

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL – CÂMPUS BENTO GONÇALVES

USO DE RESINA DE TROCA IÔNICA EM MOSTO BASE PARA
ESPUMANTES: UM ESTUDO DE CASO

BRENO DE SOUZA TAVARES

Bento Gonçalves, 2021.

BRENO DE SOUZA TAVARES

USO DE RESINA DE TROCA IÔNICA EM MOSTO BASE PARA
ESPUMANTES: UM ESTUDO DE CASO

Relatório de conclusão de Curso apresentado ao curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Câmpus Bento Gonçalves como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Prof.^a Dra. Giselle R. de Souza

Bento Gonçalves, 2021.

BRENO DE SOUZA TAVARES

USO DE RESINA DE TROCA IÔNICA EM MOSTO BASE PARA
ESPUMANTES: UM ESTUDO DE CASO

Relatório de conclusão de Curso apresentado ao curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Câmpus Bento Gonçalves como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Prof.^a Dra. Giselle R. de Souza

Aprovado em: 14 / 06 / 2021

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Giselle Ribeiro de Souza - Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, IFRS

Me. Bruno Cisilotto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, IFRS

Prof.^a Dra. Simone Bertazzo Rossato
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, IFRS

Bento Gonçalves, 2021.

AGRADECIMENTOS

Aos ótimos professores do Instituto Federal que transmitiram conhecimento, positividade, que incentivaram e que ajudaram durante toda a minha graduação. Em especial à minha orientadora professora Dra. Giselle Ribeiro de Souza por ter aceitado a orientação e ajudar nesta fase importante da minha vida.

Aos colegas e amigos que fiz durante a graduação, que em algum momento estiveram ao meu lado para ensinar, confortar e sorrir juntos.

A minha família pelo amor que recebi, por estarem ao meu lado sempre e fazer erguer a cabeça até mesmo naqueles momentos difíceis e de dúvidas, mostrando o meu potencial quando eu mesmo não queria enxergar.

Aos meus avós por toda a criação, amor e bons exemplos, que hoje me definem e me orientam perante a vida.

À vinícola Chandon, em especial ao Juliano Perin, pela disponibilidade de estágio e aprendizado. Demonstrando organização, sério compromisso e cuidado para com seus espumantes e colaboradores durante toda a safra da uva.

A todos o meu sincero, muito obrigado!

EPÍGRAFE

“Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que, com frequência, poderíamos ganhar, por simples medo de arriscar.”

William Shakespeare

RESUMO

A vinícola Chandon, localizada no município de Garibaldi, no Rio Grande do Sul, concentra seu foco na elaboração de vinhos espumantes pelo método *Charmat*, utilizando principalmente as variedades de uvas cultivadas na região, Chardonnay, Pinot Noir e Riesling Itália. Uma das principais características de um vinho base é possuir um baixo pH. A utilização de resinas de troca catiônica é ainda uma prática incomum na Serra Gaúcha, sendo a Chandon uma das poucas vinícolas a utilizar essa técnica. Seus impactos já comprovados mundo afora, vem sendo estudados nos últimos anos nesta região, para correção da acidez dos mostos e ao mesmo tempo, auxiliar a manter um pH baixo na bebida. Sendo assim, o presente relatório foi realizado com a intenção de descrever todas as operações voltadas para a prática da utilização de resinas de troca catiônica em mostos bases para espumantes na vinícola Chandon durante a vindima de 2021. As uvas foram prensadas com cachos inteiros (prensas pneumáticas), os mostos coletados foram clarificados a partir de flotação. Um total de 2.964 hL de mosto foram tratados com a troca catiônica (Stabymatic 500). Em laboratório, os volumes foram submetidos a análises de acidez total, pH, nitrogênio amoniacal e condutividade elétrica. Ao analisar os dados, foi comprovado o impacto sobre os compostos avaliados, como o aumento da acidez total, diminuição do pH, da condutividade elétrica e do nitrogênio amoniacal. Desta forma, a utilização de resinas de troca catiônica como prática para reduzir o pH de mostos mostrou-se, nesse estudo muito eficiente e segura, contribuindo para aumento da acidez dos mostos que exerce influência sobre a ação do SO₂ e estabilização tartárica ao longo da vinificação.

Palavras-chave: Espumante, troca catiônica, acidez, pH.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

≠	Diferente;
Al	Alumínio;
AT	Acidez Total;
atm	Atmosfera;
C ₄ H ₆ O ₆	Ácido tartárico;
Ca	Cálcio;
Cm	Centímetro;
CO ₂	Dióxido de Carbono;
Fe	Ferro;
G	Gramas;
H	Hora;
H ⁺	Íon de Hidrogênio;
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico;
hL	Hectolitro;
HCO ₂	Ácido carboxílico;
HSO ₃	Ácido Sulfúrico sem um íon de Hidrogênio (grupo sulfônico);
ISO	Organização Internacional de Padronização (do inglês, <i>International Organization for Standardization</i>);
IT	Instrução de Trabalho;
K	Potássio;
Kg	Quilograma;
KC ₄ H ₅ O ₆	Bitartarato de potássio;
L	Litro;
Meq	Miliequivalente;
mS	Milisiemens;
mg	Miligrama;
N ₂	Nitrogênio;
Nm ³	Normal metro cúbico;

NH ₄ ⁺	Amônio;
NTU	Unidade Nefelométrica de Turbidez (do inglês, <i>Nephelometric Turbidity Unity</i>);
OIV	Organização Interacional da Vinha e do Vinho (do francês, <i>Organisation Internationale de la Vigne et du Vin</i>);
PGE	Programa de Gestão Enológica;
pH	Potencial Hidrogeniônico;
R	Radical;
SO ₂	Dióxido de Enxofre.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Chandon do Brasil - Garibaldi, RS.	15
Figura 2. Composição de uma baga da uva.....	21
Figura 3. Composição de uma microesfera de resina de troca iônica.....	28
Figura 4. Resina de troca catiônica, microesferas de aproximadamente 0,6mm.	28
Figura 5. Recebimento de uvas, 1° Piso. Três pontos com tubulações no piso para encher as prensas.....	32
Figura 6. Prensas pneumáticas piso inferior. Três pontos que as uvas descem por tubulações do recebimento.	33
Figura 7. Flotador de mostos.....	34
Figura 8. Trocador iônico, Stabymatic 500.....	37
Figura 9. Painel de controle e funcionamento do Stabymatic 500.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios da acidez total para cada tipo de mosto antes e depois da troca catiônica.	42
Tabela 2. Valores médios de pH, obtidos para cada tipo de mosto, antes e depois da troca catiônica.	43
Tabela 3. Valores médios de condutividade elétrica, obtidos para cada tipo de mosto, ante e depois da troca catiônica.	45
Tabela 4. Valores médios de Nitrogênio amoniacal, obtidos para cada tipo de mosto ante e depois da troca catiônica.	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 A VINÍCOLA CHANDON.....	15
2.2 O VINHO ESPUMANTE NO BRASIL	16
2.3 O VINHO BASE PARA ESPUMANTE	18
2.3.1 Princípios	18
2.3.2 Prensa e obtenção de mosto	19
2.3.3 Clarificação do mosto.....	22
2.3.4 Fermentação Alcoólica e Malolática.....	23
2.3.5 A acidez e o pH em um vinho base.....	24
2.4 TROCA IÔNICA.....	27
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO	31
3.1 OBTENÇÃO DO MOSTO	31
3.1.1 Recebimento	31
3.1.2 Prensa.....	32
3.1.3 Clarificação	34
3.2 TROCA CATIONICA EM MOSTO	35
3.2.1 Definição de volume para tratamento e amostragem.....	35
3.2.2 Tratamento no Stabymatic 500	36
3.2.3 Coleta e destinação do mosto tratado.....	39
3.2.5 Sanitização das máquinas e instalações.....	40
3.3 IMPACTOS DA TROCA CATIONICA	41
3.3.1 Acidez total.....	41
3.3.2 pH.....	43
3.3.3 Condutividade elétrica	44
3.3.4 Nitrogênio amoniacal.....	45
4. CONCLUSÃO	47
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

ANEXO A	52
----------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

A Serra Gaúcha, localizada ao sul do Brasil, apresenta aptidão enológica para a produção de vinhos espumantes com qualidade. As características físico-químicas e organolépticas destacadas desses vinhos são devidas às condições naturais do clima e solo da região (determinam o grau de maturação da uva); a estrutura varietal, com predomínio das cultivares Chardonnay, Pinot Noir e Riesling Itália; a tecnologia de extração do mosto e elaboração do vinho base (TONIETTO, 2007; MENEGUZZO et al. 2008).

A vinícola Chandon localizada no município de Garibaldi, concentra seu foco na elaboração de vinhos espumantes pelo método *Charmat*, utilizando estas variedades em evidência, assim como, uvas de cultivares aromáticas (moscatadas) (CHANDON, 2021).

O microclima local, temperado e de noites frescas, possibilita a lenta maturação e desenvolvimento de bons níveis de açúcar e de acidez da fruta. Essas são características que, mais tarde, darão origem à fineza aromática e ao frescor do produto (CHANDON, 2021).

Todavia, com a variabilidade de cada safra, alguns parâmetros básicos como pH, acidez total e potencial alcoólico nos mostos não são alcançados durante a maturação do fruto, necessitando a complementação e correções durante o seu processamento na vinícola (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Diante disto, muitos enólogos consideram de extrema importância a correção da acidez em mostos, para ajudar a manter um pH baixo e produzir um espumante mais estável e equilibrado no momento do consumo (ZOECKLEIN et al., 1995; TOGORES, 2011).

Para o controle do pH e conservação da acidez de mostos e vinhos, podem ser utilizadas técnicas como: o fracionamento qualitativo dos mostos durante prensagem, adição de ácidos orgânicos legalmente permitidos ao mosto ou vinho, a eletrodialise e a utilização de resinas de troca iônica (TOGORES, 2011).

A troca catiônica é baseada no emprego de resinas de troca iônica (carregadas

com íons H^+), que permitem diminuir a concentração de cátions de potássio (K^+) e cálcio (Ca^{+2}) no mosto ou vinho, diminuindo a formação de sais, e conseqüentemente obtendo estabilidade tartárica. A diminuição destes cátions e a passagem de íons H^+ para o meio, contribui para baixar o pH e aumentar a acidez total; além de atuar na retirada de alguns metais presentes (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; TOGORES, 2011; CISILOTTO et al., 2020; AEB-GROUP, 2021).

A troca catiônica é uma prática pouco difundida ainda na Serra Gaúcha. Porém seus impactos já comprovados mundo afora, vem sendo estudados nos últimos anos na Serra Gaúcha, como observado nos trabalhos de Cisilotto (2017) e Cisilotto et al., 2019 b).

