: PROJETO DA FERMENTAÇÃO



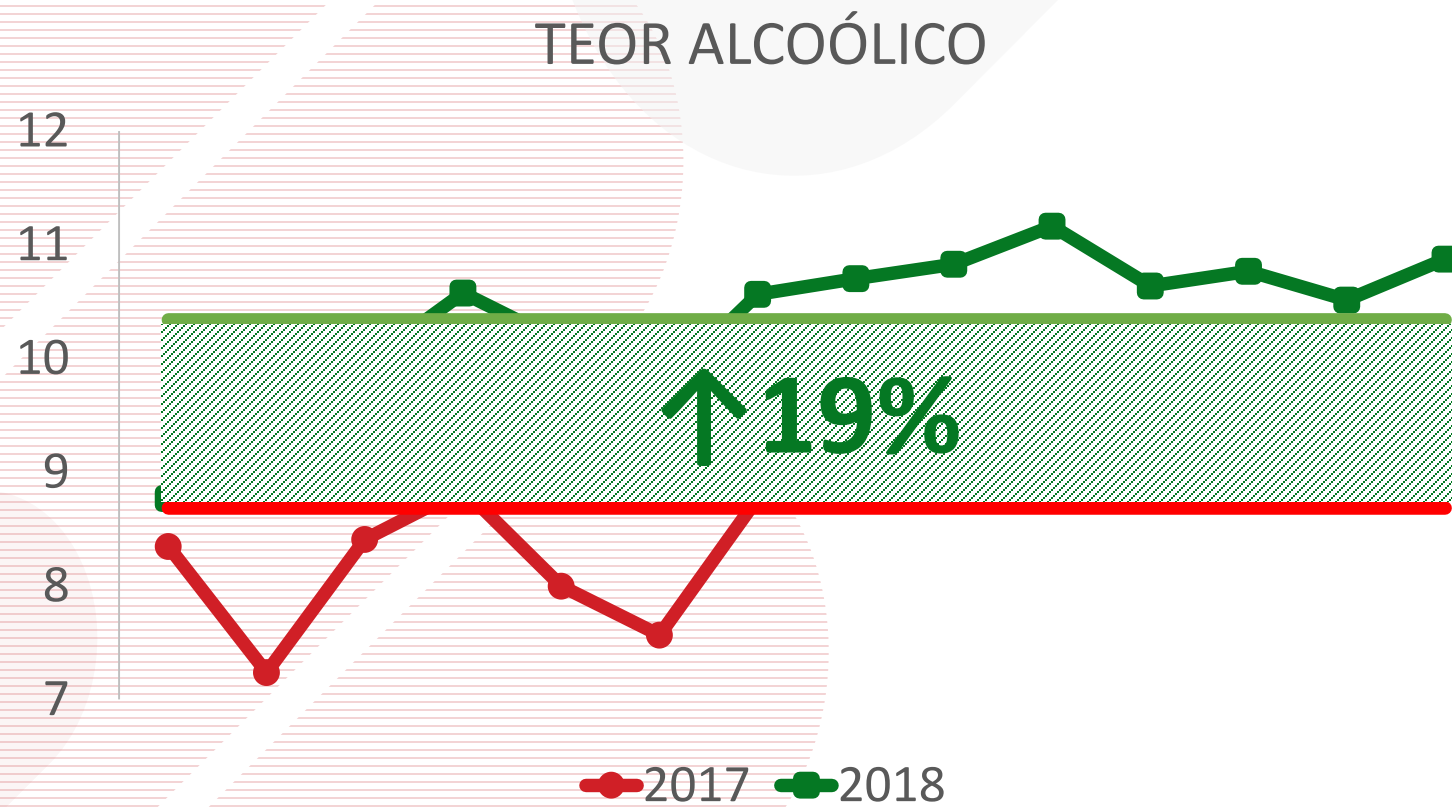
CASO 2: PROJETO DA FERMENTAÇÃO



- ▶ Preparo de mosto (mel + caldo + água)
- ▶ Duplo anel com CIP completa
- ▶ Preparado para ALTFERM-12®
- ▶ Layout, Equipamentos e Interligações
- ▶ Projeto Completo 3D
- ▶ Automação com Diagrama de Ocupação
- ▶ Controle de Brix (mosto), Vazão e Temperatura (Mosto e Vinho), pH e/ou g H_2SO_4 no levedo
- ▶ Acompanhamento Completo
- ▶ Comissionamento
- ▶ Start up



