Fermentec

CIÊNCIA QUE
GERA RESULTADOS

Mais valor da mesma cana:

eficiência e inovação para o próximo ciclo da usina



SBA 2026 | 25º SEMINÁRIO BRASILEIRO AGROINDUSTRIAL



Henrique Berbert de Amorim Neto

Presidente da Fermentec

- Engenheiro Agrônomo (UFLA)
- Master of Science in Biotechnology, University of Abertay Dundee (Escócia)
- MBA em Administração e Organizações (FEA/USP)
- Na Fermentec desde a área de processo e microbiologia. Diretor Operacional (6 anos), Vice-Presidente (4 anos), Presidente desde 2017
- Presidente do APLA – Arranjo Produtivo Local do Álcool (desde 2023); Conselheiro do CMCTI – Conselho Municipal de Ciências e Tecnologia e Inovação de Piracicaba (desde 2017) e da ACIP – Associação Comercial e Indústria de Piracicaba (desde 2015)
- Autor de artigos e palestrante para o setor e hubs de inovação



Fernando Henrique C. Giometti

Diretor de Transferência de Tecnologia

- Biólogo, Mestre
- MBA em Agroenergia (USP)
- Pós-MBA em Inteligência Empresarial (FGV)
- Mais de 18 anos no setor sucroenergético
- Foco em transferência de conhecimento e tecnologia: eficiência industrial, biotecnologia e inovação
- Participa da gestão de uma consultoria que atende cerca de 60 usinas por ano
- Autor de artigos e palestrante para o setor sucroenergético

Fermentec | CIÊNCIA QUE GERA RESULTADOS

SOBRE A FERMENTEC

49 anos de história

Transformando ciência em resultados para a indústria sucroenergética.

- **Consultoria**
- **Engenharia**
- **Capacitação de pessoas**
- **Pesquisa e Desenvolvimento**

MISSÃO **Ser valorizada como a organização que mais gera valor por meio de inovação para negócios agroindustriais.**



Fermentec | CIÊNCIA QUE GERA RESULTADOS

A PERGUNTA

Quanto valor ainda existe escondido dentro de uma tonelada de cana?



SBA 2026 | 25º SEMINÁRIO BRASILEIRO AGROINDUSTRIAL

A resposta está nos dados

Base Fermentec: 60 usinas clientes acompanhadas

R$ 681

milhões por safra

em oportunidades de performance

÷

158

milhões de t por safra

de cana processadas pelas 60 usinas

=

≈ R$ 4,3

por tonelada de cana

valor que ainda escapa nos processos que já dominamos

Levar o RTC médio (93,22%) ao nível do Top 5 (95,00%) vale esse valor.

Cálculo: diferença de RTC entre a média Fermentec (93,22%) e o Top 5 (95,00%) = 1,78 p.p. sobre o ART da cana (14,76%); mix de 40% açúcar; preços médios CEPEA de 01/04 a 16/10/2026 (açúcar cristal R$ 101,95/sc; etanol hidratado R$ 2,36/L); RGD de 90%.

Cada ciclo ampliou o que uma usina pode ser

Mudou a tecnologia — e mudou a dimensão do setor



CANA

68 → 705

milhões de t

~10×

AÇÚCAR

5,9 → 42,9

milhões de t

~7×

ETANOL DE CANA

0,56 → 30,0

bilhões de litros

~54×

O crescimento dos resíduos
1975 → 2026

BAGAÇO **~17 → ~176 mi t**

VINHAÇA **~6,7 → ~360 mi m³**

Fontes: MAPA (série histórica); Conab 2ª Lev. 2026/27; Embrapa (≈250 kg bagaço/t cana); USP (≈12 L vinhaça/L etanol).

MESMA BIOMASSA, MAIS VALOR

ONTEM



MELAÇO

↓

ETANOL

ganhou valor como etanol

DEPOIS



BAGAÇO

↓

ENERGIA

ganhou valor como energia

HOJE



MILHO

↓

ETANOL + DDGS + ÓLEO

24,7% do etanol brasileiro (2025)

PRÓXIMO CICLO



VINHAÇA

↓

ÓLEO + LEVEDURA → BIOGÁS

o que hoje vale pouco

Quanto valor total conseguimos extrair de cada tonelada de biomassa e de todas as correntes que ela gera?

DIVERSIFICAR ≠ RENTABILIDADE

Nunca tivemos tantas rotas — e nem todas funcionam para todas as usinas.

MERCADO

Existe comprador?

volume • preço • contrato

COMPETITIVIDADE

Fecha economicamente?

não apenas tecnicamente

SINERGIA

Aproveita o que a usina já tem?

energia • ativos • localização

RETORNO E RISCO

Resiste a cenários adversos?

sensibilidade • escala • execução

Para escolher bem, é preciso medir bem.

Fermentec

CIÊNCIA QUE
GERA RESULTADOS

BIOTECNOLOGIA
CONHECIMENTO
INOVAÇÃO
RESULTADOS



DUAS FRONTEIRAS PARA A BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL

HORIZONTE 1

Fazer melhor o que já fazemos

Mais eficiência na transformação da cana em açúcar, etanol e energia.