A vinícola Chandon, localizada no município de Garibaldi no Rio Grande do Sul, é uma das poucas vinícolas na região, que recorre a utilização da troca catiônica para baixar o pH dos mostos para elaboração de seus vinhos bases. Sendo assim, o presente relatório foi realizado com a intenção de descrever todas as operações voltadas para a prática da utilização de resinas de troca catiônica em mostos bases para espumantes; desenvolvidas no período de 13 de janeiro a 16 de fevereiro durante a safra de 2021.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A VINÍCOLA CHANDON

Em 1973 a Chandon do Brasil foi inaugurada, localizada na RS 470 no município de Garibaldi, no Rio Grande do Sul (Figura 1). Pertencendo ao grupo Louis Vuitton Moët Hennessy (LVMH), o maior conglomerado de produtos de luxo do mundo, a Chandon faz parte do mesmo grupo de *champagnes* como por exemplo Dom Pérignon, Krug, Moët & Chandon e Veuve Clicquot. Atualmente sua produção está difundida também, na Argentina, Estados Unidos, Austrália, Índia e China (CHANDON, 2021).

Figura 1. Chandon do Brasil - Garibaldi, RS.



Fonte: Autor.

A vinícola concentra seu foco na elaboração de vinhos espumantes pelo método *Charmat*, utilizando principalmente as variedades *Vitis vinífera* cultivadas na região (Chardonnay, Pinot Noir e Riesling Itália) que constituem seus *blends*, assim como, algumas variedades aromáticas (cultivares moscatadas) (CHANDON, 2021).

O sucesso de seus espumantes se deve aos minuciosos cuidados tomados nos procedimentos de elaboração, os manejos executados no vinhedo, a obtenção de uma matéria prima de qualidade e aos enólogos que por meio de suas *assemblage* conseguem um produto de alta gama e uniformidade a cada ano que passa. Para obter a qualidade reconhecida e consignada, estão em atividade desde 2012 as normas técnicas ISO 9001 que corresponde à gestão da qualidade do produto e ISO 22000 que estabelece o Sistema de Gestão de Segurança de Alimentos.

2.2 O VINHO ESPUMANTE NO BRASIL

Segundo Giovanni e Manfroi (2009), o espumante brasileiro, como produto de qualidade superior, vem sendo elaborado há alguns anos e já alcançou prestígio internacional. É o melhor produto nacional, do ponto de vista do *terroir* e da tecnologia.

O Rio grande do Sul é o maior produtor de espumantes nacionais. Em 2018, respondeu por mais de 85% da produção nacional, tendo comercializados 18,22 milhões de litros neste ano (MELLO, 2019).

A Serra Gaúcha é a região vitícola onde os espumantes brasileiros alcançam elevado nível qualitativo, devido os fatores naturais de clima e solo (RIZZON, MENEGUZZO & ABARZUA, 2000). A região tem maior aptidão para o produto devido ao seu clima mais ameno e de alta pluviometria, o que faz com que as uvas não atinjam maturação completa, apresentando acidez mais elevada e menor quantidade de açúcares. Sendo estas características importantes na produção do espumante, já que este produto tem como principais características o frescor e teor alcoólico mais baixo (VELHO, 2016).

Sendo produzidos desde início do século XX, um conjunto de viticultores e vinícolas em alguns municípios da Serra Gaúcha foram se distinguindo com uma especialização produtiva na elaboração de espumantes. Isto se deu com o desenvolvimento de técnicas de produção de uvas e técnicas enológicas que geraram um destaque local, explorando o potencial de adaptação de algumas variedades de uva nesta região específica; alcançando apreço para a elaboração de vinho base para espumantes com qualidade (TONIETTO, 2007).

O município de Garibaldi, conhecido como a Capital do Espumante, já chegou a representar aproximadamente 80% da produção de espumantes da Serra Gaúcha (RIZZON, MENEGUZZO & ABARZUA, 2000).

Conforme a legislação Brasileira, no artigo 11 da Lei nº10.970 de 12 de novembro de 2004, o Espumante, Champanha ou Espumante Natural é o vinho cujo anidrido carbônico provém exclusivamente de uma segunda fermentação alcoólica do vinho em garrafas (método *Champenoise*/tradicional) ou em grandes recipientes (método *Charmat*), com uma pressão mínima de 4 atmosferas a 20 °C e com teor alcoólico de 10% a 13% em volume (BRASIL, 2004).

Segundo Ribéreau-Gayon et al. (2006), foi no final do século XVII, que problemas no controle da pressão gerada pela fermentação levaram os vitivinicultores de *Champagne* a conceberem o seu atual sistema de separação (duas fermentações), com a primeira fermentação completa de um vinho base seco, seguido da segunda fermentação em garrafa, onde ocorre a adição de uma quantidade controlada de açúcar correspondendo exatamente à pressão de dióxido de carbono necessária.

Diante disto, espumantes são geralmente feitos em duas etapas, com exceção dos métodos *Asti*, Ancestral e Natural (uma fermentação). A primeira etapa, consiste na elaboração de um vinho base com características particulares para espumante. Na segunda etapa, o vinho base pode ser misturado conforme variedades ou safras, estabilizado a frio, filtrado e então fermentado uma segunda vez, sob pressão (RIZZON, MENEGUZZO, ABARZUA, 2000; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; TOGORES,2011).

Para Ribéreau- Gayon et al. (2006), atualmente, os processos de vinificação de espumantes em outras áreas de produção fora da região de *Champagne* são geralmente realizados com o método tradicional ou *Champenoise*, mas podem ser simplificados para reduzir custos, como nos métodos de transferência, *Charmat* e *Asti*. Embora outras variedades de uvas não tenham as mesmas qualidades e características da Chardonnay, Pinot Noir e Pinot Meunier em outras regiões vitícolas.

A denominação de origem de *Champagne* é a mais famosa e conhecida denominação de origem no segmento de vinhos espumantes. O termo “método *champenoise*” (referente ao nome da região e denominação de origem) só pode ser utilizado na elaboração de espumantes feitos nessa região. Qualquer outro espumante elaborado fora dessa denominação de origem que realize técnicas

similares deve utilizar um outro termo como por exemplo, método tradicional ou clássico (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A segunda fermentação em garrafa, apesar de simples, é tecnicamente exigente e, portanto, só se justifica para produtos de alta qualidade elaborados a partir de vinhos base finos, que possam se beneficiar do envelhecimento sobre as borras de leveduras. Como o envelhecimento prolongado não beneficia todos os espumantes e não é economicamente viável para produtos mais jovens e de consumo rápido, um processo mais simples e menos custoso é o método *Charmat* (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O método *Charmat* é uma variação da técnica, baseada sobre o método clássico (duas fermentações) e bastante difundido atualmente numa escala industrial. No caso de espumante elaborados pelo método *Charmat*, a segunda fermentação ocorre em tanques de alta pressão. O vinho posteriormente é filtrado, adicionado o licor de expedição e engarrafado sob pressão (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; GRAINGER & TATTERSALL, 2016).

Este método é também adequado para a produção de vinhos espumantes a partir de castas aromáticas como as Moscatadas; existindo inclusive o método *Asti* que atende somente a classe deste tipo de uva e preservando seus aromas e dulçor (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; CALIARI, ROSIER, BORDIGNON-LUIZ, 2013).

2.3 O VINHO BASE PARA ESPUMANTE

2.3.1 Princípios

O vinho base de espumante deve ter níveis consideráveis de acidez para conferir e manter frescor e assegurar um espumante equilibrado ao final do seu processo. Por esse motivo, as uvas devem ser colhidas um pouco antes do seu amadurecimento completo (maturação tecnológica), com aproximadamente 18 a 19,5 °Brix, preservando sua acidez essencial (FLANZY, 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A colheita e as condições de prensagem devem ser rigorosamente controladas, conseqüentemente as uvas devem ser prensadas com muito cuidado para evitar

macerações das cascas, na intenção de evitar extração excessiva de compostos fenólicos que resultem em amargor ou aromas herbáceos na bebida. No caso de *Champagne*, este cuidado é essencial ao se prensar em variedades com carga fenólica maior, como Pinot Noir e Pinot Meunier que serão misturados aos delicados vinhos Chardonnay (FLANZY, 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; TOGORES, 2011).

A colheita preferencialmente manual é seguida de uma seleção de qualquer uva com defeitos, esmagada ou apresentando podridão, na intenção de diminuir impactos negativos na integridade e qualidade do vinho base, quando comparada a colheita mecanizada. O transporte destas uvas deve ser realizado em caixas sanitizadas e com espaço limitado para evitar esmagamento e maceração das uvas e conseqüentemente, evitando qualquer líquido acumulado no fundo da caixa, que possa dar início a algum tipo de fermentação. Sendo melhor acondicionadas em locais frescos e arejados (FLANZY, 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Conforme Rizzon, Meneguzzo, Abarzua (2000), este tipo de vinho deve apresentar grau alcoólico relativamente baixo, entre 10,0% v/v e 10,5% v/v; acidez total elevada, entre 80,0 meq.L⁻¹ e 90,0 meq.L⁻¹; pH abaixo de 3,2; acidez volátil inferior a 10,0 meq.L⁻¹, açúcar total inferior a 1,5 g.L⁻¹; e teor de dióxido de enxofre total, inferior a 50,0 mg.L⁻¹.

2.3.2 Prensa e obtenção de mosto

As uvas devem ser prensadas logo após a colheita, (desengaçadas ou preferencialmente com cachos inteiros) e devem sofrer o mínimo de ação mecânica, evitando macerações, mantendo a integridade e separação das diferentes frações de mosto (FLANZY, 2002). O processo leva em torno de 4 horas dependendo do tipo de prensa e ciclos de prensagem.

Dois tipos de prensas são comumente utilizados. As prensas hidráulicas verticais, tipo cesto, foram as primeiras e são utilizadas até a atualidade. E as prensas horizontais como as pneumáticas, que atualmente estão cada vez mais difundidas, sendo usadas desde pequenos produtores até grandes vinícolas, tendo efetividade e praticidade, mantendo as prensagens delicadas e permitindo até mesmo ganho de qualidade (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

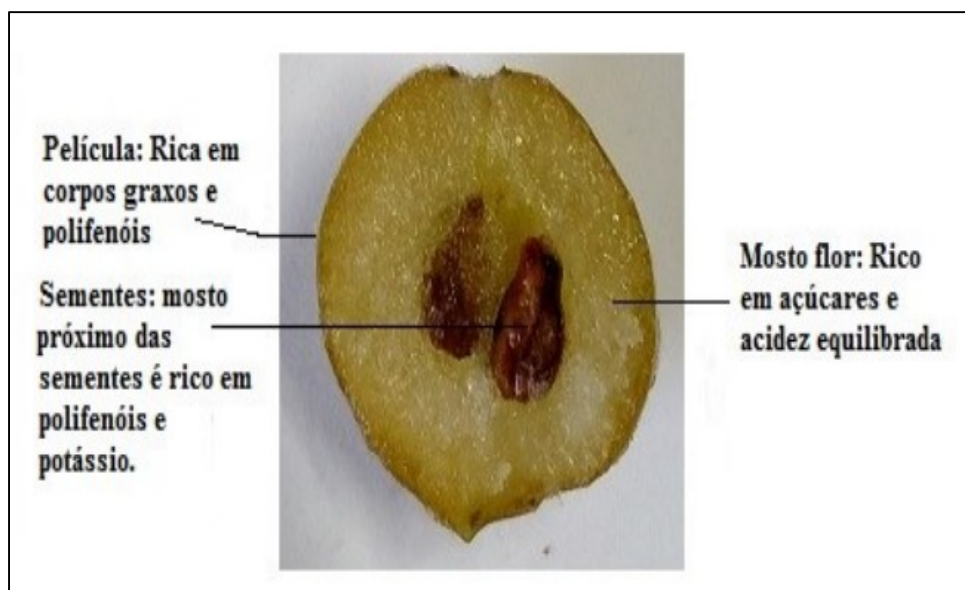
Segundo Grainger & Tattersall (2016), este segundo tipo de prensa (pneumática) é relativamente delicado e de baixa pressão. As uvas são prensadas contra todo o cilindro com canaletas de escoamento através de uma espécie de balão que é inflado por meio de ar comprimido. Uma sequência de giros e pressões é programada para cada tipo de mosto e uva, sendo possível o uso de gás inerte como N₂ ou CO₂, para eliminar o risco de oxidação do mosto.

