



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**  
***CAMPUS PENEDO***  
**CURSO TÉCNICO SUBSEQUENTE EM QUÍMICA**

**Nilzaiane Alves Vieira**

**Parâmetros da Fermentação Alcoólica: Estudo de Caso da Condução do Processo  
Fermentativo em uma Destilaria do Estado de Alagoas**

**PENEDO, AL**  
**2022**

NILZAIANE ALVES VIEIRA

Parâmetros da Fermentação Alcoólica: Estudo de Caso da Condução do Processo  
Fermentativo em uma Destilaria do Estado de Alagoas

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

Orientador (a): Felipe Thiago Caldeira de Souza

Membros da Banca: Martha Suzana Rodrigues S. R.  
Simonise F. Amarante Cunha

PENEDO, AL  
2022



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Penedo**  
**Biblioteca**

---

V658p

Vieira, Nilzaiane Alves.

Parâmetros da fermentação alcoólica: estudo de caso da condução do processo fermentativo em uma destilaria do estado de Alagoas / Nilzaiane Alves Vieira. – 2022.

15f. : il.

Orientação: Prof. Felipe Thiago Caldeira de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Subsequente em Química) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Penedo, Penedo, 2022.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Etanol. 2. Fermentação alcoólica . 3. Parâmetros - Etanol. I. Souza, Felipe Thiago Caldeira . II. Título.

CDD: 662

---

**Maria Luzia Alexandre de Oliveira**  
**Bibliotecária/Documentalista**  
**CRB-4/2159**

**NILZAIANE ALVES VIEIRA**

**Parâmetros da Fermentação Alcoólica: Estudo de Caso da Condução do Processo Fermentativo em uma Destilaria de Alagoas**

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

APROVADO(A) EM: 19/04/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

FELIPE THIAGO CALDEIRA  
DE SOUZA:05237308457

Assinado de forma digital por FELIPE THIAGO  
CALDEIRA DE SOUZA:05237308457  
Dados: 2022.09.28 15:03:25 -03'00'

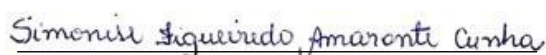
---

Prof. Felipe Thiago Caldeira de Souza  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



---

Prof. Martha Suzana Rodrigues dos Santos  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



---

Prof. Simonise F. Amarante Cunha  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

## **Parâmetros da Fermentação Alcoólica: Estudo de Caso da Condução do Processo Fermentativo em uma Destilaria do Estado de Alagoas**

### **Alcoholic Fermentation Parameters: Case Study of Conducting the Fermentation Process in an Distillery in the state of Alagoas**

Nilzaiane Alves Vieira

#### **RESUMO**

A fermentação alcoólica, processo bioquímico utilizado para produção de etanol, é realizada principalmente pela *Saccharomyces Cerevisiae* (Levedura), onde em condições anaeróbias os açúcares, como a glicose e a frutose, oriundos do caldo de cana-de-açúcar ou proveniente da hidrólise da sacarose, são convertidos por processo denominado a glicólise. Neste contexto, tem por objetivo avaliar os parâmetros fermentativos através de dados obtidos de uma unidade sucroalcooleira localizada na região do baixo São Francisco, estado de Alagoas. Os dados obtidos na safra 2020/2021 foram tabulados e estudados, comparando-os com os parâmetros encontrados em artigos e livros. De maneira geral, os parâmetros analisados estão condizentes aos dados da literatura promovendo um processo fermentativo eficiente para produção de etanol. Além disso, foi observado que os valores dos parâmetros estudados sofrem variação ao longo da safra, sendo necessário um acompanhamento eficiente para evitar problemas no meio fermentativo.

**Palavras-chave:** Parâmetros 1; Fermentação Alcoólica 2; Etanol 3; Destilaria 4.

#### **ABSTRACT**

Alcoholic fermentation, a biochemical process used to produce ethanol, is carried out mainly by *Saccharomyces Cerevisiae* (Yeast), where under anaerobic conditions sugars such as glucose and fructose (which come from sugarcane juice or from hydrolysis sucrose) are converted by a process called glycolysis. In this context, the work aims to evaluate the fermentation parameters in a distillery in Alagoas through data obtained from a sugar and alcohol plant located in the Baixo São Francisco region. The data obtained in the 2020/2021 crop year were tabulated and studied, comparing them with the parameters found in articles and books. In general, the analyzed parameters are consistent with literature data promoting an efficient fermentation process for ethanol production. In addition, it was observed that the values of the parameters studied vary throughout the season, requiring efficient monitoring to avoid problems in the fermentation medium.