HORIZONTE 2

Fazer coisas novas com o que hoje vale pouco

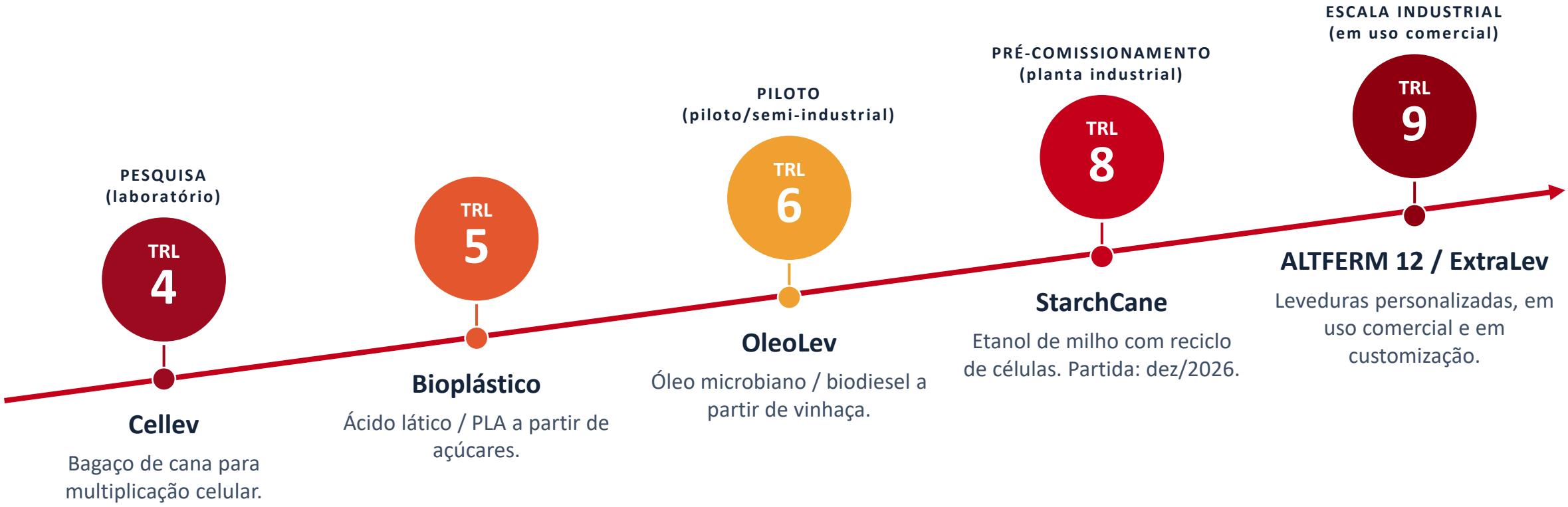
Novos produtos e oportunidades a partir da cana, coprodutos e resíduos.

Eficiência para capturar o valor que já existe. Inovação para criar novas formas de valor.

DA PESQUISA À ESCALA INDUSTRIAL

TRL = nível de maturidade tecnológica, de 1 (ideia) a 9 (operação comercial)

BIOTECNOLOGIAS PARA UMA BIORREFINARIA INTEGRADA



Fermentec

PERDER MENOS. TRANSFORMAR MELHOR. GERAR MAIS VALOR.

Quanto vale uma tonelada de cana? Mais do que costumamos enxergar.



CONTATO DE SEGURANÇA

ELIMINAR O RISCO
É MELHOR QUE CONTROLÁ-LO.

Azul de metileno (Eynon & Lane)	→	**Eletrodo de oxirredução**
Arseniato de sódio (Somogyi & Nelson)	→	**Metassilicato de sódio**
Fenol (Polissacarídeos totais)	→	**Ácido cítrico**
Reagentes químicos (Cromatografia)	→	**Baixo consumo de reagentes não tóxicos**

Hidróxido de amônia
(Conservação de amostras sólidas)
Bagaço, torta e cana desfibrada

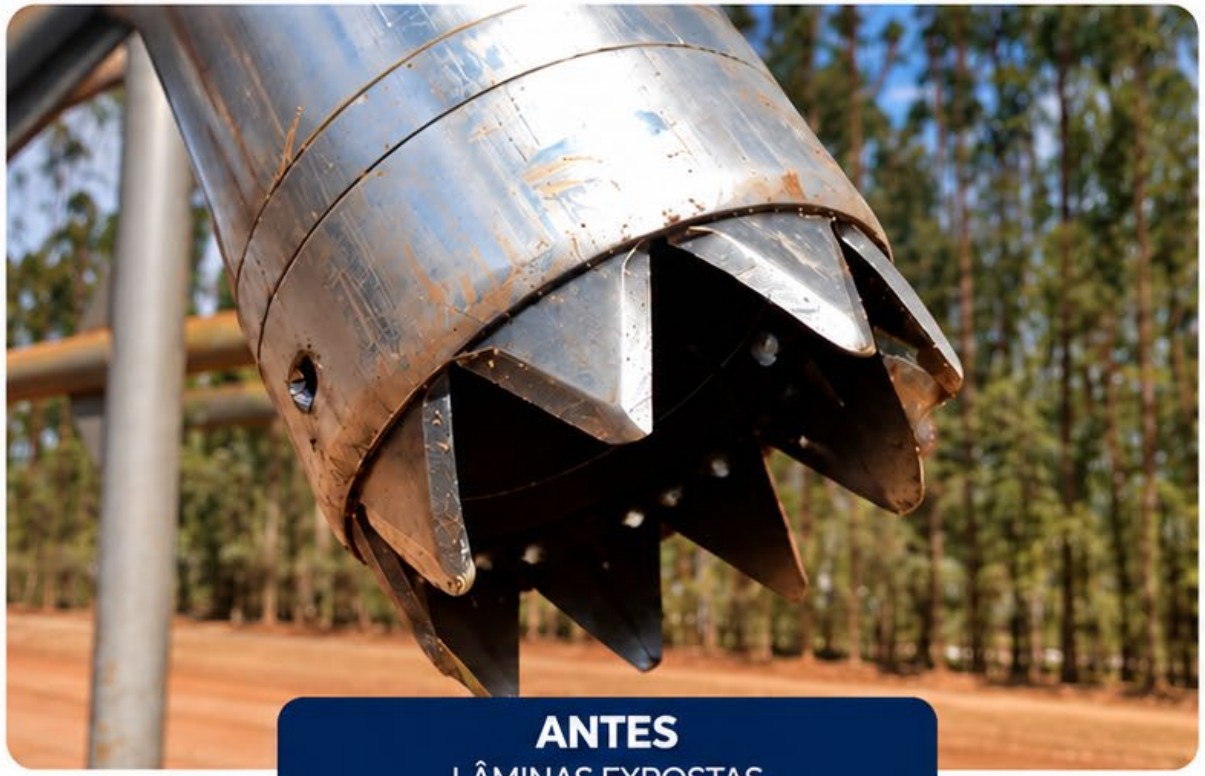
→

Conservação refrigerada



CONTATO DE SEGURANÇA

O RISCO NÃO PODE DEPENDER APENAS DA ATENÇÃO DO OPERADOR.



ANTES
LÂMINAS EXPOSTAS



DEPOIS
LÂMINAS PROTEGIDAS

Mais segurança ao operador.

Evita acidentes durante o manuseio e transporte.