Prensas pneumáticas são particularmente adequadas ao prensar uvas para vinificação de vinho brancos, rosés e bases para espumantes, uma vez que o processo suave diminui oxidações e ajuda a reter os aromas das uvas. Hoje em dia, prensas podem ser controladas por computador, aumentando a eficiência (GRAINGER & TATTERSALL, 2016).

Os métodos de prensagem devem ser padronizados, pois as diferentes frações do mosto refletem a maturação irregular das uvas e a composição variável da polpa. A primeira fração com pequeno volume é, em geral, desprezada por conter poeira e resíduos de defensivos agrícolas e se encontra geralmente oxidada; a próxima fração com maior volume melhor qualidade é denominada *cuvée* e as últimas frações *taille* (FLANZY, 2002).

A fração *cuvée*, extrai um mosto com equilíbrio entre a acidez (ácido tartárico) e a alta concentração de açúcares, pois extrai principalmente a região central da polpa da baga. Já a região mais próxima das sementes apresenta uma maior concentração de ácido málico e baixa concentração de açúcares, sendo mais rica em polifenóis. A parte mais próxima da película (casca), considerada a menos nobre, apresenta elevada concentração de açúcares e polifenóis, porém baixa acidez, em razão de os ácidos orgânicos encontrarem-se salificados; ambas (frações próximas a semente e película) são extraídas no final da prensagem formando o mosto *taille* (FLANZY, 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Para melhor entendimento, na Figura 2, visualiza-se as diferentes partes da baga da uva e sua composição básica.

Figura 2. Composição de uma baga da uva.



Fonte: CISILOTTO, 2017.

No Brasil, comumente a primeira fração de mosto chamada de “gota” ou “flor” é utilizada na preparação do vinho espumante de qualidade superior. Já a segunda fração, denominada de mosto “prensa” possui uma carga fenólica mais elevada, é menos ácida, por isso é comumente utilizada para elaboração de vinhos de qualidade inferior (RIZZON, MENEGUZZO, ABARZUA, 2000).

Conforme ensaios de Valade e Blanck (1989) *apud* Ribéreau-Gayon et al. (2006), no decorrer da prensagem, a acidez total diminui, assim como os níveis de ácido tartárico e málico. O conteúdo mineral e o pH aumentam, assim como o conteúdo fenólico e a intensidade da cor, enquanto o nível de açúcar permanece relativamente constante. A intensidade aromática e o requinte dos vinhos produzidos em prensas sucessivas também diminuem.

É essencial tomar muito cuidado na colheita, prensagem, clarificação e separação do mosto para maximizar a qualidade do espumante acabado (MONCOMBLE et al., 1991 *apud* RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Esses cuidados não só permitem a produção de mosto praticamente incolor com pouquíssimo sedimento (também no caso de prensagem de uvas tintas), assim como, são vitais para preservar a delicadeza e a qualidade do vinho base.

2.3.3 Clarificação do mosto

Pelos motivos citados anteriormente, o mosto deve ser clarificado imediatamente após prensado e muitas vezes, novamente após completa a fermentação alcoólica.

Os diferentes tipos de mostos ao escorrerem das prensas são coletados e bombeados para os tanques refrigerados. São adicionados sulfitos para proteção deste mosto. As doses preconizadas adicionadas às primeiras frações (mosto gota) em torno de 40 a 50 mg.L⁻¹ e de 50 a 80 mg.L⁻¹ para os mostos prensa. Para evitar a fermentação malolática a dosagem deve ser aumentada de 20 a 30 mg.L⁻¹. Alguns métodos preconizam a adição de dióxido de enxofre somente após a clarificação “*débourbage*”, pois essa técnica permite oxidar durante a prensagem e clarificação uma parte da matéria corante (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Essa oxidação pode diminuir a quantidade de polifenóis e tornar o vinho mais estável (menos oxidável). Um extremo dessa técnica é a hiperoxigenação do mosto, onde é adicionado O₂ puro antes da clarificação (CISILOTTO et al., 2019 a).

O uso de enzimas pectolíticas facilita a extração do suco, melhorando a fluidez que acelera a clarificação. Os mostos para elaboração de vinhos base de espumante normalmente contêm grandes concentrações de compostos nitrogenados, especialmente proteínas. Estas estão envolvidas em problemas de instabilidade, levando à turbidez. Alguns produtores adicionam taninos em doses de 5 g.hL⁻¹ para flocular quaisquer proteínas instáveis. A bentonita também pode ser usada para esse fim, em doses não superiores a 30 - 50 g.hL⁻¹ com auxílio de frio (RIBRÉAU-GAYON et al., 2006). Assim como o emprego de outros clarificantes como, sílica, gelatina, carvão ativado estão sendo boas opções atualmente, não só na clarificação estática a frio, mas também, através da clarificação dinâmica como a flotação. Segundo Pettinelli et al. (2020) a utilização de proteína vegetal combinada a quitina, é uma opção muito eficiente e vantajosa para flotação em mostos.

A aplicação da flotação para clarificação de mostos tem recebido bastante atenção. Esta prática baseia-se na aplicação lenta de finas partículas de um gás, geralmente o nitrogênio, em um mosto estático, associado a um agente de aglutinação. Parte da polpa e impurezas, ligam-se as partículas de gás e sobem até a superfície do mosto, sendo possível a separação do mosto limpo. Esta operação torna

a clarificação rápida e eficaz, acelerando o processo e liberando espaço nos tanques (BOULTON et al., 1996).

Segundo Rizzon, Meneguzzo, Abarzua (2000), uma das características do vinho base para espumante é apresentar estabilidade adequada, por isso não deve conter quantidade elevada de substâncias proteicas e elementos minerais (especialmente ferro e cobre, que provocam turvações). Para Grainger & Tattersall (2016), em vinhos base para espumante é particularmente importante fermentar o mosto devidamente clarificado, tanto por uma maior estabilidade, mas principalmente por ser no mosto onde se preservam os aromas varietais e desenvolvem-se os aromas e sabores produzidos durante o processo de vinificação.

2.3.4 Fermentação Alcoólica e Malolática

Tradicionalmente, a primeira fermentação alcoólica “*bouillage*” dos *Champagnes*, ocorria em barris de carvalho, em caves onde as temperaturas nunca eram superiores a 15 - 20 °C. Alguns produtores ainda fermentam seus vinhos em barris para realçar a complexidade aromática e o sabor, como os renomados produtores Krug, Alfred Gratien e os vinhos Vintage da Bollinger (GRAINGER & TATTERSALL, 2016). Segundo Togores (2011), a baixa temperatura aliada a barris de carvalho, permitiam uma maturação mais ampla sobre as “borras” das leveduras, o que auxiliam na persistência de espuma nos espumantes.

No entanto, atualmente a maioria dos vinhos base são fermentados em tanques revestidos ou, principalmente, de aço inoxidável, pois são fáceis de manter a temperatura baixa, higienizar, entre outras vantagens. A importância da fermentação lenta com temperatura controlada é fundamental para evitar desvios metabólicos e preservação dos aromas primários, ocorrendo por leveduras selecionadas *Saccharomyces cerevisiae* (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006, TOGORES, 2011).

É de extrema importância a transformação de todo açúcar em álcool, portanto, a fermentação alcoólica deve ser acompanhada diariamente através da medida da densidade, teor de açúcar e da temperatura do mosto. Quando necessário, para alcançar o grau alcoólico desejado, é permitido efetuar a correção do mosto com sacarose (chaptalização) ou mosto concentrado, assim como, a nutrição através da

correção de nitrogênio prontamente assimilável, garantindo uma fermentação estável (RIZZON, MENEGUZZO, ABARZUA, 2000).

Segundo Boulton et al. (1996), o nitrogênio é um elemento essencial na vida das leveduras, fazendo parte da constituição da célula. O nitrogênio assimilável encontrado nos mostos é basicamente constituído por nitrogênio amoniacal (mineral, formado pelo cátion NH_4^+) e aminoácidos. Conforme o mesmo autor, mostos pobres em nitrogênio (normalmente clarificados) necessitam a realização de uma adição exógena para levar ao término da fermentação.

A metabolização de aminoácidos pela levedura, no início da fermentação, é importante pois esses são precursores, por exemplo, dos álcoois superiores. Uma menor concentração de aminoácidos supõe uma menor concentração de seus respectivos ésteres (BOULTON et al., 1996). Assim como a correção da fração nitrogenada durante a fermentação alcoólica evita o aparecimento de aromas enxofrados desagradáveis nos vinhos (TOGORES, 2011).

Outro ponto a se considerar, é a fermentação malolática, realizada por bactérias lácteas nos vinhos. Uma vez que a transformação do ácido málico em ácido láctico tem interferência na acidez final, assim como nas características aromáticas. Nem sempre é fácil iniciar a fermentação malolática em vinhos com acidez muito elevada e é essencial ajustar o teor de SO_2 e a temperatura para esse fim. Algumas vinícolas optam por não realizar esta fermentação, mantendo assim o caráter frutado e frescor pronunciado, como no caso das bases de espumante (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; GRAINGER & TATTERSALL, 2016).

2.3.5 A acidez e o pH em um vinho base

A enologia utiliza diferentes conceitos de acidez e possui muitas variáveis que as distinguem: acidez total titulável, acidez volátil, acidez fixa e acidez real (potencial hidrogeniônico - pH). Cada acidez possui distinta importância em relação ao equilíbrio físico-químico e organoléptico do vinho. A acidez total representa a acidez determinada pela neutralização química das funções ácidas dos ácidos orgânicos e inorgânicos não dissociadas na solução, sendo determinada a partir da titulação com hidróxido de sódio. A acidez volátil constitui parte da acidez total, é composta por todas

as formas livre e salificadas dos ácidos voláteis, sendo o ácido acético o principal ácido desta classe presente no vinho. A acidez fixa é obtida através da subtração da acidez total menos a acidez volátil. Por último, a acidez real que é expressa pelo pH, equivale a concentração de funções ácidas livres no vinho, ou seja, a concentração de íons H^+ estritamente responsáveis pela acidez (TOGORES, 2011).

