

A influência da matéria prima sobre  
o desempenho da levedura  
(a levedura é aquilo que ela come)

Dr Silvio Roberto Andrietta

**BioContal**  
Tecnologia em Bioprocesso

# Introdução



- Desempenho da fermentação depende:
  - Instalações e operação
  - Microrganismo agente
  - **Matéria prima**
- Tripé de sustentação
  - Quando um único fator falha, o desempenho do processo é afetado significativamente

BioLontal

Tecnologia em Bioprocesso

# Introdução



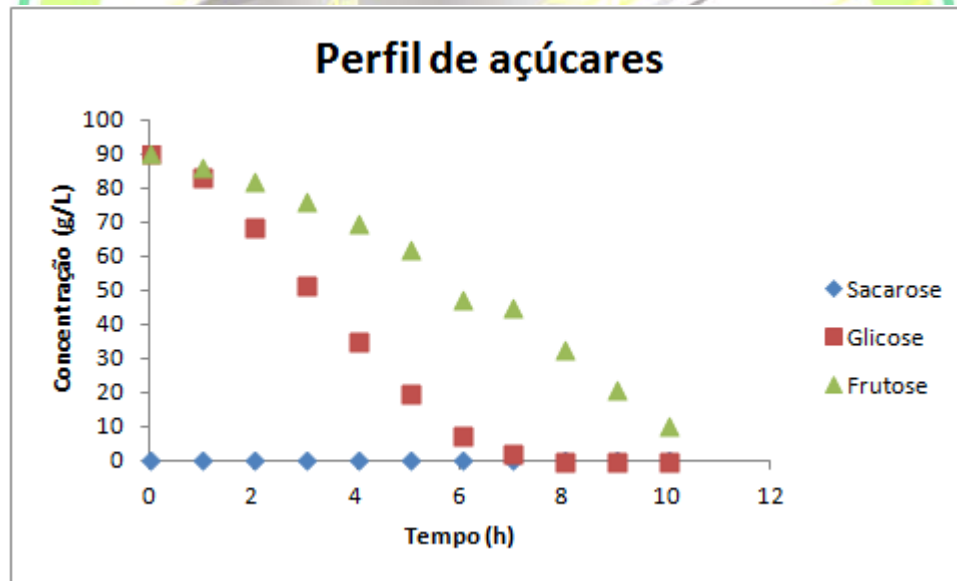
- Instalações e operação (baixo risco)
  - Fácil correção
  - Chegando ao limite da tecnologia
  - Melhorar a estabilidade operacional
- Microrganismo agente (baixo risco)
  - Tecnologia de monitoramento e avaliação bem desenvolvido
- Matéria prima (alto risco)
  - Pouco conhecimento da matéria prima processada

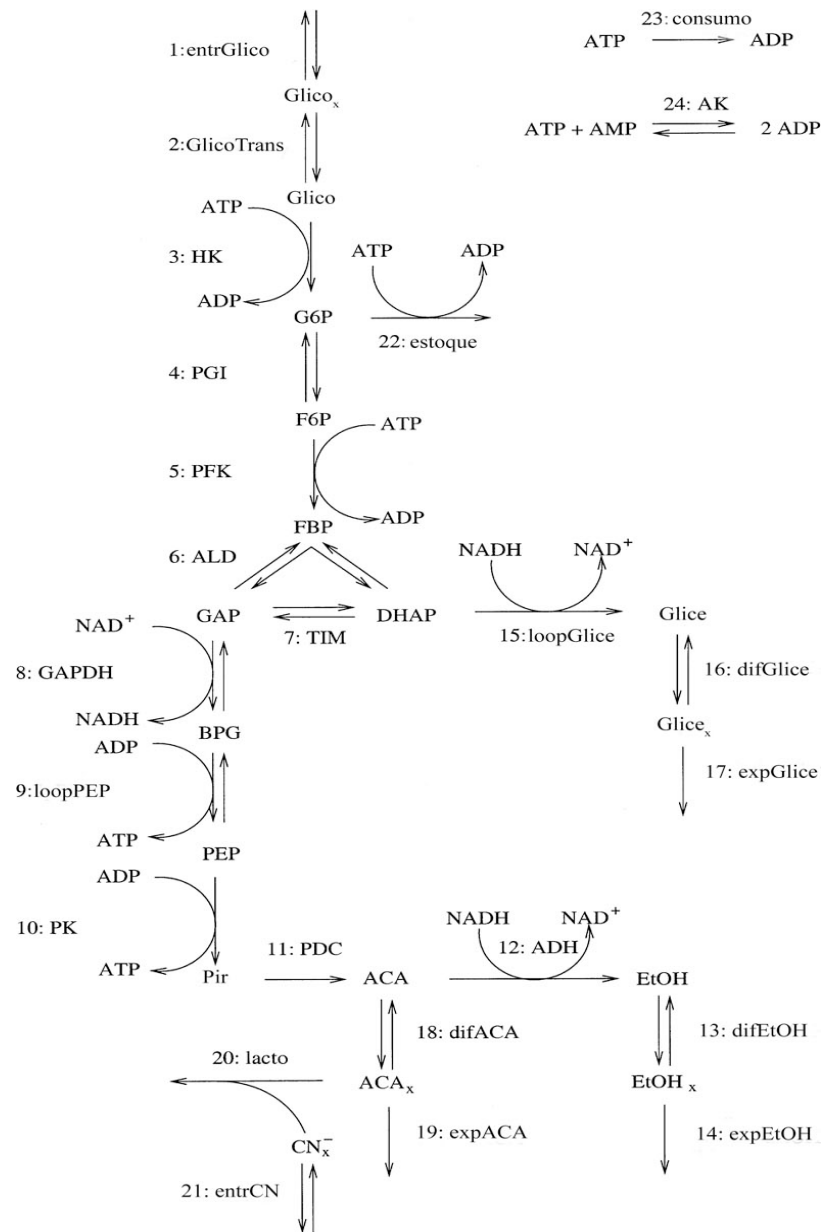
# Etapas do processo



- Hidrolise da sacarose
  - Ação da invertase – Ocorre fora da célula
- Transporte das hexoses para dentro da célula
  - Transportadores dão preferência a glicose
- Obtenção de energia
  - Produção de piruvato, consumindo NAD
- Regeneração do NAD
  - Produção de etanol e glicerol