**Keywords:** Alcoholic fermentation 1; Ethanol 2; Plant 3; Distillery 4.

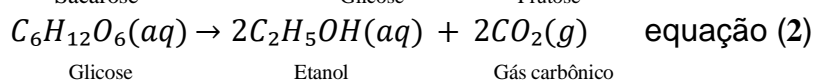
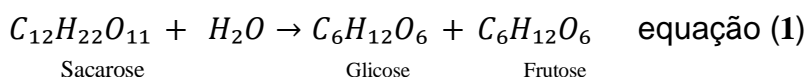
# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o maior produtor de cana de açúcar no planeta, o estado de São Paulo continua sendo o maior produtor, correspondendo a 55% da produção do país. Goiás é o segundo na lista dos maiores produtores, seguido por Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. a estimativa da safra 2020/21 de cana-de-açúcar no Brasil indica produção de 642,1 milhões de toneladas do vegetal (Clip Live, 2020).

Alagoas desempenha um papel importante no seu desenvolvimento social e econômico do estado, que se caracteriza pelo processo histórico de uso do solo, dos recursos hídricos, do investimento agrícola e da mecanização. De acordo com o Sindaçúcar - Al, a produção chegou a 18,227 milhões de toneladas de cana em crescimento de 6,9% ante a safra anterior, quando foram esmagadas 17, 037 milhões de toneladas (CanaOnline, 2022).

O Etanol produzido pelas usinas sucroenergéticas pode ser comercializado na forma anidra e hidratada. O etanol hidratado é concentrado até 96,0% de etanol e que tem aplicações para fins alimentícios, farmacêuticos, cosméticos e combustível, enquanto o etanol anidro, possui concentração mínima de etanol em 99%, com aplicações na indústria, em destaque, sendo adicionado à gasolina liberando menos monóxido de carbono para o meio ambiente (Oliveira, 2020).

A produção de etanol ocorre através da fermentação do mosto, mistura contendo açúcares diretamente fermentescíveis, na presença de microrganismos do gênero *Saccharomyces Cerevisiae*, uma levedura ou fermento, nas unidades industriais. As equações 01 e 02 apresentam a conversão da sacarose presente no caldo de cana-de-açúcar, que quando hidrolisada, é convertida em glicose e frutose pela enzima invertase presente nas leveduras e, posteriormente, transformadas em etanol e dióxido de carbono (Pacheco, 2010).



A produtividade e a eficiência de fermentação, nas destilarias de etanol, são influenciadas por variáveis do processo, tais como, temperatura, tempo de fermentação, viabilidade celular, acidez, brix, entre outras, que podem afetar a condução do processo fermentativo. Para evitar a formação de produtos indesejáveis e contaminação bacteriana durante a fermentação alcoólica é necessário um rigoroso controle na qualidade da matéria-prima, pureza do fermento, controle de pH, temperatura e limpeza dos equipamentos, evitando assim, perdas no decorrer do processo fermentativo. Esses micro-organismos indesejáveis produzem fermentações paralelas, das quais resultam substâncias orgânicas levando a diminuição da eficiência e produtividade em etanol (Alcarde,CBIE. 2020).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é verificar e fazer a comparação com a literatura os parâmetros da fermentação alcoólica, por meio de dados obtidos de uma unidade sucroalcooleira localizada na região do baixo São Francisco, estado de Alagoas durante a safra 2020/2021, avaliando seus efeitos no processo.

## 2 METODOLOGIA

Este artigo propõe verificar os resultados das análises físico-químicas realizadas em uma unidade sucroalcooleira, avaliando os parâmetros da fermentação alcoólica, conforme o Quadro 1. Os dados foram adquiridos durante a safra de 2020/2021 numa unidade industrial, localizada no município de Igreja Nova/AL. Os parâmetros estudados neste artigo foram escolhidos devido a sua importância no controle do processo fermentativo.

**Quadro 1:** Parâmetros da Fermentação Alcoólica

<b>Parâmetros</b>	<b>Ponto de coleta</b>
Acidez Sulfúrica	Mosto Fermentado
Brix	Mosto Fermentado
Viabilidade Celular	Mosto Fermentado
Brotamentos	Mosto Fermentado
Concentração de Bastonetes	Mosto Fermentado
Temperatura	Mosto Fermentado
Razão da Infecção	Mosto Fermentado

A partir dessas considerações, as análises dos resultados foram realizadas da seguinte maneira: inicialmente a tabulação dos valores das análises físico-químicas e microbiológicas determinando a média mensal, e através desta, estudo dos parâmetros da fermentação alcoólica avaliando o comportamento ao longo da safra. Desta forma, utilizando a faixa de valores ideais relatados pela literatura, foi realizada a comparação para identificar possíveis oscilações durante a condução do processo fermentativo e indicando os problemas gerados caso o parâmetro não chegasse ao valor adequado. Na seção 3, apresentamos os resultados e discussões obtidos neste estudo, seguido das considerações finais e as referências que foram consultadas para o desenvolvimento deste trabalho.