Segundo Zoecklein et al. (1995), os níveis de acidez e pH do mosto e do vinho são parâmetros importantes. Como acontece com qualquer sistema biológico, o pH está envolvido em uma multiplicidade de interações. A concentração de íons de hidrogênio (H^+) é conhecida por ter efeitos significativos de intensidade de cor, taxa de oxidação (dificulta a ação de enzimas polifenoloxidase), estabilidade de proteínas, estabilidade do bitartarato e palatabilidade geral (DE ÁVILA, 2002 *apud* CISILOTTO, 2017).

A concentração de íons de hidrogênio também desempenha um papel importante na atividade microbiana no mosto e no vinho. Geralmente, quanto mais baixo o pH, menos provável é a chance de crescimento de bactérias e leveduras de deterioração. Este fenômeno não é exclusivamente devido ao efeito inibitório do íon hidrogênio, mas também está relacionado com a concentração de agentes antimicrobianos, como dióxido de enxofre, ácidos sórbico e fumárico, cujas frações ativas são mais eficazes em valores de pH mais baixos (ZOECKLEIN et al., 1995; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

O índice de pH também influencia na estabilidade proteica e tartárica. Com relação a estabilização proteica, o pH mais baixo tende a promover uma precipitação mais rápida de frações instáveis. Neste caso pode-se levar em consideração a redução de clarificantes, a partir deste ponto. A salificação do ácido tartárico em sua forma correspondente ao bitartarato e tartarato, é dependente de pH; então a estabilização tartárica, também está intimamente ligada ao pH (ZOECKLEIN et al., 1995; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

No Brasil, o método oficial utilizado para avaliar a acidez total e definir o ponto de neutralização do mosto ou vinho é realizado através da titulometria com hidróxido de sódio, utilizando como indicador fenolftaleína, ou com um pHmetro até a titulação chegar a pH 8,2 (BRASIL, 1986). Este método determina H^+ livre e qualquer ácido não dissociado que possa ser neutralizado pelo hidróxido de sódio. O índice de pH, em comparação, é uma medida de H^+ livre presente na solução e é uma medida de

atividade de íons. Como tal, o pH depende não apenas da concentração de ácidos presentes no sistema, mas também de seus graus relativos de dissociação ou atividade (ZOECKLEIN et al., 1995).

Segundo Ribéreau-Gayon et al. (2006), a acidez total titulável em vinhos pode ser expressa em meq.L⁻¹ ou em g.L⁻¹ de ácido sulfúrico ou ácido tartárico. Os mostos e os vinhos possuem diversos tipos de ácidos como: ácidos inorgânicos (ácido fosfórico), ácidos orgânicos (ácido tartárico, málico, cítrico, láctico e outros), ácidos voláteis, bem como os aminoácidos, cuja contribuição para a acidez total não é muito bem conhecida. A participação de cada tipo de ácido para a acidez total é determinada pela sua força, que define seu estado de dissociação, bem como o grau em que se combinou para formar sais (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Por diversos fatores, a acidez dos mostos e vinhos vem diminuindo ao longo dos anos, e cada vez mais se faz necessário correções para se manter o equilíbrio gustativo e aumentar a estabilidade dos vinhos (BLOUIN; PEYNAUD, 2004). Diante disto, muitos enólogos realizam a correção da acidez em mostos, para ajudar a manter um pH baixo durante a fermentação, produzir um produto mais estável e equilibrado sensorialmente (ZOECKLEIN et al., 1995; TOGORES, 2011).

Uma das formas de reduzir o pH é o emprego do ácido, uma vez que, não é metabolizável quando comparado com o málico e cítrico; é encontrado em maior concentração e é o ácido mais forte encontrado naturalmente nas uvas. Desta forma os enólogos alcançam a meta de redução do pH, sem uma acidez total excessivamente alta (ZOECKLEIN et al., 1995). Quando realizada tal prática, a instabilidade do meio deve ser considerada, uma vez que precipitações ocorrerão pela presença de minerais no mosto, entre outros fatores (TOGORES, 2011).

Outras técnicas de controle do pH e conservação da acidez dos mostos e vinhos, podem ser recorridas, como o fracionamento qualitativo dos mostos (separação das diferentes frações do suco durante a prensagem), o controle da fermentação maloláctica; e a utilização de técnicas mais dinâmicas como a eletrodialise e as resinas de troca catiônica, que estão sendo estudadas, testadas e discutidas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; TOGORES, 2011).

2.4 TROCA IÔNICA

As primeiras tentativas de criar aplicações enológicas para trocadores de íons datam da década de 1950. Essas técnicas foram totalmente rejeitadas na época, primeiro pela França e depois por recomendação da OIV (*Organisation Internationale de la Vigne et du Vin*) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Ao passar dos anos, foram evidenciados os benefícios da utilização de resinas de troca iônica (catiônica), para estabilização tartárica de vinhos por eliminação parcial de Ca^{2+} e K^+ , podendo também, serem empregadas para a redução do pH ao adicionar íons (H^+) e possível prevenção da case férrica, reduzindo íons férricos (Fe^{3+}) (TOGORES, 2011).

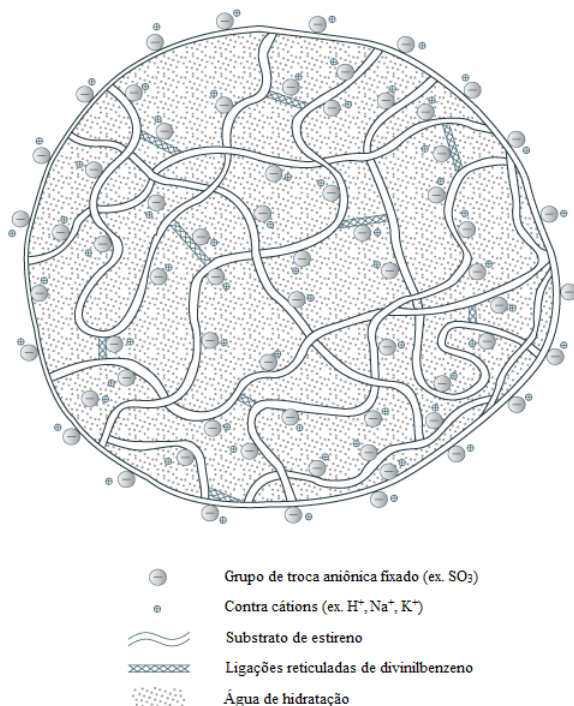
Em 2012, a OIV autorizou o uso da resina catiônica em mostos e vinhos, para estabilização tartárica, aumento da acidez total (redução do pH). No ano seguinte, em 2013, o regulamento do parlamento Europeu (n° 144/2013) foi modificado conforme o codex enológico internacional da OIV (OIV, 2012 a; OIV, 2012 b).

No Brasil, o uso de resinas em mostos e vinhos é regulamentado pela RDC n° 123/2016, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (Brasil, 2016).

Sendo testada mundialmente a muitos anos, porém recentemente com aplicação em mostos bases de espumantes no Brasil, foi evidenciada a eficiência do emprego de resinas de troca iônica na redução de pH, aumento da acidez, diminuição de metais e tornando os mostos mais estáveis perante a oxidações (CISILOTTO, 2017; ALVES, 2018; CISILOTTO et al. 2019 b; CISILOTTO et al., 2020).

Segundo Ribéreau-Gayon et al. (2006), a troca catiônica ou troca iônica é realizada usando resinas de polímeros insolúveis, ativadas com vários grupos funcionais. O material polimerizado é geralmente baseado em uma mistura de estireno e divinilbenzeno. O radical ativo das resinas catiônicas é geralmente ácido tipo sulfônico (HSO_3), mas o ácido carboxílico (HCO_2) também pode ser usado (Figura 3).

Figura 3. Composição de uma microesfera de resina de troca iônica.



Fonte: Adaptado de AEB-GROUP *apud* CISILOTTO, 2017.

As resinas catiônicas são fortemente encapsuladas conferindo uma elevada estabilidade químico-física, além de resistência mecânica, apresentam-se como microesferas de aproximadamente 0,6 mm (Figura 4) (AEB-GROUP, 2021).

Figura 4. Resina de troca catiônica, microesferas de aproximadamente 0,6mm.

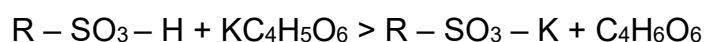


Fonte: Autor.

Segundo Boulton et al. (1996) trocadores de resina iônica são comumente dispostos de colunas cilíndricas verticais contendo uma “cama” de resina. São operados em um modo cíclico de modo que quando os íons de troca forem esgotados, um ciclo de regeneração é iniciado.

No caso dos trocadores catiônico, a regeneração pode ser realizada com o ácido sulfúrico (H₂SO₄). Este ácido irá fixar íons H⁺ que realizam a troca com cátions presente no vinho (minerais), ocasionando uma acidificação (tornando ácidos salificados em ácidos livres) e conseqüentemente, uma queda significativa no pH e ao mesmo tempo uma redução no cálcio e potássio, tornando-o estável diante da precipitação tartárica (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; TOGORES, 2011).

Como exemplo, temos reação a seguir, da troca de íons do bitartarato de potássio muito presente nos mostos e vinhos e objeto da estabilização tartárica (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).



Ribéreau-Gayon et al. (2006), também enfatizam, que no caso da troca de cátions, as leis de afinidade devem ser consideradas:

- A facilidade de troca aumenta com a valência dos íons presentes no meio (K⁺ < Ca²⁺ < Al³⁺). Isto significa que, os íons bivalentes do vinho, tais como cálcio e magnésio, são fixados na resina preferencialmente em relação aos íons monovalentes de sódio e potássio;
- Se dois íons têm a mesma valência, a facilidade de troca aumenta com o número atômico. O potássio é fixado, preferencialmente, ao sódio e, o cálcio, preferencialmente, ao magnésio.
- No caso de metais pesados, presentes no vinho sob a forma de complexos, a capacidade de fixação depende da estabilidade (constante de dissociação) do novo complexo formado pelo metal pesado e o trocador

Além das modificações químicas relacionadas com a acidez dos mostos e vinhos, alguns pontos devem ser levados em consideração referente a utilização de resinas de troca catiônica. Um deles é a possível modificação do perfil aromático dos vinhos, ocasionando uma maior concentração de determinados álcoois superiores e

diminuição da formação de alguns ésteres e acetatos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; CISILOTTO, 2017; CISILOTTO et al., 2019 b).

As resinas de troca iônica também possuem impacto direto sobre os compostos nitrogenados do mosto, além dos cátions de potássio, cálcio e magnésio. A maioria dos aminoácidos e várias vitaminas são cátions do mosto (CISILOTTO, 2017; CISILOTTO et al., 2020). A prática pode levar a deficiências de nutrientes, sendo necessário correções futuras, por adições de sais de amônio, tiaminas e biotinas (BOULTON et al., 1996). Impactos também observados por Cisilotto et al. (2020), ao testar mosto para base de espumantes, o autor constatou a diminuição do nitrogênio amoniacal com o tratamento de passagem pela resina catiônica. Este composto analisado teve reduções significativas, interferindo diretamente na cinética de fermentação.