# Dados experimentais – Tese Gisele Mantei Tosetto



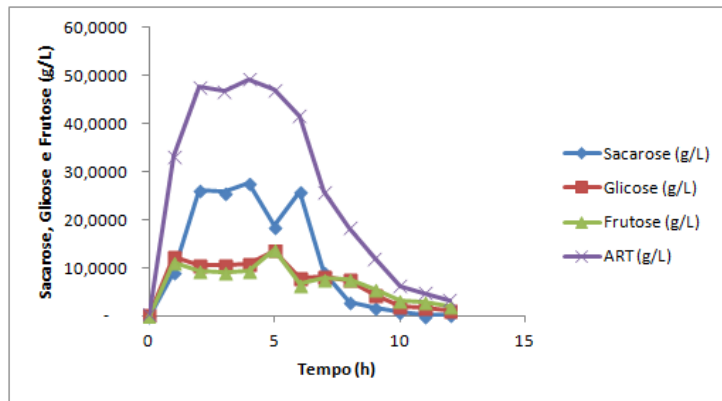
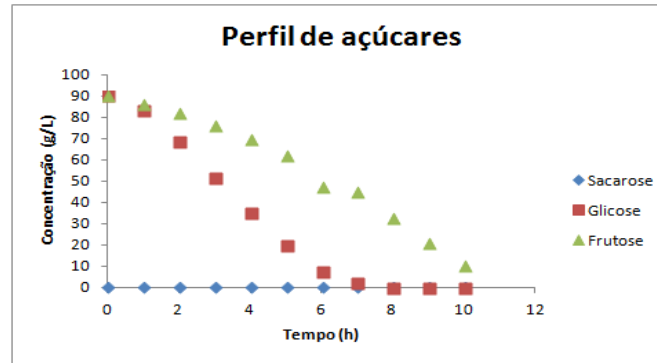


# Tipos de inibição

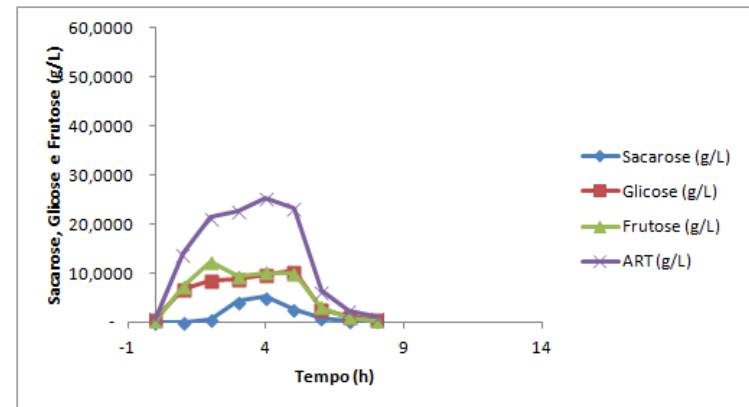


- Problemas na assimilação dos açúcares
  - Inibição da invertase
  - Baixa eficiência dos transportadores de hexoses
- Problemas de desvio metabólico
  - Inibição de enzimas envolvidas na produção de etanol com formações de compostos secundários