### 3 Resultados e Discussões:

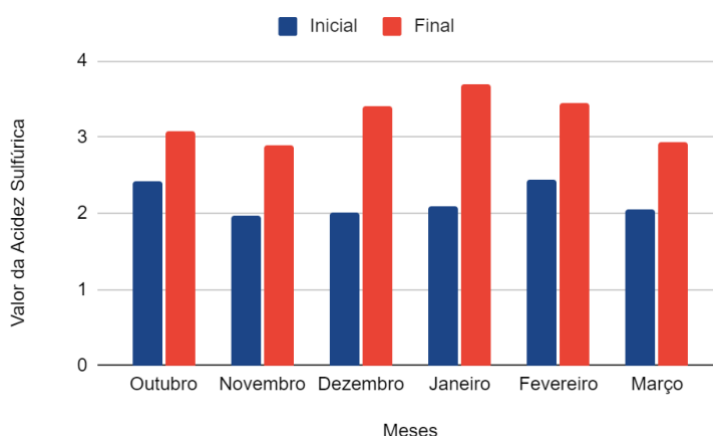
#### 3.1 Acidez Sulfúrica:

A acidez sulfúrica tem um papel importante nas fermentações, pois pode afetar a atividade das leveduras em meio ácido tornando-se parâmetro utilizado para diagnosticar a contaminação no meio fermentativo. A acidez final não deve exceder o dobro da inicial, não ultrapassando 50% da acidez inicial. Caso ocorra, provavelmente o meio fermentativo estará contaminado com bactérias indesejáveis. Na literatura, citam-se a faixa ideal entre 2,5 e 3,0 g de ácido sulfúrico/L, não deve ultrapassar 5,0 g/L (Ceccato - Antonini, 2010).

Quando se trabalha com mostos de melaço ou misto, o forte efeito tampão do mosto pode dificultar a avaliação deste parâmetro. O uso de anti-sépticos tem o objetivo de controlar os contaminantes. O ácido sulfúrico tem se mostrado o melhor controlador das contaminações.

A Figura 1 apresenta os valores da acidez sulfúrica, para o mosto de alimentação e o vinho fermentado, durante a safra 2020/2021. Os valores de acidez antes e após a fermentação mantiveram-se dentro da faixa indicada pela literatura, sendo a acidez final superior à acidez inicial. Esse aumento está relacionado à formação de ácidos orgânicos durante a fermentação alcoólica pelas bactérias contaminantes. Apesar da formação destes compostos, e conseqüentemente aumento da acidez, esses valores finais não ultrapassaram o seu limite de tolerância, sendo assim não causando contaminações indesejadas na fermentação.

Entre os valores da acidez inicial e final do mosto, observa-se que os valores variam de acordo com os meses analisados, havendo pequenas diferenças entre eles, como no mês de Janeiro, o valor final da acidez expandiu comparados com as outras médias destacadas na Figura 1.