Diante disto, recomenda-se que o tratamento de troca catiônica seja aplicado a aproximadamente 10 - 20% do volume total de mosto ou vinho. O vinho tratado é então misturado ao restante não tratado (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

3.1 OBTENÇÃO DO MOSTO

Durante a safra de 2021, desenvolvida no período de 13 de Janeiro a 16 de Fevereiro, a vinícola Chandon processou aproximadamente 2,06 milhões de quilos de uvas. Entre as variedades não aromáticas, cv. Chardonnay, Pinot Noir, Riesling e as aromáticas cv. Moscato Canelli, Malvasia de Cândia e Moscato Branco, sendo obtido um total de 14.460 hectolitros (rendimento de aproximadamente 70%) de vinho base para espumante.

3.1.1 Recebimento

Na Vinícola Chandon, a preocupação com a qualidade da uva é muito grande. Como parte da produção é adquirida de terceiros, a preocupação se torna maior. Desta forma, a empresa possui uma política que permite que os produtores tenham acesso aos seus técnicos, a fim de atingirem a melhor qualidade possível das uvas.

As uvas foram recebidas gradativamente, conforme seus níveis de maturação. Proveniente de produtores locais e vinhedos próprios da vinícola. Os cachos de uvas são recebidos em caixas de 20 Kg. Ainda no caminhão, passam por uma análise visual do seu estado de sanidade e maturação, seguido de uma coleta de 50 mL de mosto para amostragem da carga. No local, são mensurados o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e álcool potencial (%), ambos por refratrometria, e acidez total por titulometria.

Estando a carga nos padrões desejados, o caminhão é liberado para a balança, pesado e descarregado com auxílio de empilhadeiras para a plataforma de recebimento.

O recebimento é dividido em 3 linhas de processamento, com aberturas dispostas no piso onde se coloca um funil para coletar as uvas. As caixas são

tombadas manualmente por colaboradores. Por gravidade, os cachos inteiros são destinados através de uma tubulação para dentro de uma das três prensas pneumáticas no andar inferior ao recebimento. A Figura 5, ilustra as três linhas de recebimento no piso, e o caminhão na balança sendo descarregado, para posterior processamento.

Figura 5. Recebimento de uvas, 1º Piso. Três pontos com tubulações no piso para encher as prensas.



Fonte: Autor.

3.1.2 Prensa

A vinícola Chandon conta com 3 prensas pneumáticas da marca Vaslin Bucher® (França), com capacidade de 10.000 Kg para uvas inteiras e 23.000 Kg de uvas desengaçadas. Estão dispostas no subsolo, abaixo da linha de recebimento, sendo cada uma alinhada com respectivo lugar de recebimento disposto no piso superior (Figura 6).

Figura 6. Prensas pneumáticas piso inferior. Três pontos que as uvas descem por tubulações do recebimento.



Fonte: Autor.

As prensas são operadas por colaboradores da vinícola, seguindo a Instrução de Trabalho Nº 01 do Programa de Gestão Enológica (PGE), para operação de alimentação das prensas com uvas inteiras.

Uma vez finalizado o enchimento das prensas, são programados os ciclos de prensagem, conforme a IT Nº 02 do PGE para fracionamento de mostos. As programações são diferentes para cada variedade de uva. Num modo geral a prensagem direta realizada na Chandon, fraciona os primeiros volumes para obtenção de mosto gota, exercendo pressões entre 0 - 0,8 atm e pressões máximas de até 1,6 atm para obtenção dos mostos prensa.

Cada prensa possui um coletor de mosto independente. O mosto escorre para uma mastela que é ligada a bombas enológicas que destinam os líquidos de cada prensa separadamente até os tanques de desborre, desta forma dando continuidade na linha de processamento. Durante a coleta dos mostos, diretamente nas mastelas, são adicionados 2 mL.hL⁻¹ de enzima pectolítica para uvas não aromáticas e 4 mL.hL⁻¹ para aromáticas. O dióxido de enxofre é adicionado através do bissulfito de amônio, sendo dosado de 4 - 8 g.hL⁻¹, dependendo da sanidade da uva.

3.1.3 Clarificação

A equipe do desborre realiza todas as instalações e preparações dos tanques que recebem os mostos, bombeados das mastelas. Sendo estes separados em tanques, por variedades e por diferentes frações de mosto (gota e prensa). Desta forma, cada tipo de mosto, recebe um tratamento específico. Os tanques possuem sistema de controle de frio, sendo que todos os mostos são mantidos a uma temperatura média de 10 °C, para conservação e auxílio da clarificação por flotação dos mostos.

Fechado o volume de cada tanque (previamente ao tratamento de flotação), são coletados 375 mL de mosto para análises físico-químicas, como: acidez total, pH, densidade, álcool provável, SO₂ livre e total. Neste mesmo momento, uma amostra de 500 mL é coletada e congelada para contraprova de cada lote, conforme IT N°35 do PGE.

Após a retirada das amostras é realizado a clarificação dos mostos utilizando o flotador da marca EnoVeneta® (Itália) (Figura 7), a flotação foi realizada para todos os mostos recebidos seguindo a IT N°34 do PGE, para operações com o flotador.

Figura 7. Flotador de mostos.



Fonte: Autor.

Foram utilizados clarificantes com dosagens diferentes de acordo com cada tipo de mosto e variedade de uva, conforme a IT N° 09 do PGE. Para a adição de sílica e gelatina, foi dosado de 5 - 9 g.hL⁻¹ de gelatina, juntamente com 50 mL.hL⁻¹ de sílica a 30%, para todos os mostos. Para mosto flor e prensa da cultivar Pinot Noir foi também adicionado 10 g.hL⁻¹ de carvão ativado. Em mostos com maior carga fenólica foram utilizadas técnicas de microoxigenação, conforme IT N°38 do PGE e hiperoxigenação, conforme IT N°07 do PGE. O gás nitrogênio para realizar a flotação foi dosado de 0,8 - 1,0 Nm³.h⁻¹.

Uma vez confirmada a clarificação (análise de NTU abaixo de 80), aproximadamente 40 minutos após a flotação, todos os mostos foram destinados aos tanques e piletas de fermentação. Cada tanque ou pileta recebe diferentes lotes, porém sendo separados por variedade e tipo de mosto (gota ou prensa). Durante este momento o enólogo com os dados do pH e acidez total de cada lote, define quais mostos possuem a necessidade de ser destinado ao tratamento com as resinas de troca catiônica, para baixar o pH e posteriormente se necessário, correções complementares com ácido tartárico.

3.2 TROCA CATIÔNICA EM MOSTO

3.2.1 Definição de volume para tratamento e amostragem

O enólogo precisa definir o volume de mosto a passar pelo tratamento de troca iônica. Essa decisão técnica leva em consideração as condições da safra, a variedade da uva, o estado de maturação, o tipo de mosto e o vinho que se deseja obter. Sendo assim, considerando estas variáveis, o enólogo se baseia a partir dos dados analíticos de pH e acidez total mensurados anteriormente (citados no item 3.1.3), para ponderar as médias de volumes necessários a uma efetiva redução do pH no volume total do tanque.

Uma vez definido o volume a passar pela troca iônica, é coletado uma amostra do tanque de origem (375 mL) e conduzida ao laboratório para a realização das análises complementares de nitrogênio prontamente assimilável e condutividade elétrica em cada batelada.

Previamente ao tratamento com as resinas de troca catiônica, são registrados os volumes de mosto (hL) remanescente no tanque de fermentação e o volume de mosto destinado ao tratamento. Estes dados são importantes posteriormente ao tratamento, pois ao reconstituir as frações de mosto tratado e não tratado, é realizada uma média ponderada levando em consideração os resultados de pH ou acidez total e os volumes de cada fração. Desta forma o enólogo ao ponderar os dados do volume final saberá se há necessidade de mais tratamentos para este mosto.

Na vinícola Chandon, a utilização de resinas de troca catiônica é realizada em mostos prensa ou mostos obtidos de uvas com uma maturação mais elevada, pois, normalmente esses mostos possuem baixa acidez, maior quantidade de minerais e maior índice de pH. Os enólogos da Chandon adotam como padrão para seus vinhos base um pH próximo a 3,2. Sendo assim, a partir da primeira análise do mosto são definidos aqueles mostos que prontamente após *débourbage* irão ser destinados ao tratamento com as resinas.

3.2.2 Tratamento no Stabymatic 500

Na Chandon, a troca iônica com as resinas ocorre no equipamento de nome comercial Stabymatic 500 da empresa AEB® (Itália). O equipamento foi desenvolvido para a estabilização tartárica; seu funcionamento é baseado no emprego de resina de troca catiônica de nome comercial pH-Stab 2.0® (AEB®), que permite diminuir os sais de K^+ e Ca^{+2} no vinho através da troca iônica, deixando-o mais estável. A diminuição dos íons eletropositivos contribui para baixar o pH e aumentar a acidez dos mostos e vinhos tratados (AEB-GROUP, 2021).

O trocador iônico Stabymatic 500 (Figura 8) possui duas colunas de resina iônica separadas, permitindo o tratamento cíclico, onde enquanto uma coluna realiza a troca iônica, na outra coluna ocorre a regeneração da resina, fazendo com que ocorra uma sequência contínua, permitindo o tratamento de aproximadamente 30 hL.h⁻¹ a cada ciclo.

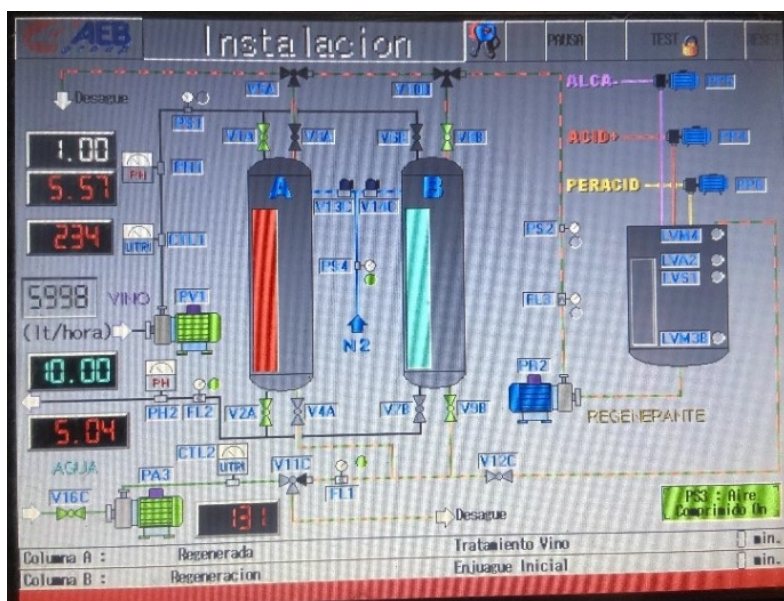
Figura 8. Trocador iônico, Stabymatic 500.