# Problema de assimilação dos açúcares (exemplo)

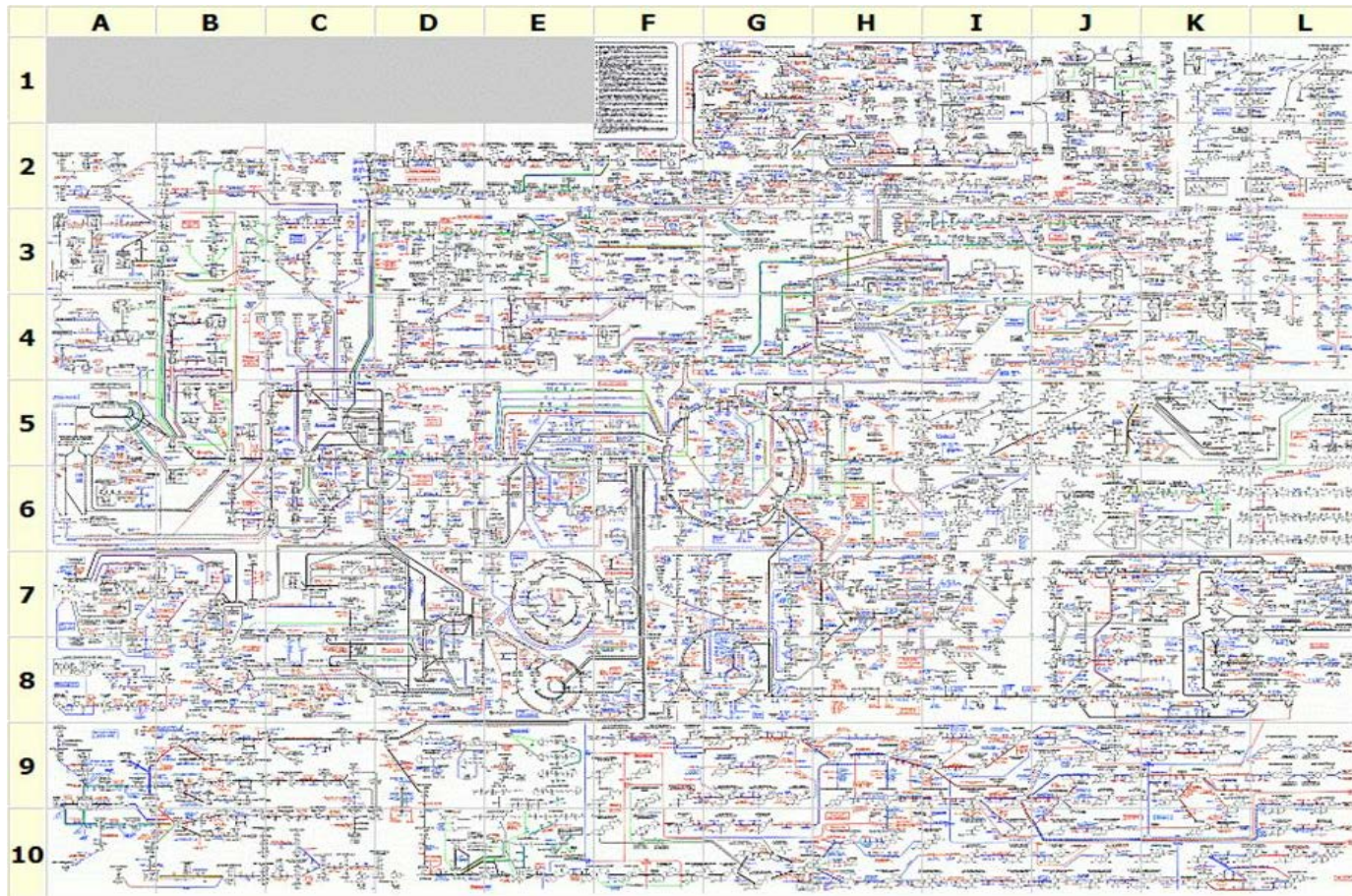


Perfil de açúcares com tratamento ácido a pH = 2,2



Perfil de açúcares sem adição de ácido no tratamento

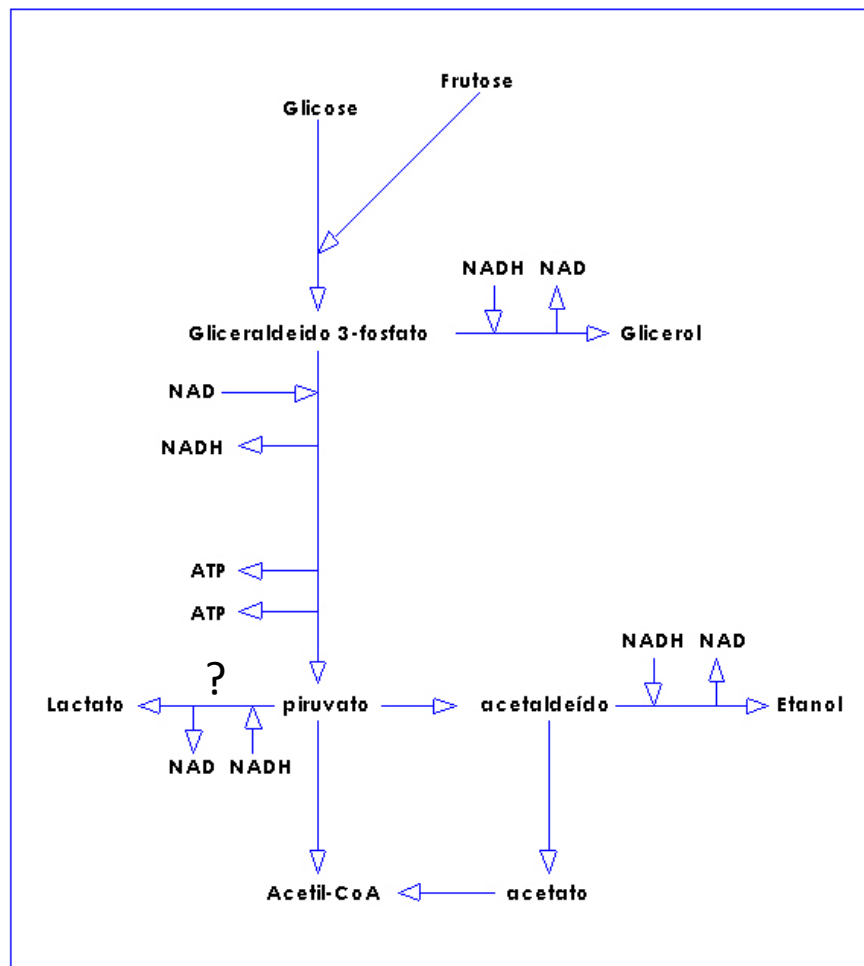




## Rotas metabólicas das células de levedura

Desvios metabólicos

# Inibição de rota metabólica (exemplo – produção de acetato e lactato)



# Comportamento da levedura em diferentes meios

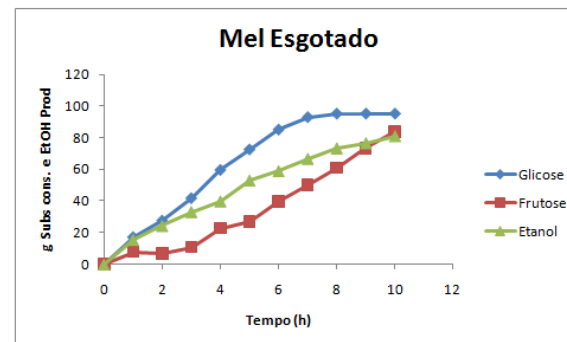
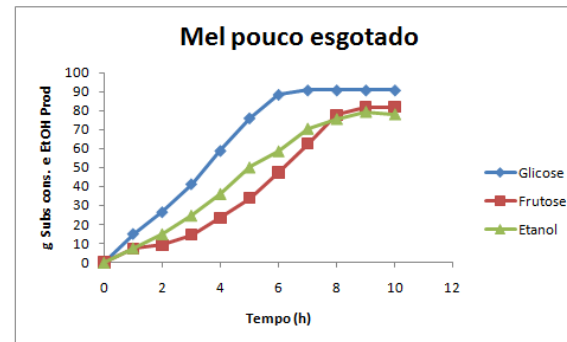
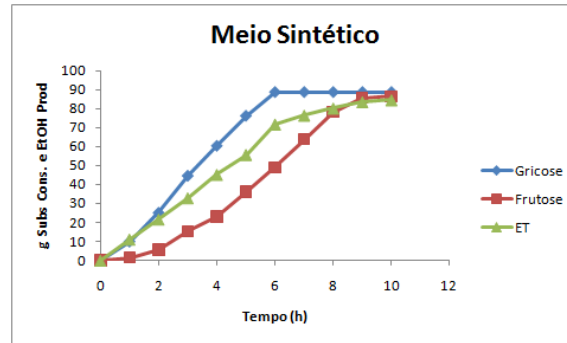
- Avaliação dos perfis de conversão em diferentes matérias primas
  - Ensaio de bancada em batelada simples
  - Mesma linhagem de levedura
  - Massa de inóculo padronizada
  - Fermentador isotérmico (34°C)