CASO 2: PROJETO DE FERMENTAÇÃO

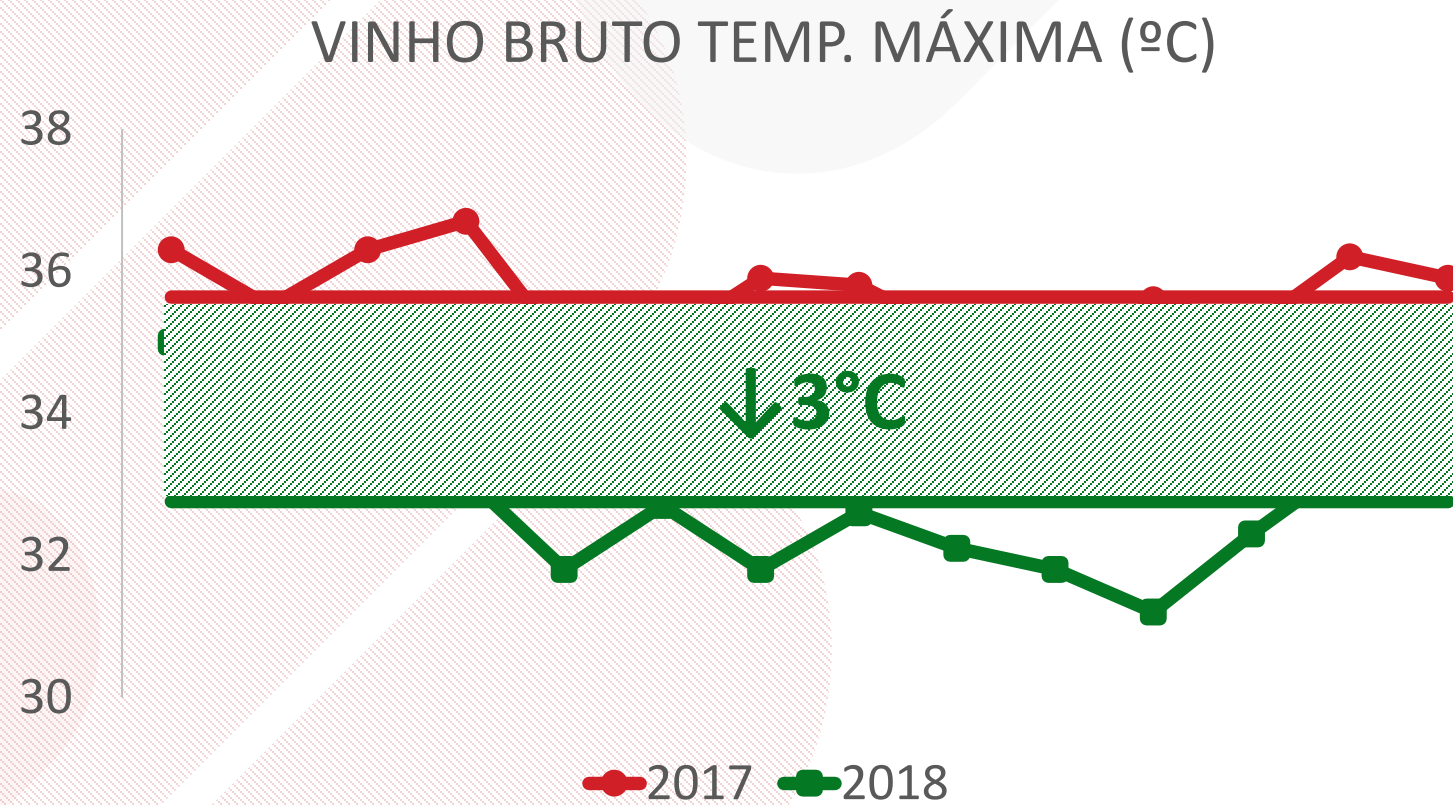


CASO 2: PROJETO DE FERMENTAÇÃO

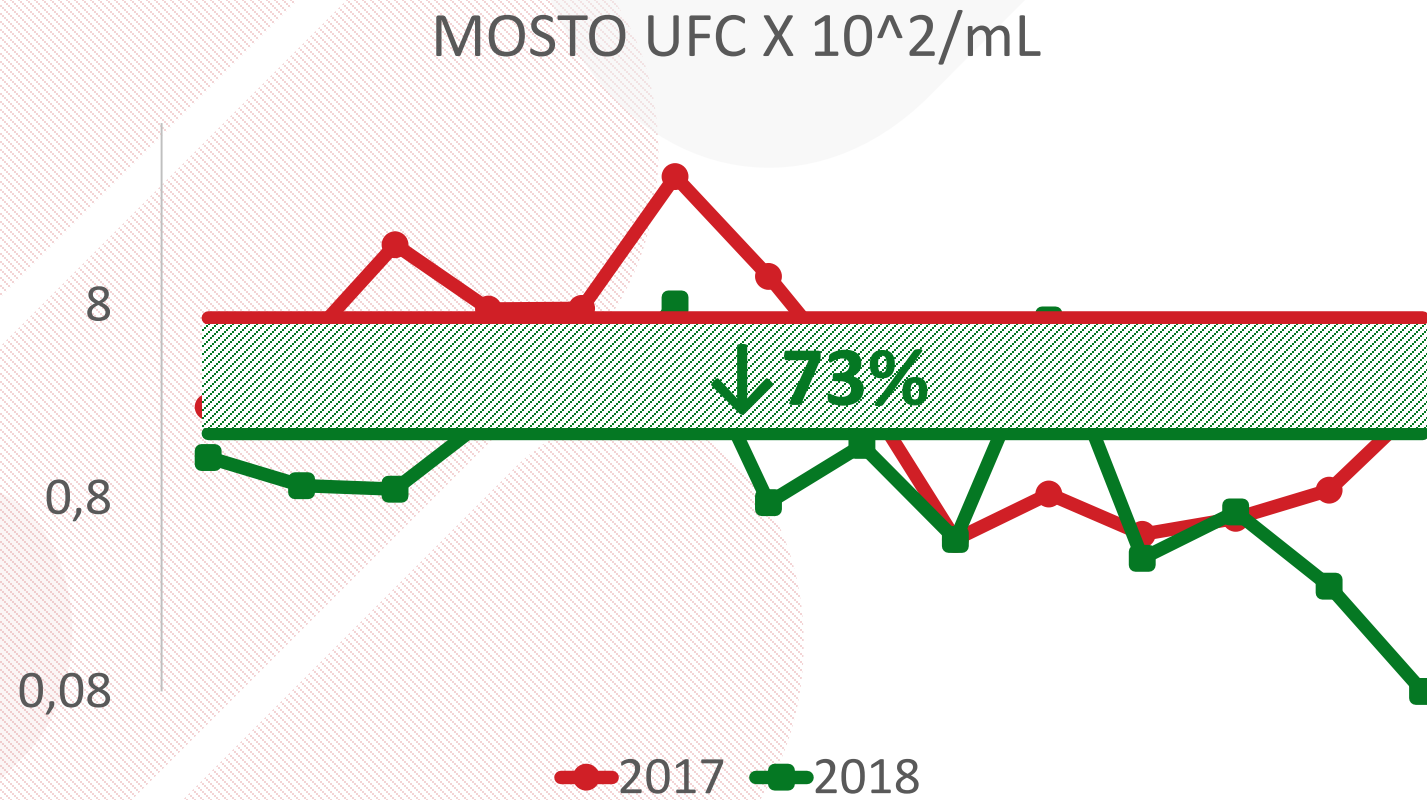
MOSTO TEMPO ALIMENTAÇÃO (h)