Créditos: Grupo Batatais

Fermentec

CIÊNCIA QUE
GERA RESULTADOS

BIOTECNOLOGIA
CONHECIMENTO
INOVAÇÃO
RESULTADOS

HORIZONTE 1

Capturar o valor que já existe

01 Medir

Quanto realmente entra e quanto recuperamos?

Amostragem contínua, digestor quente-frio, cromatografia, NIR e RTC.

02 Comparar

Qual é o nosso potencial?

Evolução histórica das eficiências, benchmarking das 60 usinas e quantificação econômica dos gaps.

03 Capturar

Como transformar potencial em resultado?

Evolução da fermentação, leveduras, biotecnologia, digitalização, capacitação e acompanhamento de resultados.



MEDIR MELHOR PARA PRODUZIR MAIS

Uma cadeia de medição confiável para saber, com precisão, quanto açúcar entra na usina e quanto realmente é recuperado.



Amostragem contínua
Coletar uma amostra representativa

→

Digestor quente-frio
Extrair os açúcares da amostra

→

Cromatografia
Quantificar os açúcares (sacarose, glicose e frutose)

→

RTC
Avaliar a recuperação industrial

VALIDAÇÃO INDUSTRIAL
RESULTADOS COMPROVADOS

Comparação entre amostragem na esteira e PCTS, com resultados equivalentes e sem diferença estatisticamente significativa.



241
Pares de amostras comparados entre esteira e PCTS

4.100+
Análises laboratoriais realizadas na validação

Indicador	PCTS	Esteira
ART (% cana)	14,130	14,133
Sacarose (% cana)	12,548	12,522
Fibra (% cana)	10,66	10,79
Umidade (%)	73,96	73,82

SEM DIFERENÇA SIGNIFICATIVA

Os testes estatísticos (Teste T) não identificaram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos para todos os parâmetros avaliados.

DIGESTOR QUENTE-FRIO

Extrair melhor para medir com mais confiança.

Estudo publicado na Revista STAB (set./out, 2015, vol. 34, nº 6) demonstrou que o Digestor Quente-Frio permite extrair os açúcares da cana com maior eficiência, em menor tempo e com menor impacto operacional.



58%
Menor tempo de análise

Menor inversão
Preservação da sacarose

Extração eficiente
Resultados de ART próximos ao método convencional, com tendência de maior extração

Uma determinação mais confiável dos açúcares da cana fortalece o cálculo das perdas e da recuperação industrial.

DA AMOSTRA AO RESULTADO

INTEGRAÇÃO NA CANA ESTEIRA

Rastreabilidade de caminhões e amostras no processo de análise da qualidade da cana-de-açúcar.



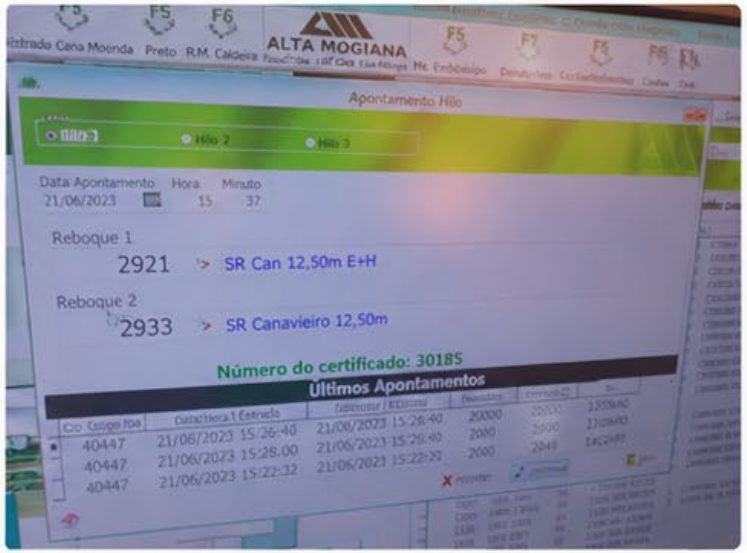












Créditos: Alta Mogiana

COMPARAR MELHOR PARA RECUPERAR MAIS

O **RTC reduz** o efeito do mix de produção e permite comparações mais consistentes entre usinas e safras.

RT
RECUPERADO TOTAL

Resultado influenciado pelo mix de produção

AÇÚCAR + ETANOL

RTC
RECUPERADO TOTAL CORRIGIDO

Base mais consistente de comparação entre usinas e safras

AÇÚCAR + ETANOL



O RT CAIU.
MAS A RECUPERAÇÃO CORRIGIDA MELHOROU.

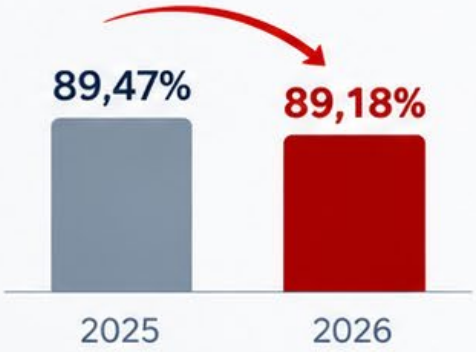


O RTC reduz o efeito do mix de produção e permite comparações mais consistentes entre usinas e safras.

RT
RECUPERADO TOTAL

-0,29 p.p.

89,47% → 89,18%



RTC
RECUPERADO TOTAL CORRIGIDO

+0,31 p.p.

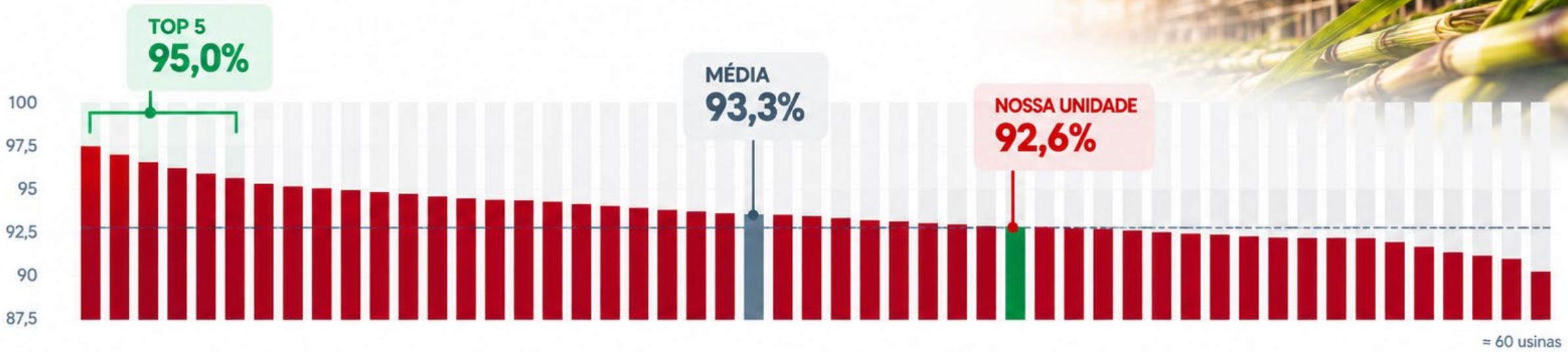
92,96% → 93,27%



ONDE ESTAMOS?