# Entendendo o processo de bioconversão

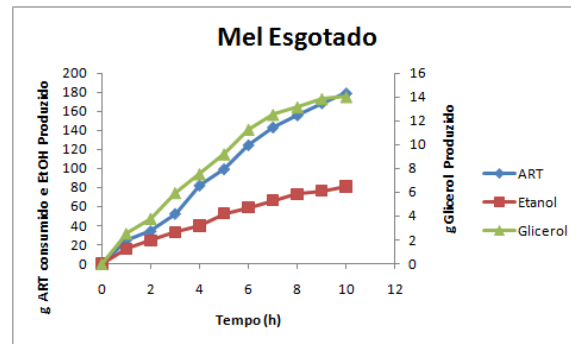
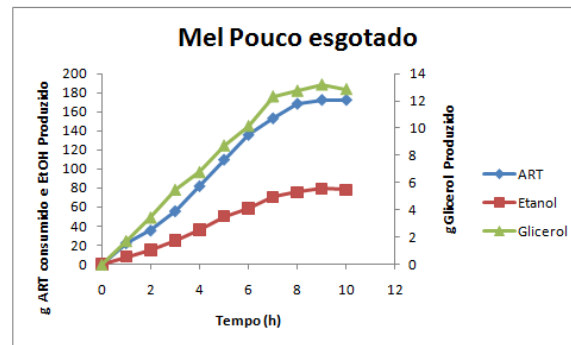
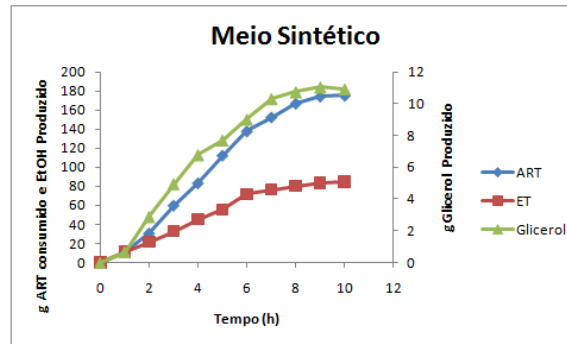


- **Materia prima: três mostos distintos a 200 g/L de ART**
  - Meio sintético a base de sacarose e extrato de levedura
  - Mel pouco esgotado
    - Pureza em ART de 65,16%, acidez sulfúrica de 5,58 g/L
  - Mel esgotado
    - Pureza em ART de 51,61%, acidez sulfúrica de 10,86 g/L

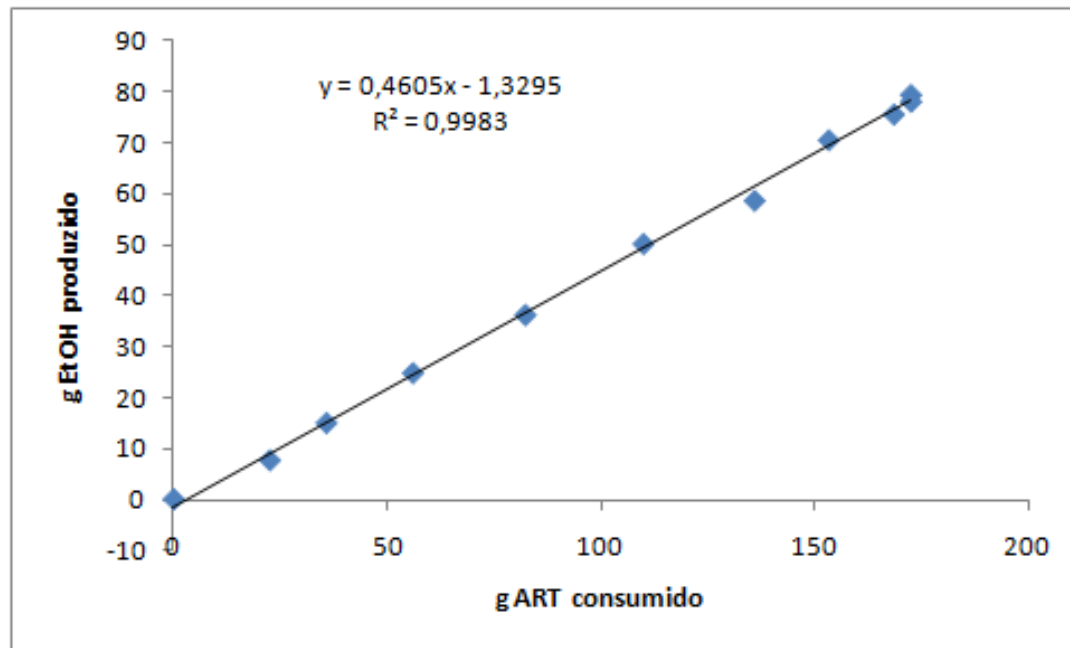
# Perfil de conversão – Substratos/Etanol



