

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



**PQI2000 – Trabalho de Conclusão de Curso II**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSAMENTO DE VINHOS COM UVAS  
ISABEL E CABERNET A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE LEVEDURAS SELVAGENS  
E ESPECÍFICAS PARA VINHOS: LA CLAIRE 665P E ZYMAFLORE SPARK**

**PROFESSORA ORIENTADORA:**

---

BEATRIZ VAHAN KILIKIAN

**ALUNAS:**

---

ANA LUIZA DENES

---

RENATA MONTEIRO DAÓLIO

**SÃO PAULO  
2011**

Ana Luiza Denes

Renata Monteiro Daólio

**ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSAMENTO DE VINHOS COM UVAS  
ISABEL E *CABERNET* A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE LEVEDURAS  
SELVAGENS, *LA CLAIRE 665P* E *ZYMAFLORE SPARK***

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia  
Química apresentado à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo, Departamento de  
Engenharia Química.

Orientador: Profa. Dra. Beatriz Vahan Kilikian  
Co-Orientador: Dr. Thiago Olitta Basso

São Paulo

2011

## Folha de Aprovação

Ana Luiza Denes

Renata Monteiro Daólio

Trabalho de Conclusão de  
Curso de Engenharia  
Química apresentado à  
Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo,  
Departamento de Engenharia  
Química.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Nome: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_:

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho a nossos pais, Maria Cecília e Pedro, Tânia e José, que tanto nos apoiaram e incentivaram durante todo o caminho percorrido até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Profa. Dra. Beatriz Vahan Kilikian, pela orientação na elaboração do trabalho.

Ainda, à técnica de laboratório Orlinda Rodrigues de Azevedo e ao Dr. Thiago Olitta Basso, pela disposição, interesse e apoio na realização do projeto.

Aos funcionários do Laboratório de Alimentos, principalmente, ao Prof. Dr. Jorge Andrey Wilhelms Gut e ao técnico de laboratório José Ivan Nunes Leite pelo auxílio durante a parte experimental.

Gostaríamos de agradecer ainda às equipes dos laboratórios de Engenharia Bioquímica e de Engenharia de Alimentos, por disponibilizarem espaço e materiais para a realização dos experimentos e análises.

Agradecemos também à empresa Vêneto Mercantil por ceder as amostras de leveduras utilizadas nesse trabalho, especialmente à funcionária Fernanda Cipriani, pelo interesse, disponibilidade e auxílio.

Nossos agradecimentos também à Viti-Vinícola Góes por pela visita realizada, ao Enólogo Fábio Góes e ao Gerente de Produção Fernando Góes pela disponibilidade e atenção, por colaborar fundamentalmente na análise sensorial dos vinhos.

Por fim, agradecemos aos nossos colegas e amigos, que provaram e avaliaram o vinho resultante destes experimentos e à nossa colega e amiga, Giselle Goto, pela ajuda na extração manual nos mostos

.

*“Um copo de vinho representa o trabalho do homem,  
o resultado muitas vezes de sua luta contra  
as dificuldades impostas pela natureza”*

Autor Desconhecido

## RESUMO

Este trabalho apresenta-se como um complemento ao Trabalho de Conclusão de Curso I, “Análise do processo de produção de vinho tinto artesanal e industrial obtido de uva do tipo Isabel”, e tem por objetivo realizar análises comparativas entre diferentes vinhos produzidos em laboratório. Em uma primeira análise, são comparados os vinhos produzidos a partir da mesma uva (Isabel ou *Cabernet*) com leveduras diferentes (*La Claire 665P*, *Zymaflore Spark* ou leveduras selvagens, naturalmente presentes na uva), investigando, portanto, a influência da levedura no processo e na qualidade final da bebida.

Numa segunda análise, compararam-se, em linhas gerais, os vinhos ditos de mesa (uva Isabel) e o vinho fino (uva *Cabernet*) com a mesma levedura, para verificar as características decorrentes da uva.

Foram feitas análises químicas das variáveis mais importantes na para qualidade do vinho, a fim de se verificar a influência da uva e da levedura no processo e buscar melhorias à produção de artesanal, que serviu como base para o trabalho (uva Isabel e apenas com leveduras selvagens).

O relatório discorre sobre a importância as variáveis químicas analisadas, os intervalos de concentração admitidos e os resultados encontrados. Além disso, são também apresentados os resultados da análise sensorial feita por um enólogo, ligando os parâmetros químicos aos resultados encontrados “na prática”.

Dentre os seis vinhos produzidos e analisados, os dois vinhos reprovados foram os vinhos nos quais não foram inoculadas leveduras especializadas. Concluiu-se também que a uva fina, *Cabernet*, é mais sensível ao processo fermentativo do que a uva de mesa, porém, ambos os tipos de uva tiveram uma resposta positiva com relação à inoculação de leveduras especializadas. Porém, apenas uma avaliação econômica poderá fornecer uma avaliação viabilidade da inoculação de leveduras especializadas em vinhos de mesa.

Palavras-chave: vinho Isabel, vinho *Cabernet*, levedura *La Claire 665P*, levedura *Zymaflore Spark*, leveduras selvagens, parâmetros químicos para vinho

## ABSTRACT

This report is shown as a continuation of “Trabalho de Conclusão de Curso I”, “Análise do processo de produção de vinho tinto artesanal e industrial obtido de uva do tipo Isabel”, and aims the comparison among different types of wine produced in laboratory. With the same grape (Isabel or Cabernet), using different yeast (*La Claire 665P* e *Zymaflore Spark* or wild ones, which come naturally with the grape), in order to observe the yeast's, thus, influence in both the process and the final quality. Another comparison was made: Isabel wine and Cabernet wine with the same yeast, in order to conclude about the grape difference.

In a second approach, the table wines (grape Isabel) were compared to the *Cabernet* wines, both with the same yeast, in order to check the differences between the grapes.

Chemical analyses of the main parameters were performed to conclude about these questions presented above, and finally to try to come to terms about what would be an improvement to the non-industrial process that generated this work (grape Isabel and wild yeast).

This work reports the importance of the analyzed parameters, explaining their importance, intervals and the results and comparing the different wines in each parameter. A sensorial analysis was also performed by a wine-expert, in an attempt to link chemical results and personal impressions.

When it comes to the results, two out of the six different wines were not approved: those with wild yeast. It was also concluded that *Cabernet* is more sensitive to the changes in the process, but both grapes responded positively to the specialized yeast. It is important to mention that only an economic evaluation can provide the conclusion of whether or not inoculating yeast is worth it, by linking and evaluating the improvements and the expenses made.

Keywords: wine Isabel, wine *Cabernet*, yeast *La Claire 665P*, yeast *Zymaflore Spark*, wild yeast, chemical parameters for wine analysis

# CONTEÚDO

1.	OBJETIVOS .....	19
2.	INTRODUÇÃO .....	20
3.	PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO EM ESCALA LABORATORIAL .....	21
3.1.	DECISÕES PRELIMINARES.....	21
3.2.	DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DE VINHO NECESSÁRIO .....	23
4.	UVAS ISABEL E CABERNET .....	24
5.	CARACTERÍSTICAS DAS LEVEDURAS UTILIZADAS .....	25
5.1.	<i>La Claire</i> sp 665/P.....	25
5.2.	<i>Zymaflore spark</i> .....	25
6.	VINIFICAÇÃO NO LABORATÓRIO.....	27
6.1.	OBTENÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA E SELEÇÃO DAS UVAS.....	28
6.2.	EXTRAÇÃO DO MOSTO E ADIÇÃO DE AÇÚCAR .....	29
6.3.	ADIÇÃO DE METABISSULFITO DE POTÁSSIO E INOCULAÇÃO COM AS LEVEDURAS 30	
6.4.	INSTALAÇÃO DOS TERMOPARES .....	31
6.5.	REMONTAGEM, COLETA DE AMOSTRAS E ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO .....	32
6.5.1.	CONSIDERAÇÕES .....	34
6.6.	PASSAGEM PARA A FERMENTAÇÃO COMPLEMENTAR.....	34
7.	PARÂMETROS E ANÁLISES QUÍMICAS .....	36
7.1.	EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DURANTE A FERMENTAÇÃO ABERTA .....	36
7.2.	EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE LEVEDURAS NOS CULTIVOS .....	37
7.3.	SÓLIDOS SOLÚVEIS - AÇÚCARES TOTAIS .....	38
7.3.1.	METODOLOGIA.....	38
7.3.2.	VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS .....	39
7.4.	ETANOL .....	41
7.4.1.	IMPORTÂNCIA NO VINHO .....	41
7.4.2.	METODOLOGIA.....	41
7.4.3.	VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS .....	41
7.4.4.	DETERMINAÇÃO DAS FASES DE FERMENTAÇÃO A PARTIR DO ETANOL ...	43
7.5.	POLIFENÓIS – TANINOS E ANTOCIANINAS .....	46
7.5.1.	IMPORTÂNCIA NO VINHO .....	46
7.5.2.	METODOLOGIA .....	46
7.5.3.	VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS .....	48
7.6.	PH.....	53
7.6.1.	IMPORTÂNCIA NO VINHO .....	53
7.6.2.	METODOLOGIA.....	54
7.6.3.	VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS .....	54
7.7.	ACIDEZ TOTAL E ACIDEZ VOLÁTIL .....	55
7.7.1.	IMPORTÂNCIA NO VINHO .....	55
7.7.2.	METODOLOGIA.....	56
7.7.3.	VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS .....	56
7.8.	METANOL.....	60
7.8.1.	IMPORTÂNCIA NO VINHO .....	60
7.8.2.	METODOLOGIA, VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS.....	60
8.	RENDIMENTO .....	62

9.	ANÁLISE SENSORIAL.....	63
10.	CRUZAMENTO ANÁLISE QUÍMICA E SENSORIAL .....	65
10.	CONCLUSÃO .....	69
12.	ANEXO 1: DADOS PREPARAÇÃO DOS MOSTOS.....	71
13.	ANEXO 2: ACOMPANHAMENTO DAS DENSIDADES AO LONGO DAS FERMENTAÇÕES.....	73
14.	ANEXO 3: ANÁLISES QUÍMICAS.....	75
14.1.	TEMPERATURA.....	75
14.2.	DENSIDADE .....	76
14.3.	ACIDEZ.....	77
15.	ANEXO 4: TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULOS .....	78
15.1.	DETERMINAÇÃO DAS FASES DE FERMENTAÇÃO A PARTIR DO ETANOL ...	78
16.	ANEXO 5: DADOS RELATIVOS ÀS ANÁLISES COM HPLC.....	86
17.	ANEXO 6: FOTOS .....	95
18.	ANEXO 7: EXCERTOS DO TCC I “ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE VINHO TINTO ARTESANAL E INDUSTRIAL OBTIDO DE UVA DO TIPO ISABEL” .....	104
18.1.	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA UVA MADURA E DO VINHO .....	104
18.1.1.	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS DIFERENTES ESTRUTURAS DA UVA .....	104
18.1.2.	COMPOSTOS FENÓLICOS.....	105
18.1.2.1.	TANINOS: A ESPINHA DORSAL DOS VINHOS .....	107
18.1.2.1.1.	ONDE ENCONTRAR .....	107
18.1.2.1.2.	MATURAÇÃO E UTILIDADE.....	107
18.1.2.1.3.	CLASSIFICAÇÃO .....	108
18.1.2.1.4.	PROPRIEDADES QUÍMICAS .....	109
18.1.2.2.	ANTOCIANOS: RESPONSÁVEIS PELA COLORAÇÃO .....	109
18.1.2.2.1.	ONDE ENCONTRAR .....	109
18.1.2.2.2.	PROPRIEDADES QUÍMICAS .....	110
18.1.3.	COMPOSTOS PRESENTES NO VINHO .....	110
18.1.3.1.	PRINCIPAIS COMPONENTES DO MOSTO FERMENTADO QUE PODEM SER UTILIZADOS COMO PARÂMETROS PARA ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO 111	
18.1.3.2.	CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCAR.....	111
18.1.3.3.	ACIDEZ.....	112
18.1.3.4.	BRIX/ACIDEZ TOTAL.....	113
18.1.3.5.	TEOR ALCOOLICO.....	113
18.1.3.6.	ALDEÍDO ACÉTICO .....	113
18.1.3.7.	NITROGÊNIO .....	114
18.1.3.8.	PH.....	115
18.1.3.9.	EXTRATO SECO.....	115
18.1.3.10.	ESTABILIDADE DOS COMPOSTOS ANTOCIANICOS .....	115
18.1.3.11.	ÍNDICE DE POLIFENÓIS TOTAIS .....	116
18.1.3.12.	ÍNDICE DE ANTOCIANINAS TOTAIS.....	116
18.2.	PROCESSOS FERMENTATIVOS .....	118
18.2.1.	FERMENTAÇÃO POR LEVEDURAS.....	118
18.2.1.1.	LEVEDURAS E SUA PARTICIPAÇÃO NA FERMENTAÇÃO.....	118
18.2.1.2.	FATORES QUE AFETAM A FERMENTAÇÃO DO VINHO.....	120
18.2.2.	FERMENTAÇÃO POR BACTÉRIAS.....	121
18.2.2.1.	BACTÉRIAS LÁTICAS .....	121
18.2.2.2.	A FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA.....	121

18.3.	PROCESSO INDUSTRIAL E PROCESSO ARTESANAL DE PRODUÇÃO DE VINHO	123
18.3.1.	VINDIMA .....	124
18.3.2.	ESMAGAMENTO E DESENGAÇAMENTO .....	125
18.3.3.	ENCUBAGEM .....	126
18.3.4.	SULFITAGEM .....	128
18.3.5.	CORREÇÃO DO MOSTO .....	129
18.3.5.1.	CORREÇÃO COM AÇÚCAR (SACAROSE) OU CHAPTALIZAÇÃO .....	129
18.3.5.2.	CORREÇÃO COM MOSTO CONCENTRADO .....	130
18.3.6.	INOCULAÇÃO DE LEVEDURAS .....	130
18.3.7.	REMONTAGEM E REFRIGERAÇÃO .....	130
18.3.8.	ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO .....	132
18.3.9.	PRENSAGEM DE BAGAÇOS .....	134
18.3.10.	TRASFEGA.....	134
18.3.11.	ARMAZENAMENTO EM TONÉIS DE CARVALHO .....	135
18.4.	PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE .....	137
18.4.1.	GOSTO DO VINHO .....	137
18.4.2.	AROMA DO VINHO .....	138
18.4.2.1.	AROMA PRIMÁRIO DO VINHO .....	138
18.4.2.2.	AROMA SECUNDÁRIO DO VINHO .....	138
18.4.2.3.	AROMA TERCIÁRIO DO VINHO .....	139
18.4.3.	FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE .....	139
18.4.3.1.	FATORES NATURAIS .....	139
18.4.3.2.	ARMAZENAMENTO EM TONÉIS DE CARVALHO .....	139
18.4.3.3.	INFLUÊNCIA DO APODRECIMENTO .....	140
19.	BIBLIOGRAFIA .....	141

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas da extração dos mostos.....	28
Figura 2 - Processo fermentativo: esquema macro.....	28
Figura 3 - Principais defeitos das uvas.....	29
Figura 4 - Mostímetro.....	30
Figura 5 - Esquema da distribuição dos barris na bancada.....	31
Figura 6 - Esquema da distribuição dos termopares na bancada (o número é referente ao termopar utilizado).....	32
Figura 7 - Esquema da distribuição interna do mosto no barril: Chapéu, Cascas suspensas pela camada de gases, Corpo de fundo, sementes e borra depositados no fundo do barril.....	33
Figura 8 - Esquema da diminuição do volume aparente depois da remontagem.....	34
Figura 9 - Tempos de retenção para Etanol nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - IR) - 22,309min;22,315 min;22,317 min;22,308 min. ....	88
Figura 10 - Tempos de retenção para Glicose nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - IR) – 9,417min; 9,400min;9,395 min; 9,399min. ....	89
Figura 11 - Tempos de retenção para Metanol nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - IR ) –19,817min; 19,815min; 19,803min; 19,803min. ...	90
Figura 12 - Tempos de retenção para ácido málico nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) –9,740min; 9,728min; 9,729min; 9,723min.....	90
Figura 13- Tempos de retenção para ácido tartárico nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) –8,720min; 8,738min; 8,730min; 8,761min.....	91
Figura 14 - Tempos de retenção para ácido acético nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) –15,373min; 15,377min; 15,371min; 15,373min.....	91
Figura 15 - Tempos de retenção para ácido láctico nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) –12,833min; 12,827min; 12,820min; 12,829min.....	92
Figura 16 - Exemplo de leitura de UV com HPLC (Amostra I3-4).....	92
Figura 17- Exemplo de leitura de IR com HPLC (Amostra I2-4).....	93
Figura 18 - Resultados obtidos para análise de metanol com respectivos tempos de residência.....	93
Figura 19 - Resultados obtidos para análise de metanol: Sobreposição das curvas para visualização da diferença de leitura do tempo de residência entre o padrão e as amostras.....	94
Figura 20 - Resultados obtidos para análise de metanol: Sobreposição das curvas de leitura do tempo de residência dos padrões.....	94
Figura 21 - Fórmula estrutural básica das antocianinas.....	110
Figura 22 – Esmagadeira-desengaçadeira.....	125
Figura 23 – Cuba aberta com chapéu flutuante.....	127
Figura 24 – Cuba fechada com chapéu flutuante.....	127
Figura 25 – Cuba aberta com chapéu submerso.....	128
Figura 26 – Cuba fechada com chapéu submerso.....	128
Figura 27 - Remontagem.....	131
Figura 28 – Tanques para complementação da fermentação.....	134

Figura 29 – Envelhecimento em tonéis de carvalho ..... 135

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curvas de extrato seco das amostras .....	38
Gráfico 2 - Porcentagem de sólidos solúveis ao decorrer das fermentações...	40
Gráfico 3 – Acompanhamento do teor de etanol ao longo das fermentações..	43
Gráfico 4 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho C1) .....	44
Gráfico 5 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho C2) .....	45
Gráfico 6 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho C3) .....	45
Gráfico 7 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho I1) .....	45
Gráfico 8 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho I2) .....	45
Gráfico 9 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho I3) .....	46
Gráfico 10 - Concentração de polifenóis totais ao longo da fermentação .....	49
Gráfico 11 - Concentração de antocianinas ao longo da fermentação .....	49
Gráfico 12 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho C1) .....	50
Gráfico 13 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho C2) .....	50
Gráfico 14 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho C3) .....	50
Gráfico 15 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho I1) .....	51
Gráfico 16 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho I2) .....	51
Gráfico 17 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho I3) .....	51
Gráfico 18 - pH ao longo da fermentação .....	54
Gráfico 19 – Curvas de acidez total dos vinhos .....	58
Gráfico 20- Curvas de análise de acidez (Vinho C1);.....	58
Gráfico 21- Curvas de análise de acidez (Vinho C2);.....	59
Gráfico 22- Curvas de análise de acidez (Vinho C3);.....	59
Gráfico 23- Curvas de análise de acidez (Vinho I1); .....	59
Gráfico 24- Curvas de análise de acidez (Vinho I2); .....	60
Gráfico 25- Curvas de análise de acidez (Vinho I3); .....	60
Gráfico 26 - Acompanhamento das temperaturas ao longo das fermentações	75
Gráfico 28 - Acompanhamento das densidades ao longo das fermentações ..	76
Gráfico 27 - Acompanhamento das temperaturas ao longo das fermentações (corrigido) .....	76
Gráfico 29 - Concentração de ácido málico ao longo das fermentações .....	77
Gráfico 30 - Concentração de ácido láctico ao longo das fermentações .....	77
Gráfico 31 - Curva de calibração de ácido gálico .....	78
Gráfico 32 - Curva de calibração para análise com HPLC (IR) – Glicose .....	86
Gráfico 33 - Curva de calibração para análise com HPLC (IR) - Metanol .....	86
Gráfico 34 - Curva de calibração para análise com HPLC (IR) – Etanol .....	86
Gráfico 35 - Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido tartárico .....	87
Gráfico 36- Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido málico	87
Gráfico 37- Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido láctico ..	87
Gráfico 38- Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido acético	88

# ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 - Uva Isabel (esquerda) e uva Cabernet (direita) utilizadas para preparação dos vinhos .....	24
Foto 2 - Extração de antocianinas.....	53
Foto 3 - Comparação entre as tonalidades dos mostos (respectivamente, C1, C2,C3, I1, I2 e I3).....	53
Foto 4 - Amostras de cepa de leveduras La Claire 665P cedida pela empresa Vêneto Mercantil. ....	95
Foto 5 - Amostras de cepa de leveduras Zymaflore Spark cedida pela empresa Vêneto Mercantil.. ....	95
Foto 6 - Medição de temperatura da água para ativação das leveduras.....	95
Foto 7 - Hidratação das leveduras liofilizadas (desprendimento de gás) .....	95
Foto 8 - Seleção das uvas.....	95
Foto 9 - Pesagem das uvas.....	95
Foto 10 - Matéria-prima limpa e selecionada .....	95
Foto 11 - Mosto de uva Isabel recém extraído .....	95
Foto 12 - Extração manual do mosto .....	96
Foto 13 - Amostra de metabissulfito de potássio.....	96
Foto 14 - Engaço separado .....	96
Foto 15 - Medição do açúcar (grau Babo).....	96
Foto 16 - Termopares.....	96
Foto 17 - Mostos recém extraídos com termopares instalados .....	96
Foto 18 - Formação de chapéu .....	96
Foto 19 - Vista dos barris antes da primeira remontagem.....	96
Foto 20 - Quebra do chapéu durante remontagem .....	97
Foto 21 - Coleta de amostras .....	97
Foto 22 - Desprendimento de gás .....	97
Foto 23 - Vista dos barris após a primeira remontagem.....	97
Foto 24 - Vista dos barris antes da segunda remontagem.....	97
Foto 25 - Quebra do chapéu .....	97
Foto 26 - Formação de espuma durante a remontagem (fermentação turbulenta uva Cabernet).....	97
Foto 27 - Chapéu sendo remontado.....	97
Foto 28 - Formação de espuma durante a remontagem (fermentação turbulenta uva Isabel) - Antes .....	97
Foto 29 - Formação de espuma durante a remontagem (fermentação turbulenta uva Isabel).....	97
Foto 30 - Formação de espuma durante a remontagem (fermentação turbulenta uva Isabel) - Depois .....	98
Foto 31 - Amostras de vinho de uva Cabernet (esquerda) e Isabel (direita) ....	98
Foto 32 - Amostras conservadas por temperatura .....	98
Foto 33 - Equipamentos utilizados para medição da densidade das amostras (balança analítica, picnômetro e conta-gotas).....	98
Foto 34 - Picnômetro .....	98
Foto 35 - Picnômetro com amostra de vinho.....	98
Foto 36 - Retirada de chapéu.....	98
Foto 37 - Diferença de volume após retirada de chapéu.....	98
Foto 38 - Retirada do vinho para recipiente fechado.....	99

Foto 39 - Corpo de fundo do barril .....	99
Foto 40 - Recipiente para fermentação fechada .....	99
Foto 41 - Saída de gás na fermentação fechada através da mangueira plástica .....	99
Foto 42 - Composição dos chapéus de uva Cabernet (esquerda) e Isabel (direita) .....	99
Foto 43 - Disposição dos recipientes plásticos durante fermentação residual .	99
Foto 44 - Disposição dos recipientes plásticos durante fermentação residual (vista superior).....	99
Foto 45 – Proteção contra luz durante fermentação residual .....	99
Foto 46 - Armazenamento dos vinhos prontos.....	99
Foto 47 - Reagentes utilizados.....	100
Foto 48 - Espectrofotômetro utilizado.....	100
Foto 49 - Padrões para calibração de polifenóis totais.....	100
Foto 50 - Cubetas com padrões para calibração de polifenóis totais .....	100
Foto 51 - Soluções utilizadas .....	100
Foto 52 - Esquema de filtração a vácuo.....	100
Foto 53 - Equipamentos utilizados para pipetagem .....	100
Foto 54 - Equipamentos utilizados para filtração.....	100
Foto 55 - Membrana com mosto filtrado primeiramente com papel filtro.....	100
Foto 56 - Vinho titulado (antes e depois).....	100
Foto 57 - Mudança de cor do vinho ao ser titulado .....	101
Foto 58 - Frascos com soluções para identificação de polifenóis totais (esquerda) e antocianinas (direita).....	101
Foto 60 - Papeis filtro .....	101
Foto 61 - Membranas .....	101
Foto 62 - Amostras congeladas para futura análise cromatográfica .....	101
Foto 63 – Refratômetro utilizado .....	101
Foto 64 - Filtragem de amostras descongeladas para análise cromatográfica .....	101
Foto 59 - Equipamento de medição de pH.....	101
Foto 65 - Cromatógrafo .....	102
Foto 66 - Redondel de amostras .....	102
Foto 67 - Videiras .....	102
Foto 68 - Tanques pulmão para engarrafamento .....	102
Foto 69 - Laboratório da vinícola.....	102
Foto 70 - Tanques de carvalho.....	102
Foto 71 - Lavagem de garrafas .....	102
Foto 72 - Engarrafamento .....	102
Foto 73 - Selagem.....	102
Foto 74 - Engarrafamento (linha de produção).....	102
Foto 75 - Análise sensorial (1).....	103
Foto 76 - Análise sensorial (2).....	103
Foto 77 - Diferença de coloração entre os vinhos de uva Isabel (esquerda) e Cabernet (direita) .....	103

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Esquema de nomenclatura das amostras .....	33
Tabela 2 – Classificação dos vinhos pelo teor de açúcar.....	40
Tabela 3 – Grau alcoólico alcançado por cada vinho.....	42
Tabela 4 – Resumo dos tempos das respectivas fases de maior produção de etanol .....	44
Tabela 5 - Resumo dos dados das respectivas fases de maior produção de etanol .....	44
Tabela 6 – Valor final de ácido acético nos vinhos.....	56
Tabela 7 – Variação de ácido málico entre o início e o final de cada fermentação .....	58
Tabela 8 - Análise sensorial das amostras de vinho .....	63
Tabela 9 – Resumo dos resultados obtidos pela análise química de cada componente dos vinhos .....	66
Tabela 10 – Peso das bandejas .....	71
Tabela 11 – Pesagem das uvas .....	71
Tabela 12 - Rendimento .....	71
Tabela 13 – Adição de açúcar.....	72
Tabela 14 – Nomenclaturas utilizadas .....	72
Tabela 15 - Densidade da água em função da temperatura .....	73
Tabela 16 – Densidades calculadas no quarto dia de fermentação aberta.....	73
Tabela 17 - Densidades calculadas no quarto dia de fermentação aberta.....	73
Tabela 18 - Densidades calculadas no quinto dia de fermentação aberta.....	73
Tabela 19 – Densidades calculadas no sexto dia de fermentação aberta .....	74
Tabela 20 – Dados relativos à duração, consumo de glicose da fase de maior produção de etanol.....	78
Tabela 21- Dados relativos à duração, consumo de glicose do processo global .....	78
Tabela 22 – Dados para construção da curva de calibração de ácido gálico... 78	
Tabela 23– Dados de pH .....	79
Tabela 24– Dados de concentração de H <sup>+</sup> (titulação) .....	79
Tabela 25 - Legenda relativa aos zeros presentes nas tabelas do anexo.....	79
Tabela 26 – Dados de etanol para construção de curvas em escala de 0 a 1080	
Tabela 27 – Dados de etanol em escala de 0 a 10, com a=92 e c=0.....	80
Tabela 28- Dados de ácido acético para construção de curvas em escala de 0 a 10 (dados não modificados) .....	80
Tabela 29 - Dados de ácido málico para construção de curvas em escala de 0 a 10 (dados não modificados) .....	81
Tabela 30 - Dados de ácido láctico para construção de curvas em escala de 0 a 10 (dados não modificados) .....	81
Tabela 31 - Dados de densidade para construção de curvas em escala de 0 a 10 .....	81
Tabela 32 - Dados de densidade em escala de 0 a 10, com a=1,11 e c=0,99. 82	
Tabela 33- Dados de polifenóis totais para construção de curvas em escala de 0 a 10 .....	82
Tabela 34- Dados de polifenóis totais em escala de 0 a 10, com a=830 e c=15 .....	82

Tabela 35- Dados de antocianinas para construção de curvas em escala de 0 a 10 .....	83
Tabela 36- Dados de densidade em escala de 0 a 10, com $a=4,25$ e $c=0$ .....	83
Tabela 37- Dados de taninos em escala de 0 a 10 .....	83
Tabela 38 - Dados porcentagem de sólidos solúveis para construção de curvas em escala de 0 a 10 .....	84
Tabela 39- Dados de glicose para construção de curvas em escala de 0 a 10	84
Tabela 40- Dados de glicose em escala de 0 a 10, com $a=70$ e $c=5$ .....	84
Tabela 41- Dados de metanol para construção de curvas em escala de 0 a 10 .....	85
Tabela 42- Dados de ácido tartárico para construção de curvas em escala de 0 a 10 .....	85
Tabela 43 - Dados relativo às medições de extrato seco [g] .....	85
Tabela 44 – Classificação dos vinhos devido ao teor de açúcar .....	112

## 1. OBJETIVOS

Este trabalho apresenta-se como um complemento ao Trabalho de Conclusão de Curso I, intitulado “Análise do processo de produção de vinho tinto artesanal e industrial obtido de uva do tipo Isabel”, e tem por objetivo realizar análises comparativas entre diferentes vinhos produzidos em laboratório. Em uma primeira análise, são comparados os vinhos produzidos a partir da mesma uva – Isabel ou *Cabernet* - porém com leveduras diferentes - *La Claire 665P*, *Zymaflore Spark* ou leveduras selvagens, investigando a influência da levedura no processo e na qualidade final da bebida. Fez-se também a comparação entre os vinhos de mesa e fino com a mesma levedura, para verificar as características decorrentes da uva.