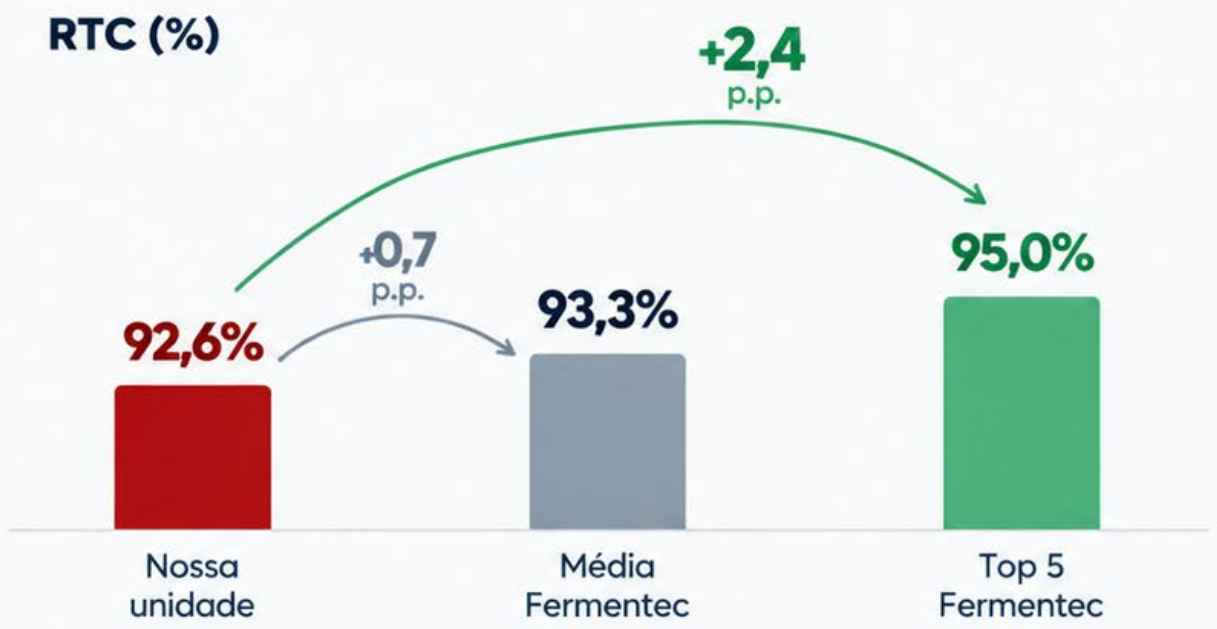


Nosso desempenho de RTC em relação às usinas Fermentec.



Medir nos mostra o resultado.
Comparar revela nosso potencial.

ONDE PODERÍAMOS CHEGAR?



CADA 1,0% NO RTC EQUIVALE A

R$ 7,2 milhões
em recuperação
PARA 3,0 MILHÕES DE TONELADAS DE CANA

GAP PARA O TOP 5 (+2,4 p.p.)

R$ 17,28 milhões
de potencial por safra

A distância para as melhores práticas
é uma oportunidade de geração de valor.

Fermentec

CIÊNCIA QUE
GERA RESULTADOS

BIOTECNOLOGIA
CONHECIMENTO
INOVAÇÃO
RESULTADOS

Menores perdas industriais

As usinas de maior recuperação perdem menos açúcares no bagaço, na torta de filtro e nas correntes residuais.

Indicador	G1 5 usinas	G2 14 usinas	G3 12 usinas	G4 8 usinas
RTC (%)	**94,81** (95,46 – 94,15)	**93,59** (93,85 – 93,34)	**92,13** (92,49 – 91,76)	**90,34** (91,35 – 88,95)
Perdas industriais (% do AT_ART)				
Bagaço (%)	**3,23** (2,76 – 3,70)	**3,79** (3,49 – 4,08)	**4,21** (3,78 – 4,64)	**4,46** (3,86 – 5,07)
Torta de filtro (%)	**0,22** (0,10 – 0,33)	**0,38** (0,19 – 0,56)	**0,48** (0,28 – 0,68)	**0,67** (0,51 – 0,84)
Águas dos multijatos (%)	**0,04** (0,01 – 0,06)	**0,05** (0,01 – 0,09)	**0,16** (0,01 – 0,33)	**0,35** (0,01 – 0,90)
Águas residuais (%)	**0,28** (0,13 – 0,43)	**0,29** (0,01 – 0,56)	**0,52** (0,07 – 0,97)	**0,57** (0,02 – 0,93)
Indeterminadas (%)	**0,55** (0,02 – 1,07)	**1,47** (0,82 – 2,12)	**1,95** (0,94 – 2,96)	**1,99** (0,00 – 5,90)
Tempo de aproveitamento industrial (%)	**97,46** (98,88 – 96,05)	**97,30** (98,86 – 95,73)	**95,70** (98,29 – 93,11)	**95,09** (98,56 – 91,62)



Fermentec

CIÊNCIA QUE
GERA RESULTADOS

BIOTECNOLOGIA
CONHECIMENTO
INOVAÇÃO
RESULTADOS

Fermentações mais saudáveis e completas

Usinas de maior recuperação apresentam fermentações mais saudáveis e menores perdas na destilação.

