



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

ERICA RAIANY DE MORAIS DIAS

**CLARIFICAÇÃO DO CALDO NA USINA MARITUBA PARA FABRICAÇÃO DO
AÇÚCAR VHP**

**PENEDO, AL
2026**

ERICA RAIANY DE MORAIS DIAS

**CLARIFICAÇÃO DO CALDO NA USINA MARITUBA PARA FABRICAÇÃO DO
AÇÚCAR VHP**

Relatório de estágio supervisionado 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: Felipe Thiago Caldeira de Souza

PENEDO, AL
2026



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

664.1
D541c

Dias, Erica Raiany de Moraes.

Clarificação do caldo na usina Marituba para fabricação do açúcar VHP/ Erica Raiany de Moraes Dias. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 6,18 MB). – 2026.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

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, 2026.

1. Cana-de-açúcar. 2. Indústria sucroalcooleira. 3. Clarificação - Caldo. 4. Açúcar VHP I. Souza, Felipe Thiago Caldeira de. II. Título.

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

ERICA RAIANYDE MORAIS DIAS

**CLARIFICAÇÃO DO CALDO NA USINA MARITUBA PARA FABRICAÇÃO DO
AÇÚCAR VHP**

Relatório de estágio supervisionado 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: 02/03/2026.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
FELIPE THIAGO CALDEIRA DE SOUZA
Data: 23/03/2026 09:15:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.Dr. Felipe ThiagoCaldeira de Souza
Instituto FederaldeAlagoas - IFAL



Documento assinado digitalmente
MIRELLE MARCIO SANTOS CABRAL
Data: 21/03/2026 21:45:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.Dr. Mirelle MárcioSantos Cabral
Instituto FederaldeAlagoas - IFAL



Documento assinado digitalmente
BARBARA ELIZABETH ALVES DE MAGALHAES
Data: 23/03/2026 08:52:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª.Drª. Bárbara Elizabeth Alves de Magalhães
Instituto Federalde Alagoas – IFAL

RESUMO

A cana-de-açúcar possui grande relevância econômica mundial. O Brasil se destaca como o maior produtor e exportador global de açúcar, tornando o setor sucroalcooleiro destaque na economia brasileira. O país produz cerca de 654,5 milhões de toneladas de cana, cultivadas em aproximadamente 9,7 milhões de hectares, destinadas à fabricação de açúcar, etanol e energia elétrica renovável proveniente do bagaço. Dentre seus derivados, destaca-se o açúcar VHP (Very High Polarization), um açúcar bruto com teor de sacarose superior a 99,2° de polarização, utilizado amplamente como matéria-prima para açúcares refinados. O processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar é uma das etapas principais para remoção de impurezas solúveis, coloidais e insolúveis. Este trabalho tem como objetivo descrever o processo de clarificação do caldo, na usina Marituba, demonstrando a importância desta etapa para obtenção do açúcar VHP dentro dos parâmetros exigidos.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Tratamento do caldo; Açúcar VHP

ABSTRACT

Sugarcane is of great economic importance worldwide, and Brazil stands out as the largest global producer and exporter of sugar, a position reinforced by its strong sugar and ethanol industry. The country produces approximately 654.5 million tons of sugarcane, cultivated on approximately 9.7 million hectares, destined for the production of sugar, ethanol, and renewable electricity from bagasse. Among its derivatives, VHP (Very High Polarization) sugar stands out, a raw sugar with a sucrose content exceeding 99.2° of polarization, widely used as a raw material for refined sugars. The clarification process of sugarcane juice is one of the main steps for removing soluble, colloidal, and insoluble impurities. This work aims to describe the juice treatment process, demonstrating the importance of this step in obtaining VHP sugar within the required parameters.

Keywords: Processes; Sugarcane; Juice treatment; VHP sugar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Parque industrial da Usina Marituba.....	11
Figura 2: Fluxograma de tratamento do caldo.....	12
Figura 3: Forno e coluna de sulfitação.....	13
Figura 4: Bateria de aquecedores de caldo.....	15
Figura 5: Balão <i>flash</i>	16
Figura 6: Decantador de caldo do tipo Dorr.....	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 SETOR SUCROENERGÉTICO DE ALAGOAS.....	10
3 CLARIFICAÇÃO DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	11
3.1 SULFITAÇÃO.....	12
3.2 CALEAÇÃO.....	13
3.3 AQUECIMENTO DO CALDO.....	14
3.4 TANQUE FLASH.....	15
3.5 DECANTADOR.....	16
4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO.....	17
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
REFERÊNCIAS	19
ANEXO 1 DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE ESTÁGIO.....	20
ANEXO 2 DADOS DA ESTAGIÁRIA.....	21

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil no ano de 1520 logo após a chegada dos portugueses. Seu grande desenvolvimento é encontrado no Nordeste e Centro-Sul, por ser locais de condições favoráveis para o seu desenvolvimento sendo os principais pólos de cultivo e beneficiamento de cana-de-açúcar no Brasil (nova cana, 2025).