**Figura 1:** Valores da Acidez Sulfúrica do Mosto Fermentado.

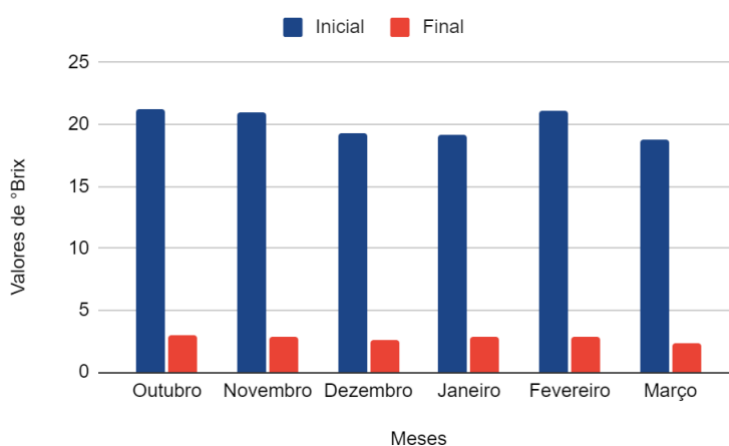
### 3.2 Brix

O Brix é o parâmetro que indica a concentração de sólidos solúveis presentes numa amostra açucarada expressa em percentagem de peso. O Brix do mosto de alimentação está na faixa de 14-25 °Brix, a depender do preparo. Observa-se que na produção do etanol, quanto maior o índice do Brix, mais está sendo eficiente o uso de concentradores de vinhaça. Esses concentradores são resíduos resultantes da fabricação do Etanol. Possui um pH ácido, uma coloração mais escura e um odor forte. Geralmente na fabricação do Etanol são resultados cerca de 10 a 18 litros de vinhaça para cada 1 litro de Etanol (Borges, 2007).

Durante o processo pode se avaliar que o índice elevado do brix o teor de água diminui, reduzindo o volume, concentrando uma maior quantidade de sólidos e podendo esse resíduo ser reutilizado de forma ecológica, sustentável e econômica. No final da fermentação alcoólica também foi determinado o °Brix, para avaliar a eficiência da conversão do açúcar em álcool pela *Saccharomyces cerevisiae* (Tessaro, 2010).

Um Brix muito alto causa uma fermentação irregular, dificultando a metabolização dos açúcares, aumentando perdas ao final da fermentação, além de promover o estresse osmótico na levedura. Quando a levedura é exposta a mostos (líquido açucarado que pode ser fermentado), ela é submetida a uma pressão osmótica, e essa exposição desencadeia uma resposta da célula contra estresse. Podendo ocasionar desvio da rota metabólica, gerando formação de compostos indesejáveis. Enquanto um Brix baixo inibe formação de etanol, e conseqüentemente, baixa eficiência da fermentação (Ceccato - Antonini, 2010).

A Figura 2 apresenta os valores do Brix do mosto de alimentação e vinho fermentado. Os valores iniciais do brix, ao serem comparados, apresentam-se dentro dos parâmetros adequados para levedura metabolizar os açúcares, ocorrendo apenas uma pequena queda no mês de março, entretanto, não causando problemas à fermentação. Para o brix final, é necessário que a dorna finalize bem a fermentação, com o valor próximo à zero.



**Figura 2:** Brix do Mosto Fermentação e Mosto de Alimentação.

### 3.3 Viabilidade Celular:

A viabilidade é, sem dúvida, um aspecto de muita importância no controle da fermentação alcoólica. De acordo com (Zanella, 2013), quanto maior for a viabilidade celular melhor será o desempenho do processo. Na literatura, foi observado que a viabilidade celular diminui continuamente em anaerobiose, mas permanece acima de 95% em aerobiose num sistema de fermentação a vácuo.

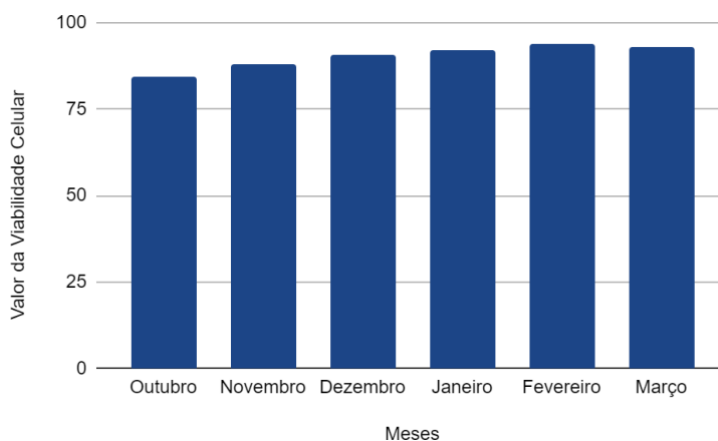
Um ensaio de viabilidade celular ou ensaio de citotoxicidade é um teste que analisa células metabolicamente ativas em uma cultura celular, a fim de avaliar sua atividade qualitativa e quantitativamente. A determinação da viabilidade celular é quantificada conforme equação 03 a seguir.(Gomes, 2019).

$$Viabilidade\ celular = \frac{Total\ de\ células\ vivas}{Total\ de\ células\ vivas + total\ de\ células\ mortas} \times 100\%$$

Os resultados médios da viabilidade celular estão presentes na Figura 3. Quando se compara os resultados obtidos no decorrer da safra 2020/2021, verifica-se que os valores obtidos não estão em conformidade com o recomendado pela literatura, em destaque para o mês de fevereiro. Quando se compara a viabilidade celular da safra, observa-se que no mês de fevereiro apresentou maior viabilidade. Sendo assim, nos meses de janeiro, fevereiro e março apresentaram os melhores valores médios.