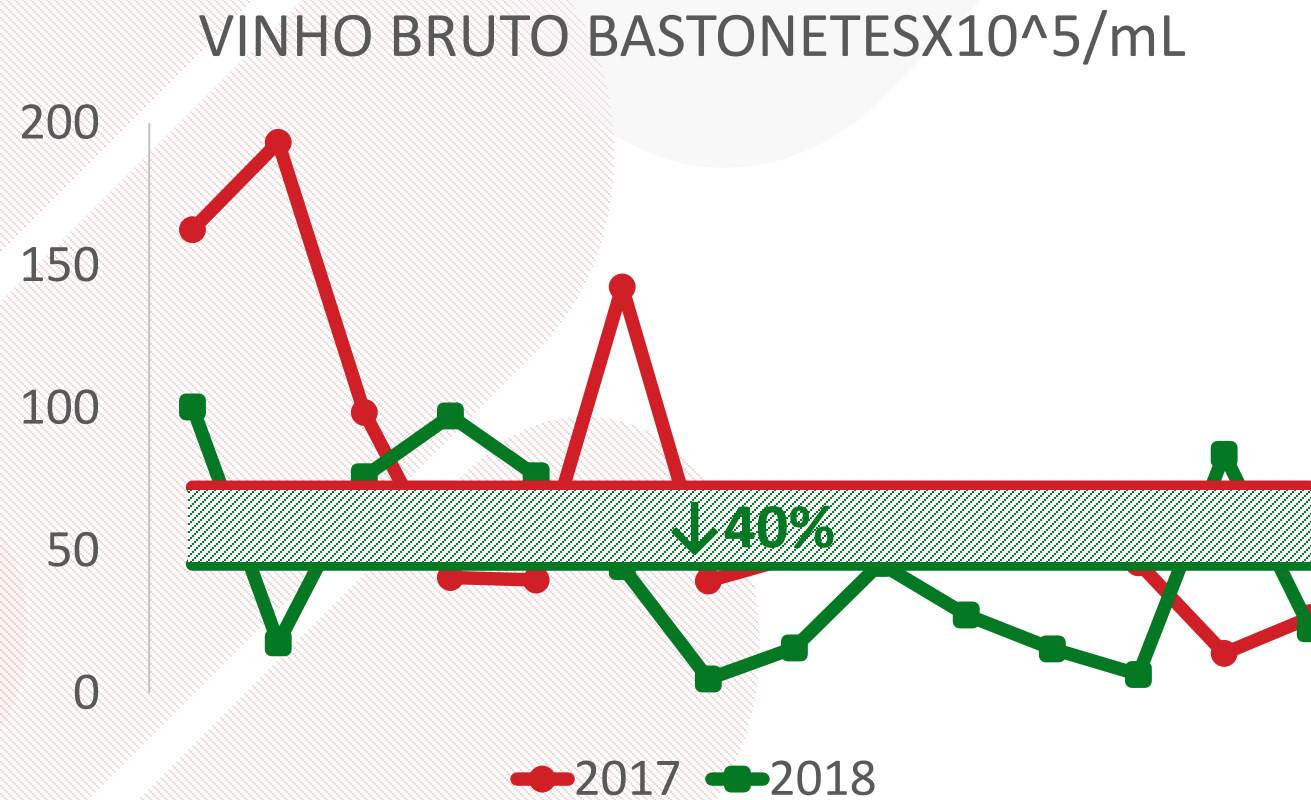
CASO 2: PROJETO DE FERMENTAÇÃO



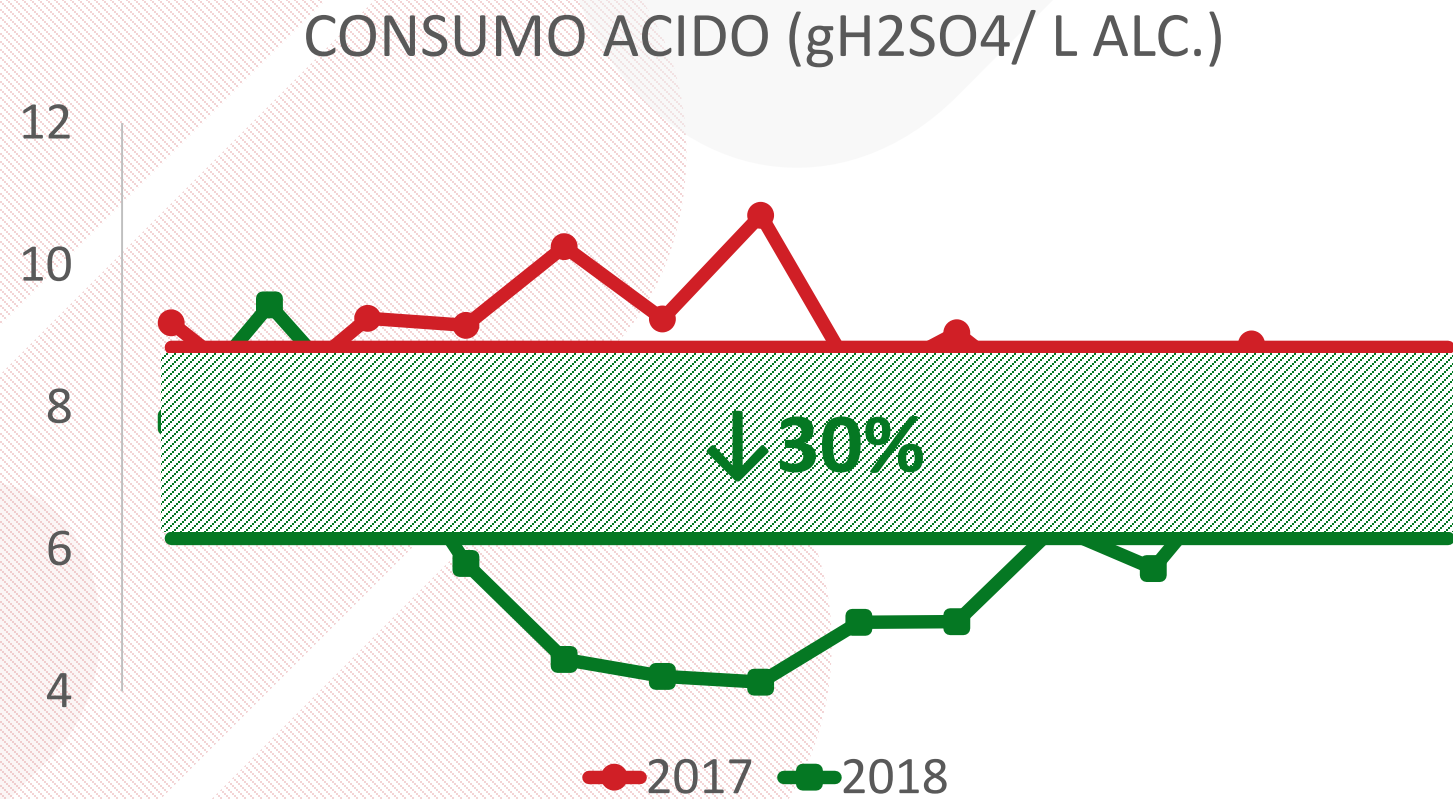
CASO 2: PROJETO DE FERMENTAÇÃO



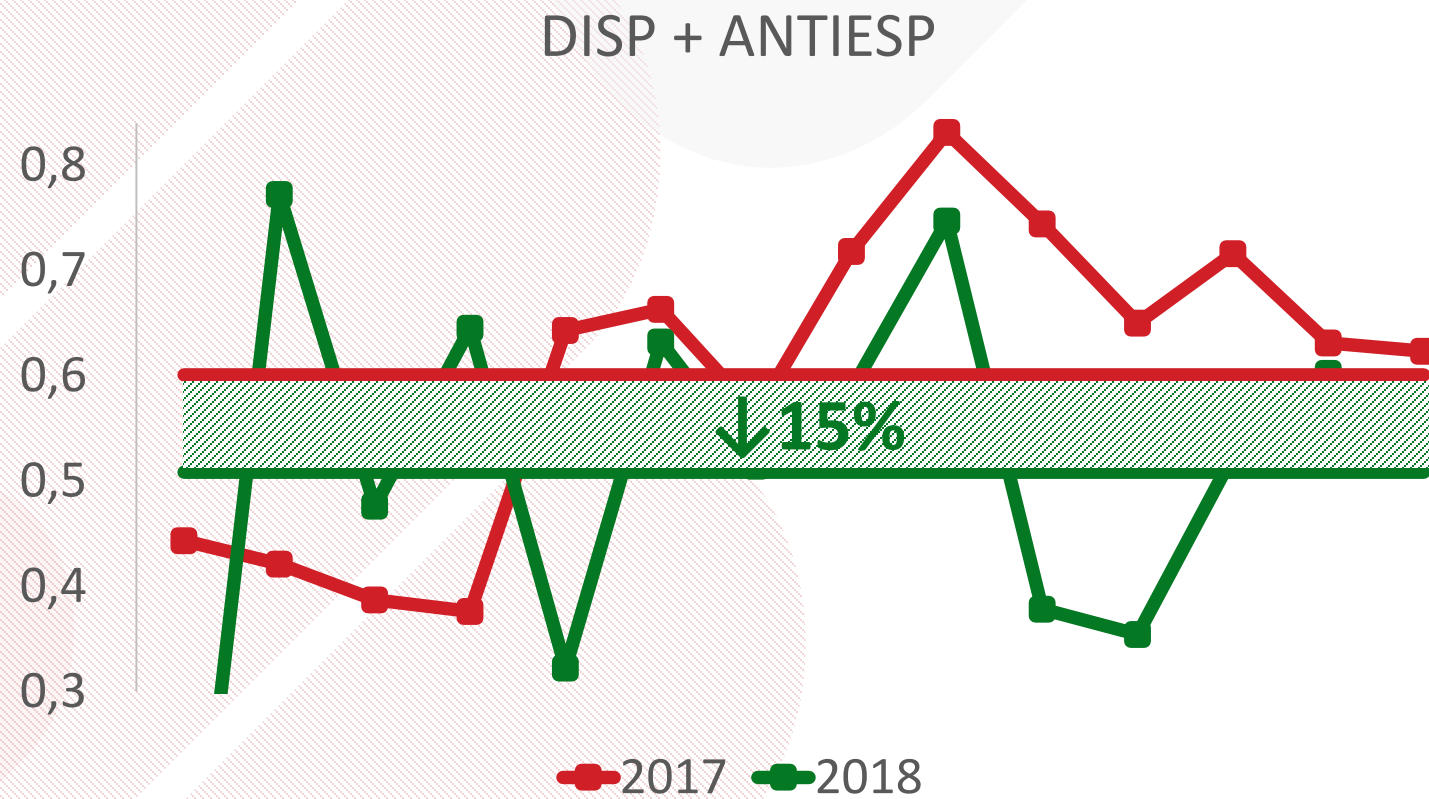
CASO 2: PROJETO DE FERMENTAÇÃO



CASO 2: PROJETO DE FERMENTAÇÃO



CASO 2: PROJETO DE FERMENTAÇÃO



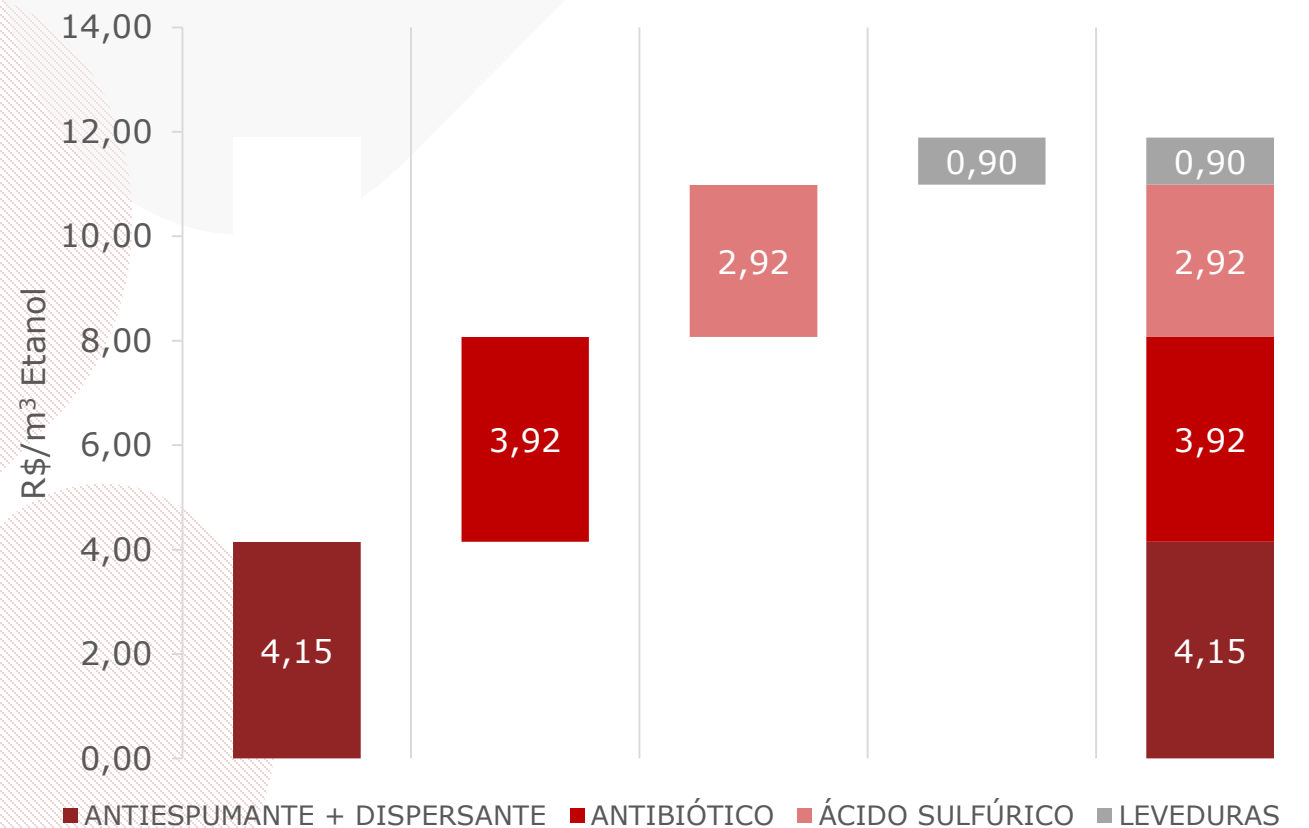


O USO DE LEVEDURAS SELECIONADAS NAS ÚLTIMAS 10 SAFRAS

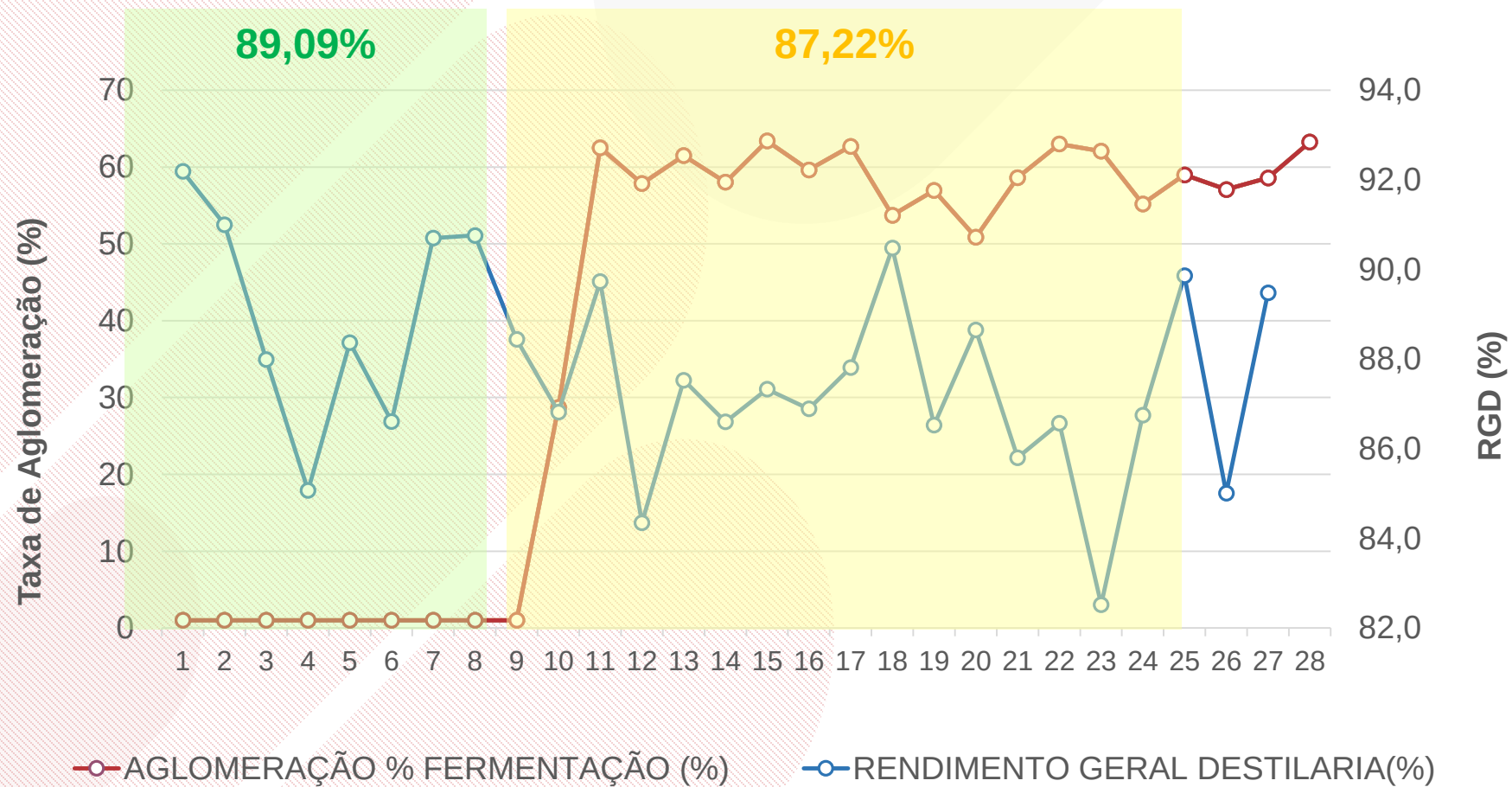
A protagonista da fermentação:
a Levedura



CUSTO (R\$/M3)



USINA A (SAFRA 2018/2019)



QUAL O PREJUÍZO CAUSADO PELA LEVEDURA FLOCULANTE NA USINA A?