## 2. INTRODUÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso foi dividido em duas etapas: a primeira foi teórica (TCC I, intitulado “Análise do processo de produção de vinho tinto artesanal e industrial obtido de uva do tipo Isabel”), referente a um levantamento bibliográfico para entendimento da história, métodos de produção e componentes relevantes do suco de uva e do vinho. A segunda parte apropriou-se das informações levantadas para comparação prática entre o comportamento do vinho de mesa e do vinho fino perante a inoculação de leveduras.

Desse modo, o presente trabalho apresenta a comparação entre os resultados da produção da bebida em escala laboratorial realizada durante o mês de março no Laboratório de Bioquímica do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Utilizando as técnicas artesanais discutidas na primeira etapa, foram fermentadas separadamente uvas do tipo *Cabernet* (uva fina – cultivar europeu) e Isabel (uva de mesa – cultivar americano e/ou híbrido) e, para cada tipo, foram feitos três ensaios: um apenas com leveduras selvagens, um segundo com levedura *La Claire 665P* e um terceiro com um tipo *Zymaflore Spark*, ambas cedidas pela empresa Vêneto Mercantil.

Neste relatório, será explicado o processo de produção da bebida no laboratório, as respectivas análises e as conclusões das comparações realizadas. Este trabalho não repete as informações apresentadas no TCC I, de forma que para melhor acompanhamento do assunto, deve-se entender que ambos são complementares.

### 3. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO EM ESCALA LABORATORIAL

#### 3.1. DECISÕES PRELIMINARES

A segunda fase do projeto teve início na busca por um fornecedor ou entidade que pudesse fornecer a quantidade necessária de leveduras específicas para vinho. Foram contatadas inicialmente algumas universidades e vinícolas próximas ao estado de São Paulo e a EMPRAPA. Neste processo, a importadora Vêneto Mercantil, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, foi contatada e gentilmente cedeu amostras de diferentes leveduras para vinhos.

Prevendo que seriam usados 2g de levedura por litro de vinho e que seriam feitos 20L em cada ensaio, foram requisitados 4g de cada cepa. Porém, como as amostras seriam enviadas por correio e estariam sujeitas a variações de temperatura entre as duas regiões, foram enviados 10g de cada uma para que a quantidade de leveduras vivas fosse garantida para o projeto. Apesar de se tratar de leveduras liofilizadas, para assegurar que a população se mantivesse estável até o início dos experimentos, as leveduras foram mantidas em geladeira.

Concomitantemente à aquisição das leveduras, o plano de processo de fermentação e de análises dos vinhos foi reavaliado. Inicialmente, pensava-se em quatro experimentos iniciais (um com leveduras selvagens e outros três com diferentes cepas de leveduras industriais), porém concluiu-se que isto levantaria uma grande margem de erro no final das fermentações, visto que, a princípio, o comportamento que cada cepa ainda não havia sido estudado. Assim, decidiu-se utilizar as cepas *La Claire sp 665/P* e *Zymaflore spark*, cujas especificações técnicas se encontram no item 5, “Características das leveduras utilizadas”.

Em posse das leveduras industriais, o passo seguinte foi decidir como estas poderiam ser priorizadas no processo fermentativo em relação às leveduras selvagens. Como exposto no Trabalho de Conclusão de Curso I, item 18, a medida usual deste procedimento é adicionar SO<sub>2</sub> ao mosto. Isto pode ser feito com o borbulhamento de SO<sub>2</sub> gasoso ou com a adição de

metabissulfito de potássio em quantidades adequadas. Outra possibilidade cogitada foi a pasteurização do mosto anteriormente à inoculação das cepas, porém esta hipótese foi logo descartada uma vez que o processo de aquecimento muito provavelmente afetaria de maneira negativa qualitativa e quantitativamente a composição dos mostos.

Frente às limitações físicas disponíveis para os ensaios e sabendo que o metabissulfito de potássio seria facilmente encontrado em lojas específicas e seria facilmente manipulado, ao contrário do dióxido de enxofre gasoso, este método foi adotado.

Sabendo-se que alguns fatores deveriam ser monitorados durante todo o processo fermentativo e imprevistos seriam mais facilmente contornados em um laboratório do que em uma cantina, foi decidido que o projeto seria transferido para escala laboratorial.

Outro entrave ao projeto foi a maneira de extrair amostras durante a etapa fechada da fermentação, na qual o mosto não pode entrar em contato com o oxigênio do ar afim de evitar sua oxidação. Dentre diversas maneiras possíveis foi escolhida a utilização de uma bomba acoplada a uma mangueira que ficaria em contato direto com o vinho dentro da garrafa. Para que não houvesse possibilidade de contato com o ar atmosférico através desta mangueira, foi proposto que esta ficaria travada por uma pinça entre as amostragens. Para que o volume de amostras retirado não interferisse no equilíbrio líquido-gás dentro do recipiente, a quantidade de amostras total retiradas foi dimensionada como, aproximadamente, 10% do volume total do mosto inicial.

Analisando cuidadosamente esta proposta, levantou-se a possibilidade de que a mangueira de borracha (única disponível), em contato com o vinho durante um período prolongado, pudesse ter efeitos danosos em relação à sua qualidade. Para efeitos de comparação das fermentações propostas, a não amostragem da fase de fermentação complementar (fechada) seria menos problemática do que a alteração das propriedades do vinho pela borracha.

### **3.2. DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DE VINHO NECESSÁRIO**

Previamente aos ensaios definitivos, foi realizada uma experiência de fermentação para que alguns detalhes pudessem ser acertados antes da definição do processo. A partir dessa primeira produção, pôde-se observar que nos cinco a sete primeiros dias o processo é mais intenso e as variações mais perceptíveis, caminhando para um estado de equilíbrio com o passar do tempo. Assim, decidiu-se que seriam retiradas amostras, aproximadamente, a cada 12 horas durante a fermentação tumultuosa (mais intensa), uma amostra antes de passarem para a fermentação fechada e uma final, antes de a bebida ser engarrafada. Como dito anteriormente, após as duas semanas iniciais, o processo fermentativo é apenas residual, de forma que se optou por não retirar mais amostras a partir do fim da fermentação inicial, já que não traria resultados muito significativos e poderia comprometer a qualidade do produto, pela possibilidade de entrada de ar, iniciando prematuramente o processo de oxidação do vinho a vinagre.

Contabilizado o número de amostras necessárias, o passo seguinte foi avaliar o volume necessário de cada tipo de vinho produzido. Superestimando-se tanto a quantidade de amostragens quanto o volume necessário para as análises, foi contabilizado cerca de 0,5 litro de amostras por ensaio (10 amostragens de 50 mL cada).

Em posse dos recipientes disponíveis para os ensaios, com capacidade para 10L de água, foi considerado que parte do volume seria ocupada pelo chapéu durante a fermentação tumultuosa e que seriam necessários 5L de vinho (volume de amostragem igual a 10% do total) para que as amostras não comprometessem o andamento do processo (a fermentação complementar seria feita em galões de 5L completamente preenchidos). Foram então processados 9L de cada mosto na fermentação inicial, em recipientes de 10L, considerando que haveria aumento do volume devido à geração de dióxido de carbono, retido abaixo do chapéu. Este fenômeno pode ser visto no Anexo 6, “Fotos da parte Experimental”.

#### 4. UVAS ISABEL E CABERNET

No projeto, foram escolhidas as variedades Isabel e *Cabernet* como representantes para processar os vinhos de mesa e fino, respectivamente.

A *Cabernet Sauvignon* é tida como a "Rainha das Uvas Tintas", utilizada na região de Bordeaux desde o século XVIII; quando bem vinificada, apresenta as seguintes características: vinhos intensos, com potencial tânico bastante elevado, ricos em aromas e sabores, lembrando groselha, ameixa preta, cereja e especiarias. Podem ser marcados por aromas vegetais, de oliva, menta, tabaco, cedro e anis.

Já a uva Isabel, considerada uma híbrida resultante da combinação da *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*, apresenta origem incerta. A variedade Isabel foi a primeira a entrar no Brasil (1830), seguida pela Catwaba e depois pela Niagara. Introduzida no Rio Grande do Sul entre 1839 e 1842, teve rápida difusão em todos os estados vinícolas do Brasil, tornando-se a base do desenvolvimento da vitivinicultura nacional. Ainda é a principal cultivar no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. É utilizada para a elaboração de vinhos de mesa tintos, rosé e branco, para suco de uva, destilados e vinagre. Esta uva tem como diferencial o teor de açúcar maior que os outros tipos, além disso, um aroma muito agradável, ideal para a fabricação de polpas, sucos e vinhos.

Durante a extração dos mostos, ficou clara a diferença previamente estudada entre as duas uvas: a uva *Cabernet* apresentou casca bastante mais grossa, aroma menos intenso, cor mais escura e rendimento menor (devido ao seu menor tamanho e fisiologia da casca) em relação à uva Isabel.



**Foto 1 - Uva Isabel (esquerda) e uva Cabernet (direita) utilizadas para preparação dos vinhos**

## 5. CARACTERÍSTICAS DAS LEVEDURAS UTILIZADAS

### 5.1. *La Claire* sp 665/P

A cepa SP 665/P é, segundo a ficha de especificações fornecida pela Vêneto, uma cepa de *Saccaromyces bayanus* isolada e selecionada na região de Champagne, França. Selecionada especificamente pela sua alta capacidade fermentativa, pela resistência a altas graduações alcoólicas (18°GL) e pela boa criofilia, além das reduzidas exigências nutricionais. Além disso, graças ao caráter “killer”, pode dominar o meio, garantindo fermentações puras. Todas essas características fazem dessa levedura ideal para o tratamento de fermentações interrompidas ou difíceis. Permite obter vinhos-base bem estruturados e equilibrados, com baixa acidez volátil. Na tomada de espuma, proporciona uma re-fermentação rápida, completa e limpa. Enriquece o produto final com um toque amargo, que lembra fruta seca.

Com essa levedura, 16,7g de açúcar são convertidos em 1°GL (o grau GL ou Gay-Lussac representa a porcentagem de álcool em volume). A temperatura ótima varia de 10°C a 30°C, a resistência ao SO<sub>2</sub> é muito elevada e sua produção, baixa. As produções de acidez volátil e de H<sub>2</sub>S são insignificantes.

Quanto às doses recomendadas, de 15 a 25g/hL (1hL é o equivalente a 100L) em condições normais e de 30 a 50g/hL em casos difíceis ou para reativar fermentações interrompidas.

A reidratação da levedura deve ser feita com 10 volumes de água à temperatura de aproximadamente 40°C, misturar bem e esperar que a hidratação seja completa (máximo de 30 minutos). Misturar novamente e agregar a suspensão à massa a fermentar.

### 5.2. *Zymaflore spark*

Segundo sua ficha descritiva, da Laffort, esta levedura é ideal para vinhos efervescentes e condições difíceis de vinificação. É uma cepa especificamente selecionada por sua destacável finura aromática e sua

resistência fermentativa às condições mais difíceis. Possui tolerância a teor alcoólico de 17% em volume, temperatura de 10°C a 32°C. Promove baixa produção de acidez volátil e de H<sub>2</sub>S e apresenta uma fase de latência muito curta.

A *Z. spark* apresenta por características aromáticas e organolépticas uma “finura aromática”. É adequada para a elaboração de vinhos suaves brancos, tintos ou rosados e para a tomada de espuma.

Ainda de acordo com sua ficha de especificações, a dose a ser empregada é de 20g/hL e deve-se evitar diferenças de temperatura superiores a 10°C entre o mosto e o inóculo durante a inoculação. Além disso, observa-se que o tempo total de preparação do inóculo não deve superar 45 minutos.

## 6. VINIFICAÇÃO NO LABORATÓRIO

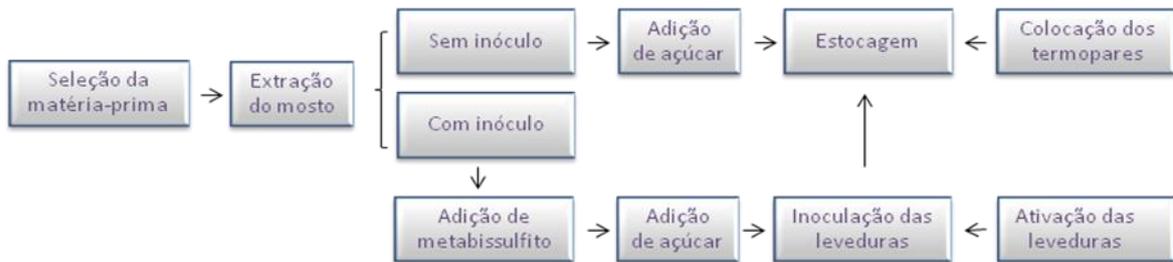
Como explicado no item 3.2., “Dimensionamento do volume de vinho necessário”, ficou definido que seriam montados seis barris com 9L de mosto, para que houvesse espaço para que o chapéu subisse conforme a fermentação desse prosseguimento.

Para a extração dos mostos as uvas não foram lavadas, pois, além de selecionar as leveduras, o metabissulfito adicionado já promove a “higienização” do mosto (termo utilizado pela empresa fornecedora das leveduras e pela indústria de vinificação). Na fermentação com leveduras selvagens não foi feita a adição de metabissulfito para que estas não morressem, porém depois foi descoberto que, em doses menores, o metabissulfito não causaria a inativação das leveduras e ajudaria na higienização do mosto. Outros dois motivos pelos quais não se lava a uva são o fato de que a fruta lavada acumulará água, enfraquecendo o vinho, e que a lavagem pode retirar leveduras de interesse.

Além disso, o vinho é um meio “auto-limpante” uma vez que o próprio etanol produzido torna o meio impróprio para a sobrevivência de possíveis microrganismos, como bactérias. Entretanto, embora não seja lavada, a uva passa por uma seleção, na qual são retiradas, além das uvas podres, larvas e bichos que porventura estejam entre os frutos.

Cada uma das duas uvas empregadas foi utilizada em três diferentes fermentações: uma com levedura *La Claire SP 665/P*, outra com a levedura *Zymaflore spark* e uma terceira com suas leveduras selvagens. Dessa maneira, estas 3 fermentações, respectivamente, foram identificadas como I1,I2 e I3, nos vinhos de Uva Isabel e como C1,C2 e C3, nos vinhos de uva *Cabernet*. Para a inoculação das leveduras, foi necessária prévia adição de metabissulfito de potássio, para que, dentre outros benefícios, as leveduras selvagens fossem mortas e as inoculadas pudessem prevalecer.

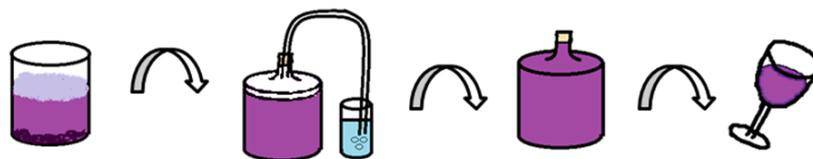
O processo de produção do vinho em laboratório está resumidamente esquematizado no fluxograma a seguir.



**Figura 1 - Fluxograma das etapas da extração dos mostos**

O processo produtivo, esquematizado na Figura 1, começa em um barril/tonel aberto no qual acontece a fermentação principal no mosto, com intenso desprendimento de gases, principalmente dióxido de carbono, e conseqüente formação de chapéu (concentração das cascas da uva na parte superior do barril, como ilustrado na Figura 7, item 6.5, e nas Fotos 18 a 30 do anexo 6).

Nesta etapa são extraídas grandes quantidades de compostos polifenólicos, como antocianinas e polifenóis. Tais componentes concentram-se basicamente nas cascas das uvas e, devido à formação do chapéu, é necessário que este seja misturado ao vinho cerca de duas vezes por dia para que tal extração seja favorecida, este processo denomina-se remontagem. Posteriormente, o vinho passa para um recipiente fechado (para evitar a entrada de oxigênio, porém com saída de gases), para que a fermentação residual se processe. Por fim, o vinho é então passado para um barril totalmente fechado no qual irá amadurecer e, posteriormente, poderá ser consumido.



**Figura 2 - Processo fermentativo: esquema macro**

## 6.1. OBTENÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA E SELEÇÃO DAS UVAS

As uvas foram compradas no CEAGESP, pela manhã, para que sua qualidade fosse garantida. A uva *Cabernet*, por ser uma variedade rara e pouco consumida no Brasil, foi encontrada em apenas um dos “Stands”, o que não permitiu que sua qualidade fosse comparada antes da compra, apenas entre as caixas. Já a uva Isabel, bem mais comum e bastante consumida no país, foi encontrada em diversos produtores e os fatores preço, aparência e armazenamento foram levados em consideração para a escolha final.

Assumido um rendimento de, pelo menos, 50% para produção do mosto, calculou-se 15kg de cada gênero para cada barril de fermentação, totalizando 45kg de cada tipo de uva.

A seguir, no Laboratório de Engenharia de Alimentos, as uvas foram analisadas individualmente e foram retiradas todas que continham bolor, podridão, etc, como representados na Figura 3, tendo ao fim cerca de 3kg de descarte. Após terem sido selecionadas, foram pesadas e estocadas (em condições ambiente) para que fossem trabalhadas na manhã seguinte. O Anexo 1 descreve as pesagens feitas, tanto das uvas quanto descartes.



**Figura 3 - Principais defeitos das uvas**

## **6.2. EXTRAÇÃO DO MOSTO E ADIÇÃO DE AÇÚCAR**

Como já era esperado, não se dispunha de equipamentos de moagem e prensagem adequados no laboratório, assim, as uvas foram espremidas manualmente para que não houvesse risco de que as sementes fossem danificadas, o que acarretaria na liberação de substâncias indesejáveis no vinho.

Independentemente da levedura utilizada, a todos os mostos foi adicionado açúcar para que o grau alcoólico do vinho, 11°GL, fosse acertado.

No caso dos “barris” com leveduras selvagens, o açúcar foi adicionado logo após a extração do mosto e naqueles aos quais seriam inoculadas leveduras, foi adicionado após o tempo de ação do metabissulfito.

Para a correção com açúcar mede-se com o mostímetro, Figura 4, a graduação em grau Babo, a qual é convertida em grau Gay-Lussac pela multiplicação do valor lido por 0,6. Assim, foi lido para a uva Isabel 11°Babo e para a *Cabernet*, 15,5°Babo. Como já dito, decidiu-se que a bebida apresentaria uma graduação final de 11°GL, o que acarretou em 792g de açúcar cristal adicionados aos mostos de Isabel e 540g adicionados aos de *Cabernet* (todos com 9 litros), uma vez que a adição de 18g de açúcar por litro de mosto eleva 1°GL. A adição do açúcar não ocorre diretamente ao mosto; ele é dissolvido antes para que não se deposite no fundo do recipiente. Assim, foi retirado cerca de 1L de cada mosto, adicionado o açúcar e aquecido até a fervura para que este fosse então, retornado ao recipiente de fermentação. A inoculação das leveduras só ocorreu após resfriamento do mosto até a temperatura adequada para as mesmas, cerca de 30°C.



**Figura 4 - Mostímetro**

### **6.3. ADIÇÃO DE METABISSULFITO DE POTÁSSIO E INOCULAÇÃO COM AS LEVEDURAS**

Como o processo manual é trabalhoso e demorado, e o metabissulfito deveria ser adicionado entre 1 hora e meia e 2 horas e meia antes da inoculação de leveduras, foi decidido que as uvas seriam espremidas na medida em que fosse cheio um barril por vez, sendo preparados antes os quatro que seriam sulfitados (para que houvesse tempo necessário para a ação do produto) e depois os dois que só teriam as leveduras selvagens.

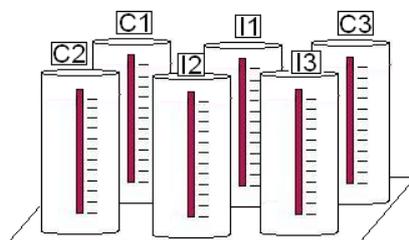
Todas as cepas são vendidas em sua forma liofilizada, desse modo, para que fossem reativadas, foi necessário colocá-las em água morna antes da inoculação. Este foi o principal cuidado tomado para aclimatar as leveduras à temperatura do mosto no qual seriam posteriormente inoculadas. Uma vez que o procedimento exatamente anterior a tal inoculação é a adição de açúcar, a temperatura do mosto era maior do que a ambiente, cerca de 30°C-32°C.

Antes da inoculação, cuidou-se para garantir que pelo menos parte das leveduras reidratadas estivessem vivas, o que pode ser visto pelo despreendimento de gás e crescimento das leveduras quando colocadas na água morna. O Anexo 6 mostra imagens das leveduras sendo reidratadas.

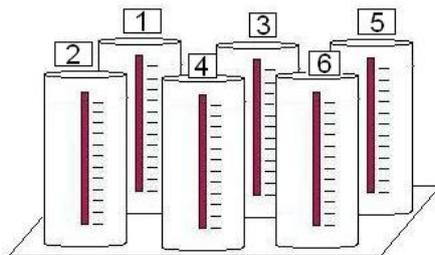
#### **6.4. INSTALAÇÃO DOS TERMOPARES**

A medida da temperatura deve ser feita no mosto, abaixo do chapéu, pois o chapéu apresenta temperaturas mais altas, falseando os dados obtidos. Sabe-se que se o mosto atingir uma temperatura maior que cerca de 34°C, deve-se resfriá-lo, para que as leveduras não sejam colocadas em risco, impedindo a vinificação.

Desse modo, os termopares foram colocados de modo que o sensor estivesse, aproximadamente, no segundo terço do “barril”, região em que se espera que esteja abaixo do chapéu, quando este se formar. Este cuidado foi tomado tanto após a extração dos mostos, como após cada remontagem. As Figuras 5 e 6 mostram a organização dos barris na bancada e a ordem dos termopares, respectivamente.



**Figura 5 - Esquema da distribuição dos barris na bancada**



**Figura 6 - Esquema da distribuição dos termopares na bancada (o número é referente ao termopar utilizado)**

### **6.5. REMONTAGEM, COLETA DE AMOSTRAS E ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO**

Como dito no começo deste item, a remontagem visa fornecer oxigênio às leveduras, uniformizar o teor de açúcar e a temperatura, homogeneizar a distribuição do fermento e extrair e solubilizar os compostos polifenólicos presentes na casca. Esta etapa também favorece a liberação do dióxido de carbono aprisionado entre o mesmo e o mosto, como representado na Figura 7 e nas fotos 18 a 30 do item 17.

A remontagem, na indústria, é feita pela retirada de parte do mosto pelo fundo e bombeamento para a parte superior após contato com o ar. Na produção artesanal, esse procedimento é mais simples, apenas afundando o bagaço do chapéu dentro do mosto.

A vinificação foi iniciada na terça-feira, dia 15 de março, no final da tarde. Durante o período de fermentação aberta, foram retiradas duas amostras por dia identificadas conforme a Tabela 1. Inicialmente, foram planejadas para que tivessem intervalos de 12 horas entre cada amostragem, porém, como o vinho foi produzido em módulo de estágio, as amostras foram retiradas antes e depois do horário comercial. As amostras foram congeladas logo após serem retiradas para sua conservação e posterior análise. As remontagens, por sua vez, foram feitas após tais amostragens.



**Figura 7 - Esquema da distribuição interna do mosto no barril: Chapéu, Cascas suspensas pela camada de gases, Corpo de fundo, sementes e borra depositados no fundo do barril**

**Tabela 1 – Esquema de nomenclatura das amostras**

Identificação das Amostras	
“Série” X das Amostras (C1-X, C2-X, C3-X, I1-X, I2-X I3-X)	Tempo após o início da fermentação em que foram retiradas (aproximadamente)
X = 1	19 horas (manhã de quarta, 16/03)
X = 2	27 horas (tarde de quarta, 16/03)
X = 3	43 horas (manhã de quinta, 17/03)
X = 4	51 horas (tarde de quinta, 17/03)
X = 5	67 horas (manhã de sexta, 18/03)
X = 6	75 horas (tarde de sexta, 18/03)
X = 7	94 horas (tarde de sábado, 19/03) <sup>1</sup>
X = 8	118 horas (tarde de domingo, 20/03) <sup>2</sup>
X = 9	286 horas (tarde de domingo, 27/03) <sup>3</sup>

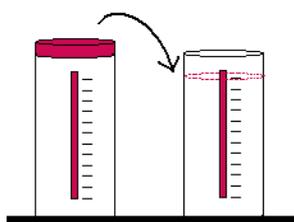
<sup>1</sup> - As fermentações C1 e C2 atingiram a densidade requerida para o início da fermentação complementar na série 6, não havendo, portanto, amostras das séries 7 e 8 para as mesmas.

<sup>2</sup> - As fermentações C3 e I2 atingiram a densidade requerida para o início da fermentação complementar na série 7, não havendo, portanto, amostras da série 8 para as mesmas.

<sup>3</sup> - A série 9 corresponde ao momento em que as fermentações cessaram (não era mais constatada a presença de bolhas saindo pelo respiro). Como cada fermentação cessou em um momento e antes de parar ela não era significativa, admitiu-se o mesmo instante para todas as amostras, para simplificação do estudo.