Segundo (Ogliari, 2018), a contaminação bacteriana é um fator que pode afetar a diminuição da viabilidade celular das leveduras devido às toxinas e ácidos orgânicos excretado no meio, além disso outro fator responsável pela redução na viabilidade celular da levedura é a acidez do meio juntamente com a presença de bactérias.

O controle desse parâmetro deve ser rigoroso uma vez que, geralmente, os ambientes em que as fermentações ocorrem não são propriamente ideais para a manutenção da viabilidade celular. Viabilidade baixa indica excesso de bactérias, temperatura abaixo de 30°C, pH baixo e brix de alimentação alto (Cândido, 2012).



**Figura 3:** Viabilidade Celular do Mosto Fermentado.

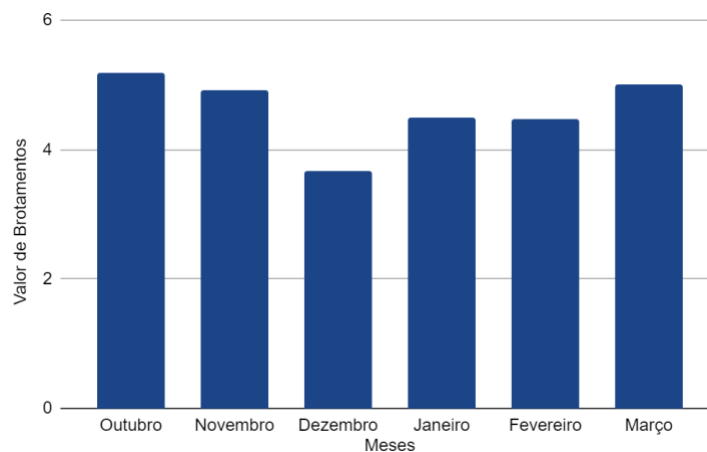
### 3.4 Brotamentos:

De acordo com (Siqueira, 2018), o brotamento corresponde à relação entre brotos vivos, total de células e o número de células viáveis ou células de leveduras, conforme equação 04 abaixo.

$$\text{Brotamento} = \frac{\text{Brotos}}{\text{Células Vivas}} \times 100\%$$

Na Figura 4, observa-se que a taxa de brotamento não apresentou tendência definida e não guarda necessariamente relação com o crescimento do fermento e nem com a viabilidade, pois, segundo (Nobre, 2007), esta é uma medida pontual e pode sofrer a crítica de que o broto demora mais ou não se desprende da célula se a condição nutricional assim induzir. Também é possível observar que as variações nos valores, entre os meses analisados, no mês de outubro obteve maior percentual. Assim, um alto índice de brotamento indica erros de controle do pH/ acidez e sua faixa ideal de brotamento fica entre 10-12%.

A Figura 4 observa-se também valores muito abaixo do recomendado, que é 10-12%, o que pode indicar que há infecção bacteriana na fermentação causando danos ao processo tais como: consumo de açúcar; formação de goma; floculação do fermento; inibição e queda da viabilidade das leveduras devido às toxinas e ácidos orgânicos excretados no meio; e, por consequência, redução no rendimento e na produtividade da fermentação.



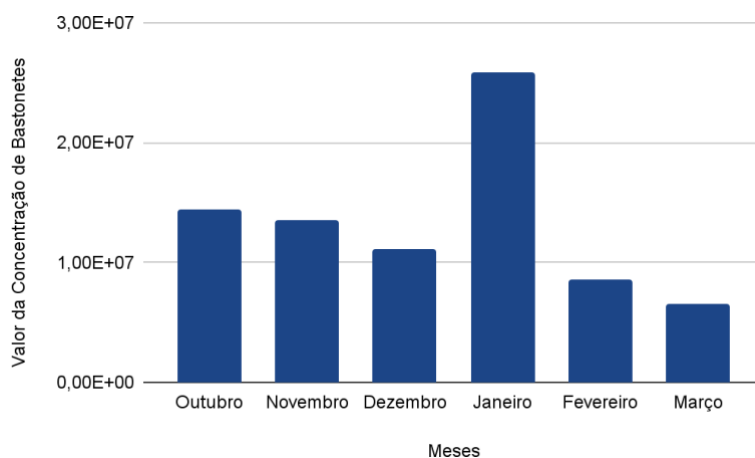
**Figura 4:** Valores do Brotamentos do Mosto Fermentado.