Fonte: Autor.

O equipamento possui uma central de controle, acessado por um monitor com uma programação estabelecida pelo fabricante; contém ciclos pré-definidos automáticos, semiautomáticos e manuais (Figura 9). Todas suas funções são padronizadas, assim como volumes de água utilizados no enxague, os volumes de solução com ácido para a regeneração das resinas e volumes de mosto, independente do ciclo.

Figura 9. Painel de controle e funcionamento do Stabymatic 500.



Fonte: Autor

Seguindo a IT N°33 da PGE, para troca catiônica em mostos e vinhos, ao iniciar o tratamento, no primeiro ciclo, a máquina realiza um enxague com 630 L de água, até passar continuamente em contracorrente por uma das colunas (A), contendo resina catiônica. Posteriormente, por pulso de ar comprimido é realizado o descarte desta água de enxague.

Dando continuidade ao ciclo, inicia-se a preparação da solução regenerante com 325 L de água e 50 L de ácido sulfúrico a 32,5% (Faxon Química®) em um tanque acoplado a máquina; em fluxo concorrente esta solução com concentração de 4,5% de ácido sulfúrico, recircula pela resina catiônica da coluna (A) durante 20 minutos, retornando a sua forma ácida carregada de íons de H⁺, através dos grupos sulfônicos.

Após a etapa de regeneração da resina iônica, a solução é descartada e um novo enxague da coluna é realizado, novamente com 630 L de água.

Após, inicia-se o tratamento do mosto, passando em fluxo concorrente pela coluna (A). Cada ciclo permite o tratamento de 30 hL de mosto por coluna durante 1 hora até esgotamento da resina (desconsiderando os tempos de enxague). Em seguida o mosto é recolhido em um tanque pulmão. Finalizando este ciclo, a máquina esvazia sua coluna com o restante de mosto por pulsos de ar comprimido. Assim, conclui-se e define-se um ciclo de tratamento de troca catiônica.

Após 5 minutos do início deste tratamento do mosto na coluna A, o Stabymatic 500, inicia simultaneamente, todo este mesmo ciclo descrito, agora na coluna B. Sendo assim, finalizado o tratamento de mosto em uma coluna, logo em seguida foi possível tratamento em outra coluna e assim sucessivamente.

3.2.3 Coleta e destinação do mosto tratado

Os volumes de cada lote são coletados em um tanque pulmão instalado a saída do trocador iônico, sendo registrado o volume total de mosto tratado e coletados 375 mL de amostra desta parcela, para análise da acidez total, pH, nitrogênio amoniacal e condutividade elétrica (métodos analíticos do item 3.2.1). Estes valores obtidos para os volumes após a troca, possibilitam ao enólogo comparar os impactos do tratamento e permitem, através de média ponderada, mensurar os valores teóricos de cada tanque de fermentação antes da reconstituição das frações tratadas e não tratadas. Desta forma, o enólogo também identifica a necessidade de mais tratamentos do volume caso necessário, ou por questões de logística, pode optar pela complementação com acidificação através da adição de ácido tartárico.

Para a realização desta média ponderada, usando o pH e a acidez total como exemplo, são necessários os valores do pH e da acidez total de cada fração de mosto tratado e não tratado (p_1 e p_2) e os volumes correspondentes a cada uma destas frações (x_1 e x_2)

Exemplificando a média aritmética ponderada ao misturar mosto tratado e não tratado, utilizamos a seguinte fórmula da média ponderada:

$$Mp = \frac{p_1 \cdot x_1 + p_2 \cdot x_2 + p_3 \cdot x_3 + \dots + p_n \cdot x_n}{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i \cdot x_i)}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

No dia 16 de janeiro, de um volume de 15.300 L de mosto de Pinot Noir com pH inicial de 3,39 e acidez total inicial de 5,90 g.L⁻¹ (expresso em ácido sulfúrico), 6.000 L deste mosto foram destinados para o tratamento de troca catiônica. Esse volume de 6.000 L foi tratado em dois ciclos de 3.000 L.h⁻¹ cada. Os demais 9.300 L

(mosto não tratado) permaneceram no tanque de fermentação. Após o tratamento com as resinas, o mosto apresentou um pH de 2,85 e AT de 7,30 g.L⁻¹.

Ao reconstituir os volumes correspondentes de mosto tratado (6.000 L) e não tratado (9.300 L), o seu pH e acidez total ponderados foi de 3,18 e 6,45 g.L⁻¹, respectivamente. Desta forma, o enólogo definiu que não haveria necessidade de mais tratamentos, uma vez que o valor de pH estava próximo ao desejado. Assim posteriormente as frações foram misturadas.

Uma vez completo um tanque de fermentação com os distintos lotes de mosto, uma amostra é submetida a novas análises físico-químicas para obtenção dos dados reais de cada tanque. Esse procedimento é realizado em todos os tanques antes de iniciar a fermentação alcoólica.

3.2.5 Sanitização das máquinas e instalações

Referente aos tanques e instalações como mangueiras e linhas fixas, quando usados para o tratamento de mostos, os enxagues são realizados diariamente antes e após o uso, utilizando-se somente água quente. Quando utilizadas tais instalações para mostos em fermentação alcoólica ou vinho com fermentação malolática, qualquer mangueira, conexão e tanques são sanitizados com a recirculação de hidróxido de sódio a 5%, como desincrustante, seguido de uma solução de ácido peracético a 1%, para desinfecção e neutralização de quaisquer resquícios do hidróxido de sódio.

Referente ao trocador iônico Stabymatic 500, diariamente após tratados todos os volumes, realiza-se um enxague das colunas e tubulações com água, sendo que as colunas contendo as resinas, ao final do trabalho devem permanecer cheias de água (hidratadas), o que evita o ressecamento das resinas.

A cada 10 ciclos de tratamento por coluna a máquina realiza uma limpeza alcalina pré-estabelecida em sua programação. A máquina utiliza seu tanque acoplado, para preparar a solução alcalina com 325 L de água da e 18 L de hidróxido de sódio a 50%. Isso serve para retirar resíduos e incrustações da resina. Esta solução com concentração de 2,6% de hidróxido de sódio, circula em contracorrente, durante 20 minutos. Após, a solução é descartada e realizado um enxague com 630 L de água.

Uma vez finalizada a limpeza alcalina, os novos ciclos de tratamento catiônico devem começar a partir da regeneração ácida.

Para um maior controle dos processos e atender as normas internas de segurança alimentar, a vinícola Chandon adota planilhas de controle diário da sanitização de pisos, tanques, linhas e equipamentos.

3.3 IMPACTOS DA TROCA CATIÔNICA

Ao total foram tratados 2.964 hL de mosto, equivalendo a aproximadamente 98 ciclos de troca iônica. Este volume equivale a aproximadamente 20 % do volume total de vinho base elaborado na safra 2021.

Como já comentado, a troca catiônica na vinícola Chandon é utilizada única e exclusivamente para baixar o pH dos mostos. Diante disto, foram analisados os impactos de relevância para a obtenção de um vinho base de espumante de qualidade, a partir da visualização dos dados analíticos obtidos no laboratório da vinícola, tais como: pH, acidez total, Nitrogênio amoniacal (para correção) e condutividade elétrica, para controle da efetividade dos tratamentos da troca de íons.

Para interpretação dos impactos da troca catiônica, foram considerados somente os dados analíticos das frações tratadas por troca catiônica, sobre seus valores antes e após o tratamento; desconsiderando a parcela de mosto remanescente no tanque a qual foi reconstituída posteriormente. Uma vez que, alguns mostos foram corrigidos complementarmente pela adição de ácido tartárico, interferindo na avaliação dos impactos da troca. Os dados obtidos de todos os mostos estão dispostos no anexo A.

3.3.1 Acidez total

Dentre os impactos observados, mediante as análises realizadas, a acidez total e o pH possuem maior relevância ao enólogo, uma vez que, estes são os objetivos do tratamento.

Numa média ponderada do volume total de 2.964 hL de mostos, definidos para tratamento com as resinas de troca catiônica, foi observado uma acidez total média

de 4,42 g.L⁻¹ (expresso em ácido sulfúrico), antes do tratamento. Ao submeter os mostos ao tratamento, houve um aumento considerável da acidez total média para 6,08 g.L⁻¹. A Tabela 1 mostra os valores médios de acidez total, separados por variedade de uva ou fração e seus respectivos volumes tratados.

Tabela 1. Valores médios da acidez total para cada tipo de mosto antes e depois da troca catiônica.

Variedade ou Fração	Volume Tratado (L)	AT	AT	AT
		Antes (g.L ⁻¹ *)	Depois (g.L ⁻¹ *)	Aumento (g.L ⁻¹ *)
Aromáticas**	89.650	3,91	5,62	1,71
Chardonnay	32.800	4,76	6,39	1,62
Pinot Noir	61.950	5,86	7,45	1,58
Riesling Itáliaico	55.800	3,93	5,48	1,55
Mostos Prensa	56.200	3,95	5,74	1,79
Total	296.400	4,42	6,08	1,66

* Valores expressos em ácido sulfúrico.

** Moscato Canelli, Malvasia de Cândia e Moscato Branco.

Fonte: Autor, adaptado de Anexo A disponibilizado por Chandon.

Ao analisar os dados, constata-se o aumento da acidez total dos mostos tratados, sendo sua eficiência variável perante a variedade da uva e tipo de mosto. Foi possível observar um maior aumento da acidez total (diferença entre antes e depois) para os mostos prensa e variedades aromáticas.

Com o aumento de cátions, especificamente o potássio e o cálcio, principalmente nos mostos prensa, ocorre uma redução dos teores de ácido tartárico, em suas frações livre (formação dos sais de tartarato). Desta forma, este tipo de mosto apresenta uma diminuição da acidez total e elevação do pH (RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; ABARZUA, C. E., 2000; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Sendo assim, explica-se a maior efetividade do tratamento sobre os mostos com maiores quantidades de minerais, uma vez que são os minerais a serem retirados pela troca catiônica, liberando os ácidos salificados, que farão parte da acidez total novamente.

Segundo Togores (2011), teoricamente a adição ao mosto de 1,0 g.L⁻¹ de ácido tartárico é capaz de elevar a acidez total em 1,0 g.L⁻¹ expressa em ácido tartárico ou 0,65 g.L⁻¹ quando expresso em ácido sulfúrico. Considerando somente os valores e

volumes tratados pela troca catiônica; ao analisar o volume total tratado, possuindo um aumento médio de $1,66 \text{ g.L}^{-1}$ (expresso em ácido sulfúrico). Seria necessário a adição de $2,54 \text{ g.L}^{-1}$ de ácido tartárico para tal aumento na acidez, levando em consideração a massa molar dos ácidos envolvidos.