A cultura da cana-de-açúcar é de grande importância para o setor econômico de vários países produtores do mundo. Atualmente, o Brasil ocupa posição importante no cenário internacional na produção de açúcar a partir da cana-de-açúcar, obtendo destaque nas exportações do país, sendo reconhecido como maior produtor mundial de açúcar (Silva Filho, 2019).

A indústria sucroalcooleira é uma das principais atividades agroindustriais do Brasil com produção de 654,5 milhões de toneladas, utilizando área total agrícola de 9723,2 mil hectares, que é destinada para a fabricação de 35 milhões de toneladas de açúcar e 26,8 bilhões de litros de etanol, além da produção de energia elétrica renovável produzida a partir da queima do bagaço da cana (Conab, 2025).

Dentre os derivados da cana-de-açúcar, o açúcar VHP que significa “*Very High Polarization*” ou “Muito Alta Polarização”, em português, destaca-se nas unidades industriais, pois permite transformá-lo em outros tipos de açúcar. Esse tipo de açúcar bruto ou sem refinamento, possui alto teor de sacarose e uma polarização acima de 99,2 graus, sendo amplamente utilizado na indústria alimentícia como matéria-prima para a produção de diversos tipos de açúcar refinado, como o açúcar cristal, o açúcar refinado e o açúcar de confeitaria (Coopevales agroindustriais, 2025).

A produção de açúcar VHP envolve diversas etapas desde a preparação da cana, moagem, clarificação do caldo, evaporação, cozimento, cristalização, centrifugação e secagem. Dentre essas etapas, o processo de clarificação do caldo

carece de destaque para obter um produto nos padrões exigidos para comercialização. A clarificação do caldo consiste na eliminação das impurezas como terra, bagacilho e compostos corantes que interferem diretamente na cor do produto final.

Dentre as operações realizadas para clarificação do caldo, destacamos as etapas de sulfitação, calagem, aquecimento e decantação, utilizadas pelas usinas, a fim de obter o caldo clarificado adequado para as próximas etapas do processo de fabricação.

Nesta ótica, o presente trabalho tem como objetivo descrever o processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar, através da prática profissional realizada na usina Marituba, demonstrando a importância de garantir um caldo apto para produção de açúcar.

2 SETOR SUCROENERGÉTICO DE ALAGOAS

O estado de Alagoas é o principal produtor de açúcar na região Nordeste. De acordo com o (Sindaçúcar-AL, 2025) na safra 2024/2025 15 usinas alagoanas em operação processaram mais de 17 milhões de toneladas de cana, sendo em torno de 90% da cana beneficiada foi direcionada para produção de açúcar VHP e cristal.

A usina Caeté, Unidade Marituba (Figura 1), é uma das principais plantas industriais em operação no estado de Alagoas, localizada no município de Igreja Nova. Pertencente ao Grupo Carlos Lyra, foi projetada e idealizada em 1979 possuindo um parque industrial com capacidade de produzir açúcar VHP e refinado, etanol hidratado e anidro e geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana. Na safra 2024/2025 a usina processou em torno de 1,2 milhões, sendo uma das principais usinas do Nordeste vencendo pelo segundo ano consecutivo o prêmio do *Programa Cana IAC* de maior produtividade com modernidade na Região Nordeste.

Figura 1. Parque industrial da usina Marituba



Fonte: Autora, 2025.