### 3.5 Concentração de Bastonetes:

A determinação do número e dos tipos de bactérias presentes no processo fermentativo é um parâmetro importante para o controle da infecção. O nível considerado mínimo para a prevenção de perdas e obtenção de ganhos de rendimentos é  $10^6$  bastonetes/ml, a contaminação média na fermentação é de  $10^{-7}10^8$  bastonetes/ml. Bactérias em níveis maiores que  $1,0 \times 10^6$  bastonetes/mL é suficiente para registrar um aumento na produção de ácido láctico (Rodero, 2016).

No estudo desenvolvido (Oliveira e Amorim. álcool & açúcar - nº 5), ficou evidente que os bastonetes devem ser levados em conta porque diminuem o rendimento geral da destilaria, pois quanto maior a porcentagem de bastonetes presente na fermentação alcoólica, menor o rendimento da destilaria.

A Figura 5 apresenta a concentração de bastonetes na safra 2020/2021. O valor da concentração variou bastante entre os meses, porém no mês de janeiro apresentou um valor alto comparado com os outros meses analisados. Mesmo com esse valor elevado no mês de janeiro, os parâmetros encontram-se dentro da faixa aceitável.



**Figura 5:** Concentração de Bastonetes.

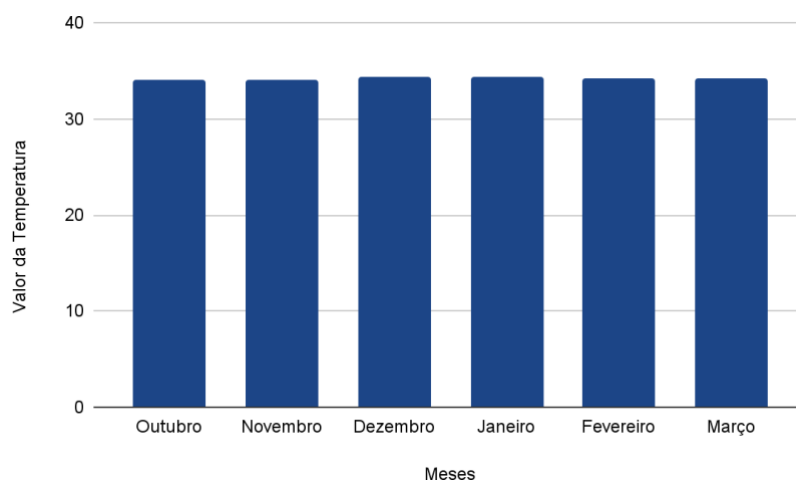
### 3.6 Temperatura:

A temperatura é um parâmetro operacional crucial devido à sua influência na conversão de açúcares em etanol. As temperaturas mais adequadas na prática industrial variam de 30 a 35°C, podendo chegar a 38-40°C. A variação de temperatura decorrente da fermentação alcoólica ocorre pelo fato do processo ser exotérmico, desta forma a temperatura é controlada utilizando-se, normalmente, trocadores de calor de placas, instalados fora das referências (Vasconcelos et al, 2010).

Os resultados médios da temperatura estão presentes na Figura 6. Quando se comparou os resultados obtidos mensalmente da temperatura, foi possível observar que não há diferenças significativas, não ultrapassando os valores recomendados pela literatura, o que é desejado para levedura, pois as elevadas temperaturas favorecem o crescimento de bactérias e a evaporação do etanol.

Temperaturas altas afetam as atividades metabólicas e o crescimento das leveduras. A maioria dos elementos celulares, como proteínas e membrana plasmática se altera quando são expostas a temperaturas acima de 30 a 35°C. Inclusive a temperatura é um dos elementos que mais contribui para uma alteração das atividades do microrganismo. Sendo assim, esse parâmetro influencia o crescimento, capacidade fermentativa e viabilidade celular das leveduras. A temperatura inclusive pode afetar a permeabilidade da membrana das leveduras. Se estiver muito baixa, diminui a velocidade de absorção dos nutrientes e de açúcar, causando um tempo de fermentação acima do esperado.

Na literatura indica que a elevação da temperatura aumenta o efeito inibidor pelo etanol, possivelmente, pelo fato de a velocidade de produção ser maior que a de difusão através da membrana. A temperatura exerce influência sobre o tempo de fermentação, a produtividade do etanol e o aparecimento de infecções indesejadas (Vasconcelos et al, 2010).