### 6.5.1. CONSIDERAÇÕES

Já na primeira amostragem, posterior à extração dos mostos, foi possível notar a formação de chapéu, bem mais consistente nos quatro mostos inoculados com levedura específica. Embora a formação do chapéu tenha sido levada em consideração para o preenchimento dos barris, o volume ultrapassou o esperado e parte do chapéu foi observado fora do barril. Após a remontagem, o volume de mosto voltou a ser inferior ao do barril, o que mostra a grande quantidade de gases desprendidos. O esquema a seguir e as Fotos 25 a 28 do item 17 ilustram o abaixamento do chapéu após a remontagem.



**Figura 8 - Esquema da diminuição do volume aparente depois da remontagem**

Nas amostragens posteriores, foi observada uma mudança no tamanho dos chapéus de cada barril: os que estavam mais altos começaram a baixar e vice versa, o que é um forte indício das diferenças nas velocidades de fermentação, maiores nos barris inoculados com leveduras especializadas e, principalmente, nos mostos de uva *Cabernet*. Com o abrandamento das fermentações, o chapéu notadamente apresentava-se bem menos consistente e havia menor desprendimento de gás.

### 6.6. PASSAGEM PARA A FERMENTAÇÃO COMPLEMENTAR

Os mostos foram transferidos para a fermentação complementar (fechada, com um respiro para alívio do gás e acompanhamento da fermentação), quando a densidade dos mesmos chegava a 1,00 g/mL. Assim, como as velocidades das fermentações eram diferentes, essa fase ocorreu em tempos diferentes para cada vinho produzido. O anexo 2, item 13, apresenta alguns dados e cálculos utilizados para essa decisão. A densidade foi medida com um picnômetro, como mostram as Figuras 34 e 35, item 17.

Nesta etapa, os vinhos foram transferidos para recipientes plásticos, nos quais foi acoplada uma mangueira de borracha para que a produção residual

de gás pudesse escoar. Isto foi feito de maneira que uma das extremidades ficasse acima da superfície do vinho (no ar dentro do recipiente) e a outra imersa em um béquer com água, para permitir apenas o fluxo de saída de gases. Além disso, o furo pelo qual a mangueira passava foi vedado com cera de vela, também para garantir a estanqueidade do processo. Nas fotos 40, 41, 43 e 44 do item 17, pode-se notar a aparelhagem montada e o desprendimento de gás na saída na mangueira.

## **7. PARÂMETROS E ANÁLISES QUÍMICAS**

Para que a comparação entre as diferentes fermentações fosse realizada, foram definidos dois critérios: a velocidade de conversão do açúcar em álcool (portanto velocidade de fermentação) e a concentração dos componentes relativos à qualidade do vinho final.

Tais comparações serão feitas de modo cruzado entre os vinhos do mesmo tipo de uva, comparando a presença ou a ausência de leveduras inoculadas, para concluir sobre a atuação das leveduras (inoculadas ou selvagens) na sua composição. Comparou-se, assim C1, C2 e C3, e em uma outra comparação, I1, I2 e I3. Caso os resultados obtidos permitam, uma comparação entre a ação de cada levedura nos dois tipos de uva também será feita.

Para comparações entre os diferentes parâmetros analisados, serão utilizadas curvas em uma escala de 0 a 10 na ordenada dos gráficos a fim de aumentar a percepção qualitativa entre os componentes, uma vez que muitos se apresentam em diferentes unidades. As tabelas e cálculos relativos a essas modificações estão descritos no item 15.4," Dados para construção das curvas em escala de 0 a 10".

### **7.1. EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DURANTE A FERMENTAÇÃO ABERTA**

Durante a fermentação aberta, as temperaturas foram monitoradas por termopares, cedidos pelo Laboratório de Engenharia de Alimentos, colocados abaixo do chapéu, local mais quente. Devido a uma necessidade de utilização do equipamento por parte do laboratório, o monitoramento teve de ser interrompido na série 6 das amostras, de forma que as únicas fermentações monitoradas desde o começo até sua transferência para a fase fechada foram a C1 e C2.

Porém, uma vez que na instalação dos termopares cometeu-se o erro de não isolar os recipientes de fermentação e não monitorar em paralelo a

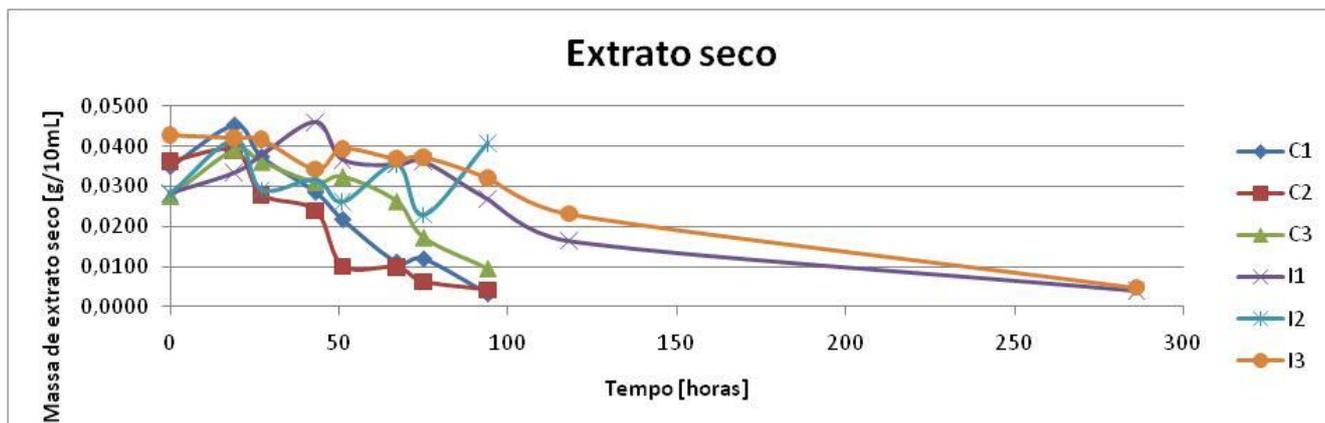
temperatura ambiente, os resultados refletiram não só as interferências referentes à fermentação, mas também às trocas térmicas com o ambiente.

Desse modo, os dados, mesmo tratados, apresentaram-se inconsistentes com o esperado (aumento de temperatura na fase de fermentação turbulenta) e, pelos motivos apresentados, foram descartados da avaliação final dos vinhos. No Anexo 3, são encontrados o gráfico relativo às temperaturas obtidas em cada ensaio (Gráfico 26) e o gráfico tratado (após, por exemplo, exclusão dos vales decorrentes da retirada do termopar para realização das remontagens e, conseqüentemente, seu contato com a bancada fria – Gráfico 27).

## **7.2. EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE LEVEDURAS NOS CULTIVOS**

Durante as análises mediu-se o extrato seco de cada amostra. Para tal, cada uma delas foi, primeiramente, filtrada a vácuo com papel de filtro comum para retirada de partículas sólidas maiores e sementes e, em seguida, 10mL deste filtrado foram filtrados também à vácuo por uma membrana permeável, a fim de reter a massa de leveduras presentes nos mostos durante todo processo.

As membranas foram pesadas antes e depois de cada filtragem, para que apenas a massa de leveduras fosse contabilizada. Esperava-se que houvesse um crescimento inicial da população, tendendo a um equilíbrio biológico (estagnação da curva de crescimento) ou ainda, que após a fase de maior produção de etanol, houvesse um declínio das curvas, devido à possível não resistência das leveduras ao teor etílico. Os dados experimentais relativos a essas análises estão resumidos no gráfico a seguir (com detalhamento dos dados na Tabela 43, do Anexo 4).



**Gráfico 1 - Curvas de extrato seco das amostras**

Observando-se o gráfico acima, pode-se notar que em todos os vinhos não há crescimento da quantidade de massa; pelo contrário, o decaimento ocorre em todos os casos, exceto em I2 que se mantém aproximadamente constante. Visto que a membrana filtraria populações mortas e vivas, uma hipótese que justificasse o não aumento de massa seria a morte de parte da população de leveduras logo no início do experimento, com isso, as curvas deveriam manter-se minimamente constantes, já que também há produção de novas células.

Porém, o decréscimo mássico acusado no gráfico certamente não ocorreu de fato. Para explicar a diminuição detectada nas amostras retiradas foram levantadas hipóteses. A primeira, seria como consequência da filtração inicial com papel filtro que, possivelmente, reteve, além das macro-partículas, parte da massa de leveduras de interesse. Outra possibilidade, que não exclui a primeira, é que as leveduras tenham se aderido à partículas sólidas durante o cultivo e tenham se precipitado ou tenham sido filtradas junto. Por esses motivos, os dados relativos a essa análise foram descartados.

### **7.3. SÓLIDOS SOLÚVEIS - AÇÚCARES TOTAIS**

#### **7.3.1. METODOLOGIA**

A determinação de açúcares totais neste estudo foi feita por refratometria. O refratômetro fornece a porcentagem de sólidos dissolvidos, dos

quais cerca de 90% são sacarose, sendo uma aproximação comumente utilizada para este tipo de análise.

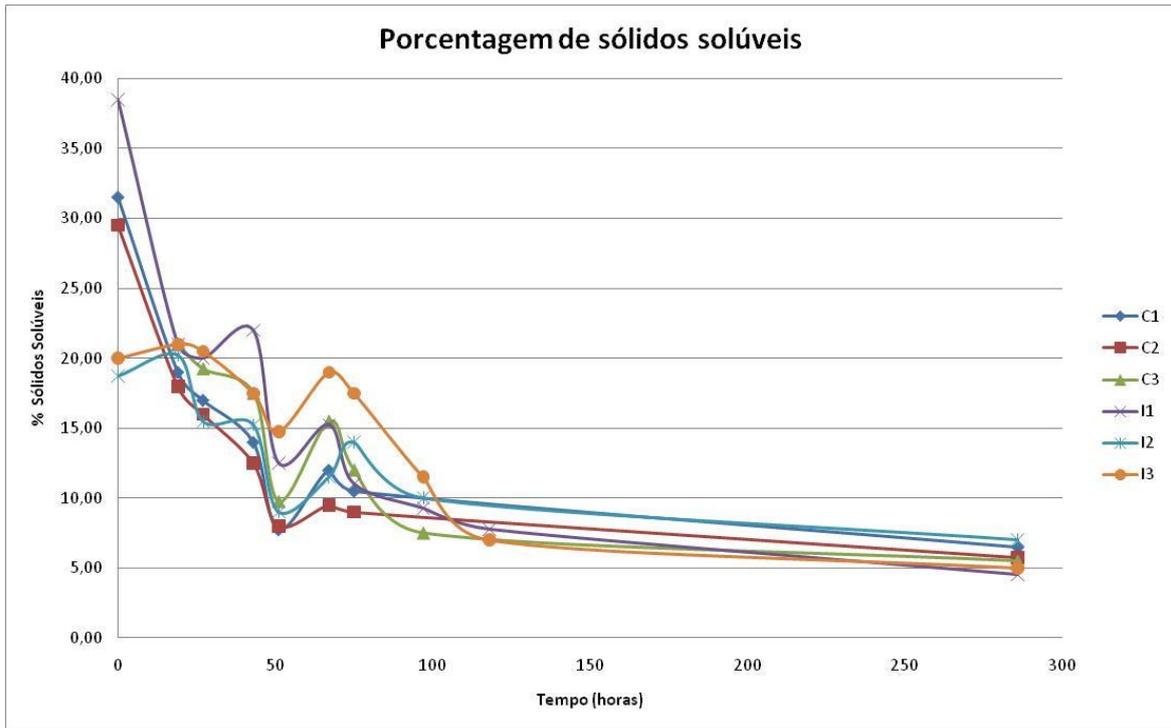
Para uma medida mais precisa, pode-se usar um mostímetro, que mede a quantidade de açúcar em 100g de mosto, fornecendo um valor em grau Babo. O mostímetro foi utilizado apenas no suco de *Cabernet* e de *Isabel*, sendo que as análises posteriores já foram feitas no refratômetro.

### 7.3.2. VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS

Uma solução de 25 °Brix (ou, 25% de sólidos solúveis) tem 25 gramas do açúcar da sacarose por 100 gramas de líquido. Partindo-se do princípio que cada molécula de sacarose pode ser hidrolisada em duas moléculas, uma de glicose e outra de frutose, considerou-se o teor de glicose como sendo 1,89 vezes o teor de sólidos solúveis (sacarose), como mostram os cálculos a seguir.

$$\begin{aligned} 1\text{molSacarose} &\approx 1\text{molGlicose} + 1\text{molFrutose} \\ 342,24\text{gsacarose} &- 180,16\text{g}(glicose + frutose) \\ X\text{gsacarose} &= \frac{180,16}{342,24} \text{gglicose} \approx 1,89\text{g}(glicose + frutose) \end{aligned}$$

Dessa, maneira a concentração de glicose será:  $[Glicose] = °Bx \cdot 90\% \cdot 1,89$ . Os valores obtidos, tanto na medição da porcentagem de sólidos solúveis quanto da concentração de glicose, estão expostos no anexo 4.



**Gráfico 2 - Porcentagem de sólidos solúveis ao decorrer das fermentações**

A concentração de glicose classifica os vinhos de acordo com a tabela a seguir. Todos os vinhos apresentaram teores de glicose da ordem de 8-12g/L de glicose, podendo então, serem considerados vinhos Demi-Sec.

**Tabela 2 – Classificação dos vinhos pelo teor de açúcar**

Teor (g/L)	Máximo	Mínimo
<b>Seco</b>	4	
<b>Demi-sec</b>	25	4,1
<b>Doce ou Suave</b>	80	25,1

Fonte: UVIBRA

## **7.4. ETANOL**

### **7.4.1. IMPORTÂNCIA NO VINHO**

O etanol influencia o vinho na estabilidade, gosto e extração da cor em tintos. Em linhas gerais, quanto maior o teor do álcool, mais estável a bebida e mais “encorpada”, porém maior também é a percepção de gosto amargo.

Também exerce ação anti-séptica: a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, responsável pelo essencial da fermentação, sobrevive até cerca de 12 a 14% em volume e a *Saccaromyces bayanus* (chamada de “levedura de acabamento”) resiste a mais que 16% de álcool.

Neste estudo, o etanol foi o componente no qual a escolha da fase de maior atividade fermentativa foi baseada.

### **7.4.2. METODOLOGIA**

O teor alcoólico pode ser determinado por diversos métodos: utilizando-se um densímetro durante a fermentação (uma vez que a quantidade de álcool liberada altera proporcionalmente a densidade do mosto), por refratômetro de imersão na mistura alcoólica, colorimetria, dentre outros.

Em um primeiro momento neste estudo, utilizou-se um picnômetro para acompanhamento da diminuição da densidade do mosto a 20°C (a densidade determina o momento de retirada dos bagaços e passagem para fermentação fechada). Posteriormente, todas as amostras retiradas durante a fermentação foram analisadas em um equipamento cromatográfico, HPLC, obtendo-se uma medida mais precisa da quantidade de etanol presente em cada etapa.

### **7.4.3. VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS**

A legislação brasileira para vinhos é especialmente rigorosa quanto ao teor alcoólico, tanto que este deve aparecer nos rótulos de vinhos de mesa.

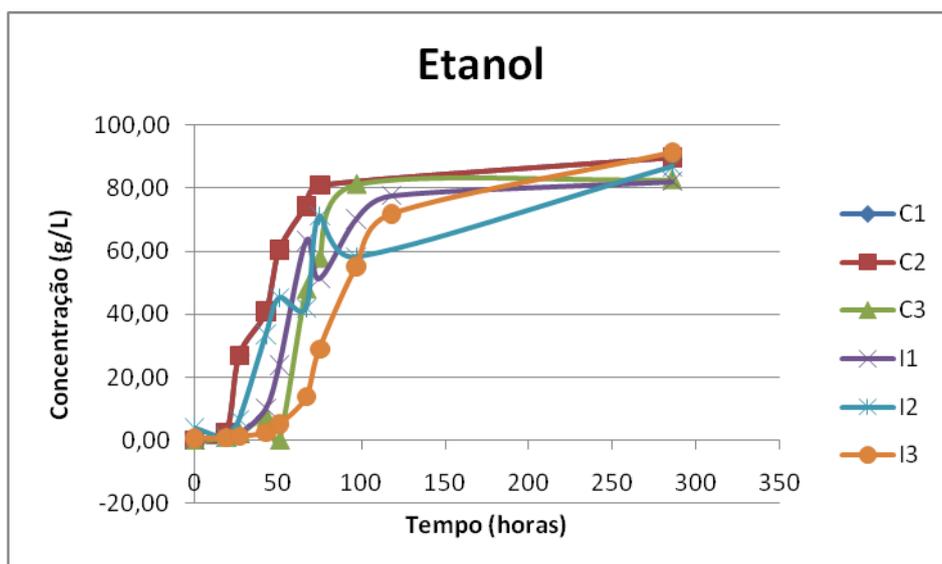
Pela Lei 7678, de 8 de novembro de 1988, tanto para vinhos de mesa quanto para vinhos tintos, o teor alcoólico deve estar compreendido entre 8,6% e 14% em volume, a 20°C. Apenas cerca de 0,5% dos alcoóis não corresponde ao álcool etílico, sendo metílico, isobutílico, etc. A porcentagem de etanol é normalmente expressa em graus G.L. (Gay-Lussac), e os vinhos apresentam de 8,6 a 14°G.L.

Durante o preparo dos vinhos, foi fixado o teor de etanol a ser atingido ao final das fermentações em 11°G.L.; para tal, dosou-se açúcar cristal durante a preparação dos mostos, como informado previamente.

Para comparação com o resultado esperado, converteu-se a concentração de etanol de g/L para °GL, dividindo-se a primeira pela densidade do etanol, 0,789 g.cm<sup>-3</sup>. Observando-se a tabela 3 e o Gráfico 3, percebe-se que todos os experimentos foram bem sucedidos e que, considerando apenas esse parâmetro, o vinho que mais se aproximou do esperado foi o I2. Além disso, todas as cinéticas de fermentações se mostraram diferentes, sendo mais rápidas as fermentações com a inoculação de leveduras especializadas.

**Tabela 3 – Grau alcoólico alcançado por cada vinho**

	C1	C2	C3	I1	I2	I3
g/L	84,05	89,82	82,79	82,12	86,87	91,36
°GL	10,65	11,38	10,49	10,41	11,01	11,58



**Gráfico 3 – Acompanhamento do teor de etanol ao longo das fermentações**

#### **7.4.4. DETERMINAÇÃO DAS FASES DE FERMENTAÇÃO A PARTIR DO ETANOL**

Para determinação das fases de fermentação turbulenta, utilizaram-se curvas de produção de etanol e consumo de glicose. Na fase mais intensa há um aumento significativo dos teores de álcool, seguido pela sua estabilização, o que pode ser observado nos gráficos a seguir.

Para simplificação, visto que há uma quantidade insuficiente de pontos para a identificação da fase exponencial da fermentação, a fase de grande aumento de etanol será denominada “fase de maior produção de etanol”, ou FMP, vista nos Gráficos 4 a 9 para cada fermentação feita. Percebe-se que os pontos iniciais das curvas de glicose apresentam erro de medição já que não correspondem à quantidade de etanol produzido. Caso não tenha havido erros nas medições, tanto de glicose quanto de etanol, nestes pontos, o baixo nível de glicose pode ser devido ao crescimento celular, estimulado pela presença de oxigênio dissolvido no início do processo.

Comparativamente, pode-se observar a velocidade relativa desta fase, duração, consumo de glicose e a quantidade de álcool produzido nas Tabelas 4 e 5. Porém, neste estudo, para efeitos comparativos, será levada em consideração apenas sua duração como parâmetro para julgamento dos outros componentes analisados.

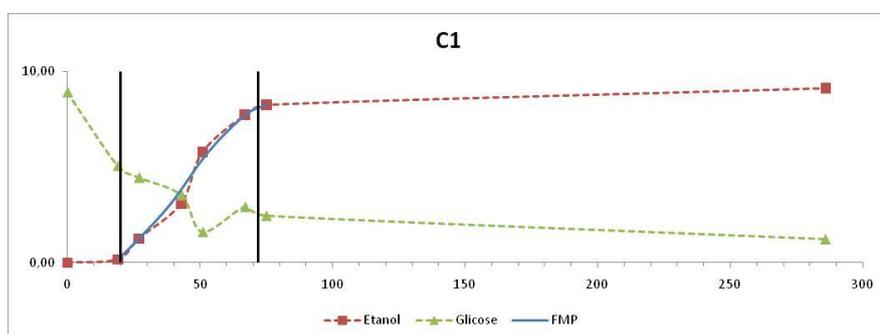
**Tabela 4 – Resumo dos tempos das respectivas fases de maior produção de etanol**

Fase de maior produção			
	To	Tf	$\Delta$ tempo
<b>C1</b>	20,0	72,0	52,0
<b>C2</b>	10,0	71,5	61,5
<b>C3</b>	40,5	90,0	49,5
<b>I1</b>	30,0	104,0	74,0
<b>I2</b>	20,5	75,0	54,5
<b>I3</b>	52,0	110,0	58,0

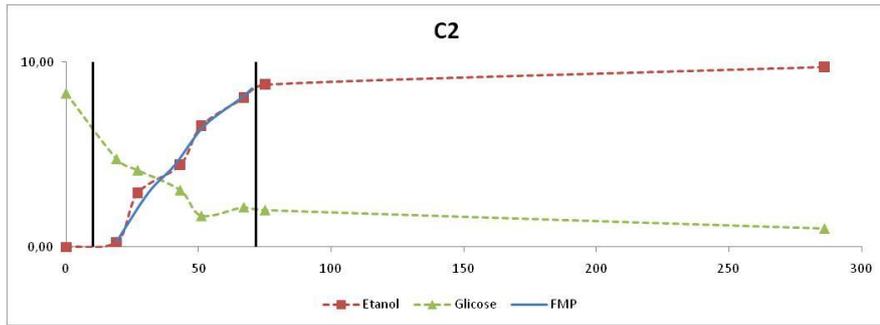
**Tabela 5 - Resumo dos dados das respectivas fases de maior produção de etanol**

Fase de maior produção							
	Eo	Ef	$\Delta$ Etanol	Go	Gf	$\Delta$ glicose	$Y_{P/S}^*$
<b>C1</b>	1,8400	74,5200	72,6800	67,2000	11,2000	56,0000	1,2979
<b>C2</b>	1,8400	79,1200	77,2800	66,5000	4,9000	61,6000	1,2545
<b>C3</b>	5,5200	77,2800	71,7600	65,8000	8,4000	57,4000	1,2502
<b>I1</b>	3,6800	73,6000	69,9200	65,1000	9,8000	55,3000	1,2644
<b>I2</b>	1,8400	70,8400	69,0000	68,6000	13,3000	55,3000	1,2477
<b>I3</b>	5,5200	68,0800	62,5600	64,4000	12,6000	51,8000	1,2077

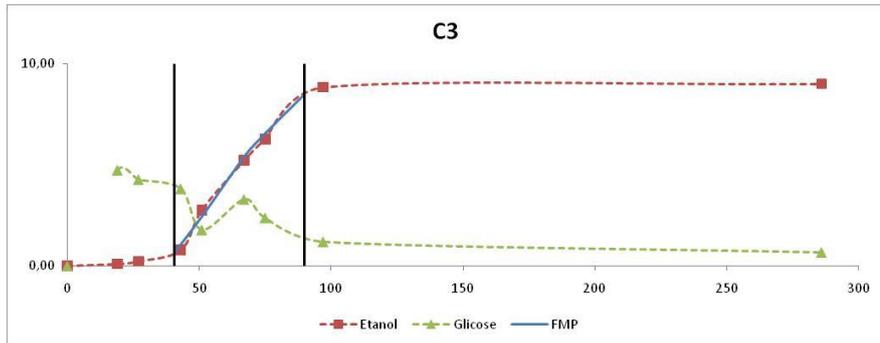
$Y_{P/S}$  como sendo a conversão de glicose em etanol.



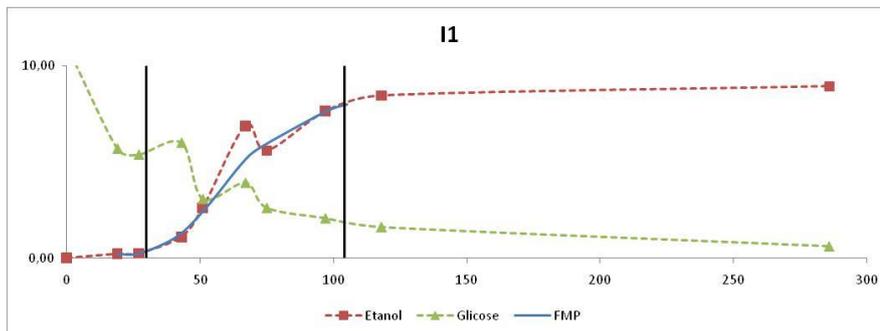
**Gráfico 4 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho C1)**



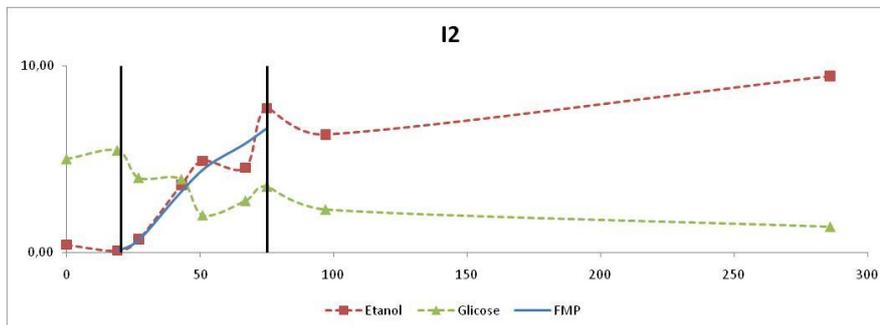
**Gráfico 5 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho C2)**



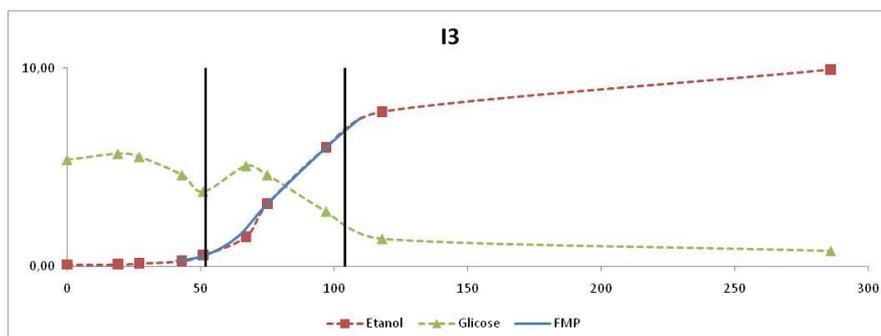
**Gráfico 6 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho C3)**



**Gráfico 7 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho I1)**



**Gráfico 8 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho I2)**



**Gráfico 9 - Curva de determinação da fase de maior produção de etanol (Vinho I3)**

## **7.5. POLIFENÓIS – TANINOS E ANTOCIANINAS**

### **7.5.1. IMPORTÂNCIA NO VINHO**

Os polifenóis analisados, taninos e antocianinas, cumprem, respectivamente, papel fundamental nas propriedades organolépticas (aroma e sabor) do vinho, resultando em um vinho duro, adstringente e amargo se em excesso, e na coloração da bebida, sendo mais intensa quanto maior sua concentração.