Visto que foram 2.964 hL de mosto tratados por troca iônica, seriam necessários aproximadamente 753 Kg de ácido tartárico para obter um resultado aproximado, caso fosse optado por este meio de acidificação. Estes valores são teóricos, uma vez que foi desconsiderada a fração que se salifica na prática.

3.3.2 pH

Ao analisar os valores médios do pH, foi observado um pH inicial médio de 3,49 antes do tratamento. Ao submeter os mostos ao tratamento de troca catiônica, obteve-se uma redução de pH para 2,73 (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de pH, obtidos para cada tipo de mosto, antes e depois da troca catiônica.

Variedade ou Fração	pH Antes	pH Depois	pH Redução
Aromáticas*	3,42	2,50	0,92
Chardonnay	3,40	2,70	0,70
Pinot Noir	3,36	2,76	0,60
Riesling Itálico	3,45	2,72	0,73
Mostos Prensa	3,82	3,07	0,74
Total	3,49	2,73	0,76

* Moscato Canelli, Malvasia de Cândia e Moscato Branco.

Fonte: Autor a partir de Anexo A, disponibilizado por Chandon.

Foi possível observar o impacto sobre o pH dos mostos tratados, que acarretou uma considerável redução, o que é compreendido pela transferência da troca de íons de H^+ e redução da quantidade de cátions. A maior taxa de redução observada, ocorreu nos mostos de uvas aromáticas, enquanto o tratamento que obteve menor impacto no pH foi nos mostos de Pinot Noir.

Como já citado no item 2.3.5, é conhecida a importância do pH sobre diversos fatores nos mostos, como: ação contra microrganismos, onde o pH determina a resistência do vinho a alterações microbianas; a intensidade da cor, influenciando a coloração das antocianinas; o sabor; o potencial de oxirredução, estabilidade sobre cassetes; potencial de solubilidade de ácidos salificados, como o bitartarato; sobre a atividade enzimática, incluindo algumas responsáveis pela oxidação (ZOECKLEIN et al. (1995).

Dentre diversos benefícios é muito importante ressaltar a ação do pH baixo sobre o desenvolvimento de microrganismos e aumento da fração antisséptica do dióxido de enxofre (SO_2), possibilitando a redução de doses deste conservante ao longo da produção de vinhos nesta faixa de pH. (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; BLOUIN e PEYNAUD, 2006). Sendo que em um meio de pH mais baixo há maior fração molecular livre de SO_2 , frações estas que atuam diretamente sobre ação microbiológica (DE ÁVILA, 2002 *apud* CISILOTTO, 2017).

A relação entre o SO_2 ativo (molecular) e o SO_2 livre se modifica com o pH. Uma elevação de pH de 0,1 corresponde a uma perda de atividade do SO_2 em, aproximadamente, 25% (BLOUIN e PEYNAUD, 2006).

Atualmente considerando uma tendência mundial para reduzir os níveis máximos de SO_2 autorizados, a favor da saúde humana e por tendência de mercado, são importantes as práticas que auxiliam na redução das doses do conservante ao longo do processo ou até mesmo excluem tal composto, como no caso dos vinhos naturais; apesar de seus benefícios tecnológicos e baixo custo (GARCÍA-RUIZ et al., 2012).

3.3.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica média ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) inicial do volume total dos mostos, definidos para tratamento de troca catiônica, foi de $2,84 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. Após o tratamento dos mostos, obteve-se uma condutividade média de $1,74 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de condutividade elétrica, obtidos para cada tipo de mosto, ante e depois da troca catiônica.

Variedade ou Fração	Condutividade	Condutividade	Condutividade
	Antes (mS.cm ⁻¹)	Depois (mS.cm ⁻¹)	Redução (mS.cm ⁻¹)
Aromáticas*	2,96	1,78	1,18
Chardonnay	2,48	1,52	0,97
Pinot Noir	2,78	1,57	1,21
Riesling Itálico	2,59	1,60	0,99
Mostos Prensa	3,57	2,27	1,30
Total	2,84	1,74	1,10

* Moscato Canelli, Malvasia de Cândia e Moscato Branco.

Fonte: Autor a partir de Anexo A, disponibilizado por Chandon.

A condutividade elétrica indica a capacidade de um material em transportar cargas elétricas, sendo muito utilizada para mensurar estabilidade do bitartarato de potássio em vinhos. No caso de mostos e vinhos submetidos a troca catiônica, a diminuição da condutividade é proporcional a diminuição dos cátions. Isso torna possível avaliar a eficácia do tratamento, a partir dos valores obtidos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; TOGORES, 2011).

Entre os valores médios encontrados, os mostos Prensa, demonstraram maior decréscimo da condutividade mediante o tratamento catiônico. Essa é a fração de mosto que possui uma maior quantidade de minerais, principalmente potássio, provenientes de ciclos de prensagem mais intensos (descrito no item 3.1.2); isso faz com que ocorra um impacto maior na redução (diferença entre ante e depois do tratamento) da condutividade elétrica.

3.3.4 Nitrogênio amoniacal

Em relação ao volume total tratado, foi observado um valor médio de 60,54 mg.L⁻¹ de nitrogênio amoniacal antes da troca catiônica. Após os tratamentos, houve uma redução média para 25,0 mg.L⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de Nitrogênio amoniacal, obtidos para cada tipo de mosto ante e depois da troca catiônica

Variedade ou Fração	NH ₄ ⁺	NH ₄ ⁺	NH ₄ ⁺
	Antes (mg.L ⁻¹)	Depois (mg.L ⁻¹)	Redução (mg.L ⁻¹)
Aromáticas*	75,75	32,48	43,27
Chardonnay	35,18	12,79	22,39
Pinot Noir	70,73	12,36	58,37
Riesling Itálico	72,13	24,05	48,08
Mostos Prensa	66,76	44,53	22,23
Total	60,54	25,00	35,54

* Moscato Canelli, Malvasia de Cândia e Moscato Branco.

Fonte: Autor a partir de Anexo A, disponibilizado por Chandon.

Ao analisarmos o impacto sobre os tipos de mosto, foi possível observar uma maior redução do nitrogênio amoniacal nos mostos de Pinot Noir.

Dentre os parâmetros avaliados após o tratamento de troca catiônica, a diminuição do nitrogênio amoniacal, também possibilita a visualização da eficiência da prática, porém não é considerado um impacto positivo e sim uma consequência. É importante considerar que a prática diminui a quantidade destes sais disponíveis no mosto, sendo estes importantes na cinética de fermentação e na produção de aromas e metabólitos secundários (BOULTON et al., 1996; CISILOTTO, 2017).

Por esse motivo, realizar as análises de nitrogênio amoniacal posteriormente ao tratamento com as resinas de troca iônica parece ser a melhor opção, assim o enólogo pode ter um controle mais preciso do processo de fermentação e saber exatamente qual foi a diminuição de nitrogênio amoniacal com o tratamento, corrigindo o mosto com sais de amônio ou aminoácidos, se necessário (CISILOTTO, 2017; CISILOTTO et al., 2020).

4. CONCLUSÃO

A vinícola Chandon desempenha um trabalho exclusivo e dedicado à obtenção de espumantes de qualidade. Cuidados são tomados desde a produção das uvas, obtenção dos mostos, dos vinhos bases, segunda fermentação, até o afinamento e engarrafamento. Isso explica a boa reputação.

O notável controle e padronização de todas as operações permitem a elaboração de espumantes de uma forma segura, tanto para o produto final, quanto para os colaboradores envolvidos no seu processo.

A utilização de resinas de troca catiônica como prática para reduzir o pH de mostos mostrou-se, nesse estudo muito eficiente e segura, contribuindo para aumento da acidez dos mostos que exerce influência sobre a ação do SO₂ e estabilização tartárica ao longo da vinificação.

A COVID-19 fez da safra 2021, uma safra atípica, impactando sobre a carga de trabalho, número colaboradores e convívio. Porém, a organização diante os processos e a segurança em todos os aspectos foram preservados.

A realização do estágio em uma vinícola durante a safra da uva é muito importante, pois complementa e amplifica o entendimento sobre a teoria.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEB-GROUP. **Stabymatic**. AEB Web-site. Disponível em: < <https://www.aeb-group.com/br/stabymatic-864> > Acessado em: Março de 2021.

ALVES, L. F. **Adição de ácido tartárico e uso de troca iônica em mosto na qualidade físico-química da uva Pinot Noir: Um estudo de caso**. Monografia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Bento Gonçalves, Junho de 2018.

ÁVILA, L. D. (**Metodologias Analíticas Físico-Químicas – Laboratório de Enologia**). Apostila de Graduação do Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia. Bento Gonçalves, 2002.

BLOUIN, J.; PEYNAUD, E.; **Enología Práctica: Conocimiento y elaboración del vino**. 4 ed. Mundi- Prensa: Madrid, 2006.

BOULTON, R.B.; SINGLETON, V.L.; BISSON, L.F.; KUNKEE, R.E.; **Principles and practices of winemaking**. Davis: Champman & hall, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1986. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 nov. 1986.

BRASIL. Congresso Nacional. Casa Civil. **Lei 10.970 de 12 de novembro de 2004**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.970.htm> Acessado em: Abril de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). **RDC nº 213. Dispõe sobre os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em vinhos.** Diário Oficial da União. p 1-6. 2016.

CALIARI, V.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. **Vinhos espumantes: métodos de elaboração.** Resumo. Evidência. Joaçaba v. 13 n. 1, p. 65-77, 2013.

CISILOTTO, B. **Utilização de resina de troca iônica pré-fermentativa para elaborar vinhos base de espumantes.** Dissertação de mestrado. Universidade de Caxias do Sul, 2017.

CISILOTTO, B.; FICAGNA, E.; GAVA, A.; GUGEL G.M.; GUADAGNIN, V.; PERIN, J.; ROSSATO, S. **Efeito da hiperoxigenação do mosto sobre os compostos fenólicos.** Rev. Bras. Vitic. Enol., n.11, p.80-87, 2019 (a).

CISILOTTO, B.; ROSSATO, S. B.; FICAGNA E.; WETZSTEIN L. C.; GAVA A.; GUGEL G. M.; DELAMARE, A. P. L.; ECHEVERRIGARAY, S. **The effect of cation exchange resin treatment of grape must on the chemical and sensory characteristics of base wines for sparkling wine.** Journal of Viticulture and Enology. Ciência Téc. Vitiv. 34(2) 91-101. 2019 (b).

CISILOTTO, B.; ROSSATO, S. B.; FICAGNA E.; WETZSTEIN L. C.; GAVA A.; GUGEL G. M.; ECHEVERRIGARAY, S. **The effect of ion-exchange resin treatment on grape must composition and fermentation kinetics.** Research article. Heliyon. V. 6. March 2020.

CHANDON. **Descubra.** Chandon Web Site. Disponível em: <<https://www.chandon.com.br/descubra>> Acessado em: Janeiro de 2021.

FLANZY, C. **Enología: fundamentos científicos y tecnológicos.** 2ª Edición Madri: Mundiprensa, 2002.