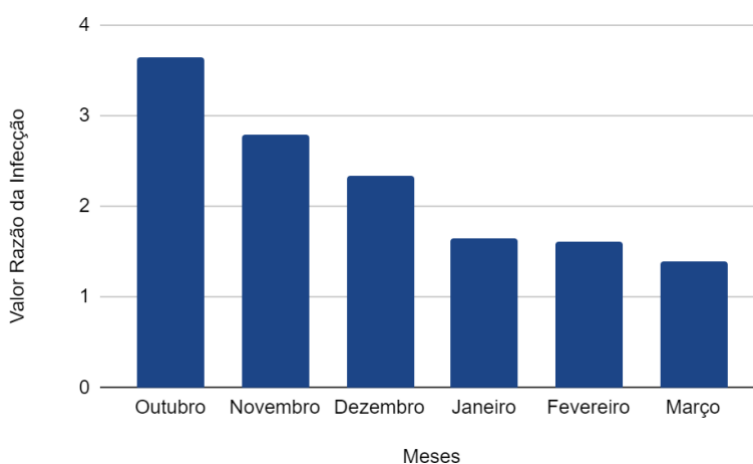
**Figura 6:** Temperatura do mosto da fermentação.

### 3.7 Razão da Infecção:

A infecção é o fenômeno pelo qual, em uma fermentação alcoólica, o número de microorganismos, que não seja a levedura selecionada, atingem níveis que são prejudiciais à produção de etanol. A diminuição da produção de etanol pode ser causada por diversos motivos, tais como consumo de açúcar pelo microrganismo infectante (praticamente todo microrganismo consome açúcar), consumo de álcool produzido (como no caso das bactérias acéticas); morte de células de leveduras por toxinas lançadas ao meio por um microrganismo infectante ou pelo excesso de ácido ou outro produto utilizado para combater a infecção; e perdas de células de levedura no fundo das dornas ou nas centrífugas causada pela floculação do fermento, devido à "goma" produzida pelas referências (Amorim, álcool & açúcar - n°5).

Na Figura 7, pode-se observar que durante os meses analisados, esses valores obtiveram elevadas alterações, no mês de outubro a razão da infecção obteve o maior valor e em seguida os valores diminuíram ao longo da safra. Assim como a acidez sulfúrica, a razão da infecção tem um papel importante nas fermentações. Os valores obtidos na figura 1 e 7 houve uma boa correlação entre os valores. Operam nas condições ótimas analisadas, entretanto apresentam níveis mais elevados. O índice aceitável da infecção deve ficar entre  $1 \times 10^6$ (dorna) -  $1 \times 10^7$ (dorna) mL (caldo), o que pode-se dizer que os valores do gráfico 7 encontram-se dentro dos parâmetros adequados.

A perda de etanol pode acontecer simultaneamente, o que ocasionaria um prejuízo ainda maior. Além desses prejuízos diretos, ainda existem os indiretos, pois, quando uma infecção se instala acima dos limites aceitáveis, o tempo de fermentação fica mais longo, devido ao abaixamento do teor de fermento nas dornas. Esta diminuição do ritmo de destilação pode causar uma diminuição de moagem e, conseqüentemente, no corte de cana, pois a perda de açúcar no campo ou no pátio da destilaria por cana armazenadas por muitas horas é fato consumado (Oliveira, álcool & açúcar - n°5).



**Figura 7:** Parâmetros Razão da Infecção.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A fermentação alcoólica consiste na atividade enzimática da levedura sobre a matéria-prima açucarada, transformando os açúcares contidos na mesma em etanol hidratado ou anidro, sendo uma das etapas mais importantes em uma destilaria.

Por meio dos dados coletados pode-se concluir que as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nessa unidade industrial para o controle e monitoramento do processo fermentativo, na grande maioria, estão dentro da faixa ideal conforme a literatura estudada.

Pode-se visualizar, a partir dos resultados, oscilações significativas dos parâmetros de concentração de bastonetes em razão de infestação ao longo da safra. Essa característica pode estar relacionada a intempéries no campo ou na indústria que acabam provocando essa oscilação.

Ao longo do processo fermentativo, vários fatores precisam ser monitorados e/ou controlados, e com esses parâmetros, podemos examinar: físico (tempo, temperatura, atividade de água, pressão, velocidade de agitação e vazão de gases e líquidos), químicos (pH, acidez, sólidos solúveis e oxigênio dissolvido) e biológicos (medida de crescimento microbiano e medida de contaminação).