# Perfil de conversão – ART/Etanol-Glicerol



# Rendimento em etanol - Bancada

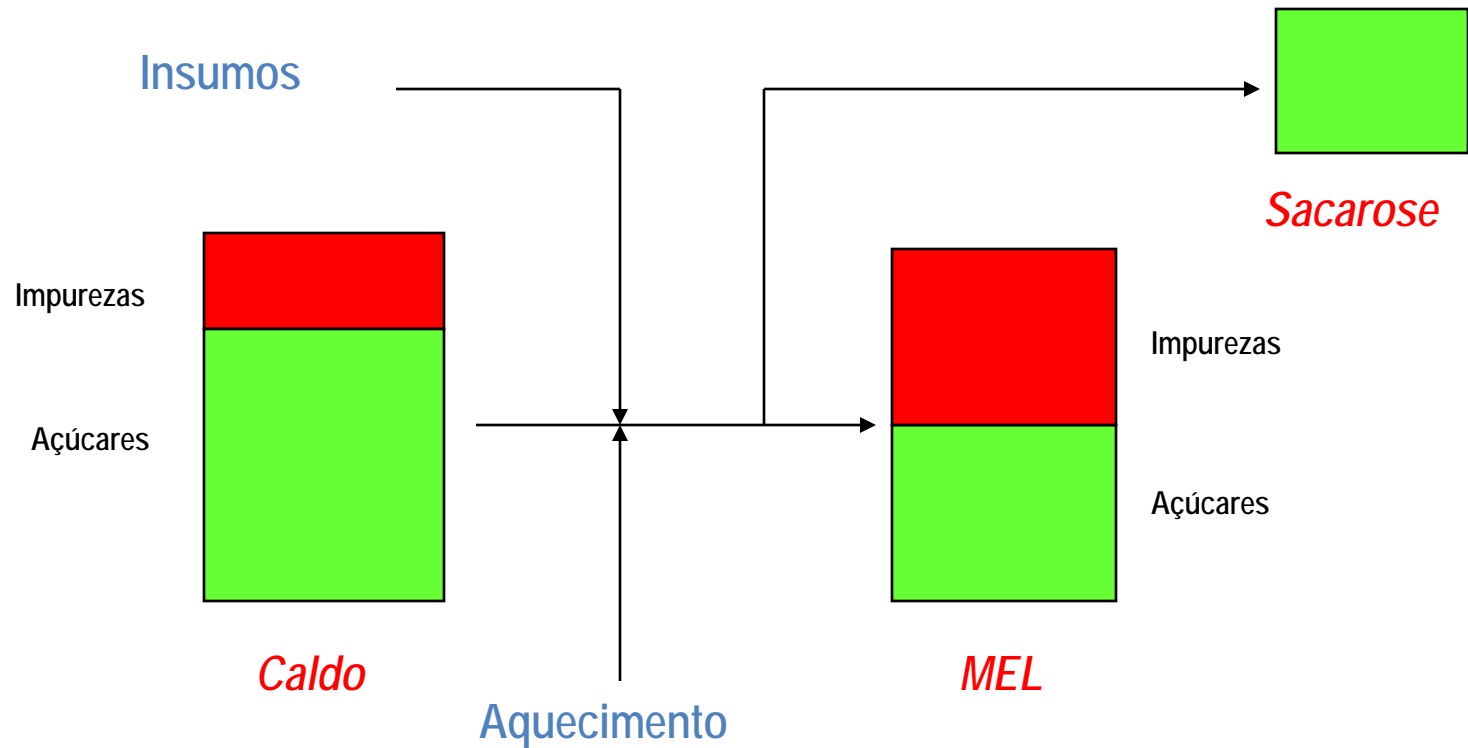


# Comparação de desempenho entre as diferentes matérias primas

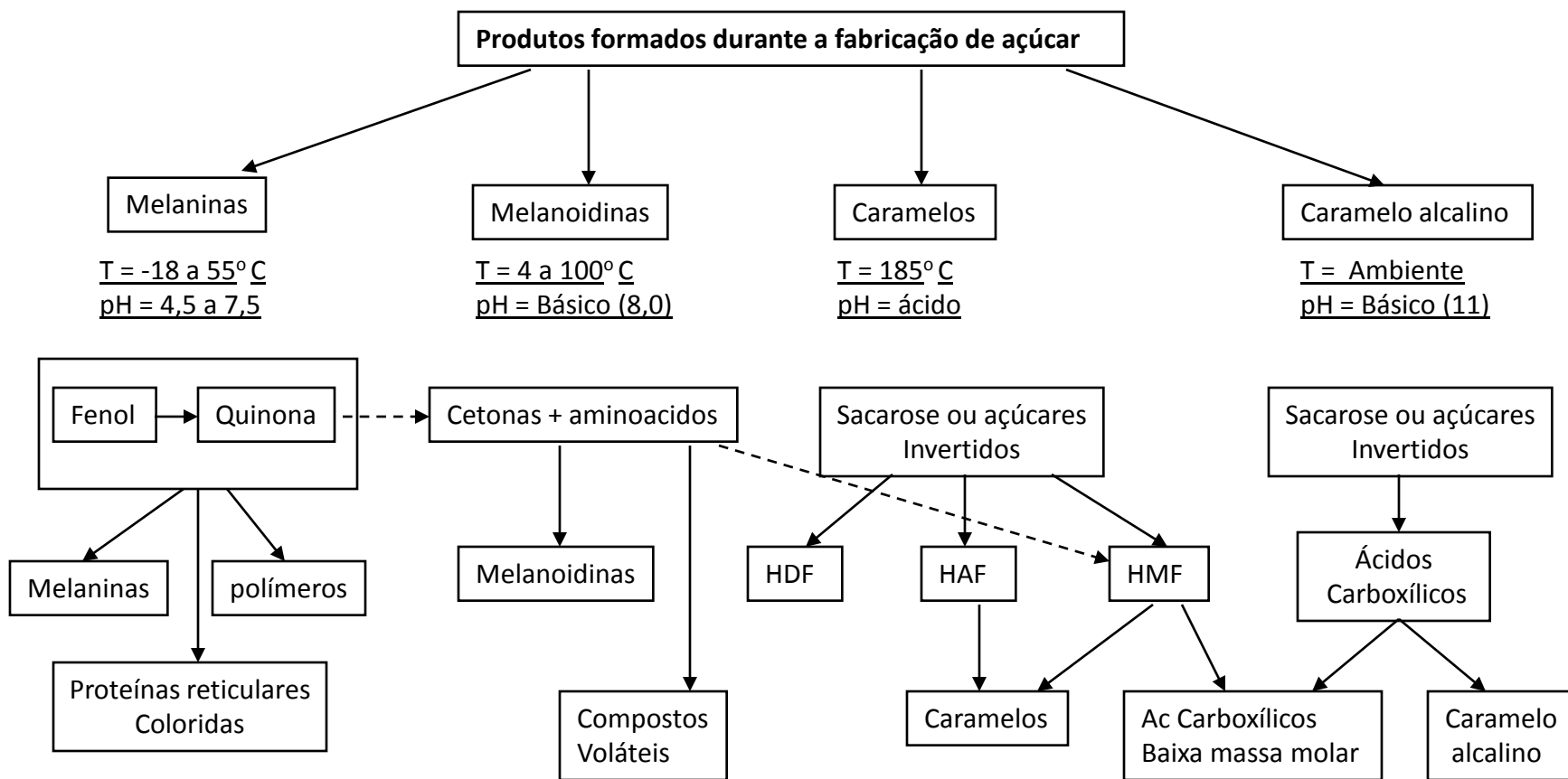
Parâmetros	Meio sintético	Mel pouco esgotado	Mel esgotado
Rend. Etanol (gEtOH/gART)	0,4616	0,4605	0,4274
Rend. Células (g MS/gART)	0,0384	0,0531	0,0393
Relação Glicerol/EtOH (gGlicerol/gEtOH)	0,1331	0,1598	0,1829
Relação EtOH/MS (gEtOH/gMS células)	11,93	8,71	10,63