GARCÍA-RUIZ, A.; BARTOLOMÉ, B.; CUEVA, C.; RODRIGUEZ-BECOMO, J.J.; REQUENA, T.; MARTÍN-ALVAREZ, P. J.; MORENO-ARRIBAS, M. V.; **Polifenoles como una alternativa natural a los sulfitos en el control del crecimiento de bacterias lácticas en vinos: eficacia tecnológica y mecanismos bioquímicos y moleculares implicados**. 6ª reunión Red BAL, Tarragona, 2012.

GRAINGER, K.; TATTERSALL, H. **Wine production and quality**. John Wiley & Sons Inc. Chichester, West Sussex, UK, 2016.

MAPA. **Complementação de padrões de identidade e qualidade do vinho**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº14 de 08 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/5809096/do1-2018-03-09-instrucao-normativa-n-14-de-8-de-fevereiro-de-2018-5809092> Acessado em: Janeiro de 2021.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2018**. Comunicado Técnico 210. Embrapa, Bento Gonçalves – RS, 2019.

MENEGUZZO, J.; VANDERLINDE, R.; RIZZON, L. A.; MIELE, A.; LAZZAROTTO M.; DUTRA S. V.; MARCON, A. R. **Caracterização físico-química do vinho base para espumante da Serra Gaúcha**. XII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Anais Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves – RS. 22 a 24 de setembro de 2008.

MONCOMBLE D., VALADE M. AND PERNOT N. **Le Vigneron Champenois**, 5, 14. 1991.

OIV. International Organisation of Vine and Wine. **Resolution OIV-OENO 442. Acidification by Treatment with Cation Exchangers – Must (2012 a)**. Disponível em: <<https://www.oiv.int/public/medias/3244/e-code-ii-21314.pdf>>. Acessado em: Junho de 2021.

OIV. International Organisation of Vine and Wine. **Resolution OIV-OENO 443. Acidification by Treatment with Cation Exchangers – Wine (2012 b)**. Disponível

em: <<https://www.oiv.int/public/medias/3449/e-code-ii-3115.pdf>>. Acessado em: Junho de 2021.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; ABARZUA, C. E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola** – Embrapa Uva e Vinho, 24 p. Doc. 29. Bento Gonçalves, 2000.

PETTINELLI, S.; POLLON, M.; COSTANTINI, L.; BELLINCONTRO, A.; SEGADE, S. R.; ROLLE, L.; MENCARELLI, F. Effect of flotation and vegetal fining agents on the aromatic characteristics of Malvasia del Lazio (*Vitis vinifera* L.) wine. Research Article. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 12 June 2020.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONECHE, B.; LONVAUD A. **Handbook of Enology. The Microbiology of Wine and Vinifications**. John Wiley & Sons Inc. V 1. 2nd Edition, 2006.

TOGORES, J. H. **Tratado de Enologia**. Mundi-Prensa: Madrid (Espanha), 2011.

TONIETTO, J. **Existe "o espumante brasileiro"?**. Revista Bom Vivant. P.4. Brasil. Março de 2007.

VALADE M. AND BLANCK G. **Revue Francaise d'œnologie**, 118, 23. 1989.

VELHO, R. S. **Relatório de estágio: Chandon do Brasil elaboração de espumantes pelo método Charmat**. Trabalho de conclusão de Curso. IFRS - Campus Bento Gonçalves. Dezembro, 2016.

WEINAND R. AND DEDARDEL F. In **Les Acquisitions Récentes dans les Traitements Physiques du Vin** (ed. B. Doneche). Tec. et Doc., Lavoisier, Paris. 1994..

ANEXO A

COMPILAÇÕES DE ANÁLISES DE ACIDEZ, pH, NH₄⁺ E CONDUTIVIDADE ANTES E DEPOIS DA TROCA IÔNICA DE MOSTOS - SAFRA 2021

Ano	Data	Tanque	Volume tratado	Variedade	pH antes	pH depois	≠ pH	AT antes	AT depois	≠ AT	NH ₄ ⁺ antes	NH ₄ ⁺ depois	≠ NH ₄ ⁺	Cond. antes	Cond. Depois	≠ Cond.
2021	13/01/21	TF 01	9.000 L	Chard	3,40	2,59	0,81	4,90	6,86	1,96	79,80	15,40	64,40	2,76	1,37	1,39
2021	13/01/21	TF 08	5.900 L	PN	3,25	2,61	0,64	5,45	7,05	1,60	71,40	25,90	45,50	2,69	1,51	1,18
2021	13/01/21	TF 03	14.700 L	Prensa	3,82	3,06	0,76	3,75	5,65	1,90	63,00	48,00	15,00	3,59	2,26	1,33
2021	14/01/21	TF 18	2.950 L	PN	3,38	2,78	0,60	5,35	6,90	1,55	78,40	24,50	53,90	2,78	1,66	1,12
2021	15/01/21	T 05	5.900 L	Chard	3,56	2,96	0,60	4,30	5,50	1,20	77,70	21,00	56,70	2,67	1,76	0,91
2021	16/01/21	T 06	6.000 L	PN	3,39	2,85	0,54	5,90	7,30	1,40	88,90	27,30	61,60	2,78	1,59	1,19
2021	16/01/21	T 04	12.000 L	Malvasia C.	3,58	2,49	1,09	3,98	5,90	1,92	39,90	12,60	27,30	2,57	1,51	1,06
2021	19/01/21	T 07	3.000 L	Mosc. C.	3,53	2,52	1,01	3,50	5,10	1,60	37,80	10,50	27,30	2,31	1,37	0,94
2021	20/01/21	P 29	2.950 L	Pinot Noir	3,27	2,65	0,62	6,60	8,30	1,70	88,90	21,00	67,90	2,95	1,67	1,28
2021	20/01/21	P 53	9.000 L	Riesling It.	3,42	2,58	0,84	3,80	5,70	1,90	57,40	23,80	33,60	2,38	1,43	0,95
2021	21/01/21	P 54	9.400 L	Malvasia C.	3,42	2,47	0,95	3,95	5,70	1,75	38,50	11,20	27,30	2,44	1,43	1,01
2021	22/01/21	TF 41	6.800 L	Pinot Noir	3,29	2,74	0,55	6,80	8,30	1,50	98,00	37,80	60,20	3,09	1,96	1,13
2021	23/01/21	P 66	9.000 L	Riesling It.	3,39	3,25	0,14	3,50	4,20	0,70	-	-	-	2,40	1,95	0,45

2021	23/01/21	P 22	6.000 L	Pinot Noir	3,32	2,60	0,72	6,20	8,25	2,05	78,40	23,80	54,60	2,94	1,59	1,35
2021	24/01/21	T 06	8.500 L	Moscato C.	3,42	2,43	0,99	4,55	6,35	1,80	29,40	13,30	16,10	2,55	1,53	1,02
2021	24/01/21	P 66	3.000 L	Pinot Noir	3,32	2,69	0,63	6,11	7,80	1,69	-	38,50	-	-	1,65	-
2021	25/01/21	T 05	15.000 L	Prensa	3,78	3,10	0,68	4,22	5,69	1,47	65,80	35,70	30,10	3,34	2,26	1,08
2021	26/01/21	P 02	5.900 L	Pinot Noir	3,38	2,95	0,43	5,90	6,90	1,00	63,00	19,60	43,40	3,13	2,05	1,08
2021	26/01/21	P 04	9.000 L	Pinot Noir	3,38	2,92	0,46	5,65	7,10	1,45	58,10	42,00	16,10	2,96	2,00	0,96
2021	26/01/21	T 04	8.800 L	Riesling It.	3,38	2,55	0,83	4,15	5,85	1,70	67,70	21,00	46,70	2,77	1,55	1,22
2021	27/01/21	P 11	10.450 L	Pinot Noir	3,47	2,73	0,74	5,40	7,20	1,80	70,00	42,00	28,00	3,08	1,79	1,29
2021	27/01/21	T 06	15.000 L	Prensa	3,82	3,02	0,80	3,85	5,88	2,03	63,00	41,70	21,30	3,60	2,26	1,34
2021	28/01/21	P 50	8.900 L	Mosc/Malv	3,37	2,60	0,77	4,20	5,70	1,50	30,80	16,10	14,70	2,58	1,50	1,08
2021	29/01/21	P 37	8.900 L	Chard	3,35	2,78	0,57	5,00	6,40	1,40	94,50	13,30	81,20	2,91	1,66	1,25
2021	29/01/21	T 06	11.800 L	Malvasia C.	3,29	2,35	0,94	3,68	5,45	1,77	33,60	11,20	22,40	2,45	1,51	0,94
2021	30/01/21	P 21	9.000 L	Chard	3,35	2,57	0,78	4,70	6,48	1,78	33,60	2,73	30,87	2,73	1,55	1,18
2021	31/01/21	T 07	3.000 L	Pinot Noir	3,38	2,60	0,78	5,51	7,30	1,79	84,70	37,80	46,90	-	-	-
2021	01/02/21	T 06	6.500 L	Malvasia C.	3,41	2,70	0,71	3,58	5,15	1,57	33,70	30,80	2,90	2,60	1,64	0,96
2021	01/02/21	T 17	3.000 L	Malvasia C.	3,48	2,17	1,31	3,50	5,70	2,20	22,40	4,20	18,20	2,30	1,98	0,32
2021	02/02/21	T 06	6.000 L	Malvasia C.	3,47	2,54	0,93	3,30	5,10	1,80	-	-	-	2,46	1,59	0,87
2021	03/02/21	T 05	5.900 L	Malv/Mosc	3,41	2,56	0,85	3,80	5,52	1,72	26,60	14,00	12,60	2,53	1,54	0,99
2021	04/02/21	T 06	2.900 L	Malv/Mosc	3,33	2,82	0,51	5,10	6,15	1,05	51,10	14,00	37,10	2,69	1,59	1,10
2021	05/02/21	T 19	2.950 L	Malvasia C.	3,52	2,55	0,97	4,30	6,05	1,75	36,40	4,90	31,50	2,46	1,43	1,03

2021	08/02/21	T 04	8.800 L	Malv/Mosc	3,37	2,51	0,86	3,65	5,20	1,55	42,00	4,90	37,10	2,27	1,39	0,88
2021	09/02/21	T 05	8.700 L	Riesling It.	3,54	2,47	1,07	3,80	5,55	1,75	79,80	21,00	58,80	2,36	1,49	0,87
2021	11/02/21	TF 08	8.700 L	Riesling It.	3,47	2,65	0,82	4,35	6,05	1,70	77,00	29,40	47,60	2,80	1,54	1,26
2021	12/02/21	T 04	11.500 L	Prensa	3,85	3,12	0,73	4,00	5,75	1,75	77,70	55,30	22,40	3,82	2,32	1,50
2021	13/02/21	T 06	8.700 L	Riesling It.	3,52	2,85	0,67	3,90	5,40	1,50	79,80	21,70	58,10	2,72	1,61	1,11
2021	15/02/21	T 04	2.900 L	Riesling It.	3,43	2,63	0,80	4,20	5,90	1,70	70,70	34,30	36,40	2,89	1,65	1,24