Sendo os taninos alcoolsolúveis e os antocianos hidrossolúveis, nos primeiros dias da fermentação, o conteúdo tanínico é inexpressivo, aumentando com o decorrer da fermentação; o inverso ocorre com as antocianinas que são primordialmente extraídas nos início do processo. Para evitar isso, separam-se os engaços antes da fermentação. Por outro lado, se houver pequena quantidade desse componente no vinho, pode-se fazer o amadurecimento em barris de carvalho, que cedem taninos da madeira para a bebida.

As concentrações de polifenóis dependem da variedade da uva, solo e condições do tempo durante o cultivo, do grau de maturação da fruta, das técnicas de vinificação, dentre outras. Influenciam negativamente na liberação de polifenóis a trasfega tardia ou em número insuficiente e a não realização de filtração e clarificação, citando-se apenas alguns.

### **7.5.2. METODOLOGIA**

### **7.5.2.1. ANÁLISE DOS POLIFENÓIS TOTAIS (ANTOCIANINAS E TANINOS)**

A concentração de polifenóis totais foi determinada por colorimetria utilizando a curva-padrão de solução ácido gálico (Método de Ácido Gálico Equivalente - GAE) nas concentrações 50, 100, 150, 250 e 500mg/L. Assim, o teor de polifenóis é expresso em equivalente de ácido gálico.

Tanto para o exame das amostras quanto para as soluções de calibração, foram misturados, em um balão de 10mL, 90µL de amostra, 910µL de água deionizada, 5mL de reagente de Folin-Ciocalteu diluído (1:10) e 4mL de solução Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5%. O reagente de Folin-Ciocalteu é reduzido pelos compostos fenólicos da amostra, resultando na coloração azul, cuja absorção da luz é, então, medida no espectrofotômetro.

Para a elaboração da curva de calibração, foram preparadas cinco soluções com diferentes concentrações de ácido gálico (90µL) e para as análises, utilizadas 90µL de amostra. Em ambos os casos, entre o preparo da amostra e a leitura no refratômetro, foi respeitado um intervalo de 2 horas, segundo o método. A Tabela 22 do Anexo 4 apresenta as soluções utilizadas para calibração e suas absorbâncias e o Gráfico 31 do mesmo anexo apresenta a curva de calibração. A partir da equação alcançada, foi então possível encontrar a concentração de polifenóis em equivalente em ácido gálico nas amostras, utilizando, para tal, as medidas de absorbância de cada amostra. Com os valores calculados, foi possível construir as curvas presentes nos Gráficos 10 e 11.

### **7.5.2.2. ANÁLISE DO TEOR DE ANTOCIANINAS**

A determinação do teor de antocianinas totais é feita a partir da leitura da absorbância a 540 nm. O branco é uma solução de etanol/ácido clorídrico/água (70:1:30), solução na qual a amostra deve ser dissolvida para a leitura, numa relação de diluição “d” arbitrária que resulte em leitura dentro da faixa de calibração.

Os resultados são expressos em mg/L de cloreto de Malvidina, pelo cálculo ANTC totais =  $A \times 20 \times d$ , onde A é a absorbância lida e d, a diluição.

### 7.5.3. VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS

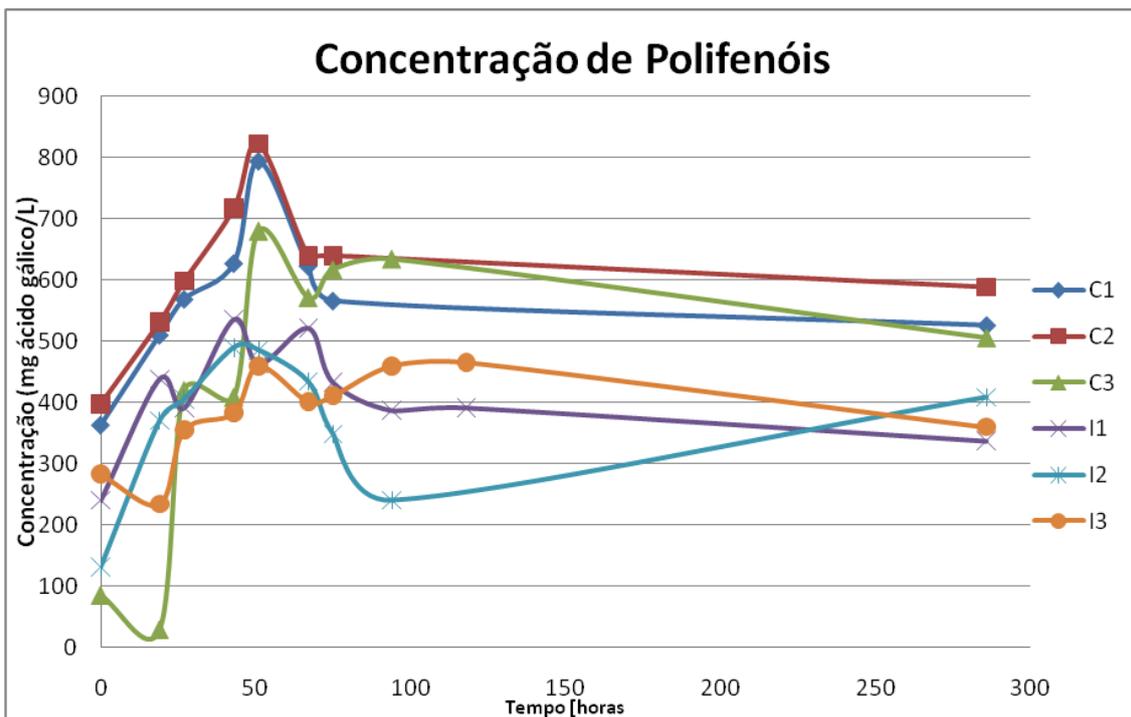
O teor de taninos no vinho tinto depende da variedade e das condições de vinificação. Dentre as uvas viníferas, geralmente, quanto mais grossa a casca, maior a quantidade de taninos a serem extraídos. Desse modo, esperava-se que nos vinhos de uva *Cabernet Sauvignon* seu conteúdo fosse mais significativo do que nos vinhos de Isabel.

Para vinhos tintos de mesa, os compostos fenólicos variam de 190 a 3800 mg de ácido gálico/L, sendo, em média, 1800 mg de ácido gálico/L.

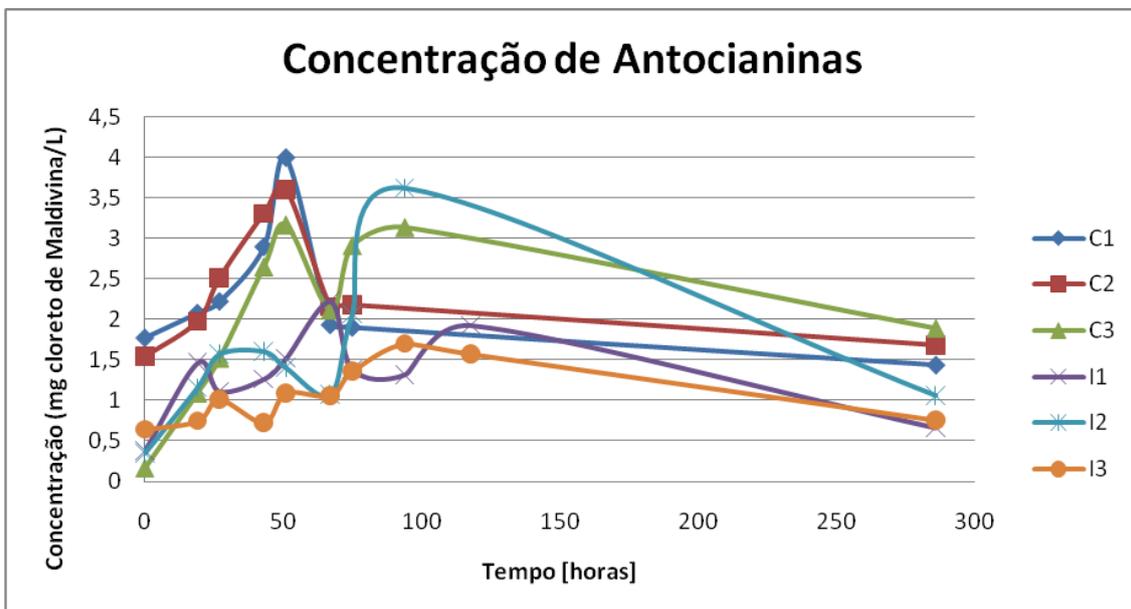
Com os valores obtidos para os teores de polifenóis totais e antocianinas a partir das absorvâncias medidas, foi possível fazer os Gráficos 10 e 11. Destacam-se as seguintes diferenças entre as fermentações:

- **Diferenças decorrentes do tipo de uva** – para a uva *Cabernet* são observados picos de cerca de 800 mg de ácido gálico/L, enquanto para a Isabel, nas mesmas condições de fermentação, estes encontram-se em cerca de 500 mg/L, diferença que comprova o aspecto visual diferente entre as duas: a uva *Cabernet* apresenta uma coloração muito mais intensa que a Isabel, bem como seus respectivos vinhos.
- **Diferenças decorrentes do tipo de levedura** – as fermentações com leveduras selvagens apresentam o pico de concentração de polifenóis em um valor ligeiramente inferior às com inóculo.

Quanto ao valor usual para a concentração de polifenóis, os vinhos produzidos encontram-se dentro do intervalo, porém abaixo do valor médio.



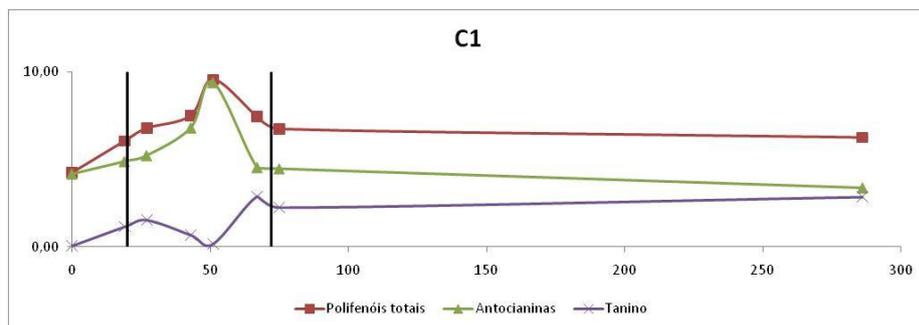
**Gráfico 10 - Concentração de polifenóis totais ao longo da fermentação**



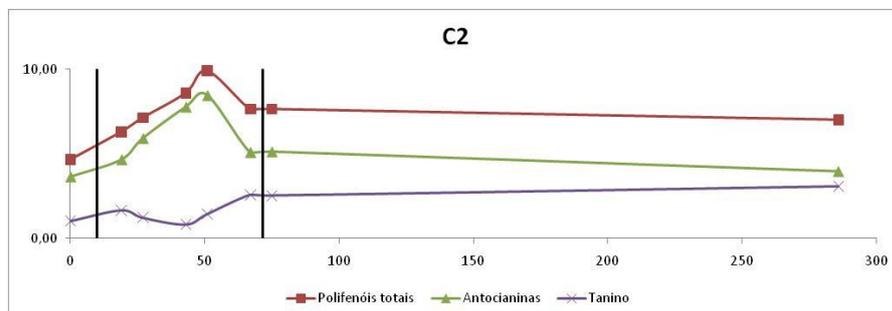
**Gráfico 11 - Concentração de antocianinas ao longo da fermentação**

Uma vez que os resultados de todas as medições expressas nos Gráficos 10 e 11 se encontram em diferentes unidades de medição (equivalente de ácido gálico, mg/L de cloreto de Malvidina e g/L), para uma análise comparativa, estes foram passados para uma escala relativa de 0 – 10.

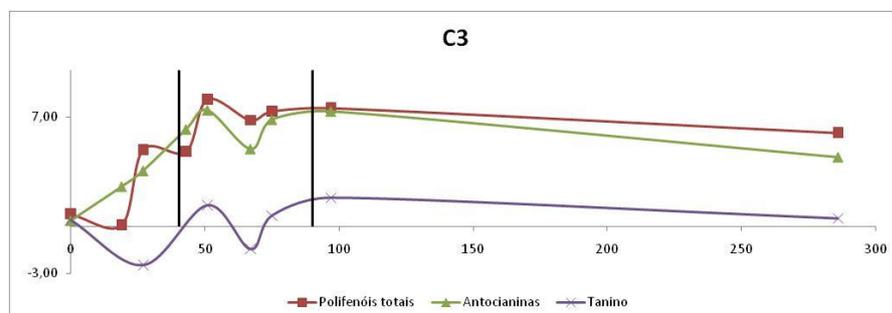
Visto que, no vinho, o conteúdo polifenólico é constituído basicamente de taninos e antocianinas, os primeiros foram estimados subtraindo-se da quantidade de polifenóis totais o valor encontrado para as antocianinas, de modo que qualquer erro no teor de antocianinas refletirá em erro proporcional na curva de taninos. Outra consequência é o aparecimento de valores negativos nas curvas referentes aos taninos, fato que não deve ser levado em consideração por serem curvas unicamente qualitativas.



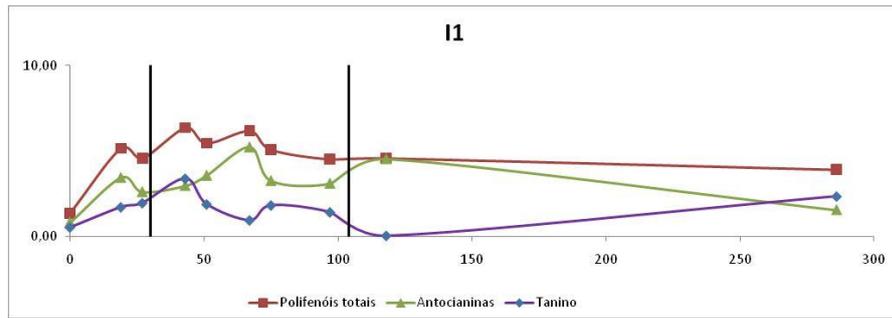
**Gráfico 12 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho C1)**



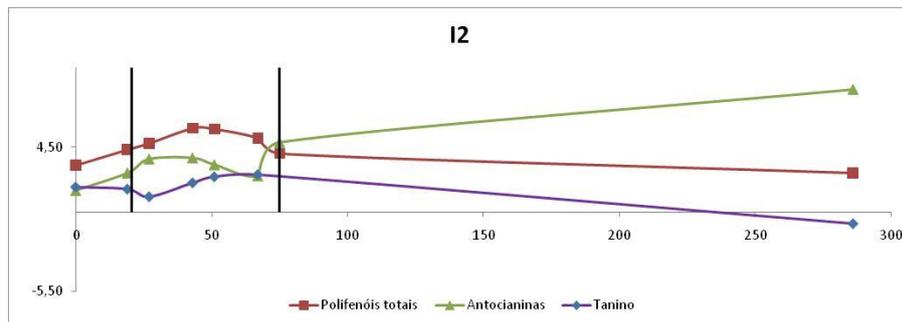
**Gráfico 13 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho C2)**



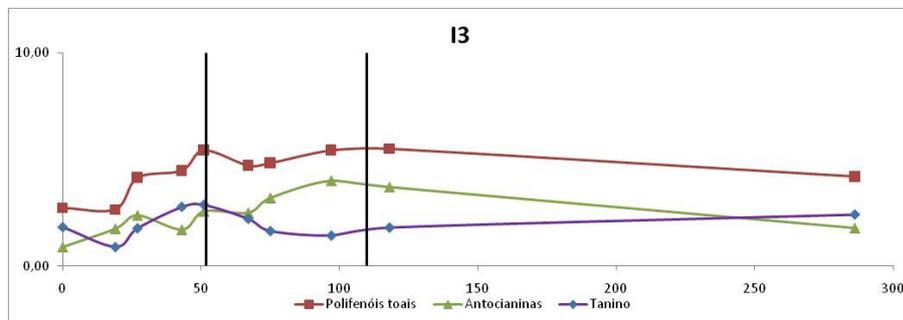
**Gráfico 14 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho C3)**



**Gráfico 15 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho I1)**



**Gráfico 16 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho I2)**



**Gráfico 17 - Curvas de análise de polifenóis (Vinho I3)**

Verifica-se que, de fato, no início da fermentação, ocorre um maior aumento dos teores de polifenóis, extraídos das cascas e sementes durante a maceração e remontagens. A Foto 2 ilustra esse aumento inicial no início da fermentação, logo após a preparação do mosto, na qual nota-se que ainda não há a coloração característica do vinho em quase toda extensão do tubo plástico, exceto na parte inferior. Isto ocorre pois é a parte em que o mosto está em maior contato com o bagaço e conseqüente há maior extração destes componentes.

Já a Foto 3 mostra as diferentes tonalidades dos mostos no terceiro dia de fermentação aberta, evidenciando o tom mais intenso nas uvas do tipo *Cabernet*, como já era esperado.

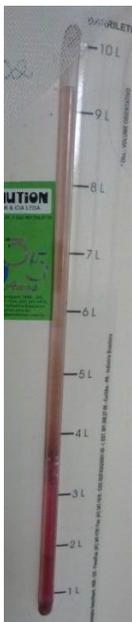
Intuitivamente, esperava-se que a concentração dos polifenóis aumentasse com o decorrer da fermentação, ou no máximo, se estabilizasse após a FMP, pois se desconhecia a possibilidade de outro fenômeno concomitante à sua extração nas remontagens. Visto que isto se repetiu em todos os experimentos, descartou-se a possibilidade de erros de medição e novas informações a respeito de possíveis interações envolvendo estes polifenóis foram buscadas.

Observando-se os gráficos, nota-se que a curva de antocianinas acompanha o andamento da curva de polifenóis totais. Dessa maneira, considerando-se que as antocianinas e os taninos são os dois compostos polifenólicos presentes em maior quantidade no vinho, a diferença entre as curvas possivelmente representa os taninos. Isso pode ser observado em todos os casos, exceto em I2, no qual a curva das antocianinas apresenta comportamento inverso à de polifenóis totais após a FMP. Comparando-se todos os casos, chega-se à conclusão de que possivelmente há erros de medição nos últimos pontos desta curva.

O aparecimento de um pico nas curvas de polifenóis é justificado pela reação das antocianinas com os taninos, formando polímeros que, grandes, precipitam. Logo, enquanto houver decantação (que ocorre inclusive durante a fase de armazenamento em vinhos tintos), os teores de polifenóis e antocianinas decairão. Está suposição é reforçada pelo fato de que estas oscilações ocorreram no período de maior diminuição da densidade e do aumento da quantidade de etanol no mosto, o que favorece a precipitação dos polímeros e diminui a estabilidade das antocianinas, hidrossolúveis. Além de favorecer sua oxidação e hidrólise, a FMP implica a diminuição do total de açúcares livres no mosto, visto que os compostos antociânicos são mais estáveis quando ligados a açúcares, este é mais um argumento para a validação na hipótese levantada.

Outro comportamento esperado era que os taninos fossem principalmente extraídos depois da fase de maior produção de etanol e as antocianinas antes, ou no máximo durante, esta fase. Com a utilização de leveduras especializadas,

as FMP foram antecipadas, o que pode explicar o fato de os antocianos terem sido extraídos não só antes da FMP como, em alguns casos, até a metade desta fase. Por outro lado, os taninos foram extraídos, exceto nos casos C3 e I1, após a FMP, o que coincide com o comportamento esperado.



**Foto 2 -  
Extração de  
antocianinas**



**Foto 3 - Comparação entre as tonalidades dos mostos (respectivamente, C1, C2, C3, I1, I2 e I3).**

## **7.6. PH**

### **7.6.1. IMPORTÂNCIA NO VINHO**

A acidez real corresponde à concentração de íons  $H^+$ , representada pelo pH e é uma relação entre a quantidade e a força dos ácidos, diferentemente da acidez total, item 7.7, a qual fornece somente a soma dos ácidos livres, sem levar em conta sua força. Assim, a acidez representada no pH é mais representativa, embora as duas constem nas análises feitas. Quanto menor o pH, maior a resistência do vinho à ação infecções bacterianas, as quais deterioram o vinho.

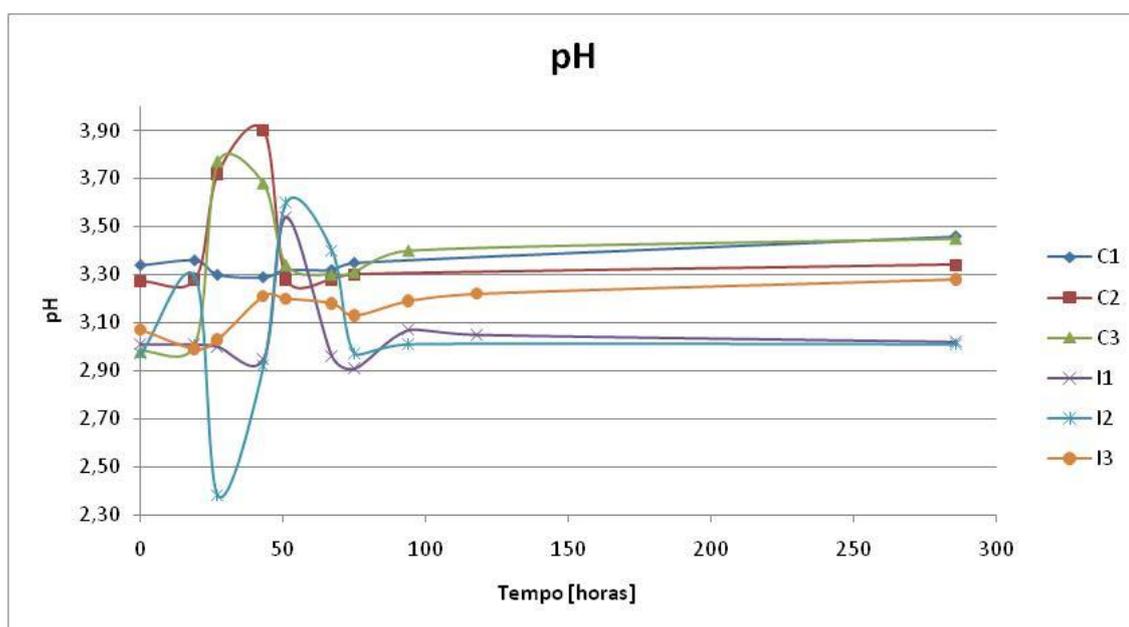
Com o aumento do pH, as antocianinas se descolorem e podem eventualmente tornarem-se azuis, de forma que o pH também influencia na cor do vinho.

### 7.6.2. METODOLOGIA

O aparelho de medida do pH foi calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7. O eletrodo de pH foi lavado com água destilada, antes e depois das medições para garantir que não houvesse contaminações. As medidas foram feitas após a estabilização do valor segundo uma margem de 10 segundos.

### 7.6.3. VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS

Normalmente, a concentração de íons  $H^+$  em vinhos tintos varia de 0,0001 a 0,001g/L, o que corresponde a pH entre 3 e 4, ou seja, o vinho tem caráter ácido. Por sua vez, pH maior ou igual a 3,9 representa maior susceptibilidade à oxidação e perda de aromas frescos.



**Gráfico 18 - pH ao longo da fermentação**

Todas as fermentações resultaram em vinhos com pH entre 3 e 3,5, como se pode ver na Gráfico 18, estando dentro da faixa normal de pH. As três fermentações a partir de uva Isabel apresentam pH menor do que as feitas a

partir de *Cabernet*, de forma que a uva americana mostrou-se mais ácida que a vinífera. Dentre as amostras, os vinhos I1 e I2 apresentam pH mais próximo a 3, o que indica que são mais resistentes à oxidação e perda de aromas frescos.

## **7.7. ACIDEZ TOTAL E ACIDEZ VOLÁTIL**

### **7.7.1. IMPORTÂNCIA NO VINHO**

A acidez tem papel importante no que se refere aos aromas e sabores: ela os reforça e conserva e, durante o envelhecimento, encorpa e dá frescura ao vinho. Dentre os ácidos presentes, os principais são málico, tartárico, cítrico, láctico, succínico e acético, sendo os três primeiros relativos a propriedades da uva (ácidos fixos) e os outros, advindos da fermentação (ácidos voláteis).

O ácido acético é o principal dentre os ácidos voláteis, sendo melhor em menor quantidade (0,48g/L) por ser o principal produto da oxidação do vinho. O ácido tartárico é um subproduto da fotossíntese, variando de 0,3 a 1,5%, dependendo, assim, da variedade da uva, da mesma maneira que o ácido málico, componente adstringente presente na maioria das frutas que varia de 0,08 a 0,84% na composição da uva. Por sua vez, o ácido tartárico encontra-se entre 2 e 5g/L no vinho; é o ácido mais forte dentre os presentes, influenciando muito no pH da bebida, sendo o mais resistente à decomposição bacteriana dos três ácidos da uva.

Com o aumento da quantidade de etanol, a concentração de ácido tartárico diminui, pois ele precipita sob a forma de cristais. Já o ácido málico é facilmente degradado pelas células, tendo seu teor diminuído cerca de 20 a 30% durante a fermentação, pois é transformado em ácido láctico e gás carbônico.

Esta reação, denominada fermentação malolática, contribui muito para a maciez do vinho e diminui sua acidez. O ácido láctico pode ser encontrado variando de 0,2 a 0,4g/L em vinhos normais e podendo chegar a 3g/L em vinhos nos quais houve fermentação malolática.

## 7.7.2. METODOLOGIA

A acidez total pode ser medida por titulometria com NaOH, utilizando-se um pHmetro previamente calibrado para determinar o ponto de viragem (que não é possível de ser visualizado com o indicador fenolftaleína, uma vez que está sendo analisada uma solução colorida). Feito o procedimento experimental, a acidez total é calculada por  $\text{Acidez total (meq/L)} = n \times f \times M \times 1000/V$ , onde  $n$  é o volume de NaOH gasto,  $f$  é o fator de correção da solução de NaOH,  $M$  é a molaridade da solução de NaOH e  $V$  é o volume da amostra em mL. Para padronização da solução de NaOH utilizou-se biftalato de potássio.

Alguns dos ácidos, voláteis e fixos, também puderam ser analisados utilizando cromatografia líquida, HPLC, cuja descrição de análises, curvas padrão e resultados estão apresentados no Anexo 5.

## 7.7.3. VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS

Segundo a Legislação Brasileira, a acidez total deve estar entre 55 e 130 meq/L, sendo melhores os vinhos que apresentem este valor entre 60 e 90. Já a acidez volátil, associada principalmente ao ácido acético, deve obedecer ao limite máximo de 20 meq/L, de acordo com a Legislação, sendo que, para vinhos novos, o valor aconselhado encontra-se perto de 8 meq/L (equivalente a 0,48g/L), uma vez que ele é produzido por bactérias indesejáveis, indicando a contaminação da bebida.

Com relação ao ácido acético detectado nas análises, como mostram os Gráficos 20 a 25, apenas os vinhos C1 e C2 apresentam teores, comparativamente, mais altos do que os demais. Como comentado no item anterior, Os vinhos I1 e I2, por sua vez, de pH próximo a 3 realmente não apresentaram oxidação significativa.