# Diferenças entre mel e caldo



# Decomposição de glicose e frutose



# Nutrientes no melão

<b>Aminoácidos</b>	<b>Melaço (1) (ppm)</b>	<b>Melaço (2) (ppm)</b>	<b>Melaço (3) (ppm)</b>
ALANINA	1300	1200	1303
ARGENINA	200	200	552
ACIDO ASPARTICO	14500	11800	8517
GLICINA	500	500	329
ISOLEUCINA	Nd	Nd	331
LEUCINA	500	400	404
ACIDO GLUTÂMICO	3400	2800	2661
LISINA	100	200	198
CISTINA	900	800	Nd
METIONINA	Nd	Nd	Nd
FENILALANINA	200	200	290
TIROSINA	100	100	Nd
TREONINA	700	600	Nd
TRIPTOFANO	400	300	Nd
PROLINA	Nd	Nd	Nd
VALINA	600	500	629
HISTIDINA	100	200	Nd
SERINA	800	700	528

# Minerais no melão

<b>Minerais</b>	<b>Melão (1) (ppm)</b>	<b>Melão (2) (ppm)</b>	<b>Melão (3) (ppm)</b>
Sódio	215	237	12
Potássio	25200	23850	26420
Magnésio	1934	1773	2003
Enxofre	2381	2540	2927
Manganes	Nd	Nd	63
Zinco	Nd	Nd	94
Ferro	70	174	186
Cobre	Nd	Nd	18
Cobalto	Nd	Nd	2
Selênio	nd	nd	Nd

# Efeito do ART residual sobre o rendimento fermentativo

ARRT Residual no vinho (%)	Rendimento fermentativo (%)
0	90
0,1	89,40
0,2	88,63
0,3	88,17
0,4	87,64
0,5	86,94
0,6	86,32

Base de cálculo

-ART no mosto = 22%

-Taxa de reciclo = 0,3

# Avaliação do efeito da matéria prima sobre a fermentação

- Avaliando o efeito
  - Através do rendimento fermentativo
- Avaliando as possíveis causas
  - Conhecendo melhor a composição da materia prima empregada

# Comparação entre os valores de rendimento determinados – Safra 2010 e 2011

<i>Mês</i>	$RE_{FE(01)} (\%)$	$RE_{FE(02)} (\%)$	$RE_{CONV} (\%)$	$RE_{SUB} (\%)$
<i>Abril</i>	89,35	88,04	86,60	90,98
<i>Mai</i>	91,78	91,21	89,39	92,33
<i>Junho</i>	91,06	92,05	89,29	93,28
<i>Julho</i>	91,48	92,91	90,39	93,09
<i>Agosto</i>	90,30	91,41	89,07	93,36
<i>Setembro</i>	91,55	91,88	89,40	92,23
<i>Outubro</i>	89,10	91,52	90,33	92,08
<b><i>Média SAFRA</i></b>	<b>90,89</b>	<b>91,52</b>	<b>89,31</b>	<b>92,33</b>

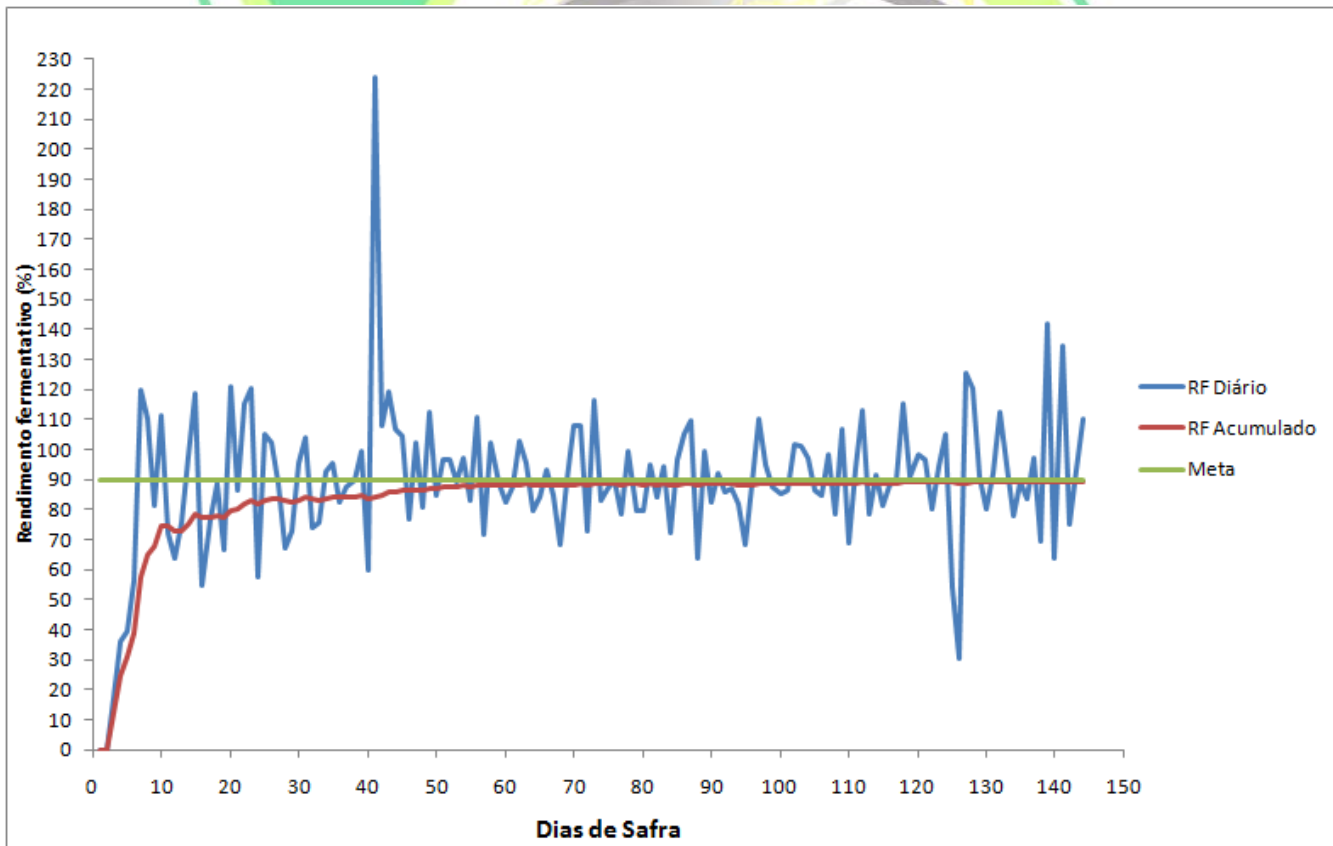
<i>Mês</i>	$RE_{FE(01)} (\%)$	$RE_{FE(02)} (\%)$	$RE_{CONV} (\%)$	$RE_{SUB} (\%)$
<i>Abril</i>	-	-	-	-
<i>Mai</i>	87,55	86,40	83,63	90,77
<i>Junho</i>	90,14	89,42	86,29	92,35
<i>Julho</i>	90,01	89,26	86,63	92,62
<i>Agosto</i>	87,12	89,28	86,58	92,62
<i>Setembro</i>	83,84	88,95	85,80	92,51
<i>Outubro</i>	84,74	87,33	85,82	92,18
<b><i>Média SAFRA</i></b>	<b>87,47</b>	<b>88,53</b>	<b>85,81</b>	<b>92,17</b>