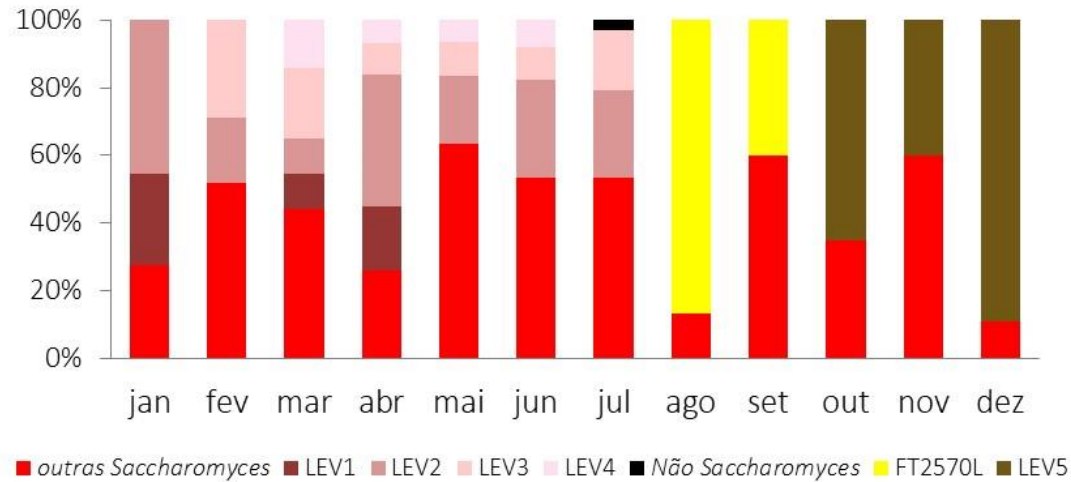
LEVEDURA	RGD (%)	H ₂ SO ₄ (g/L de etanol)
SELECIONADA	89,09	0,56
FLOCULANTE	87,22	4,81
≠	1,87	4,25
30.000m³/mês	561m³/mês	

$$561 \text{ m}^3 \times \text{R\$ } 1.850,00^* = - \text{R\$ } 1.037.850,00/\text{mês}$$

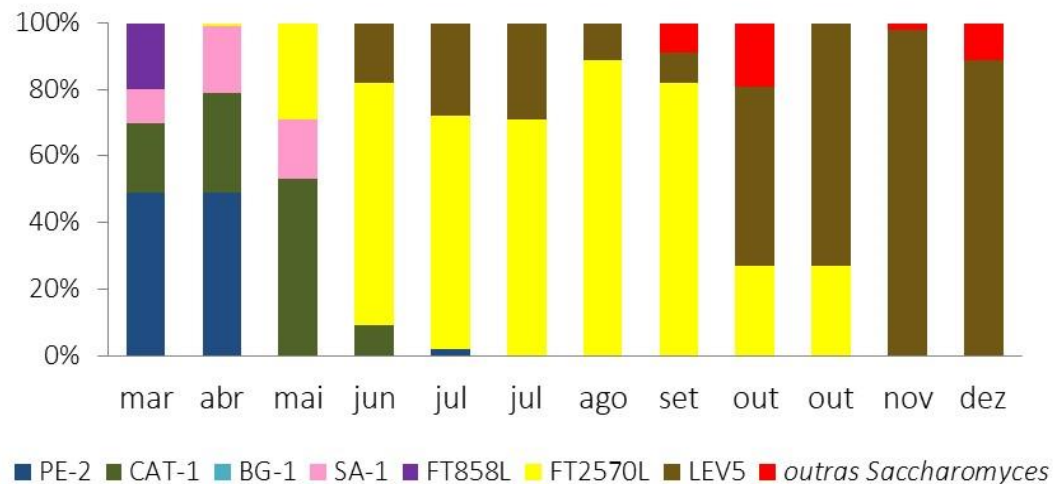
* Fonte: CEPEA/ESALQ – São Paulo (15 a 19/07) – etanol anidro

COM QUAIS LEVEDURAS INICIAR DA SAFRA?

Safra 2017/18



Safra 2018/19



USINA B

A CADA R\$1,00 INVESTIDO EM LEVEDURAS, RETORNOU PARA USINA R\$12,00

Valores obtidos nos meses de abril, maio e junho (2017 e 2018)

- Este aumento equivale a 1769m³ de etanol a mais neste período o que equivale a **R\$ 3.467.399,74**
- O RGD passou de 82,79% para 86,16, a diferença foi um aumento de **3,37%**

EM 2018, NESTE 3 MESES:

- A Usina investiu R\$ 288.000,00 em leveduras (no ano todo);
- Gastou R\$ 18.548,23 a mais em antibióticos e R\$ 31.827,19 a mais em ácido sulfúrico;
- Gastou R\$ 21.697,93 a menos com antiespumantes e dispersantes.

	2017/18	2018/19		
	Selvagens	Selecionadas	Diferença	R\$
Etanol Produzido (m3)	36.507,60	52.495,00	15987,40	
RGD	82,79	86,16	3,37	R\$ 3.467.399,74
Ácido Sulfúrico (g/L de etanol)	2,09	3,15	1,06	R\$ 31.824,19
Antiespumante+Dispersante (R\$/m3 etanol)	4,60	4,19	- 0,41	- R\$21.697,93
Antibióticos+Dióxido+Lúpulo (R\$/m3 etanol)	1,94	2,29	0,35	R\$ 18.548,23
Leveduras (Selecionadas + Ftermo)	R\$ 0,00	R\$ 260.000,00		R\$260.000,00
				R\$ 288.677,49

IMPORTÂNCIA DA QUANTIDADE (KG) DE LEVEDURAS PARA INICIAR A SAFRA

Classificação das usinas quanto à quantidade, em kg, de leveduras selecionadas utilizada para iniciar a safra (2009 a 2018).

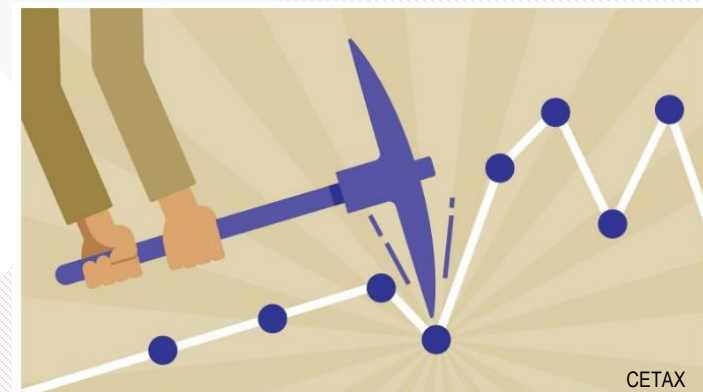
classe	Total (kg)
A	1095
B	722
C	475

TESTE T	p-value
A x B	0,0504
A x C	0,0015
B x C	0,0008

Teste T não pareado -Bicaudal
Variância desigual
Nível de significância de 0,05

PERMANÊNCIA DAS LEVEDURAS SELECIONADAS

- 10 Safras (2009/2010 a 2018/2019)
- 132 Usinas
- 827 observações
- Divisão das Usinas em 3 classes: **A, B e C**