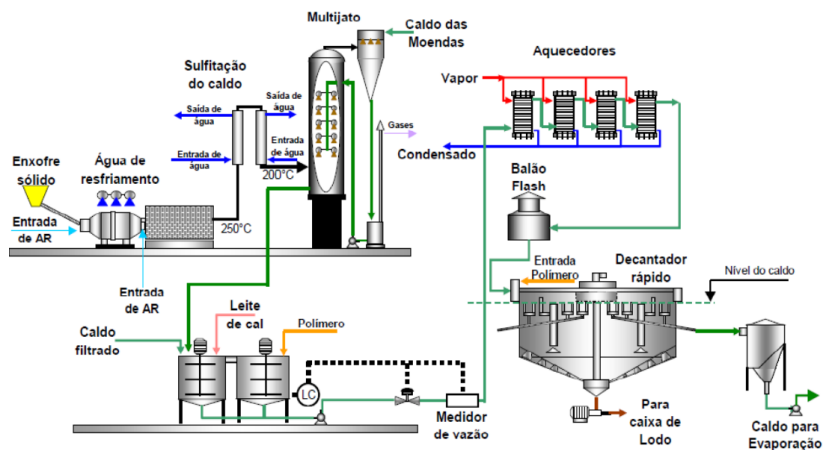
3 CLARIFICAÇÃO DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR

A tecnologia de clarificação do caldo para fabricação de açúcar utilizada atualmente no Brasil é reconhecida mundialmente por ser de baixo custo e elevada eficiência para obtenção de um caldo límpido.

A clarificação é etapa do processo cujo objetivo é eliminar grande parte das impurezas como terra, bagacilhos e compostos corantes que interferem diretamente na qualidade do caldo. Desta forma, a obtenção de um caldo límpido auxilia nas etapas subsequentes do processo de modo a produzir açúcar com parâmetros exigidos, em destaque a cor, para comercialização.

A Figura 2 apresenta o fluxograma da etapa de clarificação do caldo através da combinação de operações químicas e físicas.

Figura 2 - Fluxograma de Tratamento e Clarificação do Caldo.



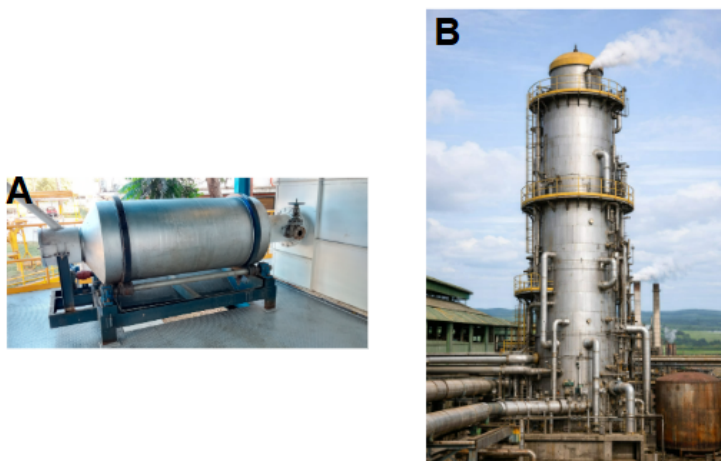
Fonte: biocon,2019.

3.1 Sulfitação

A sulfitação é a etapa de adição de dióxido de enxofre (SO_2) para redução da cor do açúcar (Payne, 1989). Além disso, tem como efeito secundário diminuir a viscosidade do caldo, que auxilia no cozimento das massas e cristalização do açúcar, auxiliar na decantação através da formação de sais como o sulfito de cálcio (CaSO_3), molécula com grande atividade superficial, e age como bactericida sobre microrganismos presentes no caldo da cana (Albuquerque, 2011).

A formação do dióxido de enxofre se dá pela combustão do enxofre elementar em um forno rotativo (Rein, 2013). O gás passa então por um resfriamento para condensar qualquer enxofre sublimado e é alimentado na base da torre de sulfitação (Figura 3), onde vai atravessar em contracorrente com o caldo, que é alimentado pelo topo e passa por pratos perfurados, absorvendo o conteúdo até chegar na base como caldo sulfitado com pH entre 3,8 e 4,3 (Ribeiro; Blumer; Horii, 1999).

Figura 3. Forno rotativo (A) e Coluna de sulfitação (B).



Fonte: Autora, 2025.

3.2 Caleação

A caleação, calagem ou defecação são sinônimos da etapa de adição de cal ao processo. É definida por Albuquerque (2011) como uma das etapas mais importantes no processo de fabricação de açúcar. O principal objetivo da calagem é elevar o pH do caldo para reduzir o fenômeno de inversão da sacarose, garantindo uma eficiência maior no processo de recuperação do açúcar (Payne, 1989). Além disso, promove a precipitação de materiais insolúveis e floculação de sólidos suspensos no caldo, assim como realçar os efeitos de diminuição de cor e turbidez do caldo provenientes da etapa de sulfitação (Rein, 2013).