# Rendimento Determinado por balanço global de massa

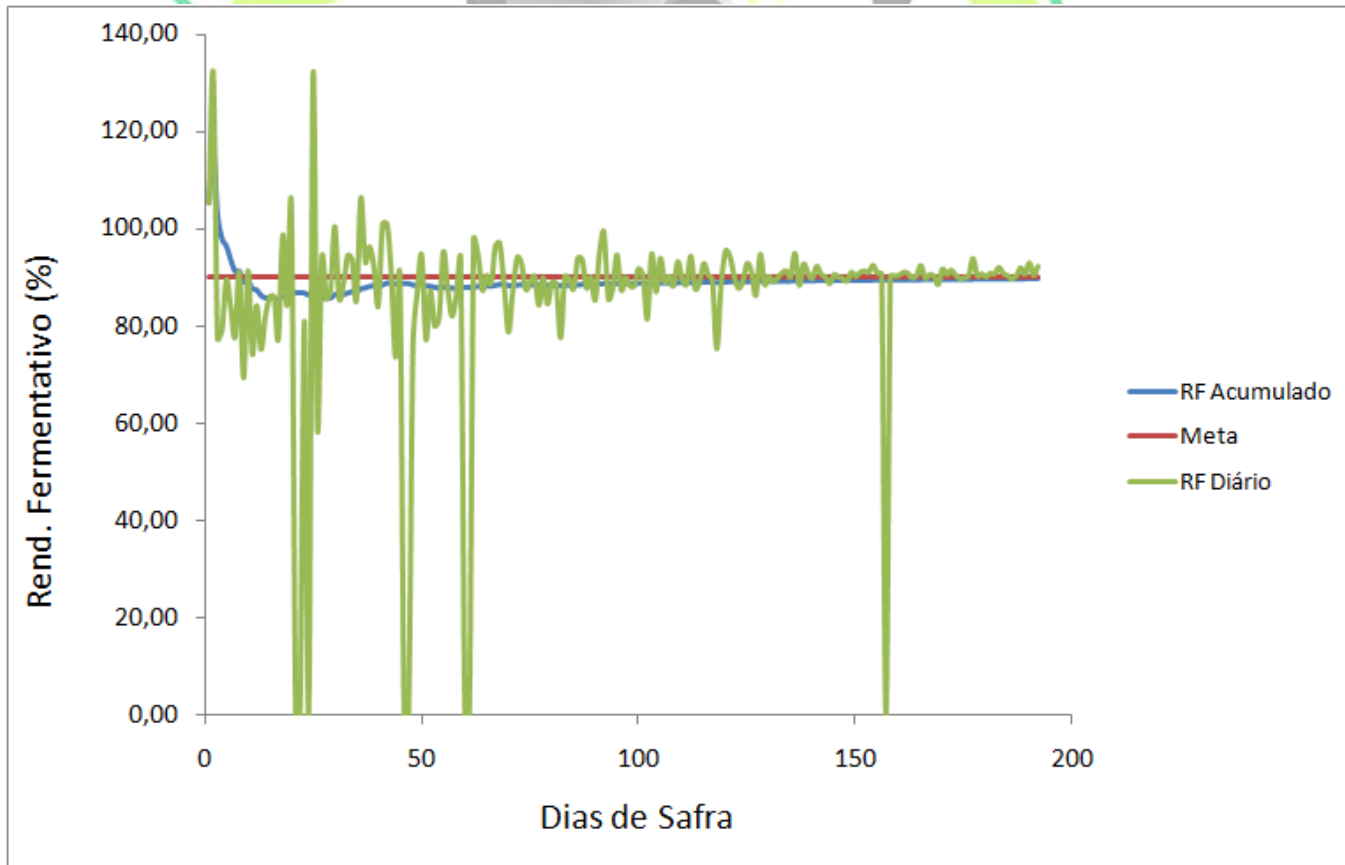
- Com volume de mosto determinado por medidores de vazão
  - Volume de mosto determinado por medição direta
  - Volume de etanol produzido a 100% determinado diretamente na produção
  - Eficiência da destilação determinado através das perdas de etanol na vinhaça e flegmaça
  - Não se utiliza material em processo



# Resultados – Safra 2011



# Resultados – Safra 2012



# Efeito do MIX de produção na eficiência industrial

- A eficiência industrial varia com o MIX de produção
  - Rendimento fermentativo menor que eficiência de fábrica
- Indicadores atuais (Rit-Stab, RTC e outros) consideram o rendimento fermentativo constante para todo o MIX de produção
- Quando se utiliza uma maior quantidade de mel, se considerarmos somente o ART no vinho, nota-se matematicamente que isto não é verdade, ou seja, com o aumento do MIX açúcar o rendimento fermentativo diminui e conseqüentemente a eficiência industrial esperada.