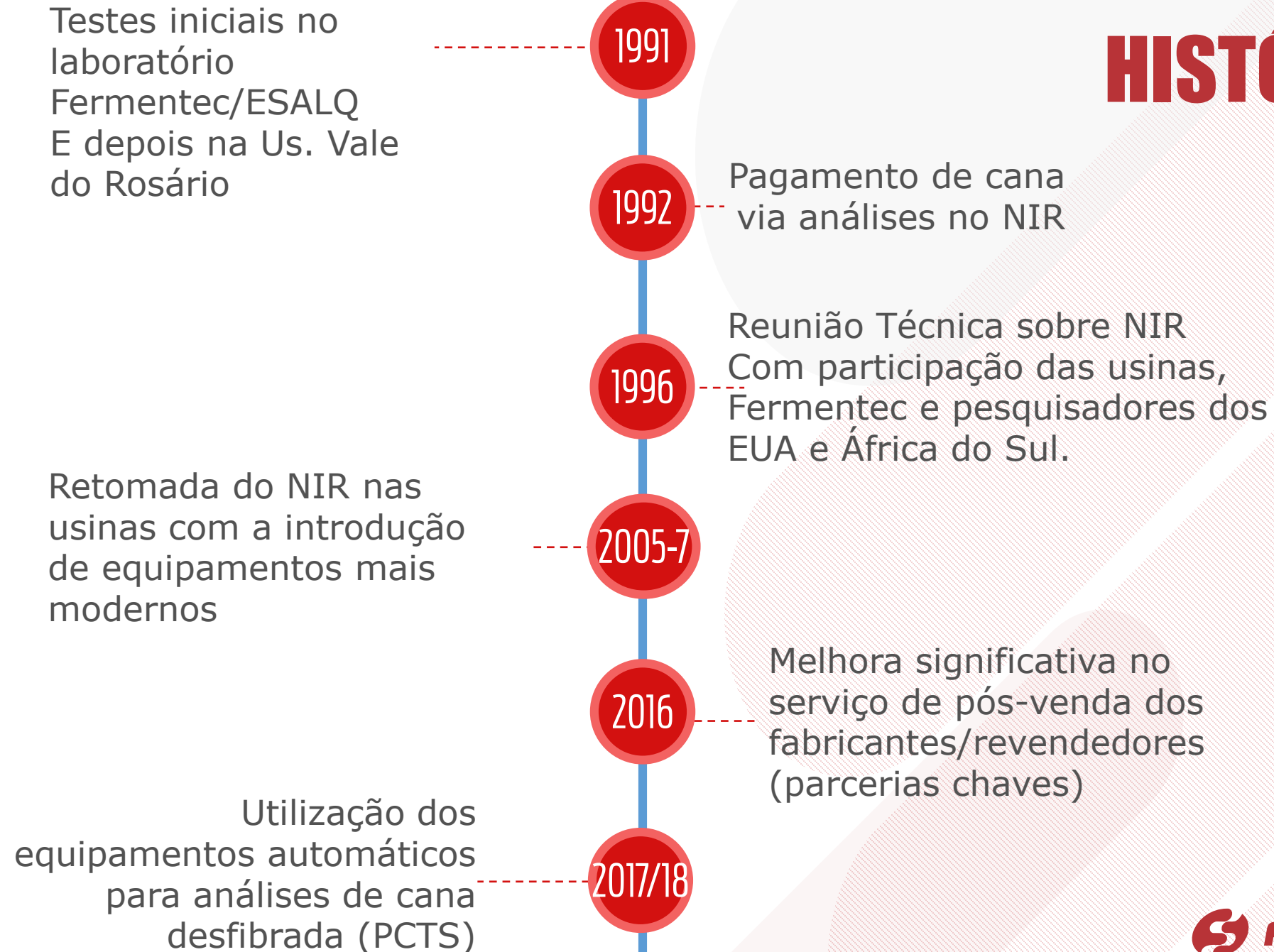
Data mining ou Mineração de Dados

- Classe A = $\geq$ de 90% de leveduras selecionadas após 5 meses ou +
- Classe B = $<$ de 90% de leveduras selecionadas após 5 meses ou + e $>$ 20% com 3 a 4 meses
- Classe C = $<$ de 20% de leveduras selecionadas com 3 a 4 meses



ESPECTROMETRIA NO INFRA-VERMELHO

HISTÓRIA



HOJE

- Equipamentos homologados para análise de cana (cana desfibrada)



► **BUCHI**



► **BRUKER**



► **Spectral Solutions**

HOJE

- Desfibradores/esteiras homologados



► **SUEG**



► **IRBI**



► **Engehidro**

FOSS/CETEC

**EQUIPAM
PROCI**



Spectral Solutions

**ENTOS DE
ESSO E**

EQUIPAMENTOS DE PROCESSO E BANCADA

BUCHI

BRUKER

tec

POSSIBILIDADES

Amostras:

Cana de açúcar (desfibrada, caldo prensa, extrato do digestor), águas industriais, bagaço, torta, caldos em geral, xaropes, massas, méis, mosto, vinho bruto, levedo tratado, vinho centrifugado, açúcar produzido, etanol produzido.

Principais determinações:

Açúcares, AR, ART, Brix, POL, umidade, fibra, impurezas, dextrana, amido, sulfito, teor alcoólico, teor de fermento, glicerol, acidez, minerais, entre outras.

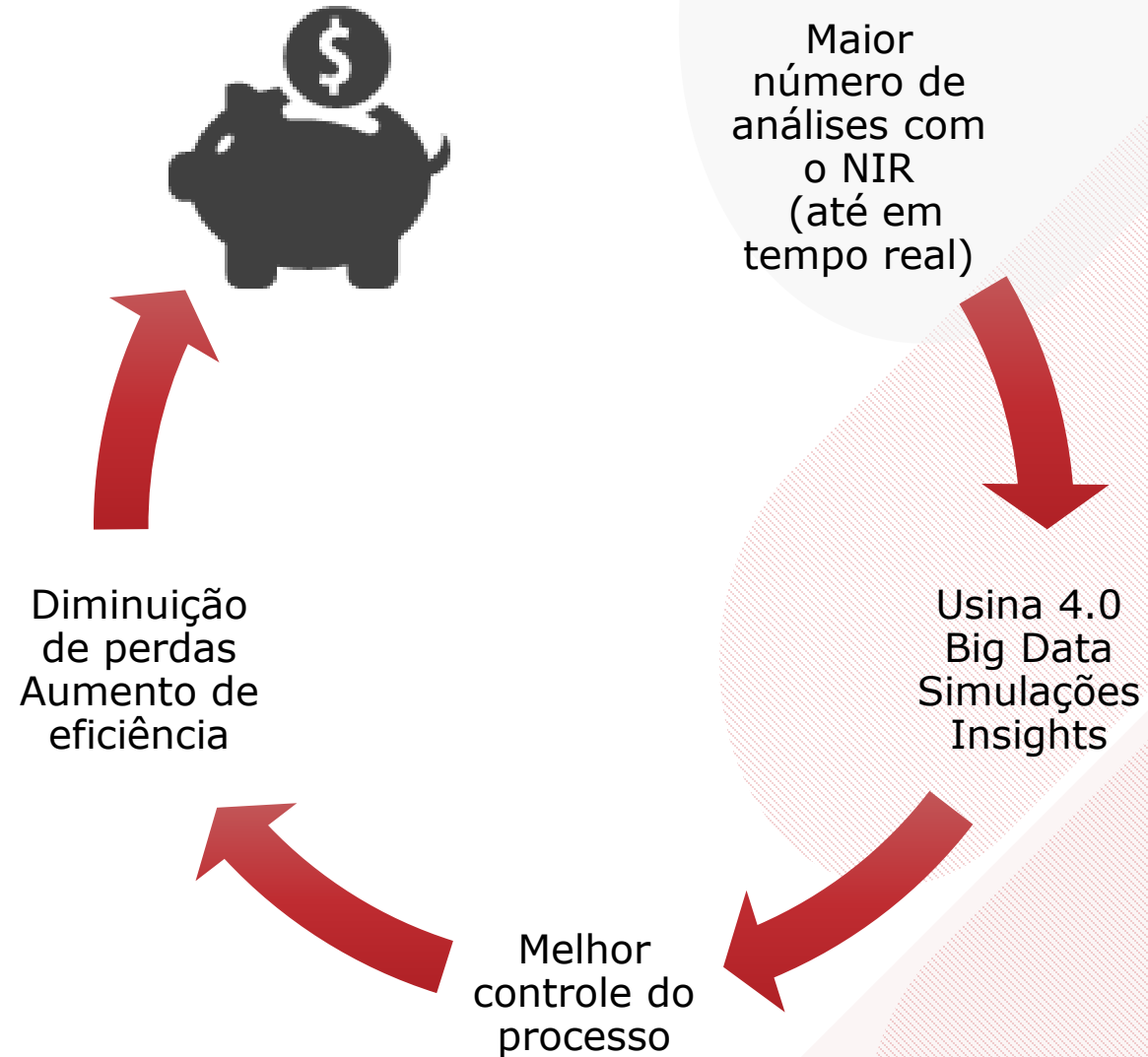
ALGUNS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

- Controle da extração: análise direta da fibra, umidade e açúcares do bagaço na esteira.
- Monitoramento da fábrica de açúcar: POL, Brix e pureza em xaropes, massas e méis.
- Monitoramento do açúcar produzido na esteira: umidade, POL, cinzas, cor.
- Controle da Fermentação: análises do mosto, vinho, Levedo tratado.

PRINCIPAIS VANTAGENS

- ▶ Redução significativa do número das análises convencionais.
- ▶ Tecnologia muito mais acessível atualmente.
- ▶ Equipamentos mais modernos.
- ▶ Bons resultados com curvas universais:
Cana/bagaço/torta/xarope/massas/méis/açúcar
 - ▶ Tempo de implementação menor

COMO GERAR VALOR COM O NIR



GESTÃO AVANÇADA E OPERAÇÃO ASSISTIDA

plataforma de absorção de
dados em tempo real e análise
para atingir um
objetivo específico.