Indicador	G1 5 usinas	G2 14 usinas	G3 12 usinas	G4 8 usinas
RTC (%)	**94,81** (95,46 – 94,15)	**93,59** (93,85 – 93,34)	**92,13** (92,49 – 91,76)	**90,34** (91,35 – 88,95)
Fermentação e destilação				
Bastonetes no vinho bruto (x 10^5/mL)	**72,73** (2,00 – 197,28)	**89,51** (11,61 – 167,41)	**96,68** (2,00 – 221,42)	**168,10** (2,00 – 456,41)
Teor alcoólico do vinho bruto (%)	**10,00** (10,84 – 9,16)	**9,22** (9,98 – 8,46)	**8,71** (9,28 – 8,14)	**8,61** (9,15 – 8,07)
Perda em etanol (vinhaça + flegmaça) (%)	**0,17** (0,07 – 0,28)	**0,22** (0,06 – 0,38)	**0,28** (0,08 – 0,48)	**0,39** (0,10 – 0,67)
AT_ART no vinho bruto (%)	**0,04** (0,02 – 0,08)	**0,07** (0,02 – 0,13)	**0,08** (0,02 – 0,16)	**0,27** (0,02 – 0,42)
AT_ART do vinho bruto (% do AT_ART do mosto)	**0,24** (0,17 – 0,49)	**0,34** (0,19 – 0,49)	**0,58** (0,17 – 1,23)	**1,95** (0,17 – 3,74)



CONCLUSÃO: TRÊS FRENTES PRIORITÁRIAS DE ATUAÇÃO



As usinas de maior recuperação perdem menos em toda a cadeia industrial.

01

EXTRAÇÃO E FABRICAÇÃO

Reduzir perdas de açúcares no bagaço, na torta de filtro e nas correntes residuais.

02

FERMENTAÇÃO E DESTILAÇÃO

Fermentações saudáveis, completas e com baixas perdas na destilação.

03

CONTROLE INDUSTRIAL

Reduzir perdas indeterminadas e aumentar a confiabilidade dos balanços industriais.

Capturar valor é reduzir sistematicamente as perdas em toda a cadeia industrial.

Fermentação como alavanca estratégica de geração de valor

A escolha e o desenvolvimento da levedura:

- Deixa de ser uma decisão técnica isolada.

- Passa a ser uma **decisão financeira**, com impacto direto no EBITDA da operação:
  - Aumento de rendimento
  - Redução de custos de produção
  - Abertura de novas rotas de monetização



“Para as destilarias aqui presentes, a biotecnologia aplicada à fermentação é o ponto de partida **mais rápido**, com **menor CAPEX** e **maior retorno** para resolver problemas reais”

	Consumo específico	Custo R$/m³ etanol
Ácido Sulfúrico g/L etanol	7,56	12,85
Dispersante + Antiespumante g/L etanol	0,57	12,75
Antibióticos mg/L etanol	12,18	8,15
Levedura Selecionada kg	1000	1,5
Levedura Personalizada kg	2,5	0,77
Cariotipagens	8 análises	0,28

Fermentec

Biotecnologia adaptativa

O desafio real das **usinas**

- Temperatura elevada favorece bactérias
- Qualidade da matéria-prima muda diariamente
- Fisiologia da levedura muda ao longo da safra
- Perda de rendimento: **até 5% em cenários críticos**



A resposta da biotecnologia adaptativa

1. **Biologia**
   - Leveduras desenvolvidas para suportar os estresses da fermentação
2. **Operação**
   - Controle adaptativo que ajusta continuamente o ambiente para maximizar a expressão dessa levedura.

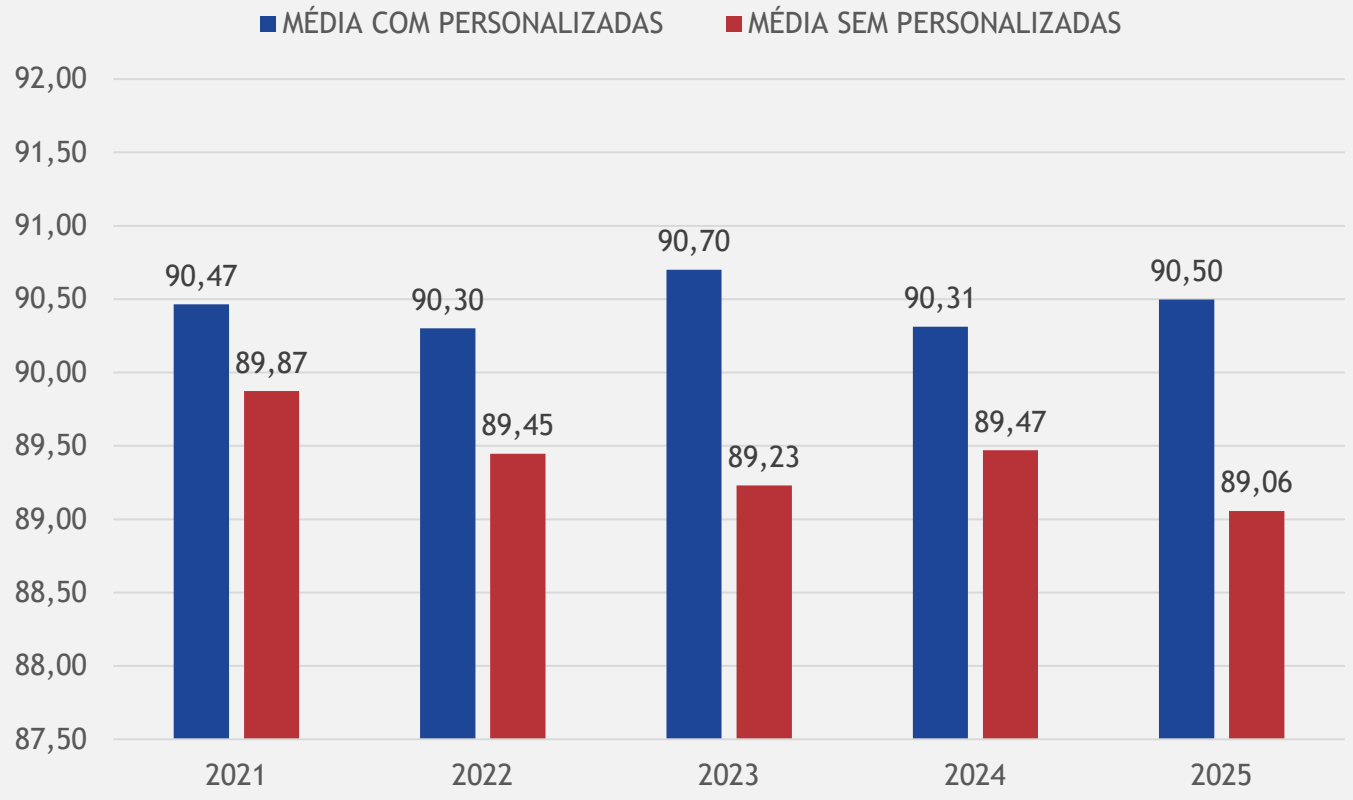
Potencial ganho: **+1,2% no rendimento fermentativo** (R$ 18.301,08 por dia*), e **+3,0 a +7,0% na produtividade**

* Para uma destilaria que produz 500 m^3/dia. Etanol: R$ 3,05/L.