**Tabela 6 – Valor final de ácido acético nos vinhos**

Valor final de ácido acético (g/L)					
C1	C2	C3	I1	I2	I3
4,05	3,92	0,89	0,91	1,34	0,96

Sabe-se que a concentração inicial de ácido málico é consequência unicamente do tipo de uva e condições de cultivo; assim serão comparadas as variações da concentração de ácido málico durante o processo, ao invés de seus valores absolutos a cada medição.

Excluindo-se o ponto inicial da curva C3, que apresenta erro (pois não é possível que a concentração de ácido málico na uva seja zero), nota-se pelos Gráficos 20 a 25 que as uvas *Cabernet* apresentam maior quantidade desse componente.

Sabendo-se que não existe ácido láctico na uva, todo o ácido identificado nas amostras é devido a sua produção pela conversão do ácido málico. Evidencia-se pelo Gráfico 30, Anexo 3, que os únicos vinhos em que houve fermentação malolática, a princípio, foram o I2 e I3. Observando-se os dois últimos pontos de ambas as curvas, confirma-se a ocorrência desse processo no vinho I3, já que os pontos encontram-se em concordância. Porém, no vinho I2, pode tanto ter havido erro de medição no penúltimo ponto (neste caso, a possibilidade de fermentação malolática seria excluída), quanto no último ponto, o que confirmaria a ocorrência desse tipo de fermentação.

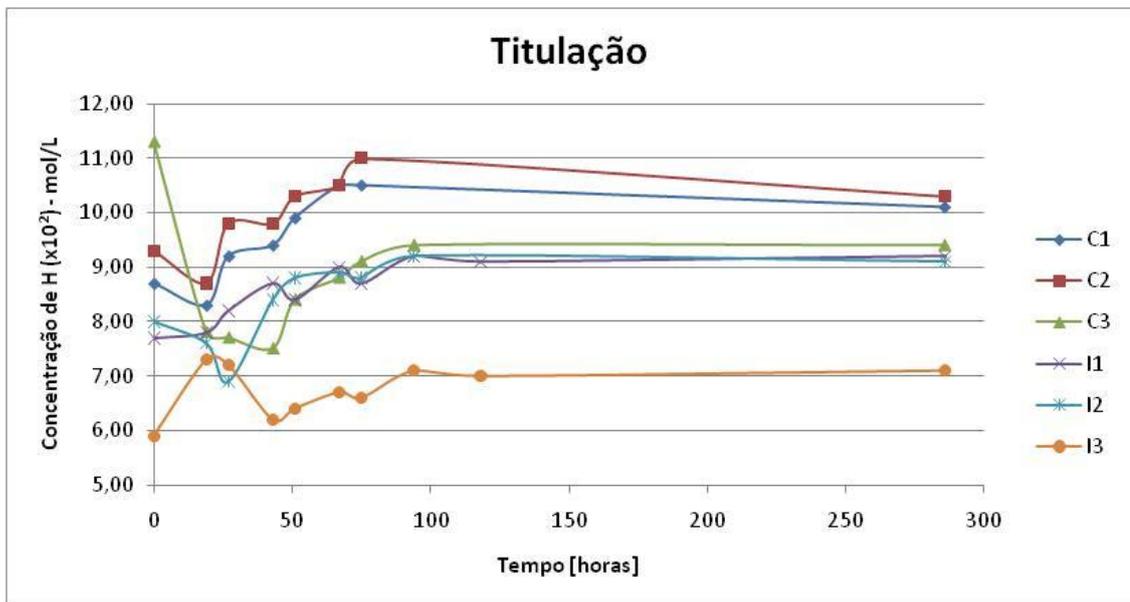
Levando-se em consideração as diferenças entre os valores finais e iniciais da concentração de ácido málico de cada fermentação, Tabela 7, é visível que a maior diferença está na curva I3 o que, comprovado pelo Gráfico 30, evidencia a fermentação malolática. Tomando isso como parâmetro, as variações em todas as outras amostras foram relativamente menores, o que levanta duas hipóteses, cujas confirmações dependeriam de análises mais profundas: houve fermentação malolática, mas em quantidade insuficiente para ser detectada ou ela não ocorreu e sim houve degradação do ácido málico.

Na prática, a fermentação malolática reduz consideravelmente a acidez total de vinhos e, conseqüentemente, aumenta o pH dos mesmos. Em termos analíticos, pesquisas afirmam que há um decréscimo de 1,0 até 3,0 g/l, equivalente em ácido tartárico, de acidez total e acréscimo de 0,1 até 0,3 unidades de pH. No gráfico 18, pode-se notar que o vinho I3 realmente está menos ácido do que os outros vinhos da mesma uva, chegando a um valor bem próximo ao pH dos vinhos de uva *Cabernet*. Cabe ressaltar também, que o metabissulfito adicionado aos vinhos C1, C2, I1 e I2 pode ter impedido as

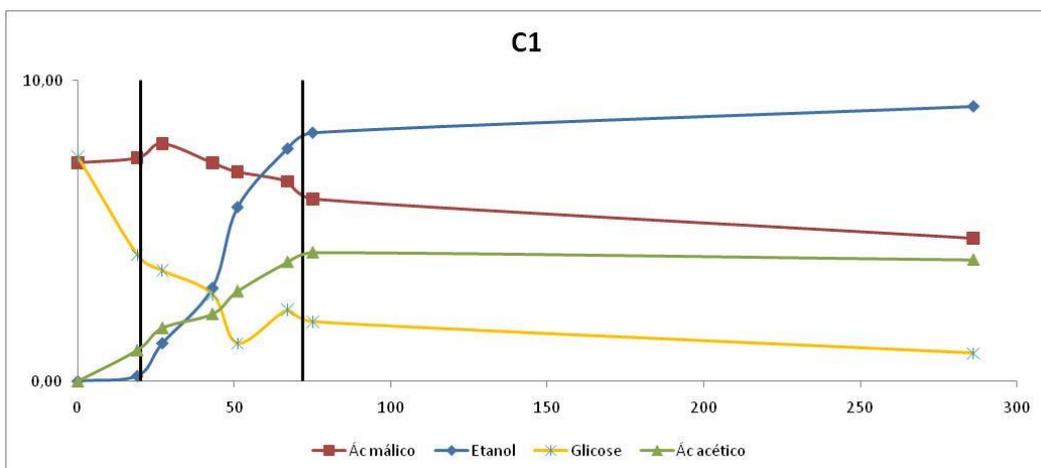
fermentações maloláticas de ocorrerem, enquanto estas ocorreram no vinho I3, em que não houve adição do composto.

**Tabela 7 – Variação de ácido málico entre o início e o final de cada fermentação**

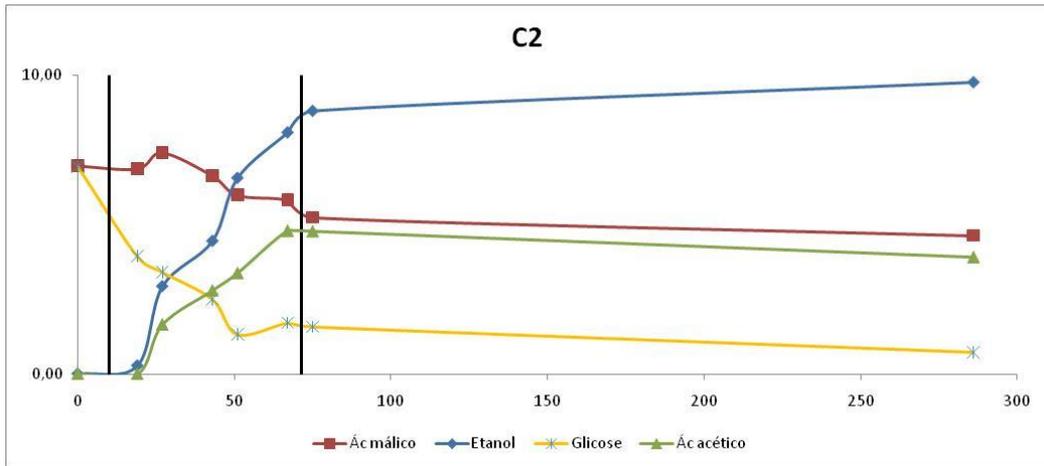
Variação de ácido málico (g/L)					
C1	C2	C3	I1	I2	I3
2,52	2,34	2,64	2,43	3,09	4,45



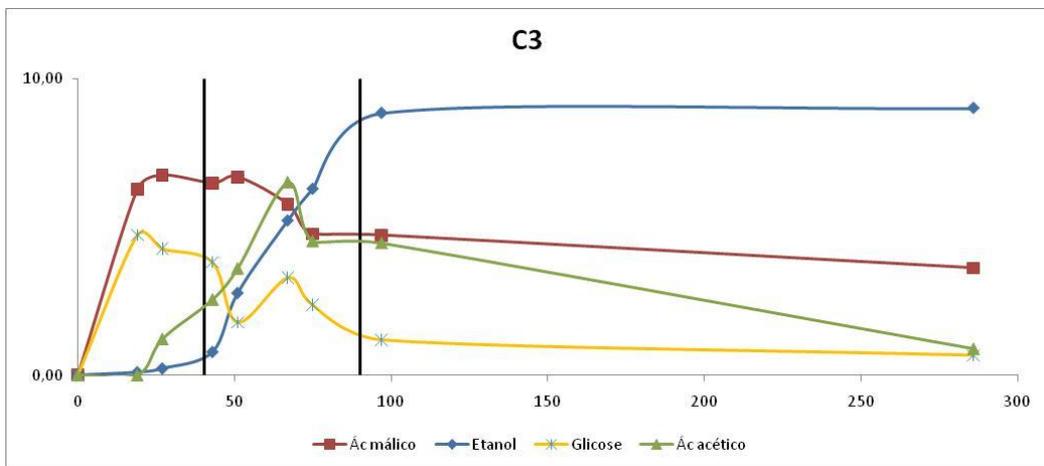
**Gráfico 19 – Curvas de acidez total dos vinhos**



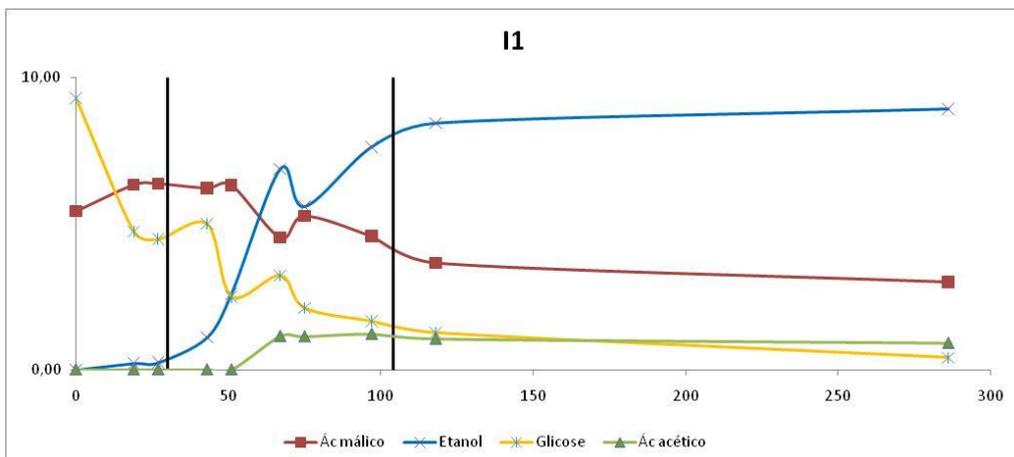
**Gráfico 20- Curvas de análise de acidez (Vinho C1);**



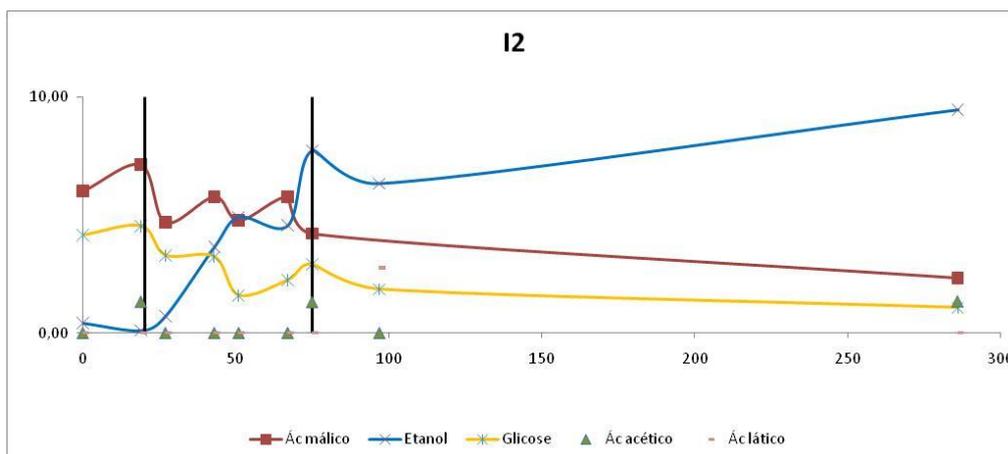
**Gráfico 21- Curvas de análise de acidez (Vinho C2);**



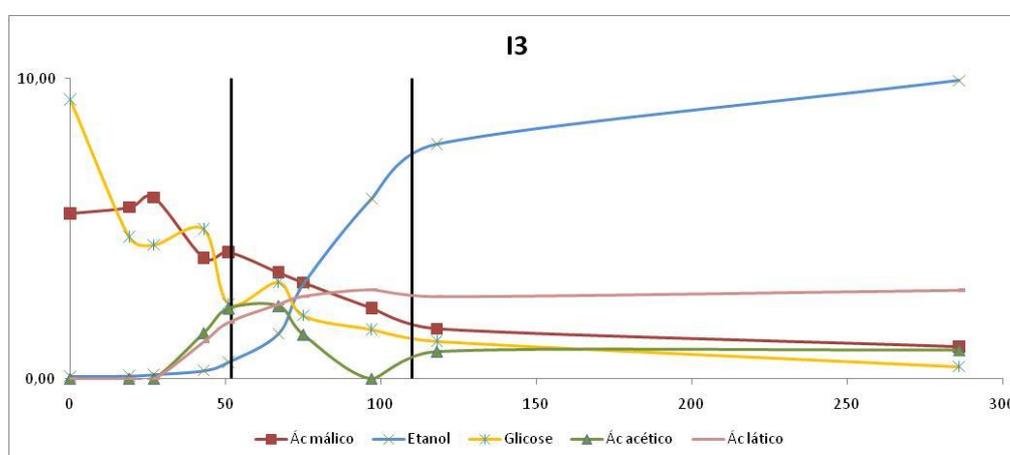
**Gráfico 22- Curvas de análise de acidez (Vinho C3);**



**Gráfico 23- Curvas de análise de acidez (Vinho I1);**



**Gráfico 24- Curvas de análise de acidez (Vinho I2);**



**Gráfico 25- Curvas de análise de acidez (Vinho I3);**

## 7.8. METANOL

### 7.8.1. IMPORTÂNCIA NO VINHO

O metanol é um composto indesejável no vinho, por ser tóxico, com efeitos variando desde dor de cabeça, náuseas e vômitos até cegueira e morte em casos extremos. O composto é incolor e possui sabor e aroma semelhantes aos do etanol, dificultando sua percepção pelo consumidor.

### 7.8.2. METODOLOGIA, VALORES ESPERADOS E VALORES DETERMINADOS

A quantificação do metanol no vinho produzido pode ser feita por cromatografia, através do HPLC. Segundo a Legislação Brasileira, vinhos podem apresentar um máximo de 0,350 g/L de metanol.

As leituras realizadas com relação a este componente mostraram-se duvidosas, na medida em que os picos relativos ao metanol tiveram tempo de retenção diferente dos obtidos com os padrões utilizados na calibração do programa. Neste tipo de avaliação, são permitidas pequenas variações com relação ao tempo de retenção, devido a interferências dos outros componentes presentes na amostra. Porém, neste caso, as diferenças não foram pequenas o suficiente para serem ignoradas, como mostram as Figuras 20 e 21, Anexo 5. Nelas é possível ver a sobreposição das curvas de calibração e das amostras lidas e, nitidamente, é possível notar dois picos bem definidos. Para se ter certeza de que o equipamento estava devidamente calibrado, também foram sobrepostas as curvas referentes aos padrões, confirmando que a análise foi feita de modo correto.

Apesar de estas diferenças nos tempos de retenção estarem bastante consistentes para se ter certeza de que o composto detectado pelo aparelho não se trata de metanol, outras análises deveriam ser feitas para que isto fosse comprovado, porém, devido ao prazo para fechamento do trabalho, esta confirmação não pode ser realizada e, então, os dados não foram computados.

O Anexo 5 traz, em detalhes, as leituras das análises feitas em HPLC para o metanol tanto para os padrões utilizados quanto para as amostras analisadas.

## 8. RENDIMENTO

A Tabela 12 do Anexo 1 mostra a massa de uva utilizada por tipo (*Cabernet* ou *Isabel*). Os valores da tabela considerados “bagas” incluem não só as bagas em si, mas também sementes e cascas, e eventuais engaços que não tenham sido separados quando na etapa de escolha da uva.

Como não se retira as cascas na produção de vinho tinto e não é viável separar as sementes manualmente, os cálculos de rendimento serão feitos a partir dessa massa total. Para preencher o mesmo volume de fermentação (cerca de 9L), pode-se ver que é necessária maior quantidade da uva *Isabel* do que da *Cabernet*, sendo aproximadamente 15kg da primeira e 14kg da outra para o mesmo volume. Isso se deve ao fato de que a uva *Cabernet* é bastante menor do e tem casca mais espessa. que a uva *Isabel*.

Ao final da vinificação, obteve-se um rendimento de cerca de 6L de cada tipo de vinho, de forma que para cada quilograma de uva do tipo *Cabernet* foi possível produzir 0,43L da bebida e para cada quilograma de uva *Isabel*, 0,40L.

Rendimento				
<b>Massa de leveduras inoculadas</b>			2,4g	
% Engaço	Em 6kg de <i>Isabel</i> (aprox)	Engaço (kg)	0,7	12%
		Bagas (kg)	5,3	88%
<b>Rendimento</b>	Uva <i>Isabel</i>	14kg	9L mosto	
<b>Rendimento</b>	Para 9L mosto <i>Isabel</i>	5,6L vinho	62%	
% Engaço	Em 6kg de <i>Cabernet</i> (aprox)	Engaço (kg)	0,9	15%
		Bagas (kg)	5,1	85%
<b>Rendimento</b>	Uva <i>Cabernet</i>	15kg	9L mosto	
<b>Rendimento</b>	Para 9L mosto <i>Cabernet</i>	5L vinho	55%	

## 9. ANÁLISE SENSORIAL

Durante visita à Vinícola Góes, os seis vinhos foram degustados pelo enólogo Fábio Góes e pelo engenheiro químico Fernando Góes. Os vinhos estavam estocados há cerca de quatro meses.

**Tabela 8 - Análise sensorial das amostras de vinho**

Amostra	Aroma	Sabor	Cor
I1	Médio	Ácido	Bom
I2	Bom	Bom	
I3	Muito ácido volátil	Ruim (eliminado)	
C1	Bom	Bom (melhor que C3)	Muito bom
C2	Fermento “puro”	Ruim	
C3	O melhor	Bom	

Foi comentado pelos especialistas que, com relação aos aspectos visuais, todos os vinhos Isabel apresentavam-se embaçados, o que seria normal para um vinho recém-fermentado, principalmente dado que nada para promover a limpidez havia sido adicionado às bebidas. Quanto aos vinhos *Cabernet*, embora também um pouco turvos, foi ressaltado que a cor apresentava-se acima do esperado para as condições das fermentações e com boa acomodação. Para atingir tais resultados, na indústria, é comum a adição de enzimas para a melhor extração da cor, porém nos vinhos produzidos no laboratório não foram adicionadas estas enzimas, de forma que a ótima coloração foi inesperadamente atingida de modo natural. Foi possível também verificar a diferença esperada de cor entre as uvas, como pode ser visto na Foto 77, item 17.

Quanto ao aroma, como pode ser visto na Tabela 8, C3 apresentou-se como o melhor entre os vinhos, sendo que os piores foram o I3, pela grande quantidade de ácidos voláteis e o C2 que, embora tivesse a mesma quantidade de leveduras inoculadas que os outros vinhos, apresentava aroma mais forte de fermento. Ao comparar os vinhos das duas uvas, foi levantado que os vinhos Isabel aparentavam maior teor de ácidos voláteis, possivelmente, devido

à ação de bactérias durante o resfriamento do mosto após a correção com açúcar cristal.

Com relação ao sabor, os melhores foram o I2 e o C1, e os piores o I3 e o C2. Considerando o sabor como o principal entre os três itens sensoriais analisados, conclui-se que para cada uva, um tipo de fermentação foi melhor (já que todas as fermentações foram feitas sob as mesmas condições): para a Isabel, o melhor vinho foi o obtido pela fermentação com *Zymaflore spark*, e o pior, sem a adição de leveduras. Já com a uva *Cabernet*, o pior vinho foi obtido com a adição de *Zymaflore spark*, enquanto o melhor foi aquele feito com *La Claire 665P*.

Conclui-se, pelos resultados da análise sensorial, que a fermentação de uva Isabel sem levedura, como feita artesanalmente destacou-se negativamente entre as vinificações.

## 10. CRUZAMENTO ANÁLISE QUÍMICA E SENSORIAL

Para concluir sobre os resultados dos testes químicos e a influência dos componentes sobre o produto final, a análise sensorial foi tomada como parâmetro na classificação dos chamados “melhor vinho” e “pior vinho” nos quesitos aroma e sabor. Na tabela a seguir, a partir dos gráficos dos itens anteriores, os vinhos estão descritos de acordo com sua performance em cada um dos tópicos apresentados na primeira coluna.

Os vinhos C2 e I3 foram reprovados na análise sensorial em ambos os quesitos, desta maneira, foram tidos como os “piores vinhos” e estão destacados em vermelho. As células preenchidas em verde mostram que os “melhores vinhos” em cada quesito, no caso C1 e I2 para o aroma e C3 e I2 para o sabor, estão em concordância com o pior vinho, ou seja, que o vinho intermediário está entre o pior e o melhor (ordem coerente), possibilitando assim, uma ligação entre os resultados e o tópico em questão.

Já as células coloridas em vermelho, indicam comportamento inverso, seja com a mesma performance do melhor e do pior vinho, como da ordem incoerente, portanto, nesses casos, comparações entre os tópicos e os resultados químicos não foram passíveis de serem feitas (ND). Neste contexto, estão os itens Antocianinas e Ácido málico.

Os dois parâmetros excluídos das análises, acompanhamento da temperatura e do crescimento celular durante as fermentações, seriam a base para a discussão sobre interferência do trabalho com as diferentes leveduras nos vinhos e seriam complementados com todas as outras análises. Visto que não foi possível utilizar os resultados obtidos nas análises de temperatura e extrato-seco, a discussão será baseada nos parâmetros descritos na tabela a seguir.

**Tabela 9 – Resumo dos resultados obtidos pela análise química de cada componente dos vinhos**

	Geral	Cabernet		Isabel	
		Aroma	Sabor	Aroma	Sabor
<b>Tempo de FMP</b>	C3<C1<I2<I3<C2<<I1	ND			
		C3<C1<<C2	C3<C1<<C2	I2<I3<<<I1	I2<I3<<<I1
<b>(Conversão Etanol/ Glicose) global</b>	C2>I1>I3>I2>C1>C3	Menor melhor		ND	
		C2>>C1>C3	C2>>C1>=C3	I1>I3>I2	I1>I3>I2
<b>(Conversão Etanol/ Glicose) FMP</b>	C1>I1>C2>C3>I2>I3	ND		ND	
		C1>C2>C3	C1>C2>C3	I1>I2>I3	I1>I2>I3
<b>Polifenóis</b>	C2>C1>C3>>I2>I3>I1	ND			
		C2>C1>=C3	C2>C1>=C3	I2>I3>I1	I2>I3>I1
<b>Antocianinas</b>	C3>C2>C1>I1>I3>I2	ND		ND	
		C3>C2>C1	C3>C2>C1	I1>I3>I2	I1>I3>I2
<b>Taninos</b>	C3<I1<I2<I3<C1<C2	Menor melhor		Menor melhor	
		C3<<C1<C2	C3<<C1<C2	I1<I2<I3	I1<I2<I3
<b>pH</b>	I1=I2<I3<C2<C3=C1				
		C2<C3=C1	C2<C3=C1	I1=I2<I3	I1=I2<I3
<b>Ac acético</b>	C3<I1<I3<I2<C2<C1	ND		ND	
		C3<<C2<C1	C3<<C2<C1	I1<I3<I2	I1<I3<I2
<b>Ácido málico</b>	C1=C2>C3>I1=I2>>I3	C tem maiores [] - C1=C2, nada pode-se a firmar		Maiores [] melhor gosto e aroma	
		C1=C2>C3	C1=C2>C3	I1=I2>>I3	I1=I2>>I3
<b>Acidez total</b>	I3<<<<I2=I1<C3<<C1<C2	Acidez total não interferiu no sabor (C1=C2)		Maior acidez volatil melhor gosto e aroma ou a acidez de I3 é muito baixa (X)	
		C3<<C1<=C2	C3<<C1<=C2	I3<<<<I2=I1	I3<<<<I2=I1
<b>Obs.: Ácido málico só no I3 o que pode ter estragado o gosto. Ac tartárico foram todos muito próximos.</b>					

Uma vez que todos os vinhos atingiram o grau alcoólico desejado, foi comparado o tempo e a conversão de açúcares disponíveis na fase de maior produção de etanol e a conversão no processo como um todo. Como se pode observar na Tabela 9, a conversão e a duração da FMP não interferiu na relação com sabor e aroma dos vinhos Isabel. Já sua duração e a conversão global de glicose em etanol mostraram-se significativas para o desempenho organoléptico apenas dos vinhos *Cabernet*, sendo melhor aceites os vinhos com menores tempos de FMP e com maior conversão global.

Os índices de polifenóis medidos interferem no gosto do vinho, na medida em que o teor de taninos deve ser controlado para que o vinho não se torne “duro” demais (para consulta, item 18, “Excertos do TCCI”). Como este componente não foi medido diretamente, como já comentado anteriormente, foi feita uma análise qualitativa de seu teor nos vinhos com o auxílio de gráficos com escalas de 0 a 10. Nesse sentido, os teores hipotéticos de taninos nos vinhos indicaram que os vinhos reprovados, de ambas as uvas, apresentaram teores maiores de taninos. Como visto nos Gráficos 12 a 17, a maior extração de polifenóis ocorre na fase de maior produção de etanol, dessa maneira, com relação às uvas *Cabernet*, pode-se notar que quanto mais longa esta fase foi, maior a extração de taninos e conseqüentemente pior eles foram avaliados na análise sensorial.

O pH dos vinhos, por sua vez, também se relacionou com a qualidade dos mesmos, porém, com comportamento inverso nas duas uvas. Nos vinhos *Cabernet*, quanto maior o pH dos vinhos melhor foi sua avaliação nas propriedades organolépticas (não houve variações sensíveis de pH durante a fermentação, mantendo-se ao redor de 3,2). Já nos vinhos Isabel, mais ácidos, foram melhor avaliados quanto menor seu pH. Seu pH inicial médio foi de 3,02 e se manteve aproximadamente constante ao longo do processo, à exceção do vinho I3 que, por sua vez, rejeitado pela análise sensorial, mostrou-se com pH bastante maior do que o medido em I1 e I2.