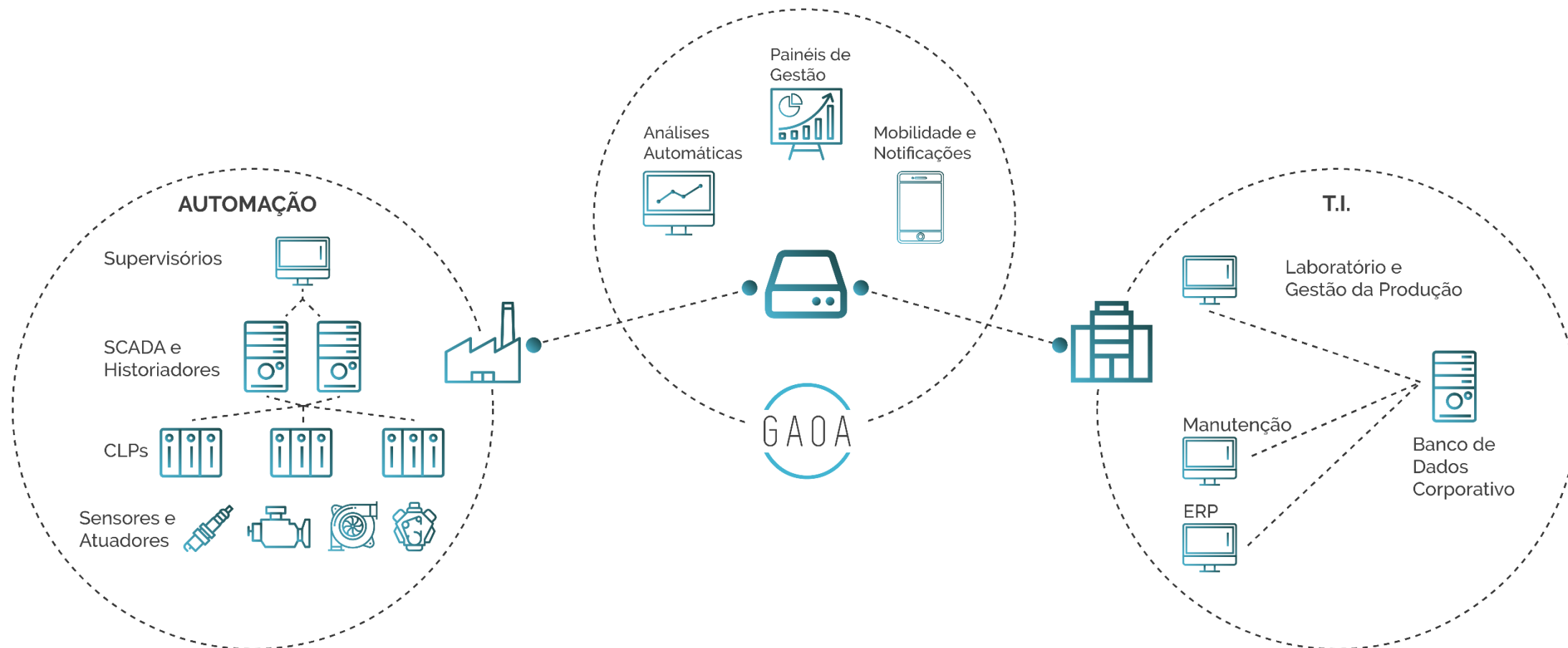
G A O A

GESTÃO AVANÇADA E OPERAÇÃO ASSISTIDA

Tecnologia avançada com 40 anos de conhecimento
específico na produção de açúcar e etanol.

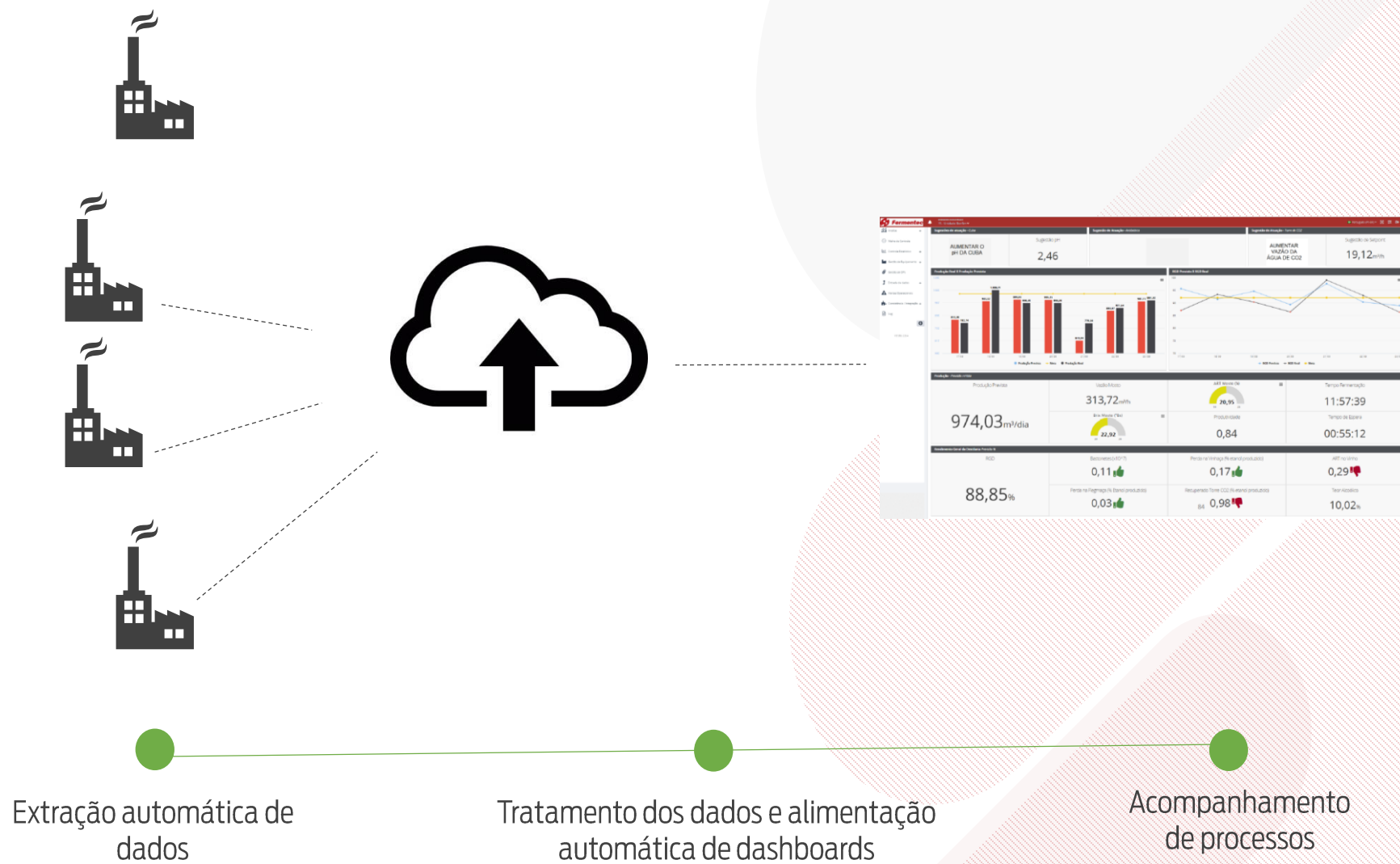


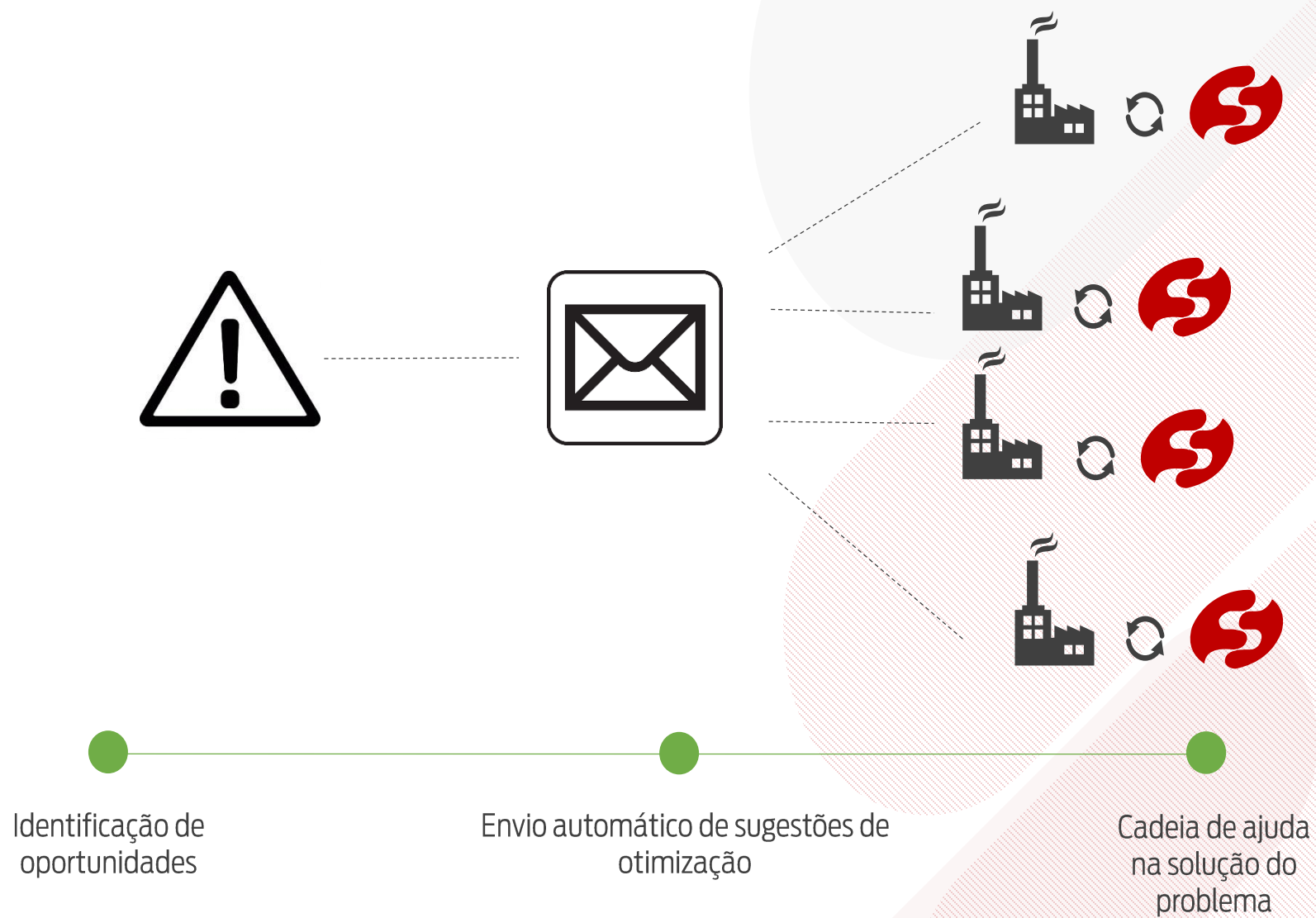
GESTÃO TOTALMENTE INTEGRADA USINA 4.0



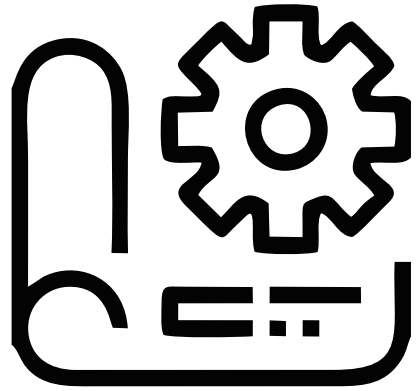


- ▶ Acompanhamento do processo em tempo real
- ▶ Precisão na análise de dados
 - ▶ Quais variáveis mais afetam a performance
 - ▶ Qual a melhor combinação
- ▶ Identifica problemas em tempo real
 - ▶ Quais os principais causadores de alarmes
- ▶ Prevê resultados
 - ▶ Previsões de produção/ eficiência
- ▶ Aproxima os profissionais da Fermentec dos gestores das usinas para a solução dos desvios