LEVEDURAS PERSONALIZADAS

RGD

Rendimento Geral da Destilaria



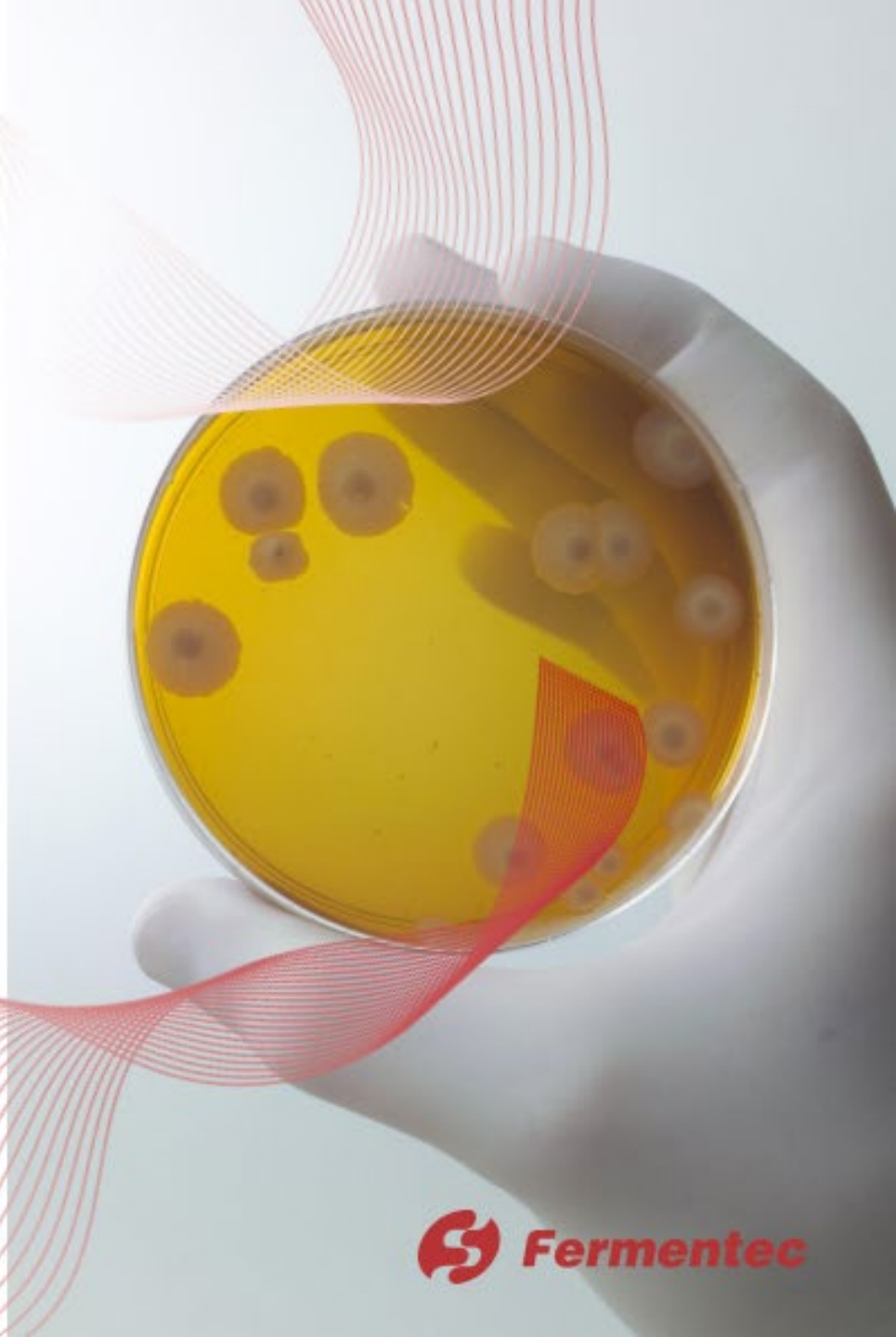
Microrganismo sob medida: como **desenvolver a cepa ideal** para cada desafio

Amplo arsenal de técnicas para desenvolver **cepas industriais superiores**. Entre elas estão:

- mutagênese induzida, fusão de esferoplastos, cruzamentos dirigidos, seleção por características específicas, seleção adaptativa natural, engenharia genética e melhoramento de alta precisão.

A Fermentec seleciona e desenvolve cepas que:

- Fermentam **açúcares simples** e **complexos**
- Tolerantes **estresses térmicos**, **contaminantes** e **inibidores**
- Atuam com **eficiência sobre resíduos** (vinhaça, bagaço e palha)