A etapa consiste na adição do hidróxido de cálcio, fruto da hidratação da cal virgem (CaO) com caldo ou água (leite de cal) ou solução impura de açúcar de 12% a 16% de sacarose (sacarato de cálcio) (Albuquerque, 2011).

No método de hidratação com água, a cal é diluída em um tanque de hidratação com 2 a 3 partes de água até atingir uma concentração de 15 °Bé (graus Baumé).

Em seguida é transferido para a câmara de diluição onde atingirá entre 7 e 8 °Bé e armazenada sob constante agitação, para evitar a decantação da Suspensão (Rein, 2013). O efeito esperado é de elevar o pH do caldo até a faixa de 7,0 a 8,0.

3.3 Aquecimento do caldo

A etapa de aquecimento tem muitas contribuições ao tratamento, entre elas: elevação da temperatura acima do ponto de ebulição do caldo, para que possa haver a remoção dos gases na etapa de “flasheamento”; eliminação de microrganismos através da esterilização; aumento da taxa de reações químicas promovidas pelo agente alcalinizante; floculação e coagulação de substâncias insolúveis (Payne, 1989).

A faixa de temperatura ideal é entre 103 e 105°C, visto que temperaturas abaixo têm eficiência do “flasheamento” reduzida, enquanto temperaturas superiores podem ocasionar na queima dos açúcares, resultando em perdas. Conforme Rein (2013), temperatura acima de 60°C já é possível observar efeitos de desnaturação das proteínas e gelatinização do amido, contribuindo para a floculação destas e outras substâncias insolúveis no caldo.

Para o aquecimento do caldo é necessário baterias de aquecedores tubulares (Figura 4), compostos por uma calandra e feixe de tubos, na qual o caldo em velocidade controlada passa por dentro do tubo e o vapor de aquecimento circula o casco do trocador de calor (Rein, 2013).

Figura 4. Bateria de aquecedores de caldo.



Fonte: Autora, 2025.

3.4 Tanque *Flash*

Um processo auxiliar antes da decantação é o flasheamento do caldo sendo realizado no equipamento denominado balão *flash* (Figura 5). Neste balão, ocorre queda súbita de pressão fazendo com que o caldo ferva instantaneamente promovendo a degasagem do caldo.

Figura 5. Balão Flash



Fonte: Autora, 2025

Após o flasheamento é dosado floculante polimérico para acelerar o processo de sedimentação. Esses floculantes são substâncias que não afetam o pH do caldo, diminuem o tempo do processo de decantação, além de contribuir para um menor volume de lodo formado (Payne, 1998; Albuquerque, 2011).

3.5 Decantação

A última etapa do tratamento do caldo é a decantação onde, por sedimentação, os flocos formados em etapas anteriores vão ser retirados no fundo do aparelho, enquanto o caldo clarificado sai pela parte central-superior, pronto para ser enviado para a fábrica de açúcar. A parte mais alta fica destinada à remoção de espumas e material flotado e ocorre unicamente em decantadores do tipo bandejas (Albuquerque, 2011; Rein 2013).

É importante notar que a qualidade do caldo clarificado depende, principalmente, das etapas de tratamento químico que precedem a decantação,

sendo esta responsável pela separação física das fases líquida (caldo) e sólida (lodo) (Albuquerque, 2011; Payne, 1989).

O decantador de caldo de cana do tipo "Dorr" (Figura 6) é um equipamento industrial de decantação contínua, amplamente utilizado em usinas de açúcar no Brasil, cuja função principal é separar as impurezas sólidas (lodo) do caldo clarificado, por meio da gravidade e de um tratamento químico prévio. É um tanque circular de grande porte, frequentemente equipado com várias bandejas internas para aumentar a área de sedimentação e o tempo de residência do caldo, sem a necessidade de um tanque vertical muito alto. Possui um mecanismo raspador de fundo com acionamento central. Esse sistema move lentamente o lodo depositado para um poço central, de onde é continuamente retirado.

Figura 6. Decantador de Caldo do tipo Dorr



Fonte: semag, 2014

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

As atividades desenvolvidas no estágio são fundamentais para a formação profissional, pois permitem a aplicação prática dos conhecimentos teóricos

adquiridos ao longo do curso. Por meio dessas atividades, se desenvolve habilidades técnicas, senso crítico, responsabilidade e postura profissional, além de compreender a rotina e as exigências do ambiente de trabalho. Dessa forma, o estágio contribui significativamente para o aprimoramento das competências necessárias ao exercício da profissão e para a preparação para o mercado de trabalho.