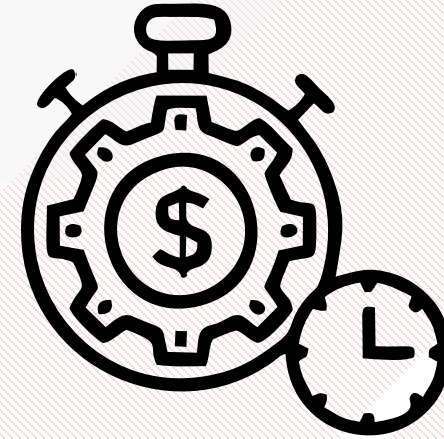




ATUAÇÃO DO GAOA



PRODUÇÃO



EFICIÊNCIA

Menor conjunto de variáveis para se monitorar.

PARAMETRIZAÇÃO

Interessado: Maurílio Bragi Filho	
Responsável: Humberto de Campos	
Depto de Matemática e Estatística - FEA/RJ	
Executores: Lucila Olivetto Maranhão*	
Humberto de Campos	
* Estagiária do Depto de Mat. e Estatística - FEA/RJ	
1. Equações de Regressão Linear	
$Y = A + BX$	
2. Coeficientes de correlação simples	
3. Valores médios, $\bar{X}$ e $\bar{Y}$, respectivamente de X e de Y.	
Legenda:	
1 - Enxofre	15 - Acidez do vinho das uvas
2 - Col	16 - pH " " " "
3 - Ácido Fósfórico	17 - Brix " " " "
4 - % Alcool. Lev. pronto	20 - % Alcool do vinho Turbinado

- Para a Fermentec, a análise de dados do setor sucroenergético não é um assunto novo. Foi por meio de ferramentas estatísticas que ainda no início da década de 80 os primeiros trabalhos de otimização de processos industriais obtiveram sucesso.
- O mais fascinante é que com avanço da internet e da computação aumentou significativamente a velocidade e capacidade de obter, armazenar e analisar os dados. Há pelo menos três anos, a Fermentec investe em tecnologias cognitivas e a inteligência artificial já permite acelerar e aperfeiçoar análises e diminuir erros. um dos casos mais emblemáticos desta curta história foi a solução em 0,14 segundos de um problema industrial que um experiente especialista Fermentec levou seis horas para resolver.



GAOA

GESTÃO AVANÇADA E OPERAÇÃO ASSISTIDA

Tecnologia avançada com 40 anos de conhecimento
específico na produção de açúcar e etanol.



ESTUDO DE CASO



G A O A

GESTÃO AVANÇADA E OPERAÇÃO ASSISTIDA

Tecnologia avançada com 40 anos de conhecimento específico na produção de açúcar e etanol.



IDENTIFICAR AS VARIÁVEIS IMPORTANTES

Adm Us. Pedra

Controle Operacional

Análise

Malha de Controle

Controle Estatístico

Gestão de Equipamento

Gestão de OPs

Entrada de dados

Alertas Operacionais

Consistência / Integração

Log

Gestão Avançada

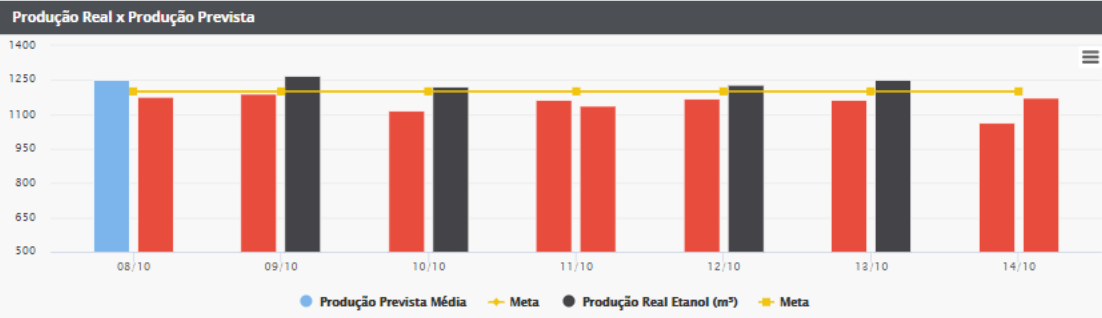
Visão GeralAssepsias e qualidade microbiológicaTratamento ácido e recuperação CO2Destilação e perdas (Vinhaça e flegmaça)

Edição OFFReprodução OFF

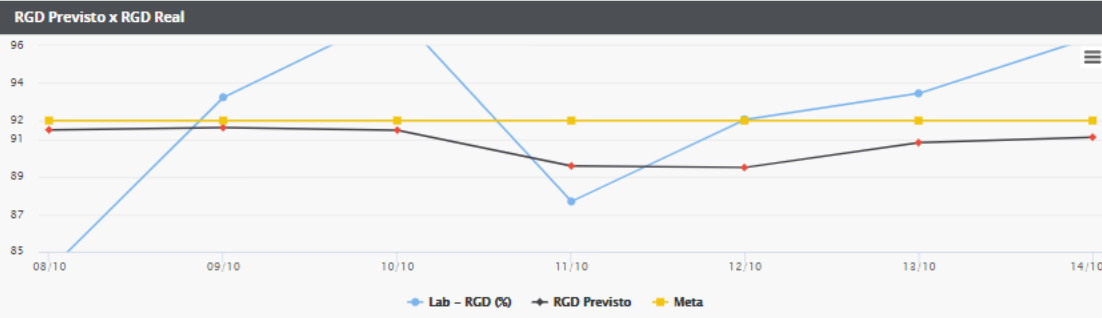
Exportar

Período14/10/2019 00:00:00 - 14/10/2019 23:59:59

Produção Real x Produção Prevista



RGD Previsto x RGD Real



Produção - Previsão m³/dia

Produção Prevista

1.082,94m³/dia

Vazão Mosto (m³/h)

468

Brix Mosto (° Bx)

14,31

ART Mosto (%)

17,34

Produtividade

1,04

Tempo Total Médio de Fermentação

08:51:31

Tempo de Espera

01:23:36

Rendimento Geral da Destilaria Previsão %

RGD

91,12%

Bastonetes (x10^6)

3,29👍

ART no Vinho (%)

0,084👎

Recuperado CO2 (% etanol produzido)

0,92👎

Biomassa

2,23%ART

Glicerol

2,37%ART

Teor Alcoólico

9,20%

Perda na Vinhaça (% etanol produzido)

0,15👍

Perda na Flegmaça (% Etanol produzido)

0,02👍

Acidez do Mel Final

4,48g H2SO4/L

GADA

GEREÇÃO AVANÇADA E OPERAÇÃO ASSISTIDA

Tecnologia avançada com 40 anos de conhecimento específico na produção de açúcar e etanol.



ESCREVER FÓRMULAS PARA O QUE É IMPORTANTE

pH do Vinho

Consumo de
Ácido
Sulfúrico

ART no Vinho

Recuperação
de Etanol



Adm Us. Pedra

Gestão Avançada

Exportar

Controle Operacional

Análise

Malha de Controle

Controle Estatístico

Gestão de Equipamento

Gestão de OPs

Entrada de dados

Alertas Operacionais

Consistência / Integração

Log

Versão: 2.8.4

Visão Geral Assepsias e qualidade microbiológica Tratamento ácido e recuperação CO2 Destilação e perdas (vinhaça e flegmaça)

Edição OFF Reprodução OFF

Período 17/10/2019 00:00:00 - 17/10/2019 23:59:59

Tratamento Ácido

Vazão de Ácido

0,28 m³/h

Vazão de Creme de Levedo

187,23 m³/h

Consumo de Ácido Sulfúrico

2,79 g/Lcuba

Set Point

1,61 g/Lcuba

pH no Levedo

2,51

Mosto

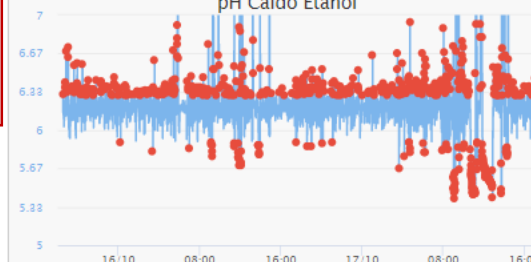
Nitrogênio

25,37 ppm

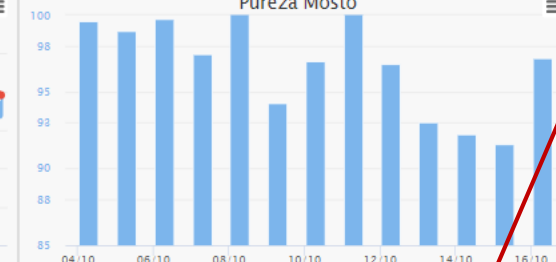
Fósforo

66,10 mg/L

pH Caldo Etanol



Pureza Mosto



Recuperação de CO2

Recuperação Real

10.573,00 L

Último registro: 16/10 07:00

Recuperação teórica

14.018,20 L

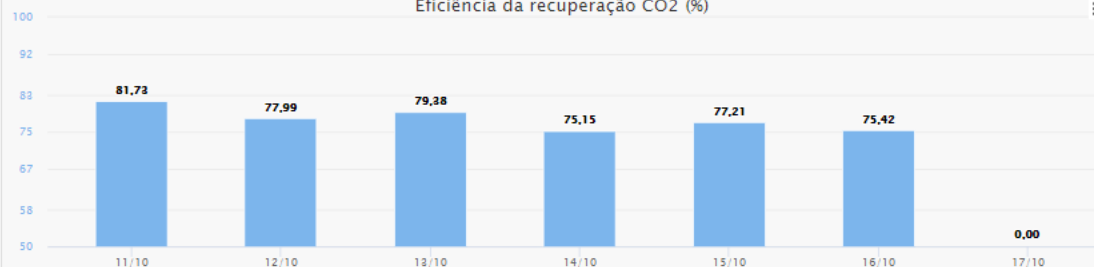
Vazão de água CO2

19,92 m³/h

Set Point - Vazão de água

28,78

Eficiência da recuperação CO2 (%)