Fermentec

2018

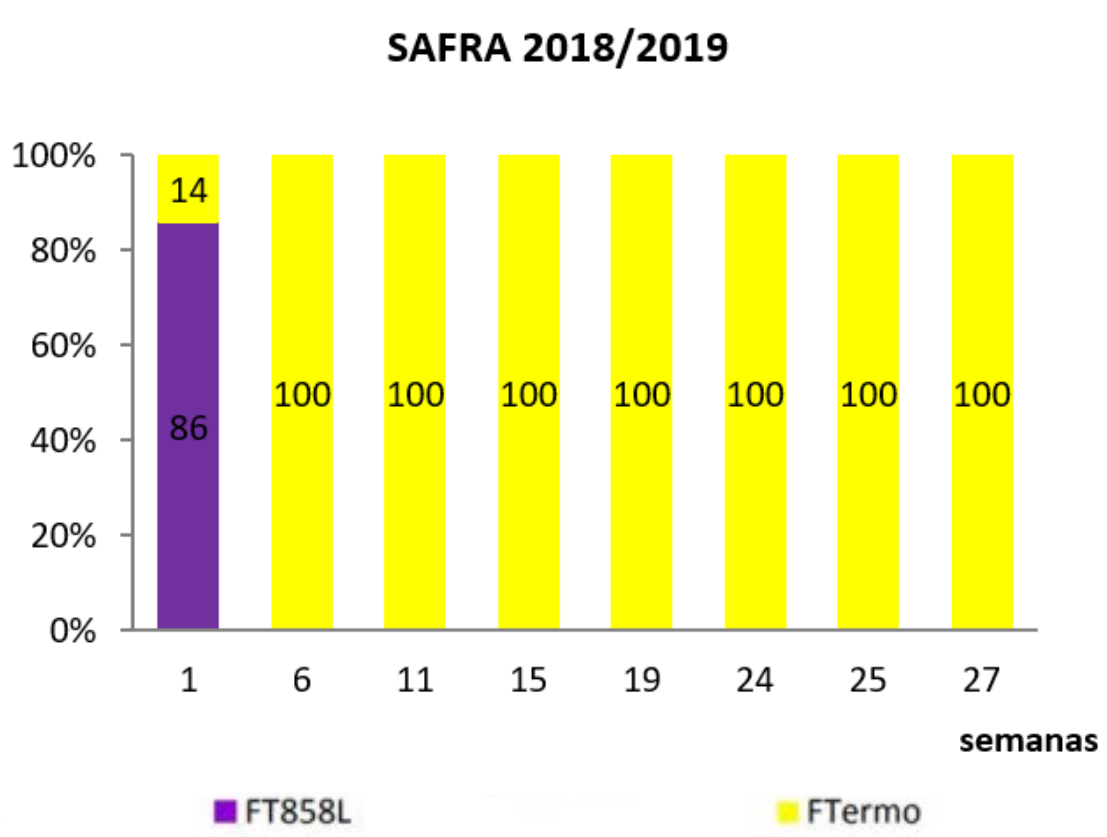
Fermentações saudáveis mesmo com temperaturas mais altas

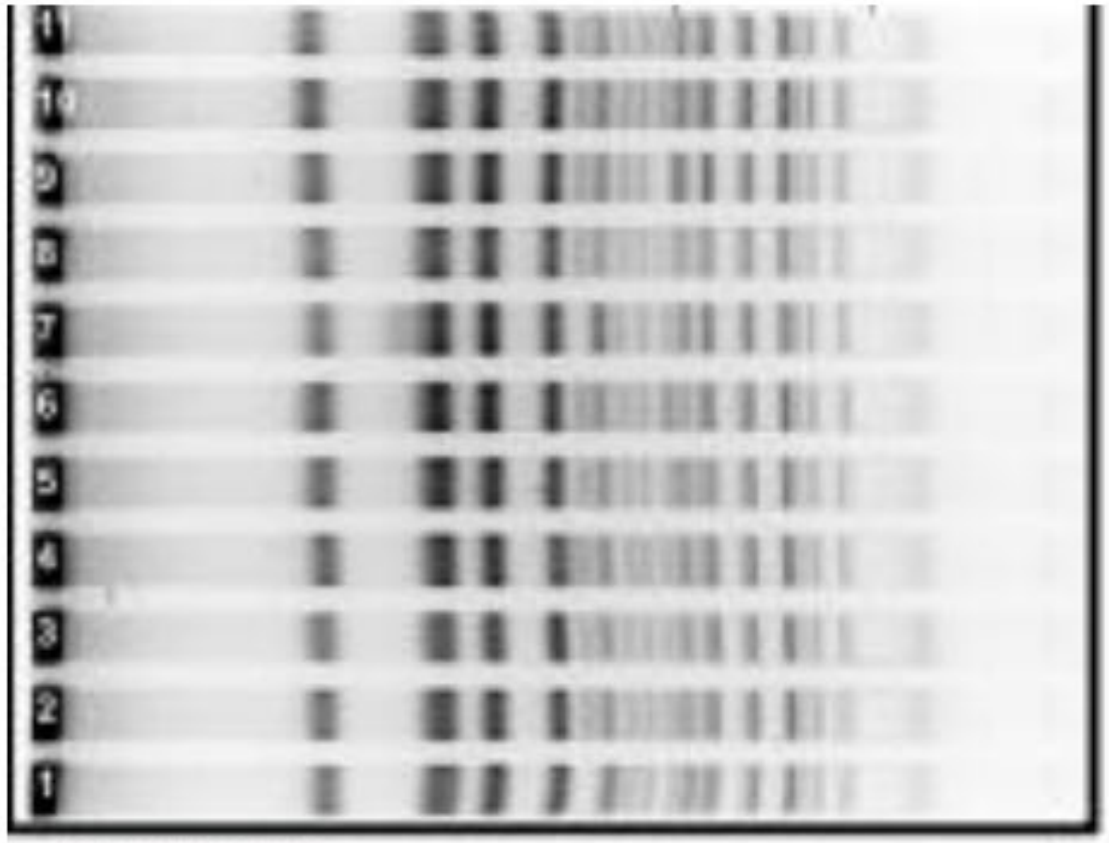
Desenvolvimento direcionado de cepas capazes de tolerar estresses térmicos e competir com contaminantes

Ftermo:
leveduras personalizadas pela Fermentec fermentam com alto rendimento a >34 °C e dominam o processo em temperaturas de 35 – 37° C.

Leveduras que inibem a contaminação bacteriana:
Avaliadas sob alta pressão bacteriana, resultando em menor produção de ácido láctico, menor contagem de bastonetes e alta velocidade de fermentação.

Fermentações mais estáveis mesmo com **altas temperaturas**





NeoFerm uma solução desenvolvida pela Fermentec e Pentagro

2023 - 2026

Controle automático alinhado a fisiologia da levedura.