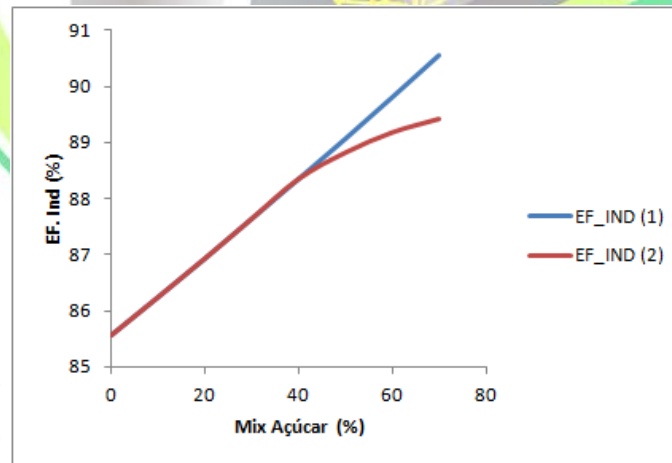
BioCentral

Tecnologia em Bioprocesso

# Efeito do MIX açúcar na eficiência industrial

MIX	EF_IND (1)	RE_FE
0	85,55	90
10	86,23	90
20	86,92	90
30	87,63	90
40	88,34	90
50	89,06	90
60	89,8	90
70	90,55	90

MIX	EF_IND (2)	RE_FE
0	85,55	90
10	86,23	90
20	86,92	90
30	87,63	90
40	88,34	90
50	88,81	89,5
60	89,17	88,5
70	89,41	86,5



# Efeito do MIX açúcar na eficiência industrial

Código Unidade	Dias de safra	Mix Produção açúcar	Eficiência Industrial Objetiva (%)	Eficiência Industrial Obtida (%)	Eficiência Industrial Relativa (%)	Rendimento fermentativo Meta (%)	Rendimento Fermentativo Obtido (%)	Rendimento Fermentativo Relativo (%)	Eficiência PA+EX+TC Meta (%)	Eficiência PA+EX+TC Obtida (%)	Eficiência PA+EX+TC Relativa (%)	Posição com base na Ef. Ind. Relativa
UN-19-005	94	51,09	87,98	<b>89,10</b>	101,27	88,50						1
UN-64-005	90	0	85,11	<b>86,06</b>	101,11	90,00	<b>89,43</b>	99,37	95,54	<b>96,47</b>	100,97	2
UN-19-004	58	57,92	88,91	<b>88,90</b>	100,00	87,92	<b>84,11</b>	95,67				3
UN-19-006	107	64,68	89,52	<b>89,09</b>	99,52	87,86	<b>87,79</b>	99,92				4
UN-18-001	63	60,88	88,96	<b>88,39</b>	99,36	88,44	<b>82,07</b>	92,80				5
UN-17-003	141	62,27	88,55	<b>87,61</b>	98,95	87,41	<b>93,22</b>	106,65				6
UN-17-002	70	63,36	87,91	<b>86,19</b>	98,05	86,94						7
UN-62-001	99	0	84,67	<b>82,81</b>	97,81	90,00	<b>94,86</b>	105,40	94,55	<b>87,70</b>	83,21	8
UN-64-003	47	0	85,11	<b>83,14</b>	97,69	90,00	<b>92,19</b>	102,44	95,04	<b>91,48</b>	89,30	9
UN-67-003	118	35,14	86,01	<b>83,89</b>	97,53	88,34	<b>100,33</b>	113,57				10
UN-14-002	95	46,29	88,20	<b>85,97</b>	97,47	88,80	<b>85,49</b>	96,27				11
UN-64-006	62	0	86,70	<b>84,38</b>	97,32	90,00	<b>89,34</b>	99,27	96,82	<b>94,74</b>	97,85	12
UN-17-001	113	40,95	87,74	<b>85,38</b>	97,31	89,00	<b>88,32</b>	99,23				13
UN-67-002	70	56,38	87,99	<b>85,37</b>	97,03	88,44	<b>83,52</b>	94,44				14
UN-16-001	83	57,98	88,77	<b>85,88</b>	96,75	87,72	<b>86,49</b>	98,60				15
UN-17-004	132	59,95	89,11	<b>86,15</b>	96,68	87,96						16
UN-66-001	50	0	86,70	<b>83,69</b>	96,53	90,00	<b>88,52</b>	98,36	96,82	<b>94,63</b>	96,21	17
UN-64-001	120	47,86	88,87	<b>85,50</b>	96,21	89,89						18
UN-19-003	30	74,95	90,03	<b>86,52</b>	96,10	87,00	<b>83,61</b>	96,10				19
UN-64-002	52	0	86,70	<b>82,47</b>	95,11	90,00	<b>89,46</b>	99,40	96,82	<b>92,75</b>	93,31	20
UN-64-004	60	0	86,70	<b>82,07</b>	94,65	90,00						21
UN-14-001	74	51,79	88,85	<b>83,73</b>	94,23	88,32	<b>83,26</b>	94,27				22
UN-67-001	132	46,57	88,83	<b>83,22</b>	93,68	88,80						23
UN-19-002	50	44,23	86,88	<b>80,93</b>	93,15	88,74						24
UN-62-002	99	62,76	89,35	<b>82,65</b>	92,50	88,08	<b>88,03</b>	99,94				25
UN-19-001	26	40,61	87,96	<b>77,83</b>	88,48	88,00	<b>85,52</b>	97,18				26
UN-16-003	49	49,34	88,40	<b>77,23</b>	87,37	88,57						27



# FIM

- Contato
- [sr.andrietta@gmail.com](mailto:sr.andrietta@gmail.com)
- [www.biocontal.com.br](http://www.biocontal.com.br)
- <http://Simad.biocontal.com.br>

- **OBRIGADO**

Biocontal

Tecnologia em Bioprocesso