Com relação à acidez total dos vinhos, notou-se que os diferentes valores para os vinhos *Cabernet* não se relacionaram com sua aprovação na análise sensorial. Já com os vinhos Isabel, ocorreu o inverso: quanto maior a sua acidez volátil, melhor o gosto e o aroma. Para o vinho I3, reprovado, a acidez total bem mais baixa pode indicar carência, ou degradação, de algum ácido orgânico responsável por tais características. Somando-se o fato de que o único vinho no qual ocorreu fermentação malolática foi o vinho I3, reprovado na análise sensorial, sua menor acidez total mostra que a transformação de ácido málico em ácido láctico, mais fraco, foi prejudicial ao vinho.

Durante a degustação dos vinhos, foi levantada a hipótese de os vinhos Isabel apresentarem maior acidez volátil do que os vinhos *Cabernet*, devido ao seu aroma. De acordo com os resultados das titulações realizadas, isto não foi

comprovado. Uma possível razão para isso é que os ácidos responsáveis pelo aroma sentido sejam menos ácidos do que os demais presentes. Além disso, notou-se que a concentração de ácido acético não mostrou relação com a análise sensorial de nenhum vinho.

## 10. CONCLUSÃO

Primeiramente, este estudo permitiu que muito fosse aprendido sobre a história do vinho, seu processo produtivo e a dinâmica de estudos em laboratório em uma rotina muito mais autônoma e abrangente do que a das aulas com as quais nos acostumamos.

Acreditamos que além dos resultados obtidos com todo o processo, essa vivência acrescentou muito à nossa graduação em todas suas etapas: desde a revisão bibliográfica durante a etapa I (disciplina TCC I), às decisões que tiveram que ser tomadas para adequar as necessidades da pesquisa aos equipamentos e métodos analíticos disponíveis nos laboratórios da faculdade e, finalmente, toda a complexidade da rotina de coleta de amostras, análises e avaliação dos resultados obtidos.

Com relação aos objetivos deste projeto, é importante ressaltar que, para que as conclusões pudessem ser melhor fundamentadas, seria essencial a participação de dados relativos à temperatura de fermentação e quantificação de extrato-seco durante as fermentações. Embora tenham sido medidos, erros experimentais devidos principalmente à inexperiência com análises laboratoriais fizeram com que os resultados obtidos não fossem consistentes o bastante para serem utilizados nos estudos.

Com relação aos resultados do estudo, dos seis vinhos analisados, os dois vinhos reprovados foram os vinhos nos quais não foram inoculadas leveduras especializadas. Isto não era esperado para o vinho de uva Isabel, uma vez que não se costuma inocular leveduras quando se parte deste tipo de uva, pois o gasto com essa melhora no processo não é pago pelo preço baixo com que o vinho de mesa é vendido, nem traria, pelo que se sabe sobre a vinificação, grandes diferenças para o consumidor, já acostumado ao sabor do vinho de mesa.

Conclui-se então, que a uva fina é bastante mais sensível ao processo fermentativo do que a uva de mesa. Essa característica deve ser levada em consideração, uma vez que se deve cuidar, principalmente, para que a

extração de polifenóis durante a fase aguda de fermentação seja feita de maneira satisfatória. Porém, ambos os tipos de uva tiveram uma resposta positiva com relação à inoculação de leveduras especializadas.

A fermentação malolática que, inicialmente, era pensada ser algo unicamente benéfico à qualidade do vinho, mostrou-se danosa e, provavelmente, responsável pela reprovação de um dos vinhos de mesa.

Embora neste estudo os vinhos com inóculo de leveduras especializadas tenham sido os de melhor avaliação na análise sensorial, apenas uma avaliação econômica comparativa em uma produção real de vinhos poderá fornecer uma avaliação criteriosa da razão entre a melhora com a inoculação de leveduras especializadas em vinhos de mesa e os custos relativos a isto.

## 12. ANEXO 1: DADOS PREPARAÇÃO DOS MOSTOS

**Tabela 10 – Peso das bandejas**

Peso das bandejas (g)	
<b>B</b>	409,1
<b>b1</b>	260,1
<b>b2</b>	304,1
<b>b3</b>	318,5

**Tabela 11 – Pesagem das uvas**

Pesagem (g)					
Cabernet			Isabel		
Bandeja	Bandeja+uva	Uva	Bandeja	Bandeja+uva	Uva
<b>b2</b>	5029,9	4725,8	b2	5385,3	5081,2
<b>b2</b>	5255,3	4951,2	b3	5270,6	4952,1
<b>b2</b>	5066,9	4762,8	b1	5192,0	4931,9
<b>b3</b>	5269,6	4951,1	b2	5626,5	5322,4
<b>b1</b>	4476,6	4216,5	b3	4872,1	4553,6
<b>b3</b>	5851,0	5532,5	b1	6372,5	6112,4
<b>b2</b>	4377,7	4073,6	b3	6146,8	5828,3
<b>b1</b>	4320,9	4060,8	b1	6058,9	5798,8
<b>b3</b>	4677,0	4358,5	B	2570,8	2161,7
<b>Total</b>		41632,8	<b>Total</b>		44742,4
<b>Por tanque</b>		13877,6	<b>Por tanque</b>		14914,1

**Tabela 12 - Rendimento**

Rendimento				
<b>Massa de leveduras inoculadas</b>			2,4g	
<b>% Engaço</b>	Em 6kg de Isabel (aprox)	Engaço (kg)	0,7	12%
		Bagas (kg)	5,3	88%
<b>Rendimento</b>	Uva Isabel	14kg	9L mosto	
<b>Rendimento</b>	Para 9L mosto Isabel	5,6L vinho	62%	
<b>% Engaço</b>	Em 6kg de Cabernet (aprox)	Engaço (kg)	0,9	15%
		Bagas (kg)	5,1	85%
<b>Rendimento</b>	Uva Cabernet	15kg	9L mosto	
<b>Rendimento</b>	Para 9L mosto Cabernet	5L vinho	55%	

**Tabela 13 – Adição de açúcar**

Adição de açúcar para aumentar 1°GL	
18g/L	1°GL
Medição de grau Babo do mosto recém extraído	
<b>Isabel</b>	<b>11°Babo=6,6°GL</b>
<b>Cabernet</b>	<b>15,5°Babo=9,3°GL</b>
Quantidade de açúcar a ser acrescentada para os 9L mosto extraídos chegarem a 11°GL	
<b>Isabel</b>	<b>712,8g açúcar cristal</b>
<b>Cabernet</b>	<b>306 g açúcar cristal</b>

**Tabela 14 – Nomenclaturas utilizadas**

Nomenclatura	
<b>Tanques</b>	
<b>C1</b>	Uva <i>Cabernet</i> com levedura A
<b>C2</b>	Uva <i>Cabernet</i> com levedura B
<b>C3</b>	Uva <i>Cabernet</i> com leveduras selvagens
<b>I1</b>	Uva <i>Isabel</i> com levedura A
<b>I2</b>	Uva <i>Isabel</i> com levedura B
<b>I3</b>	Uva <i>Isabel</i> com leveduras selvagens
<b>Amostras - dia "0"</b>	
<b>E1</b>	Mosto de uva <i>Cabernet</i> recém espremido
<b>E2</b>	Mosto de uva <i>Isabel</i> recém espremido
<b>E3</b>	C1 após inoculação
<b>E4</b>	C2 após inoculação
<b>E5</b>	I1 após inoculação
<b>E6</b>	I2 após inoculação
<b>E7</b>	C3 após adição de açúcar
<b>E8</b>	I3 após adição de açúcar
<b>Amostras - Semana</b>	
<b>XX-</b>	XX corresponde ao tanque
<b>Y</b>	Y corresponde ao número da amostragem (2x/dia)

## 13. ANEXO 2: ACOMPANHAMENTO DAS DENSIDADES AO LONGO DAS FERMENTAÇÕES

**Tabela 15 - Densidade da água em função da temperatura**

Temp. (°C)	Densidade água destilada	
	(kg/m <sup>3</sup> )	(g/mL)
25°C	997,0479	0,9970
22	997,7735	0,9978
20	998,2071	0,9982

**Tabela 16 – Densidades calculadas no quarto dia de fermentação aberta**

Densidades - 18/03/2011 Manhã					
Conteúdo	Temp(°C)	Massa(vinho+pic)	Massa(g)	Densidade(g/mL)	Volume(mL)
Agua dest	22	54,0743	24,9619	0,9978	25,01760
C1 - 5	22	54,5993	25,4869	1,018758725	25,01760
I3 - 5	22	55,6466	26,5342	1,060621251	25,01760

\*Massa picnômetro = 29,1124g

**Tabela 17 - Densidades calculadas no quarto dia de fermentação aberta**

Densidades - 18/03/2011 Tarde					
Conteúdo	Temp(°C)	Massa(vinho+pic)	Massa(g)	Densidade(g/mL)	Volume(mL)
Agua dest	23,8	54,0797	24,9681	0,9973	25,0357
C1 - 6		54,2926	25,1810	1,0058	
C2-6		54,1797	25,0681	1,0013	
C3-6		54,6963	25,5847	1,0219	
I1-6		54,9839	25,8723	1,0334	
I2-6		54,4898	25,3782	1,0137	
I3-6		55,6440	26,5324	1,0598	

\*Massa picnômetro = 29,1116g

**Tabela 18 - Densidades calculadas no quinto dia de fermentação aberta**

Densidades – 19/03/2011					
Conteúdo	Temp(°C)	Massa(vinho+pic)	Massa(g)	Densidade(g/mL)	Volume(mL)
Agua dest	25	54,1240	24,9916	0,9970	25,0668
C3-7		54,2268	25,0944	1,0011	
I1-7		54,5524	25,4200	1,0141	
I2-7		54,1132	24,9808	0,9966	
I3-7		54,7754	25,6430	1,0230	

\*Massa picnômetro = 29,1324g

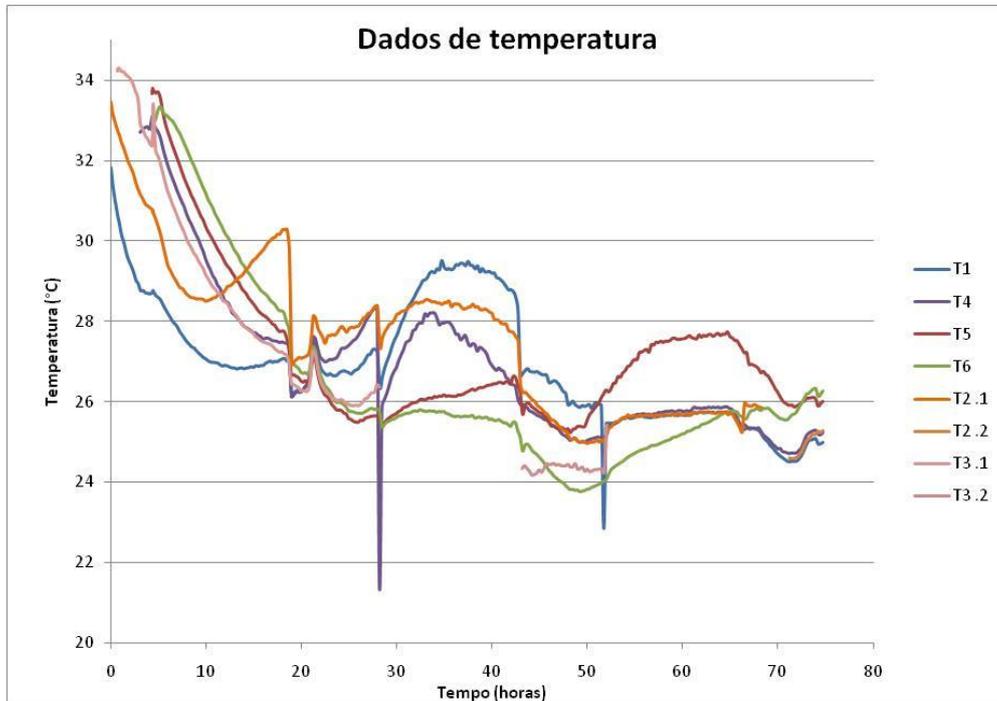
**Tabela 19 – Densidades calculadas no sexto dia de fermentação aberta**

Densidades – 20/03/2011					
Conteúdo	Temp(°C)	Massa(vinho+pic)	Massa(g)	Densidade(g/mL)	Volume(mL)
<b>Agua dest</b>		54,1321	24,9980	0,9970	
<b>I1-8</b>	25	54,2242	25,0901	1,0007	25,0732
<b>I2-8</b>		54,3717	25,2376	1,0066	

\*Massa picnômetro = 29,1341g

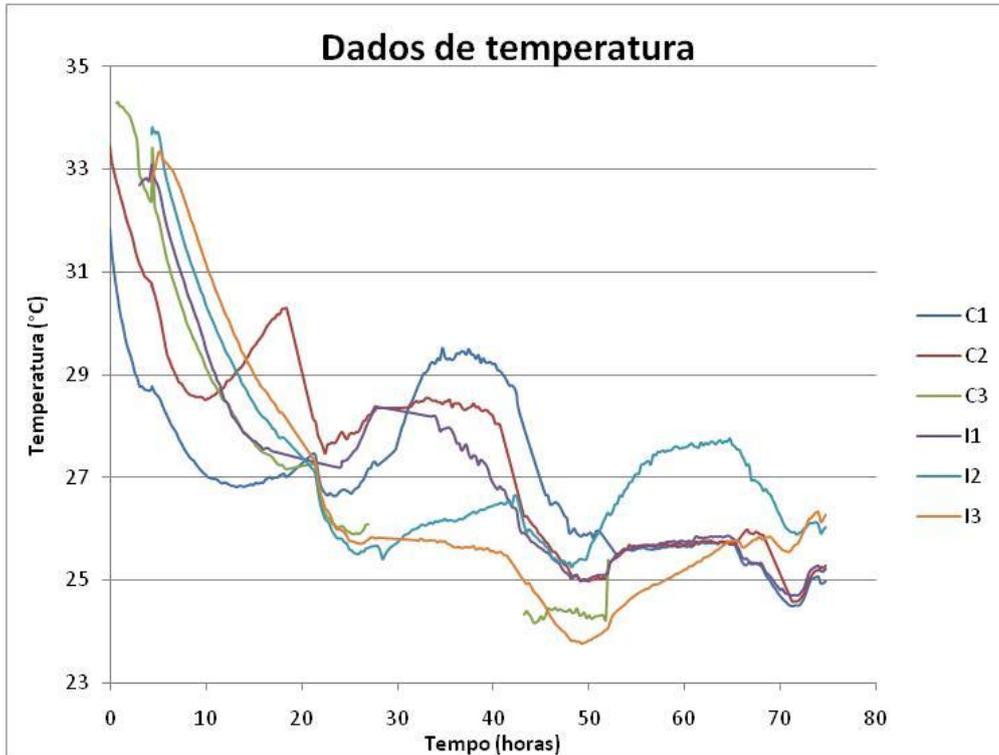
## 14. ANEXO 3: ANÁLISES QUÍMICAS

### 14.1. TEMPERATURA

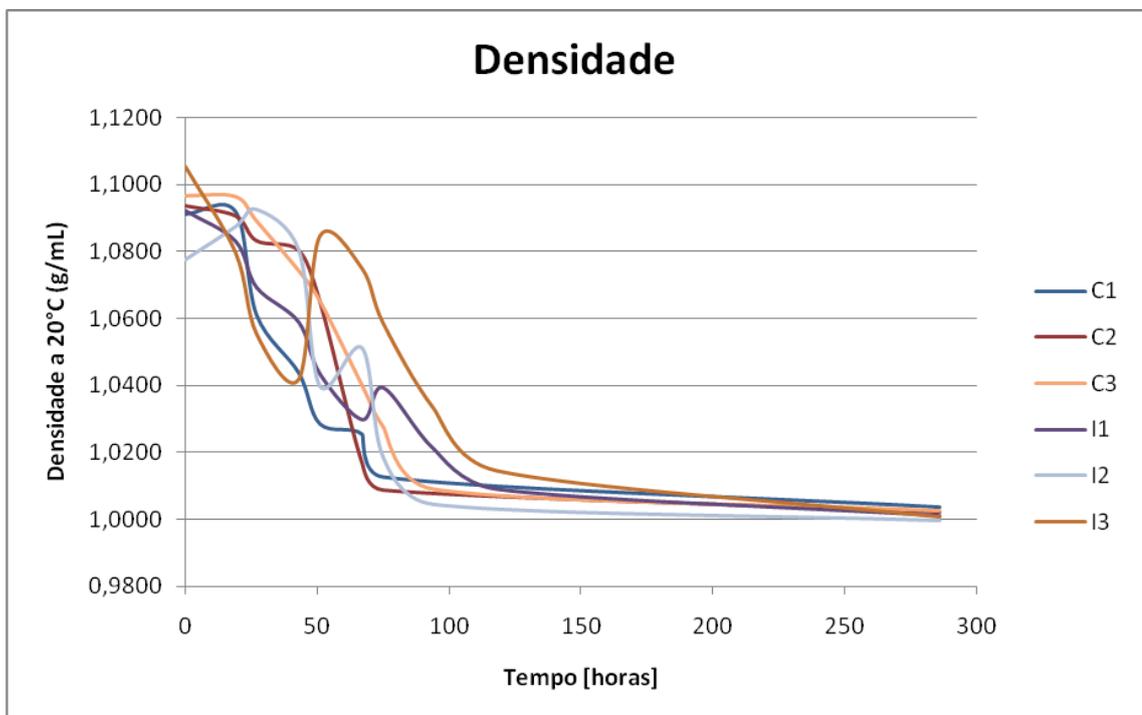


**Gráfico 26 - Acompanhamento das temperaturas ao longo das fermentações**

Neste gráfico, T1, T4, T5, T6 respectivamente a C1, I1, I2 e I3. Devido à necessidade de recalibrar alguns dos termopares durante o processo as curvas de C2 e C3 foram interrompidas T2.1 e T2.2, e T3.1 e T3.2.

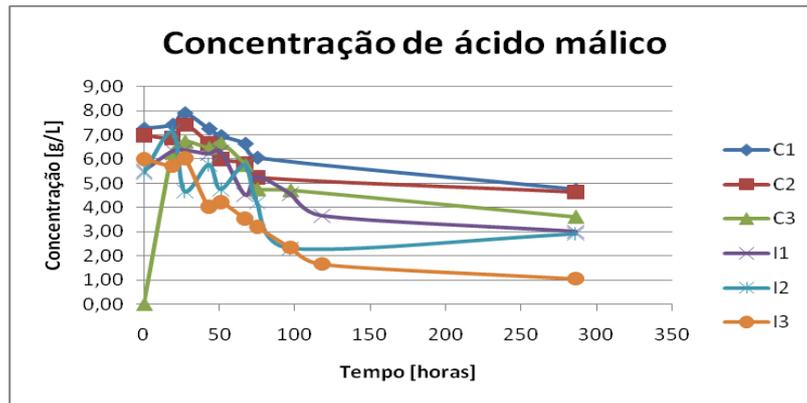


**Gráfico 27 - Acompanhamento das temperaturas ao longo das fermentações (corrigido)**

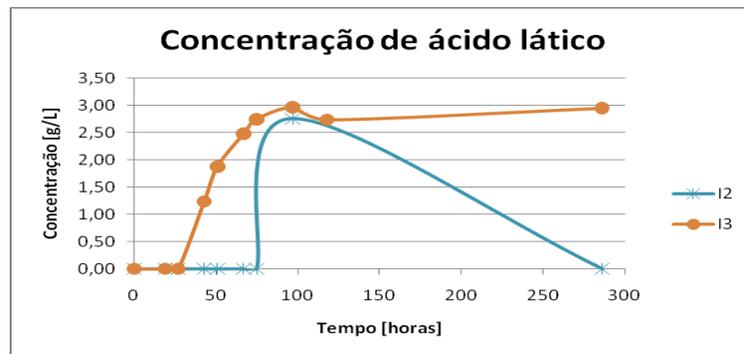


**Gráfico 28 - Acompanhamento das densidades ao longo das fermentações**

### 14.3. ACIDEZ



**Gráfico 29 - Concentração de ácido málico ao longo das fermentações**



**Gráfico 30 - Concentração de ácido láctico ao longo das fermentações**

## 15. ANEXO 4: TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULOS

### 15.1. DETERMINAÇÃO DAS FASES DE FERMENTAÇÃO A PARTIR DO ETANOL

**Tabela 20 – Dados relativos à duração, consumo de glicose da fase de maior produção de etanol**

Fase de maior produção										
	To	Tf	$\Delta T$	Eo	Ef	$\Delta E$	G	G	$\Delta G$	$\Delta E/\Delta G$
<b>C1</b>	20,000	72,000	52,000	1,840	74,520	72,680	67,200	11,200	56,000	1,298
<b>C2</b>	10,000	71,500	61,500	1,840	79,120	77,280	66,500	4,900	61,600	1,255
<b>C3</b>	40,500	90,000	49,500	5,520	77,280	71,760	65,800	8,400	57,400	1,250
<b>I1</b>	30,000	104,000	74,000	3,680	73,600	69,920	65,100	9,800	55,300	1,264
<b>I2</b>	20,500	75,000	54,500	1,840	70,840	69,000	68,600	13,300	55,300	1,248
<b>I3</b>	52,000	110,000	58,000	5,520	68,080	62,560	64,400	12,600	51,800	1,208

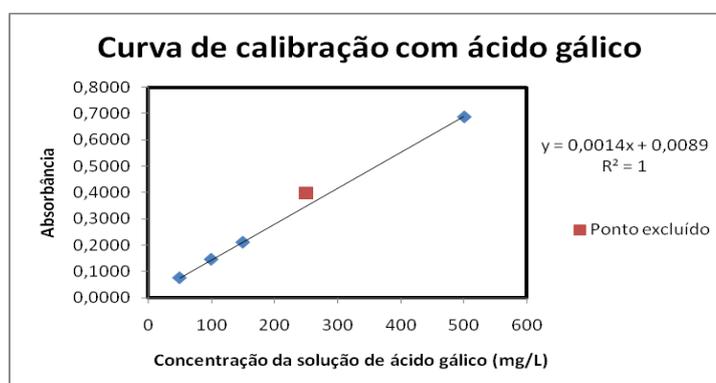
**Tabela 21- Dados relativos à duração, consumo de glicose do processo global**

Processo como um todo							
	Eo	Ef	$\Delta E$	Go	Gf	$\Delta G$	$\Delta E/\Delta G$
<b>C1</b>	0,00	84,05	84,05	67,38	1,49	65,89	1,28
<b>C2</b>	0,00	89,82	89,82	66,58	1,43	65,15	1,38
<b>C3</b>	0,00	82,79	82,79	67,50	1,97	65,53	1,26
<b>I1</b>	0,00	82,12	82,12	61,57	1,69	59,88	1,37
<b>I2</b>	3,91	86,87	82,96	66,59	1,88	64,71	1,28
<b>I3</b>	0,79	91,36	90,57	71,26	1,85	69,41	1,30

### 15.2. DADOS PARA CURVA DE CALIBRAÇÃO DE ÁCIDO GÁLICO

**Tabela 22 – Dados para construção da curva de calibração de ácido gálico**

Concentração	Absorbância			
	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média
<b>50</b>	0,0760	0,0770	0,0760	0,0763
<b>100</b>	0,1470	0,1470	0,1460	0,1467
<b>150</b>	0,2120	0,2120	0,2110	0,2117
<b>250</b>	0,4000	0,3970	0,3990	0,3987
<b>500</b>	0,6910	0,6880	0,6880	0,6890



**Gráfico 31 - Curva de calibração de ácido gálico**

### 15.3. DADOS DE ACIDEZ

**Tabela 23– Dados de pH**

pH						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	3,34	3,27	2,98	3,01	2,97	3,07
19	3,36	3,28	3,01	3,01	3,29	2,99
27	3,30	3,72	3,77	3,00	2,38	3,03
43	3,29	3,90	3,68	2,95	2,92	3,21
51	3,32	3,28	3,34	3,54	3,60	3,20
67	3,32	3,28	3,30	2,96	3,40	3,18
75	3,35	3,30	3,31	2,91	2,97	3,13
94	0,00	0,00	3,40	3,07	3,01	3,19
118	0,00	0,00	0,00	3,05	0,00	3,22
286	3,46	3,34	3,45	3,02	3,01	3,28

**Tabela 24– Dados de concentração de H+ (titulação)**

Concentração de H+ [mol/L] 10 <sup>2</sup>						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	8,70	9,30	11,30	7,70	8,00	5,90
19	8,30	8,70	7,80	7,80	7,60	7,30
27	9,20	9,80	7,70	8,20	6,90	7,20
43	9,40	9,80	7,50	8,70	8,40	6,20
51	9,90	10,30	8,40	8,40	8,80	6,40
67	10,50	10,50	8,80	9,00	8,90	6,70
75	10,50	11,00	9,10	8,70	8,80	6,60
94	0,00	0,00	9,40	9,20	9,20	7,10
118	0,00	0,00	0,00	9,10	0,00	7,00
286	10,10	10,30	9,40	9,20	9,10	7,10

### 15.4. DADOS PARA CONSTRUÇÃO DAS CURVAS EM ESCALA DE 0A 10

**Tabela 25 - Legenda relativa aos zeros presentes nas tabelas do anexo**

Legenda	
0,00 =	Valores lidos iguais a zero
0,00 =	Valores não medidos

**Tabela 26 – Dados de etanol para construção de curvas em escala de 0 a 10**

Etanol						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	0,00	0,00	0,00	0,00	3,91	0,79
19	1,61	2,53	0,92	2,00	0,99	0,93
27	11,62	26,98	2,08	2,28	6,54	1,38
43	28,54	40,93	7,20	10,18	33,50	2,56
51	53,26	60,37	25,46	23,96	45,19	5,18
67	71,15	74,37	47,93	63,25	41,86	13,83
75	76,01	81,00	57,77	51,41	71,16	29,01
97	0,00	0,00	81,26	70,18	58,20	55,19
118	0,00	0,00	0,00	77,66	0,00	71,87
286	84,05	89,82	82,79	82,12	86,87	91,36

**Tabela 27 – Dados de etanol em escala de 0 a 10, com a=92 e c=0**

Etanol						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,09
19	0,17	0,28	0,10	0,22	0,11	0,10
27	1,26	2,93	0,23	0,25	0,71	0,15
43	3,10	4,45	0,78	1,11	3,64	0,28
51	5,79	6,56	2,77	2,60	4,91	0,56
67	7,73	8,08	5,21	6,87	4,55	1,50
75	8,26	8,80	6,28	5,59	7,73	3,15
97	0,00	0,00	8,83	7,63	6,33	6,00
118	0,00	0,00	0,00	8,44	0,00	7,81
286	9,14	9,76	9,00	8,93	9,44	9,93

**Tabela 28- Dados de ácido acético para construção de curvas em escala de 0 a 10 (dados não modificados)**

Ac Acético						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	1,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
27	1,8	1,7	1,2	0,0	0,0	0,0
43	2,2	2,8	2,6	0,0	0,0	1,5
51	3,0	3,4	3,6	0,0	0,0	2,3
67	4,0	4,8	6,5	1,1	0,0	2,4
75	4,3	4,8	4,5	1,1	1,3	1,5
97	0,0	0,0	4,5	1,2	0,0	0,0
118	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,9
286	4,0	3,9	0,9	0,9	1,3	1,0