A solução transforma a resposta biológica da levedura em decisões automáticas para a operação

- Monitora continuamente as condições de fermentação
- Calcula set points adaptativos em tempo real
- Otimiza a ocupação da fermentação
- Controla o enchimento e a temperatura das dornas
- Atua sobre válvulas já existentes
- Incorpora monitoramento em tempo real (NIR) nas etapas avançadas

Resultados observados: **3,0** a **7,0%** de aumento de produtividade; até **10%** de redução do tempo de fermentação



Fermentec

CIÊNCIA QUE
GERA RESULTADOS

BIOTECNOLOGIA
CONHECIMENTO
INOVAÇÃO
RESULTADOS



HORIZONTE 2

Criar novas formas de valor

Ampliar o aproveitamento da biomassa e da infraestrutura industrial para gerar novos produtos e maior valor econômico.

Enquanto isso, o setor também se reinventava

2021

Produção de etanol a partir de **melaço de soja**

A Fermentec identificou cepas com atividade de invertase + alfa-galactase. Fermentam 100% dos açúcares complexos, aumentando o rendimento.



2026

Starchcane: produção de **etanol de milho** com fermentações mais curtas e mais econômicas

Tecnologia Starchcane permite reciclar a levedura, como na cana, reduzindo o tempo de fermentação, o consumo de leveduras e nutrientes na multiplicação celular e maior rendimento alcoólico.



STARCHCANE®
FERMENTEC

Fermentec

O que muda com o StarchCane?

+4%

Produtividade de etanol

25 h

Tempo de fermentação
vs. 65 h no processo convencional

ZERO

Propagação diária de levedura

A levedura deixa de ser um insumo descartável e passa a ser parte ativa do processo.

2027 - 2037

E o que vem pela frente: a alavanca estratégica de geração de valor

OleoLev

Vinhaça que vira biodiesel

Leveduras oleaginosas que convertem compostos da vinhaça em óleo, biodiesel, antiespumante e proteína

Cellev

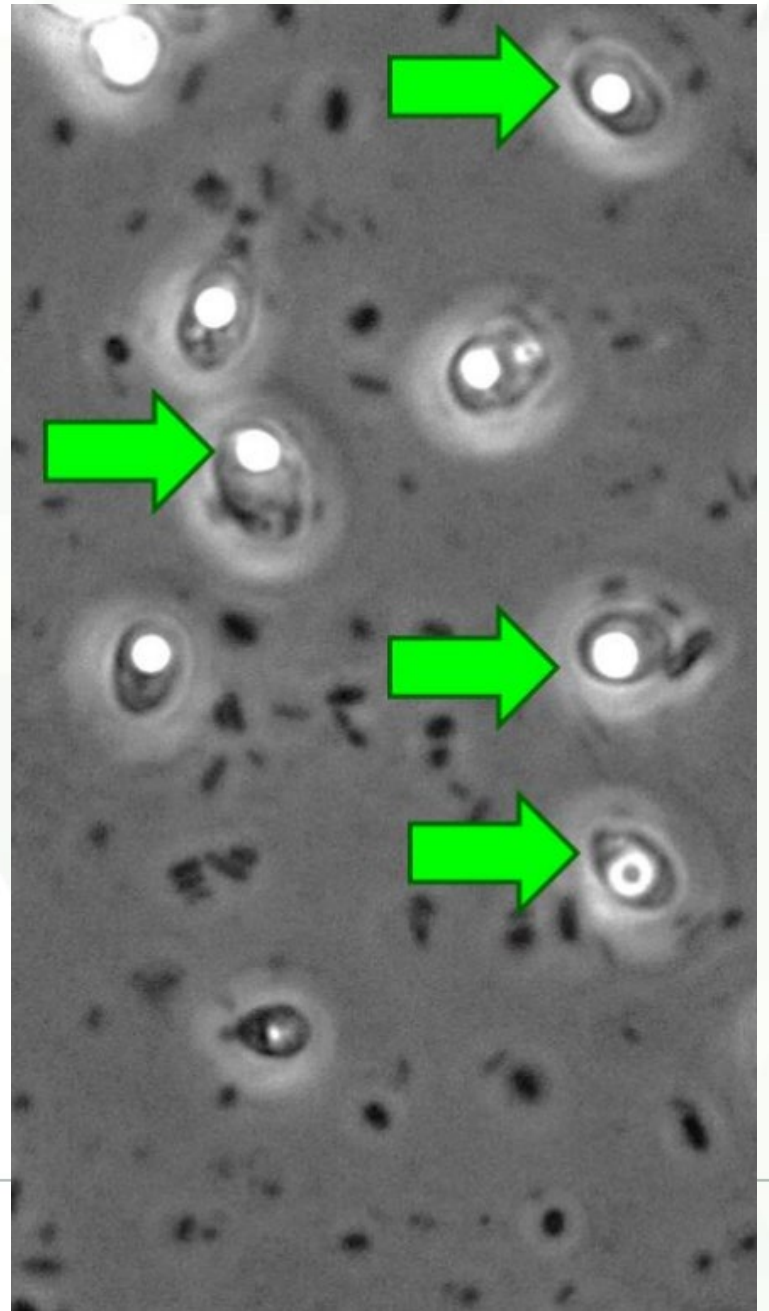
Proteína celular de bagaço de cana

Sem o uso de OGM, o processo Cellev transforma o **bagaço de cana em levedura seca** de alta proteína

Bioplástico

Plástico biodegradável que substituiu o plástico fóssil

Produção de **ácido L-lactato** por lactobacillus nativos (sem OGM)



Fermentec | CIÊNCIA QUE GERA RESULTADOS

Oleolev: extraindo valor em cascata da vinhaça

Conversão da vinhaça em óleo, biomassa e biogás/biometano por meio de leveduras oleaginosas.



VINHAÇA → YARROWIA OLEOLEV → ÓLEO + BIOMASSA + ANTIESPUMANTE → BIOGÁS / BIOMETANO

→ Vinhaça condicionada para uso como lavoura

3,01 L	14,70 kg	~80%	pH 4 → 6
de óleo / m³ de vinhaça	de biomassa seca / m³ de vinhaça	de redução da DBO	condicionamento da vinhaça



Potencial teórico com 100% da vinhaça

~8,3 milhões L/ano de biodiesel	receita: 8,3 milhões L × R$ 4,86/L =	**~R$ 40,3 milhões/safra**
11,7 mil t/ano de biomassa	receita: 11,7 mil t × R$ 0,90/kg =	**~R$ 37,1 milhões/safra**

Fermentec

PERDER MENOS. TRANSFORMAR MELHOR. GERAR MAIS VALOR.

Quanto vale uma tonelada de cana? Mais do que costumamos enxergar.