## REFERÊNCIAS

- Aiza OGLIARI DE SIQUEIRA Barros. **Análise Multivariada Aplicada nas Interferências das Sobras de Açúcares Redutores Residuais Totais nas Dornas de Fermentação Alcoólica**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas Mestrado em Inovações Tecnológicas, Campo Mourão, 2018.
- Carlos Nealdo e Janylle Bezerra, **Valor da Produção Agrícola Alagoana**, Maceió - Al, 2020.
- CBIE, URV - Departamento de Engenharia Química, **Como Ocorre a Produção Industrial de Álcool e Etanol**. São Paulo, 2020.
- Dirce de Abreu, Luiz Antônio de Moraes, Edinalva Neves Nascimento, Rita Aparecida de Oliveira. **A Produção de Cana-de-Açúcar no Brasil e a Saúde do Trabalhador Rural**. São Paulo, 2011.
- Dinéia TESSARO. Andrea C. LARSEN. Rose C. DALLAGO. Simone GOMES D.. Luciane SENE e SILVA R. M. C. **Avaliação das Fermentações Alcoólica e Acética Para Produção de Vinagre a Partir de Suco de Laranja**,1 Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2 Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 3 Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2010.
- FELIPE OLIVEIRA GONÇALVES, **Avaliação da produção do etanol visando soluções para melhorar a eficiência econômica e ambiental**. Universidade Federal de Alfenas - Poço de Caldas - MG, 2020.
- Fernando SANTOS. Aluízio Borém. Celso Caldas. **Cana-de-Açúcar: Bioenergia, Açúcar e Etanol -Tecnologia e Perspectivas-** Edição 3°.
- HENRIQUE V. AMORIM, ANTONIO J. OLIVEIRA. **Infecção na Fermentação: Como evitá-la**, Álcool & Açúcar - N° 5.
- Igor L. V. de L. Santos<sup>1</sup> Carliane R. C. Sérgio L. dos Santos Paulo R. E. de Souza Maria de M. D. Maia Marcos A. de Moraes Júnior. **Avaliação dos parâmetros de transformabilidade genética de linhagens sucroalcooleiras da levedura de brotamento Saccharomyces cerevisiae**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil. Recife, 2012.
- Juliano Motta RODERO, Anielo Rodrigues, Andreia Estela Moreira Souza. **Análise da Contaminação Microbiana nas Etapas de Processamento e Fermentação da Cana-de-Açúcar de em uma Usina Sucroalcooleira**. Santa Fé do Sul - São Paulo, 2016.
- Leandro Aparecido CÂNDIDO. **Açúcar e Álcool**, Bebedouro/Alvorada do Oeste, 2012. Martina GOMES FARIAS. **Potencial da Produção de Etanol Por Leveduras Amazônicas**, Universidade do Estado do Amazonas - UEA Escola Superior de Tecnologia - Est Curso de Engenharia Química, Manaus, 2019.

MARA ELISA FORTES BRAIBANTE, Maurícus Selvero Pazinato, Thaís Rios da Rocha, Leandro da Silva Friedrich e Flávio Correia Nardy. **A Cana-de-Açúcar Sobre o Olhar Químico e Histórico: Uma Abordagem Interdisciplinar**, Vol. 35, N° 1, p. 3-10, FEVEREIRO 2013.

Roney de CALHEIROS de Novais, **Produção de Etanol e Impactos Ambientais de Seus Resíduos na Indústria Sucoenergética de Alagoas**. Ufal - Universidade Federal de Alagoas Centro de Ciências Agrárias Mestrado Profissional em Energia da Biomassa, Maceió, 2018.

SANTOS, Igor L. V. de L.; da Silva, Carliane R. C; dos Santos, Sérgio L; de Souza, Paulo R. E; Maia, Maria de M. D. de Moraes Júnior, Marcos A. **Avaliação dos parâmetros de transformabilidade genética de linhagens sucoalcooleiras da levedura de brotamento *Saccharomyces cerevisiae*** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 7, núm. 2, abril-junio, 2012, pp. 328-336 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

SANDRA REGINA CECCATO-ANTONINI, **Microbiologia da fermentação alcoólica em destilarias: A importância do monitoramento microbiológico em destilarias**. - São Carlos: EdUFSCar, 2010. 105 p. Coleção (UAB-UFSCar).

Thais de Paula NOBRE, Jorge HORII, André Ricardo ALCARDE. **Viabilidade Celular de *Saccharomyces cerevisiae* cultivada em associação com bactérias contaminantes da fermentação alcoólica**. *Ciência. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 27(1): 20-25, jan.-mar. 2007.