Abaixo é descrita as atividades desenvolvidas durante o período de estágio na Usina Marituba:

1. Interpretação de boletins de safra.
2. Acompanhamento da fabricação e a importância do tratamento do caldo nesse processo.
3. Análise de água a fim de observar o pH e o teor de cloro.

Análise de Bebedouro:

fabricação;refinaria;destilaria;mecânica;tráfego;caldeira;moenda;
poço da usina; osmose; torre chile.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etapa de clarificação e tratamento do caldo da cana-de-açúcar é fundamental para garantir a qualidade do produto final. Esse processo permite a remoção de impurezas, sólidos em suspensão e microrganismos indesejáveis, contribuindo para a melhoria da cor, do sabor e da estabilidade do caldo. Além disso, a clarificação favorece o aumento da eficiência das etapas posteriores do processamento, reduz perdas e assegura maior padronização, atendendo às exigências de qualidade e segurança do setor sucroenergético.

Por fim, o estágio supervisionado foi de grande relevância para a formação técnica em química, visto que possibilitou a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso

REFERÊNCIAS

Albuquerque, Fernando Medeiros de. Processo de Fabricação do Açúcar. 3. Ed. Recife: Ed. Universitária da Ufpe, 2011.

Almeida, Lorena. Os diferentes tratamentos para obtenção do açúcar e a influência do consumo do açúcar na saúde humana. 2011

Conab. Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar. 25 de novembro de 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>.

Coopevales Agroindustriais. 22 de novembro de 2025. Disponível em: [www.coopevales agroindústrias.com.br](http://www.coopevalesagroindustrialias.com.br).

Imagem:Decantador tipo dorr .20 de dezembro de 2025.Disponível em:www.semag.com.br.

Imagem:Fluxograma de tratamento do caldo.15 de dezembro de 2025.Disponível em:www.biocon.com.br.

Nova Cana. 22 de novembro de 2025. Disponível em: www.novacana.com.br.

Payne, John Howard. Operações Unitárias na Produção de Açúcar de Cana. 2. ed. São Paulo: Nobel/Stab, 1989.

Rein, Peter. Engenharia do Açúcar de Cana. Berlin: Bartens, 2013.

Ribeiro, Carlos A. F.; BLUMER, Solange A. G.; HORII, Jorge. Fundamentos da Tecnologia Sucroalcooleira: tecnologia do açúcar. Piracicaba: Esalq, 1999.

Silva Filho, Abedenago Nillo da. Aplicação de técnicas de robustez no ajuste dos Parâmetros de um controlador de ph na produção de açúcar. 2019.

Sindacúcar-al.20 de dezembro de 2025.Disponível em :www.sindacucar-al.com.br.

ANEXO 1**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE ESTÁGIO**

Denominação Social: Usina Caeté S/A – Unidade Marituba

Nome Fantasia: Filial Marituba

CNPJ: 12.282.034/0003-67

Fundação: 30/04/1996

Endereço: Fazenda Vilarinho – AL 110, S/N – Zona Rural, Igreja Nova – AL

Fone: (82) 3558-4200

Site: www.usinacaete.com.br

Segmento: Indústria de Alimentos

Atividade principal (CNAE): Produção de Etanol, Fabricação de Açúcar e Geração de Energia.

Atividades da Indústria: Cultivo da Cana-de-Açúcar, Produção de mudas, Fabricação de Açúcar, Produção de etanol, Eletricidade e outros derivados da cana-de-açúcar.

ANEXO 2

DADOS DA ESTAGIÁRIA

Nome: Erica Raiany de Moraes Dias

Matrícula: 2022329355

E-mail:ermd1@aluno.ifal.edu.br

Fone: (82) 9 9959-6659

Curso: Técnico Subsequente em Química

Instituição de Ensino: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas –Campus Penedo

Turma e ano de conclusão: 2022.2/2024.2

1.3 Dados do Estágio

Período de execução: 22/03/2024 a 22/09/2024

Duração: 6 meses

Carga horária semanal: 20 horas semanais

Carga horária total: 400 totais

Áreas do estágio: Laboratório Industrial, desenvolvendo análises laboratoriais de todo o processo de fabricação de açúcar, fabricação do etanol, tratamento de águas industriais, qualidade da cana (sacarose) e análises de microbiologia. Foi possível compreender as técnicas de laboratório tais como segurança, cuidados no manuseio de substâncias ácidas, vidrarias e interpretação dos resultados do boletim de safra.

Supervisor: Me. Lenilson de Almeida Santos

Setor: Coordenação do Controle de Qualidade