**Tabela 29 - Dados de ácido málico para construção de curvas em escala de 0 a 10 (dados não modificados)**

Ac Málico						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	7,27	6,97	0,00	5,43	6,01	5,51
19	7,44	6,88	6,26	6,34	7,13	5,71
27	7,91	7,42	6,74	6,37	4,68	6,04
43	7,27	6,64	6,48	6,22	5,77	4,03
51	6,97	5,99	6,68	6,32	4,76	4,22
67	6,65	5,83	5,76	4,52	5,76	3,54
75	6,07	5,25	4,76	5,26	4,20	3,20
97	0,00	0,00	4,72	4,56	2,32	2,35
118	0,00	0,00	0,00	3,66	0,00	1,66
286	4,76	4,64	3,62	3,00	2,92	1,06

**Tabela 30 - Dados de ácido láctico para construção de curvas em escala de 0 a 10 (dados não modificados)**

Ac Láctico						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0					0,00	0,00
19					0,00	0,00
27					0,00	0,00
43					0,00	1,237
51					0,00	1,881
67					0,00	2,481
75					0,00	2,749
97					2,755	2,966
118					0,00	2,738
286					0,00	2,949

**Tabela 31 - Dados de densidade para construção de curvas em escala de 0 a 10**

Densidade						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	1,09	1,09	1,10	1,09	1,08	1,11
19	1,09	1,09	1,10	1,08	1,09	1,08
27	1,06	1,08	1,09	1,07	1,09	1,06
43	1,04	1,08	1,07	1,06	1,08	1,04
51	1,03	1,07	1,07	1,04	1,04	1,08
67	1,03	1,02	1,04	1,03	1,05	1,07
75	1,01	1,01	1,03	1,04	1,02	1,06
97	0,00	0,00	1,01	1,02	1,00	1,03
118	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00	1,01
286	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

**Tabela 32 - Dados de densidade em escala de 0 a 10, com  $a=1,11$  e  $c=0,99$**

Densidade						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	8,43	8,64	8,89	8,51	7,30	9,62
19	8,50	8,39	8,87	7,75	8,13	7,48
27	5,93	7,77	8,26	6,60	8,56	5,45
43	4,49	7,53	7,02	5,73	7,54	4,32
51	3,22	6,26	6,26	4,44	4,15	7,89
67	2,96	2,24	4,16	3,31	5,10	7,08
75	1,90	1,57	3,13	4,10	2,37	5,72
97	0,00	0,00	1,58	2,59	1,20	3,61
118	0,00	0,00	0,00	1,57	0,00	2,04
286	1,15	1,03	1,04	0,91	0,79	0,89

**Tabela 33- Dados de polifenóis totais para construção de curvas em escala de 0 a 10**

Polifenóis totais						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	363,00	397,29	85,79	130,79	282,93	240,07
19	510,14	531,57	29,36	438,71	370,14	234,43
27	568,71	598,71	420,14	391,57	405,86	355,86
43	627,29	717,43	408,71	535,86	490,14	383,00
51	794,57	823,14	680,29	463,00	485,86	460,14
67	623,14	640,29	571,71	521,57	434,43	401,57
75	566,00	640,29	617,43	433,00	348,71	411,57
97	0,00	0,00	634,57	387,29	240,14	460,14
118	0,00	0,00	0,00	391,57	0,00	465,86
286	526,00	588,86	506,00	337,29	408,71	360,14

**Tabela 34- Dados de polifenóis totais em escala de 0 a 10, com  $a=830$  e  $c=15$**

Polifenóis totais						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	4,23	4,66	0,81	1,37	3,25	2,72
19	6,05	6,32	0,12	5,17	4,32	2,65
27	6,77	7,14	4,94	4,59	4,76	4,15
43	7,50	8,61	4,80	6,37	5,80	4,48
51	9,56	9,92	8,15	5,47	5,75	5,43
67	7,45	7,66	6,81	6,19	5,12	4,71
75	6,74	7,66	7,38	5,10	4,06	4,83
97	0,00	0,00	7,59	4,53	2,72	5,43
118	0,00	0,00	0,00	4,59	0,00	5,50
286	6,25	7,02	6,00	3,92	4,80	4,20

**Tabela 35- Dados de antocianinas para construção de curvas em escala de 0 a 10**

Antocianinas						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	1,78	1,54	0,16	0,35	0,64	0,38
19	2,08	1,98	1,09	1,46	1,16	0,75
27	2,22	2,51	1,52	1,11	1,57	1,01
43	2,90	3,30	2,65	1,26	1,60	0,73
51	3,99	3,60	3,17	1,52	1,40	1,09
67	1,94	2,16	2,11	2,22	1,07	1,06
75	1,90	2,18	2,91	1,39	2,06	1,36
97	0,00	0,00	3,14	1,32	3,62	1,70
118	0,00	0,00	0,00	1,93	0,00	1,58
286	1,44	1,68	1,89	0,66	1,06	0,76

**Tabela 36- Dados de densidade em escala de 0 a 10, com a=4,25 e c=0**

Antocianinas						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	4,18	3,62	0,38	0,83	1,51	0,90
19	4,89	4,65	2,56	3,44	2,73	1,76
27	5,23	5,91	3,58	2,62	3,70	2,38
43	6,81	7,77	6,23	2,97	3,77	1,71
51	9,39	8,47	7,45	3,58	3,30	2,57
67	4,56	5,08	4,97	5,23	2,52	2,50
75	4,48	5,12	6,85	3,27	4,86	3,20
97	0,00	0,00	7,38	3,11	8,53	4,01
118	0,00	0,00	0,00	4,54	0,00	3,71
286	3,39	3,95	4,44	1,56	2,50	1,79

**Tabela 37- Dados de taninos em escala de 0 a 10**

Tanino						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	0,06	1,03	0,44	0,54	1,74	1,82
19	1,16	1,67	- 2,44	1,72	1,59	0,89
27	1,54	1,23	1,36	1,97	1,06	1,77
43	0,68	0,84	- 1,43	3,39	2,03	2,77
51	0,17	1,44	0,70	1,89	2,45	2,86
67	2,89	2,58	1,84	0,96	2,59	2,21
75	2,26	2,54	0,52	1,83	- 0,80	1,63
97	0,00	0,00	0,21	1,43	- 5,81	1,42
118	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	1,80
286	2,86	3,07	1,56	2,35	2,30	2,41

**Tabela 38 - Dados porcentagem de sólidos solúveis para construção de curvas em escala de 0 a 10**

% Sólidos solúveis						
	C1	C2	C3	I1	I2	I3
<b>0</b>	31,50	29,50	0,00	38,50	18,75	20,00
<b>19</b>	19,00	18,00	21,00	21,00	20,25	21,00
<b>27</b>	17,00	16,00	19,25	20,00	15,50	20,50
<b>43</b>	14,00	12,50	17,50	22,00	15,25	17,50
<b>51</b>	7,75	8,00	9,75	12,50	9,00	14,75
<b>67</b>	12,00	9,50	15,50	15,25	11,50	19,00
<b>75</b>	10,50	9,00	12,00	11,00	14,00	17,50
<b>97</b>	0,00	0,00	7,50	9,25	10,00	11,50
<b>118</b>	0,00	0,00	0,00	7,75	0,00	7,00
<b>286</b>	6,50	5,75	5,50	4,50	7,00	5,00

**Tabela 39- Dados de glicose para construção de curvas em escala de 0 a 10**

Massa de glicose						
	C1	C2	C3	I1	I2	I3
<b>0</b>	53,58	50,18	0,00	65,49	31,89	34,02
<b>19</b>	32,32	30,62	35,72	35,72	34,45	35,72
<b>27</b>	28,92	27,22	32,74	34,02	26,37	34,87
<b>43</b>	23,81	21,26	29,77	37,42	25,94	29,77
<b>51</b>	13,18	13,61	16,58	21,26	15,31	25,09
<b>67</b>	20,41	16,16	26,37	25,94	19,56	32,32
<b>75</b>	17,86	15,31	20,41	18,71	23,81	29,77
<b>97</b>	0,00	0,00	12,76	15,73	17,01	19,56
<b>118</b>	0,00	0,00	0,00	13,18	0,00	11,91
<b>286</b>	11,06	9,78	9,36	7,65	11,91	8,51

**Tabela 40- Dados de glicose em escala de 0 a 10, com a=70 e c=5**

Glicose						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
<b>0</b>	7,47	6,95	0,00	9,31	4,14	4,46
<b>19</b>	4,20	3,94	4,73	4,73	4,53	4,73
<b>27</b>	3,68	3,42	4,27	4,46	3,29	4,60
<b>43</b>	2,89	2,50	3,81	4,99	3,22	3,81
<b>51</b>	1,26	1,32	1,78	2,50	1,59	3,09
<b>67</b>	2,37	1,72	3,29	3,22	2,24	4,20
<b>75</b>	1,98	1,59	2,37	2,11	2,89	3,81
<b>97</b>	0,00	0,00	1,19	1,65	1,85	2,24
<b>118</b>	0,00	0,00	0,00	1,26	0,00	1,06
<b>286</b>	0,93	0,74	0,67	0,41	1,06	0,54

**Tabela 41- Dados de metanol para construção de curvas em escala de 0 a 10**

Metanol						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00
43	1,52	1,34	0,00	0,00	1,01	0,00
51	2,06	1,43	0,00	0,74	1,41	0,00
67	2,08	1,57	1,05	1,60	1,53	0,00
75	2,09	1,57	1,16	1,61	1,84	0,00
97	0,00	0,00	1,44	2,00	1,36	1,27
118	0,00	0,00	0,00	1,85	0,00	1,36
286	2,05	1,64	1,20	2,01	1,82	1,68

**Tabela 42- Dados de ácido tartárico para construção de curvas em escala de 0 a 10**

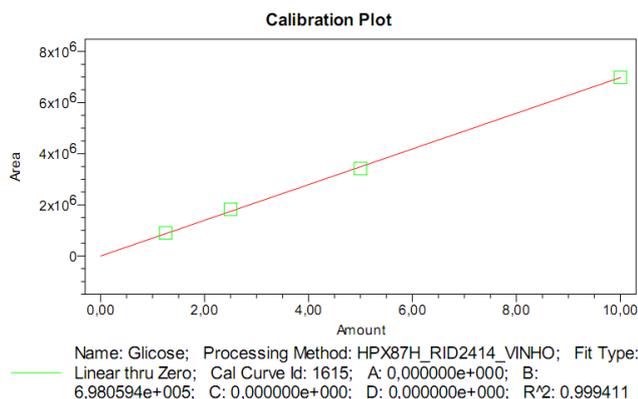
Ácido tartárico						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	1,40	1,01	0,00	1,86	1,64	1,76
19	1,04	1,15	1,61	1,97	1,24	1,79
27	1,07	0,89	1,34	1,73	1,45	1,65
43	0,85	0,91	1,17	1,68	1,49	1,80
51	0,90	0,93	1,04	1,54	2,01	1,59
67	1,02	1,13	1,00	1,88	1,51	1,83
75	1,39	1,17	1,01	1,38	1,82	1,60
97	0,00	0,00	1,08	2,01	1,79	1,96
118	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	1,06
286	1,015	1,051	1,311	1,148	1,307	1,240

**Tabela 43 - Dados relativo às medições de extrato seco [g]**

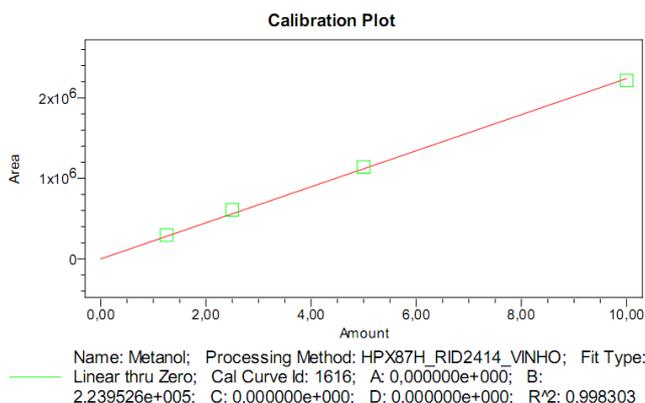
Extrato seco						
Hora	C1	C2	C3	I1	I2	I3
0	0,0349	0,0363	0,0276	0,0284	0,0283	0,0429
19	0,0452	0,0389	0,0390	0,0335	0,0417	0,0422
27	0,0373	0,0279	0,0360	0,0379	0,0292	0,0418
43	0,0285	0,0239	0,0310	0,0461	0,0318	0,0344
51	0,0217	0,0101	0,0324	0,0367	0,0262	0,0395
67	0,0111	0,0098	0,0263	0,0354	0,0356	0,0370
75	0,0119	0,0062	0,0173	0,0362	0,0229	0,0374
94	0,0032	0,0042	0,0096	0,0268	0,0409	0,0322
118	0,00	0,00	0,00	0,0164	0,00	0,0232
286	0,00	0,00	0,0046	0,0040	0,0046	0,0048

## 16. ANEXO 5: DADOS RELATIVOS ÀS ANÁLISES COM HPLC

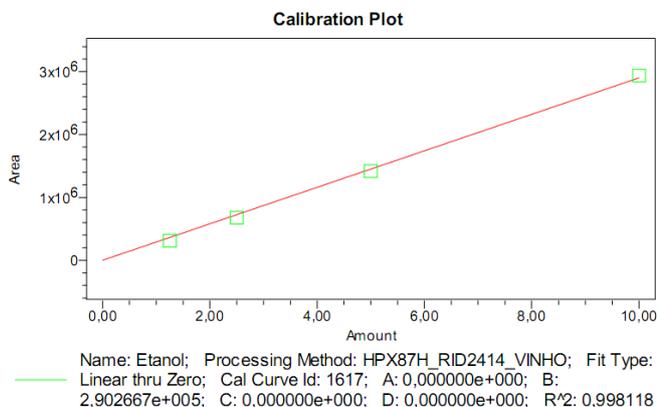
Calibração do programa para leitura cromatográfica de índice de refração utilizando soluções de Glicose, Metanol e Etanol com quatro concentrações: 1,25g/L, 2,5 g/L, 5 g/L e 10g/L. Para os ácidos tartárico, málico, láctico e acético foi utilizada cromatografia de ultra violeta, também nas concentrações 1,25g/L, 2,5 g/L, 5 g/L e 10g/L. As respectivas curvas de calibração estão expostas a seguir:



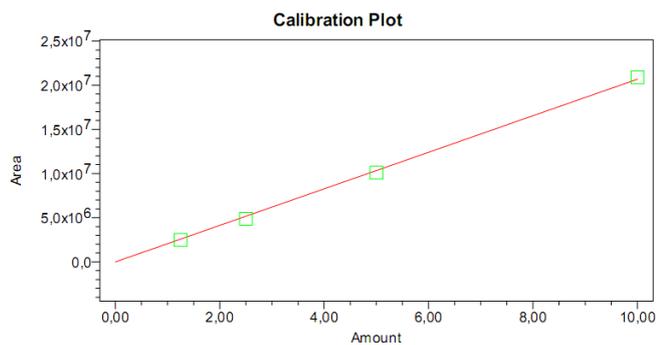
**Gráfico 32 - Curva de calibração para análise com HPLC (IR) – Glicose**



**Gráfico 33 - Curva de calibração para análise com HPLC (IR) - Metanol**

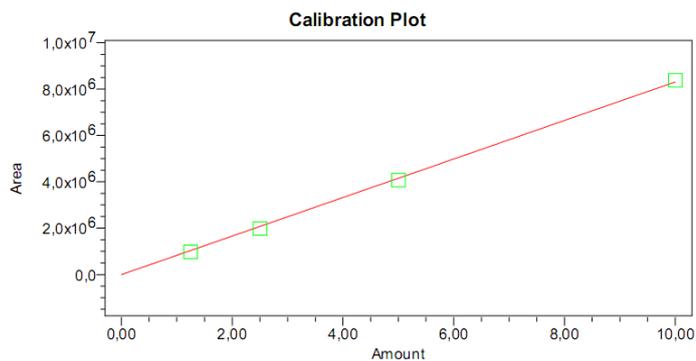


**Gráfico 34 - Curva de calibração para análise com HPLC (IR) – Etanol**



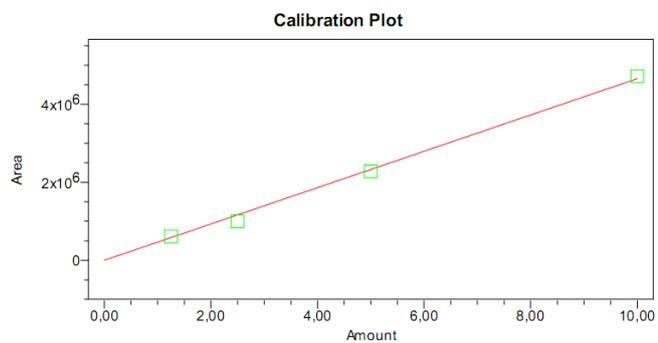
Name: Ácido tartárico; Processing Method: HPX87H\_UV2489\_VINHO; Fit Type: Linear thru Zero; Cal Curve Id: 1639; A: 0,000000e+000; B: 2,068372e+006; C: 0,000000e+000; D: 0,000000e+000; R<sup>2</sup>: 0,999108

**Gráfico 35 - Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido tartárico**



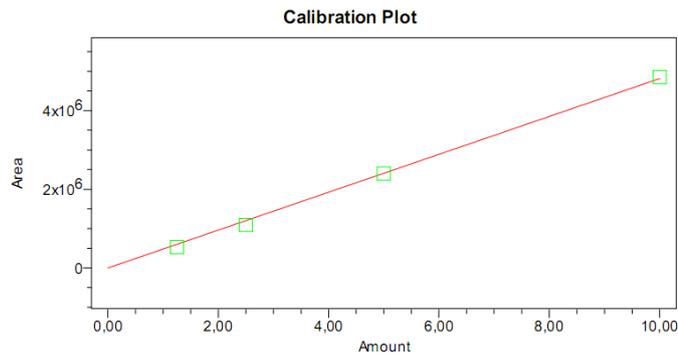
Name: Ácido málico; Processing Method: HPX87H\_UV2489\_VINHO; Fit Type: Linear thru Zero; Cal Curve Id: 1640; A: 0,000000e+000; B: 8,309803e+005; C: 0,000000e+000; D: 0,000000e+000; R<sup>2</sup>: 0,999311

**Gráfico 36- Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido málico**



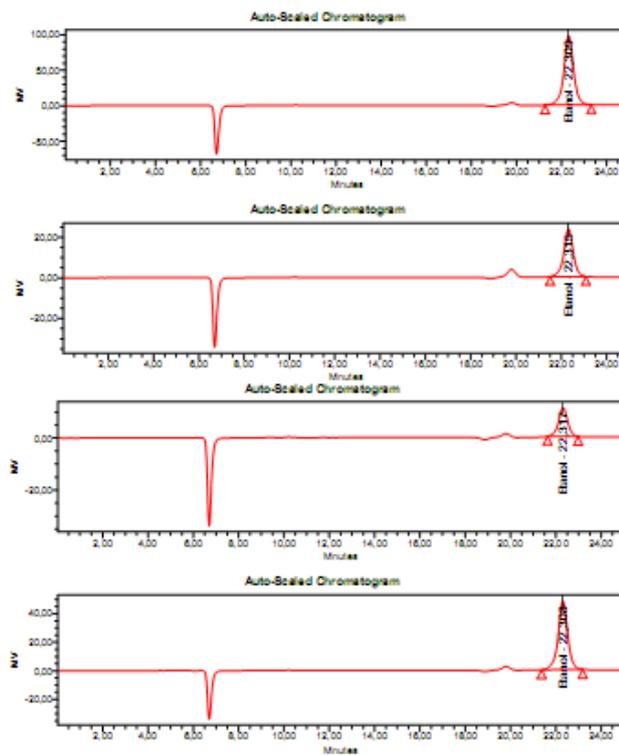
Name: Ácido láctico; Processing Method: HPX87H\_UV2489\_VINHO; Fit Type: Linear thru Zero; Cal Curve Id: 1641; A: 0,000000e+000; B: 4,657277e+005; C: 0,000000e+000; D: 0,000000e+000; R<sup>2</sup>: 0,996581

**Gráfico 37- Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido láctico**

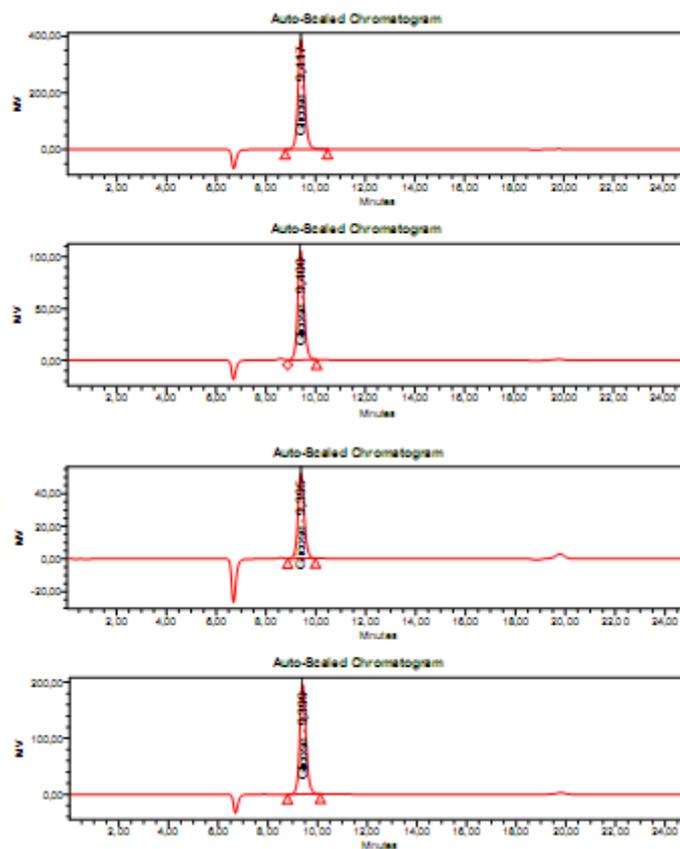


Name: Ácido acético; Processing Method: HPX87H\_UV2489\_VINHO; Fit Type: Linear thru Zero; Cal Curve Id: 1642; A: 0,000000e+000; B: 4,815963e+005; C: 0,000000e+000; D: 0,000000e+000; R<sup>2</sup>: 0,998345

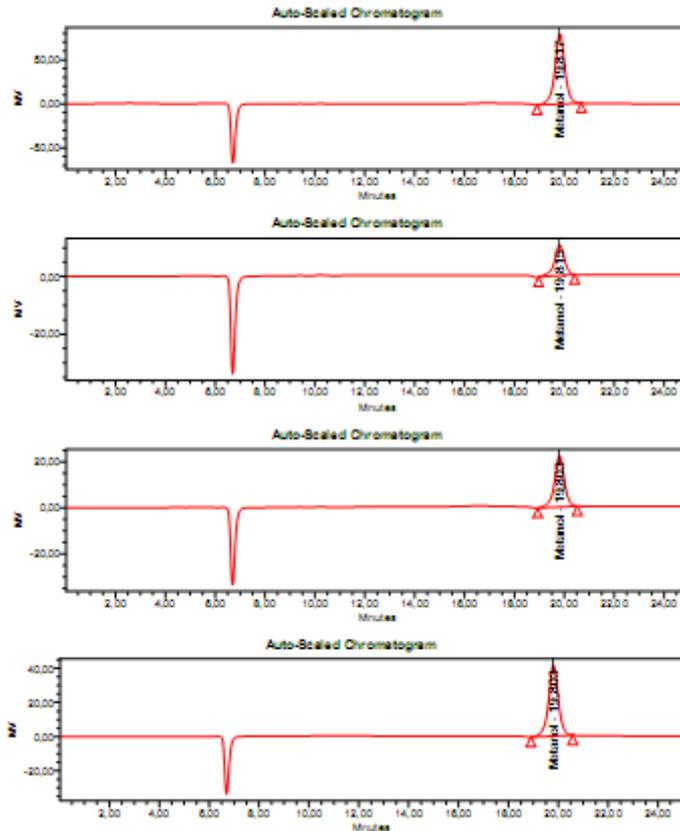
**Gráfico 38- Curva de calibração para análise com HPLC (UV) - Ácido acético**



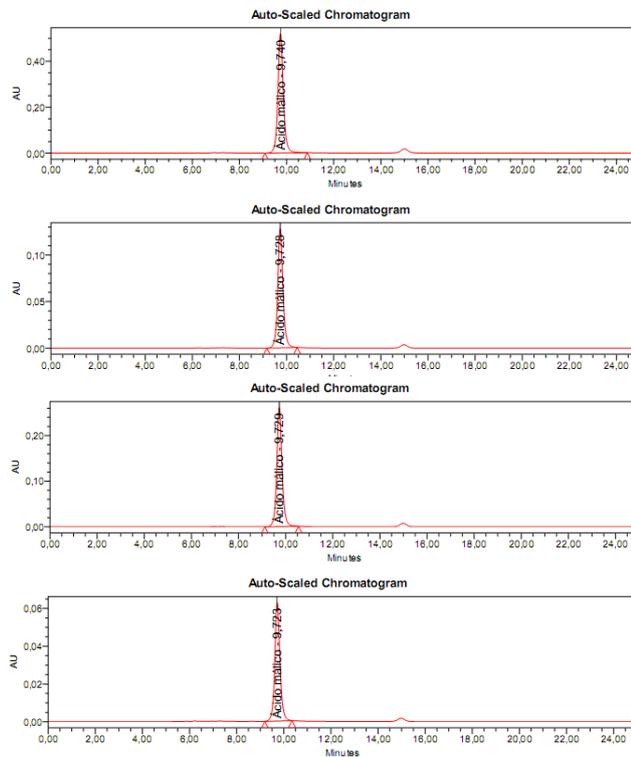
**Figura 9 - Tempos de retenção para Etanol nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - IR) - 22,309min;22,315 min;22,317 min;22,308 min.**



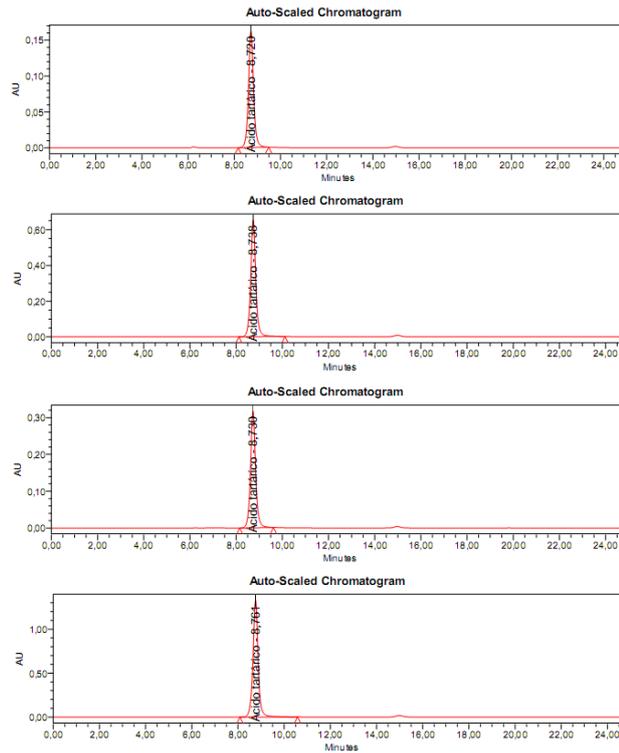
**Figura 10 - Tempos de retenção para Glicose nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - IR) – 9,417min; 9,400min; 9,395 min; 9,399min.**