Teor Alcoólico





GAOA

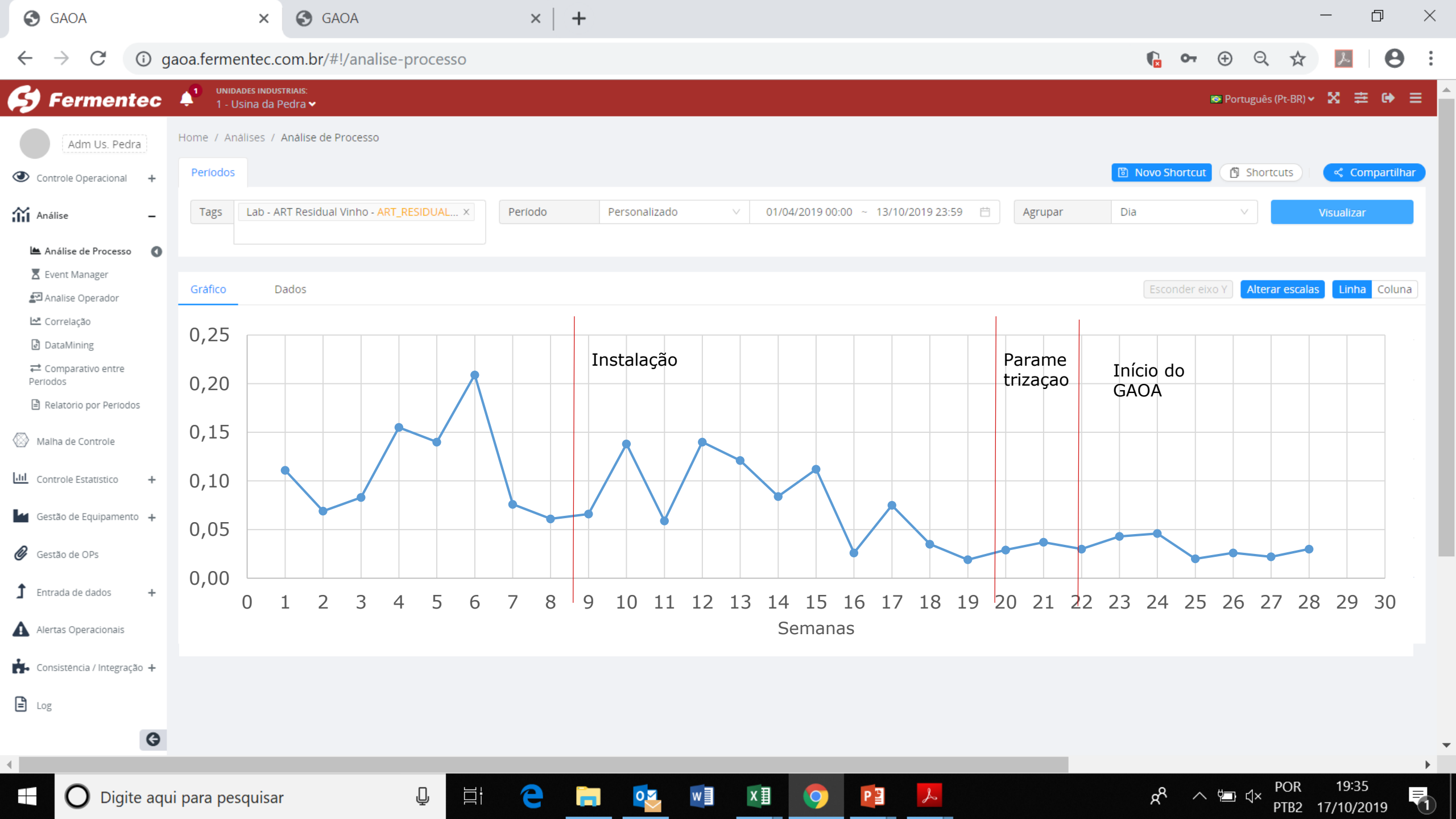
GESTÃO AVANÇADA E OPERAÇÃO ASSISTIDA

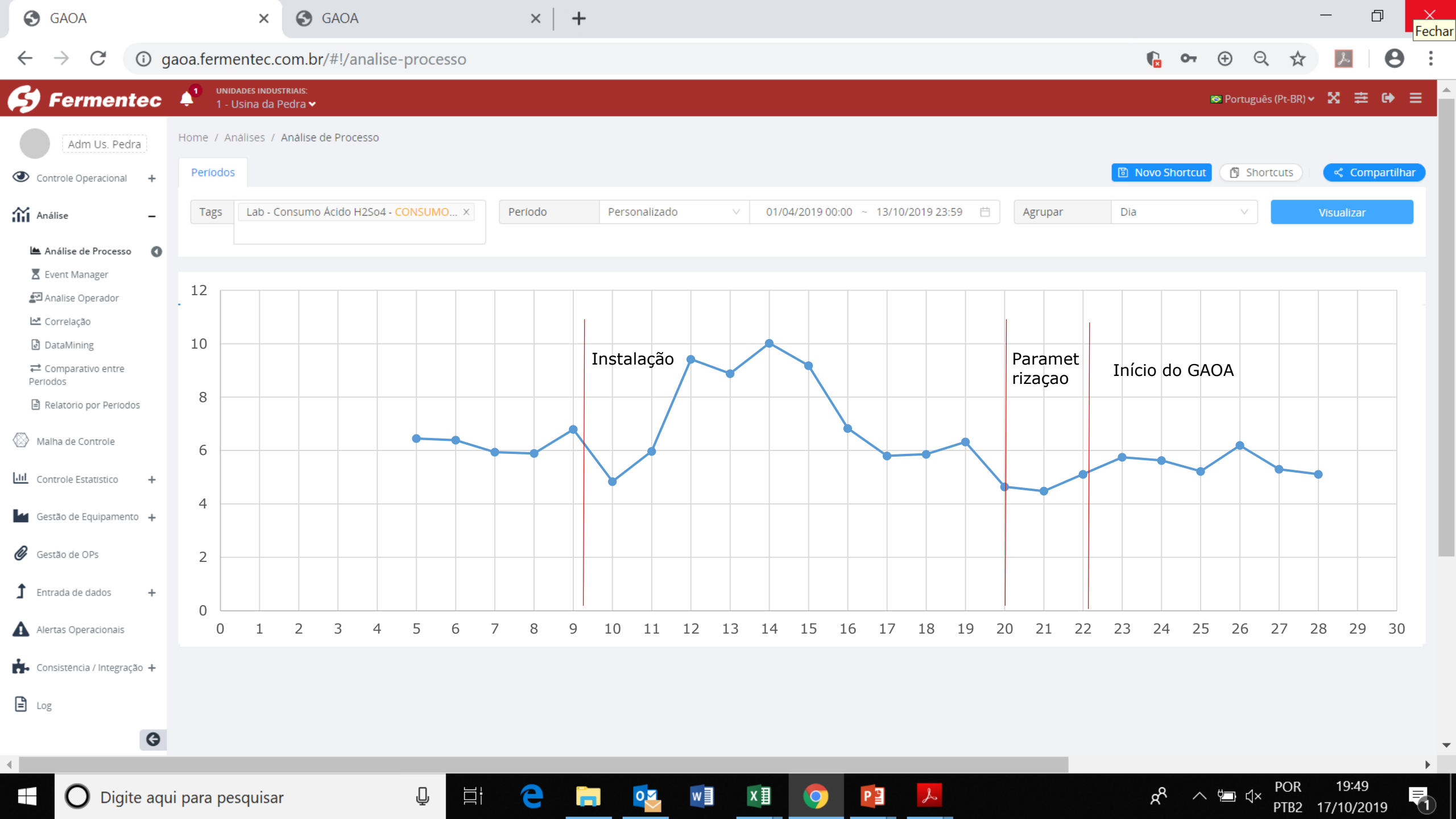
Tecnologia avançada com 40 anos de conhecimento específico na produção de açúcar e etanol.



ACOMPANHAR OS RESULTADOS







GAOA (49 DIAS)

Produção adicional de 125,6 mil litros de etanol

- 246 mil reais (1,96R\$/L etanol)

Redução de 81 t de ácido sulfúrico

- 46 mil reais (0,57R\$/kg)
- 5,96 Mil reais por dia funcionando



IGEM SÃO CARLOS - FERMENTEC

24 DE SETEMBRO - FASE 1

LEVEDURAS NA ESTRATOSFERA





23 E 24 DE OUTUBRO

OBRIGADO PELA ATENÇÃO

Henrique Berbert
de Amorim Neto
henrique@fermentec.com.br