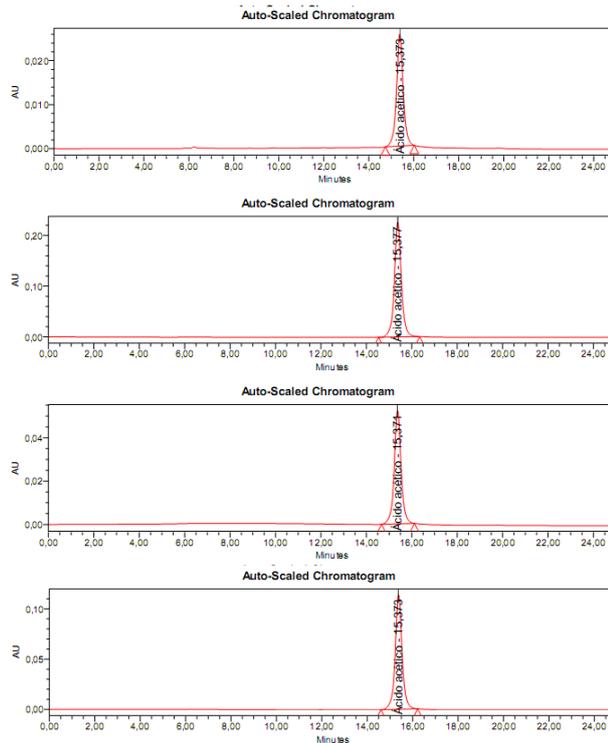
**Figura 11 - Tempos de retenção para Metanol nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - IR) – 19,817min; 19,815min; 19,803min; 19,803min.**



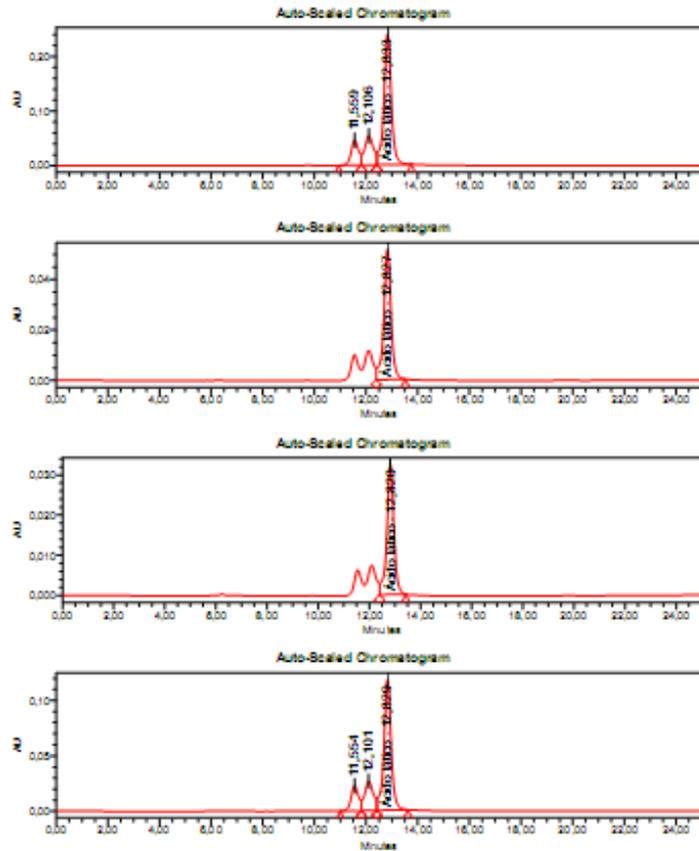
**Figura 12 - Tempos de retenção para ácido málico nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) – 9,740min; 9,728min; 9,729min; 9,723min**



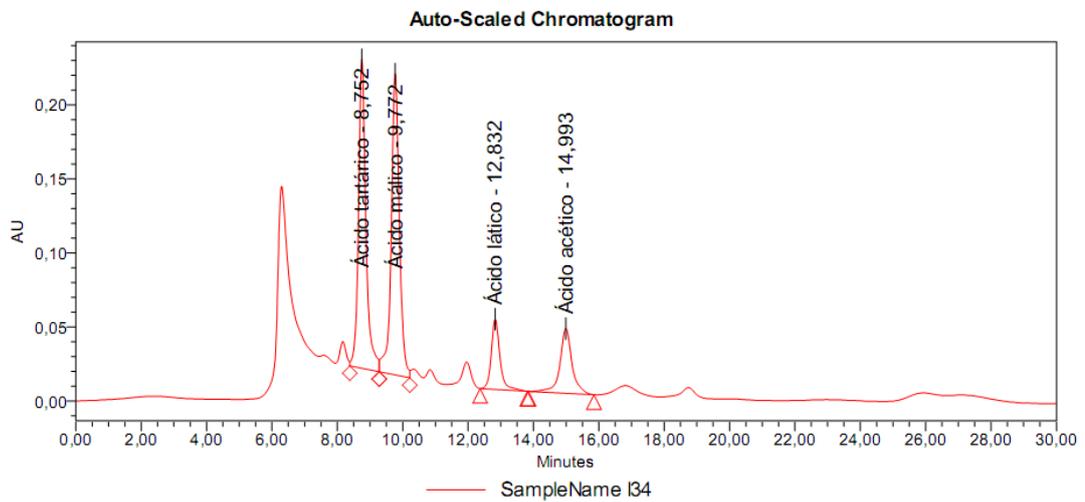
**Figura 13- Tempos de retenção para ácido tartárico nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) –8,720min; 8,738min; 8,730min; 8,761min.**



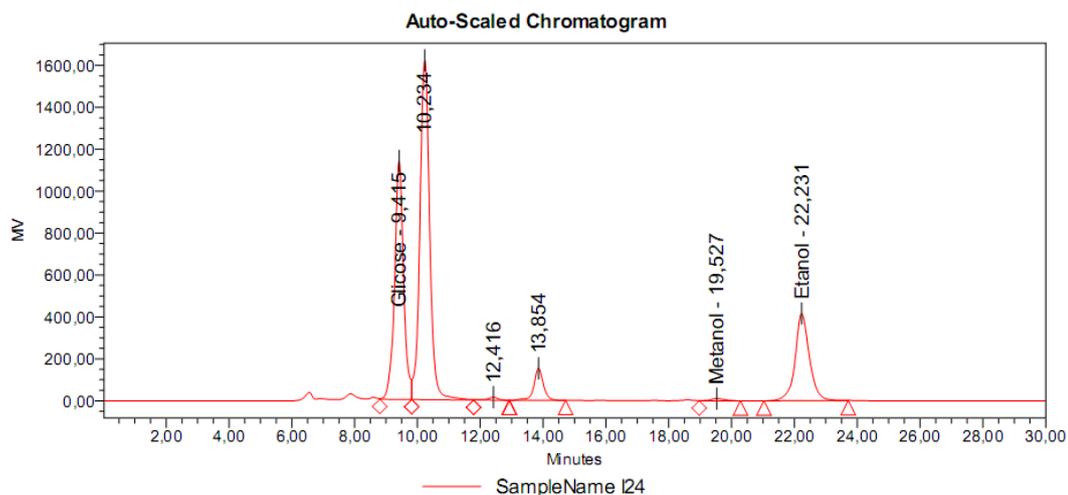
**Figura 14 - Tempos de retenção para ácido acético nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) –15,373min; 15,377min; 15,371min; 15,373min.**



**Figura 15 - Tempos de retenção para ácido láctico nas 4 concentrações diferentes (curva de calibração - UV) –12,833min; 12,827min; 12,820min; 12,829min.**



**Figura 16 - Exemplo de leitura de UV com HPLC (Amostra I3-4)**

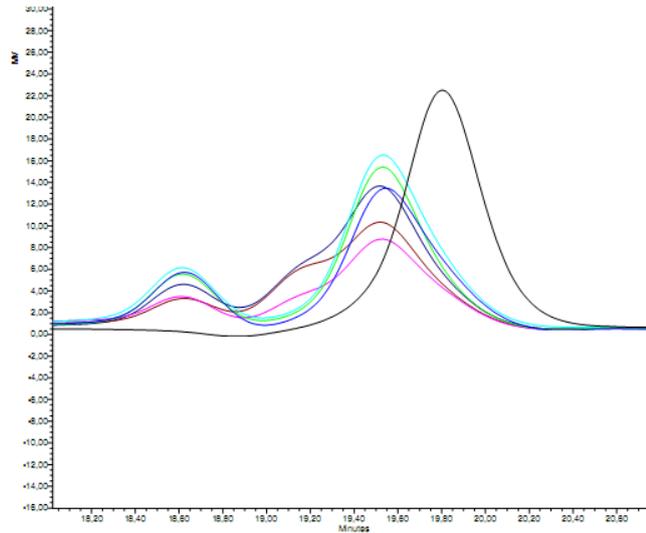


**Figura 17- Exemplo de leitura de IR com HPLC (Amostra I2-4)**

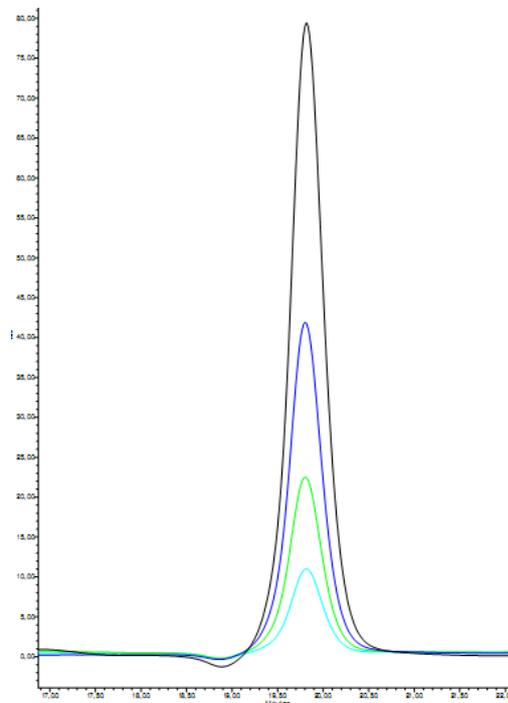
**Peak Results**

	SampleName	Date Acquired	Name	RT	Area	Height	Amount	Units	Injection Volume (uL)	Channel
109	C16	3/5/2011 13:42:00 BRT	Metanol	19,511	466781	12788	2,084	g/L	10,00	410
110	C19	3/5/2011 19:55:52 BRT	Metanol	19,517	458423	12972	2,047	g/L	10,00	410
111	C22	3/5/2011 01:01:00 BRT	Metanol	19,513	160709	5281	0,718	g/L	10,00	410
112	C23	3/5/2011 04:07:56 BRT	Metanol	19,512	299282	7107	1,336	g/L	10,00	410
113	C24	3/5/2011 07:14:52 BRT	Metanol	19,498	320434	7889	1,431	g/L	10,00	410
114	C25	3/5/2011 10:21:49 BRT	Metanol	19,493	351554	9199	1,570	g/L	10,00	410
115	C26	3/5/2011 14:13:10 BRT	Metanol	19,518	351379	9057	1,569	g/L	10,00	410
116	C29	3/5/2011 20:27:00 BRT	Metanol	19,519	366100	9606	1,635	g/L	10,00	410
117	C35	3/5/2011 10:52:57 BRT	Metanol	19,526	259880	6643	1,160	g/L	10,00	410
118	C36	3/5/2011 14:44:18 BRT	Metanol	19,533	234048	5784	1,045	g/L	10,00	410
119	C37	3/5/2011 16:48:54 BRT	Metanol	19,526	321299	8786	1,435	g/L	10,00	410
120	C39	3/5/2011 20:58:10 BRT	Metanol	19,527	268904	7960	1,201	g/L	10,00	410
121	I14	3/5/2011 08:17:13 BRT	Metanol	19,534	166436	5376	0,743	g/L	10,00	410
122	I15	3/5/2011 11:35:52 BRT	Metanol	19,520	361308	12774	1,613	g/L	10,00	410

**Figura 18 - Resultados obtidos para análise de metanol com respectivos tempos de residência**



**Figura 19 - Resultados obtidos para análise de metanol: Sobreposição das curvas para visualização da diferença de leitura do tempo de residência entre o padrão e as amostras**



**Figura 20 - Resultados obtidos para análise de metanol: Sobreposição das curvas de leitura do tempo de residência dos padrões**

## 17. ANEXO 6: FOTOS

### 17.1. PREPARAÇÃO DOS MOSTOS



**Foto 4 - Amostras de cepa de leveduras La Claire 665P cedida pela empresa Vêneto Mercantil.**



**Foto 5 - Amostras de cepa de leveduras Zymaflore Spark cedida pela empresa Vêneto Mercantil..**



**Foto 6 - Medição de temperatura da água para ativação das leveduras**



**Foto 7 - Hidratação das leveduras liofilizadas (desprendimento de gás)**



**Foto 8 - Seleção das uvas**



**Foto 9 - Pesagem das uvas**



**Foto 10 - Matéria-prima limpa e selecionada**



**Foto 11 - Mosto de uva Isabel recém extraído**



**Foto 12 - Extração manual do mosto**



**Foto 13 - Amostra de metabissulfito de potássio**



**Foto 14 - Engaço separado**



**Foto 15 - Medição do açúcar (grau Babo)**



**Foto 16 - Termopares**



**Foto 17 - Mostos recém extraídos com termopares instalados**

## 17.2. FERMENTAÇÃO ABERTA



**Foto 18 - Formação de chapéu**



**Foto 19 - Vista dos barris antes da primeira remontagem**



**Foto 20 - Quebra do chapéu durante remontagem**



**Foto 21 - Coleta de amostras**



**Foto 22 - Desprendimento de gás**



**Foto 23 - Vista dos barris após a primeira remontagem**



**Foto 24 - Vista dos barris antes da segunda remontagem**



**Foto 25 - Quebra do chapéu**



**Foto 26 - Formação de espuma durante a remontagem (fermentação turbulenta uva Cabernet)**



**Foto 27 - Chapéu sendo remontado**



**Foto 28 - Formação de espuma durante a**



**Foto 29 - Formação de espuma durante a**

**remontagem (fermentação turbulenta uva Isabel) - Antes**



**Foto 30 - Formação de espuma durante a remontagem (fermentação turbulenta uva Isabel) - Depois**

**remontagem (fermentação turbulenta uva Isabel)**



**Foto 31 - Amostras de vinho de uva Cabernet (esquerda) e Isabel (direita)**



**Foto 32 - Amostras conservadas por temperatura**



**Foto 33 - Equipamentos utilizados para medição da densidade das amostras (balança analítica, picnômetro e conta-gotas)**



**Foto 34 - Picnômetro**



**Foto 35 - Picnômetro com amostra de vinho**

### **17.3. FERMENTAÇÃO FECHADA**



**Foto 36 - Retirada de chapéu**



**Foto 37 - Diferença de volume após retirada de chapéu**



**Foto 38 - Retirada do vinho para recipiente fechado**



**Foto 39 - Corpo de fundo do barril**



**Foto 40 - Recipiente para fermentação fechada**



**Foto 41 - Saída de gás na fermentação fechada através da mangueira plástica**



**Foto 42 - Composição dos chapéus de uva Cabernet (esquerda) e Isabel (direita)**



**Foto 43 - Disposição dos recipientes plásticos durante fermentação residual**



**Foto 44 - Disposição dos recipientes plásticos durante fermentação residual (vista superior)**



**Foto 45 - Proteção contra luz durante fermentação residual**



**Foto 46 - Armazenamento dos vinhos prontos**

## 17.4. ANÁLISES QUÍMICAS



**Foto 47 - Reagentes utilizados**



**Foto 48 - Espectrofotômetro utilizado**



**Foto 49 - Padrões para calibração de polifenóis totais**



**Foto 50 - Cubetas com padrões para calibração de polifenóis totais**



**Foto 51 - Soluções utilizadas**



**Foto 52 - Esquema de filtração a vácuo**



**Foto 53 - Equipamentos utilizados para pipetagem**



**Foto 54 - Equipamentos utilizados para filtração**



**Foto 55 - Membrana com mosto filtrado primeiramente com papel filtro**



**Foto 56 - Vinho titulado (antes e depois)**



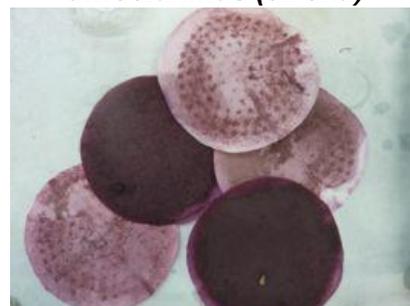
**Foto 57 - Mudança de cor do vinho ao ser titulado**



**Foto 58 - Frascos com soluções para identificação de polifenóis totais (esquerda) e antocianinas (direita)**



**Foto 59 - Equipamento de medição de pH**



**Foto 60 - Papeis filtro**



**Foto 61 - Membranas**



**Foto 62 - Amostras congeladas para futura análise cromatográfica**



**Foto 63 - Refratômetro utilizado**



**Foto 64 - Filtragem de amostras descongeladas para análise cromatográfica**



**Foto 65 - Cromatógrafo**



**Foto 66 - Redondel de amostras**

### 17.5. VISITA À VINÍCOLA GOES



**Foto 67 - Videiras**



**Foto 68 - Tanques pulmão para engarrafamento**



**Foto 69 - Laboratório da vinícola**



**Foto 70 - Tanques de carvalho**



**Foto 71 - Lavagem de garrafas**



**Foto 72 - Engarrafamento**



**Foto 73 - Selagem**



**Foto 74 - Engarrafamento (linha de produção)**



**Foto 75 - Análise sensorial (1)**



**Foto 76 - Análise sensorial (2)**



**Foto 77 - Diferença de coloração entre os vinhos de uva Isabel (esquerda) e Cabernet (direita)**



## **18. ANEXO 7: EXCERTOS DO TCC I “ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE VINHO TINTO ARTESANAL E INDUSTRIAL OBTIDO DE UVA DO TIPO ISABEL”**

### **18.1. COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA UVA MADURA E DO VINHO**

#### **18.1.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS DIFERENTES ESTRUTURAS DA UVA**

Uma uva madura apresenta de 2% a 5% de engaço (parte herbácea) e 95% a 98% de baga ou grão, dos quais 83-92% corresponde à polpa. O engaço é rico em água, matéria lenhosa, resinas, minerais, taninos e antocianinos; apresenta poucos açúcares e ácidos orgânicos.

As sementes, por sua vez, contêm tanino, ácidos voláteis e substâncias que conferem ao vinho sabor desagradável. Por isso, durante o esmagamento da uva e prensagem do bagaço, deve-se tomar cuidado para não danificá-las.

A polpa, parte majoritária das uvas, apresenta:

- 650 a 850 g/L (gramas por litro) de água
- 120 a 250 g/L de açúcares redutores (glicose e frutose). Devido às condições adversas de clima e solo no Brasil, as uvas para vinificação são deficientes em açúcares redutores, de forma que o que se faz é a correção do mosto, ou seja, adicionar sacarose na fermentação para que se atinja o grau alcoólico desejado no produto final.
- 6 a 14 g/L de ácidos orgânicos (tartárico e málico)
- 0,5 a 1 g/L de compostos nitrogenados. Desses, 10 a 20% na forma de nitrogênio amoniacal, assimilável pelas leveduras e o resto como nitrogênio orgânico (aminoácidos, aminas, proteínas), que precipita durante a fermentação, sob a ação de tanino e álcool.
- Matérias pécticas, que conferem maciez ao vinho e cujo teor varia com a variedade e diretamente com o grau de maturação da uva.
- Os principais minerais presentes são potássio, cálcio, magnésio, sódio e ferro.

### 18.1.2. COMPOSTOS FENÓLICOS

Os vegetais são ricos em substâncias antioxidantes. Atribui-se esta característica ao processo evolutivo destas espécies como proteção natural aos radicais livres formados pela radiação UV necessária à fotossíntese. Além disso, seu poder adstringente (termo usado para a sensação gerada pela coagulação das proteínas da saliva) protege os tecidos das plantas contra o ataque dos insetos, fungos ou de bactérias.

Alguns destes compostos encontrados e extraídos de vegetais são os polifenóis, os flavonóides, os organosulfídeos e os indóis. Devido ao seu excelente poder antioxidante, são largamente empregados na produção de cosméticos e outros produtos a base de uva, em tratamentos de rejuvenescimento celular. Esta propriedade é uma das razões pelas quais o consumo moderado de vinho faz bem para o coração.

Quimicamente, os compostos fenólicos podem ser classificados em não-flavonóides e flavonóides. Os não-flavonóides correspondem aos ácidos fenólicos e aos estilbenos. Os compostos flavonóides são os flavonóis, as flavanonas, as antocianinas e os taninos. Todos podem ser encontrados na uva e no vinho, em concentrações que variam conforme o composto analisado.

As principais reações que ocorrem com os compostos fenólicos encontrados nos vinhos são oxidativas, podendo ser benéficas ou não à evolução e longevidade dos mesmos. A concentração de flavonóides no mosto e no vinho recém-elaborado podem influenciar na maior ou menor ocorrência destas reações.

A estrutura destes polifenóis evolui de forma permanente ao longo da vinificação, amadurecimento e envelhecimento na garrafa. Polimerizam-se e combinam-se com várias substâncias, melhorando a qualidade e a estabilidade da cor dos vinhos.

No dia da colheita, uma análise de maturação fenólica (potencial fenólico) é indispensável para conhecer as condições da vindima (colheita). De acordo com o potencial da uva e o vinho desejado, grau da chamada maturação fenólica, pode-se eleger a técnica de vinificação e estabelecer um adequado controle do processo. Com base nas informações obtidas definem-se os períodos de

remontagem e sua intensidade, a evolução da temperatura de fermentação, a duração da maceração, o nível de sulfitação, a necessidade do uso de enzimas, de termovinificação ou de uma maceração pós-fermentativa, por exemplo, (todas as operações serão explicadas). O conhecimento do grau de maturação é uma ferramenta, portanto, da qual a moderna enologia não pode prescindir.

Um fator importantíssimo que deve ser levado em consideração é que os taninos são alcoolsolúveis, enquanto os antocianos são hidrossolúveis; portanto nos primeiros dias de fermentação não extraímos muitos taninos, e conforme o açúcar vai se transformando em álcool durante a fermentação extraímos cada vez mais taninos, e o vinho fica cada vez mais adstringente.

Outro fator a ser considerado é que os taninos são cedidos ao vinho por difusão das partes sólidas (cascas e sementes) na fase líquida (mosto) e por isso quanto mais remontagens (operação explicada no item 7.7) são realizadas, maior é a quantidade de taninos extraídos. Por este motivo, para fazer os grandes vinhos tintos são preferíveis os tanques baixos e largos, ao invés dos altos e estreitos, porque assim existe uma maior área de contato das cascas com o vinho em fermentação.

O conhecimento prévio do grau de diluição dos compostos fenólicos permite programar uma eventual modificação da relação sólido / líquido.

Na elaboração de vinhos tintos, de modo geral, busca-se obter o máximo de antocianos, além de taninos em quantidade e qualidade ideais para o padrão de produto desejado. Pode-se considerar, de modo geral, que para o vinho apresentar alta qualidade e longevidade, o mosto tinto deve apresentar uma relação tanino/antocianina próxima a 5, pois os flavanóis agem como protetores das antocianinas, ligando-se a elas ou a outros compostos, evitando que as mesmas sofram oxidação.

Outro composto desta categoria, encontrado nos vinhos, é o resveratrol, muito estudado pelos cientistas devido aos benefícios proporcionados à saúde. É um antioxidante natural encontrado nas uvas e no vinho tinto que possui efeito antitumoral e antiinflamatório, bem como propriedades cardioprotetoras.

Estudos indicam que o resveratrol parece ajudar a diminuir os níveis de lipoproteínas de baixa densidade, também conhecidas como colesterol LDL (o "mau colesterol") e aumentar os níveis de lipoproteínas de alta densidade, o

colesterol HDL, (ou "bom colesterol"). O LDL, principalmente no seu estado oxidado, pode acumular-se nas paredes dos vasos sanguíneos, levando à formação de placas de ateroma. Além do resveratrol, existem outros polifenóis com interesse para a saúde humana.

### **18.1.2.1. TANINOS: A ESPINHA DORSAL DOS VINHOS**

#### **18.1.2.1.1. ONDE ENCONTRAR**

Por corresponder a um grupo de compostos fenólicos que tem como principal característica a afinidade em se ligar às cadeias de proteínas (e outros polímeros como os polissacarídeos) e precipitá-las, os taninos atuam como instrumento de defesa. Quando um predador começa a ingerir partes de uma planta, as células vegetais rompidas liberam os taninos, que possuem sabor amargo e provocam grande adstringência, causando repugnância ao predador.

Estão presentes sob forma polimérica em todas as partes lenhosas / sólidas do cacho, principalmente na casca e nas sementes, acumulando-se no decorrer da maturação. Seu teor no vinho tinto depende da variedade e das condições de vinificação, variando de 1 a 4 g/L.

Dentre as uvas viníferas, geralmente, quanto mais grossa a casca, maior a quantidade de taninos a serem extraídos. Este é o caso da *Cabernet Sauvignon*, Tannat, Nebbiolo, Baga, Petit Verdot, Sangiovese Grosso. Há variedades de cascas mais finas, que dão origem a vinhos de estrutura mais leve e textura delicada: Pinot Noir, Gamay e *Cabernet Franc*.

#### **18.1.2.1.2. MATURAÇÃO E UTILIDADE**

Os taninos geralmente representam a parte principal do extrato polifenólico total e cumprem um papel importante na estrutura e características organolépticas (aroma e sabor) dos vinhos. Também atuam na estabilização da cor uma vez que se unem através de pontes com os antocianos, item 5.2.2., e evitam que oxidem e precipitem. Podem também formar complexos estáveis através da interação com

proteínas e polissacarídeos do vinho, por isso é comum ouvirmos os enólogos dizerem que os taninos são o suporte para a cor.

Deve-se atentar, porém, para não extraí-los em excesso, pois isso pode resultar em um vinho duro e adstringente demais que mesmo o amadurecimento em barris não vai conseguir amaciar. Para que isso seja evitado, na produção industrial, separa-se o engaço antes da fermentação do mosto e monitora-se sua concentração através de análises de laboratório e degustações diárias durante a fermentação.

Os taninos evoluem no curso da vida inteira de um vinho condicionado por fatores como o teor alcoólico, pH, dióxido de enxofre (conservante) e o amadurecimento em barris de carvalho. Porém, além da origem própria das uvas, podemos ter um incremento indireto através do amadurecimento do vinho em barris de carvalho, que cedem taninos da madeira para o vinho.

#### **18.1.2.1.3. CLASSIFICAÇÃO**

Costuma-se classificar os taninos segundo a natureza das moléculas elementares: taninos condensados são originários da uva, enquanto os taninos hidrolisáveis são adicionados durante o processo.

Os taninos condensados são também chamados de proanticianinas, pois liberam uma antocianidina após hidrólise ácida. O aquecimento em meio ácido destes polímeros em solução alcoólica libera carbocátions fortemente instáveis, os quais se transformam em produtos de condensação pardos e, sobretudo, em cianidina vermelha, do qual originou-se o nome de “procianidina” dado a seus constituintes.

Os taninos hidrolisáveis, não naturais da uva, também chamados de industriais ou enológicos, são extraídos a partir de um grande número de espécies vegetais e têm por origem as partes lignificadas, os frutos ou as protuberâncias de origem patógena. Também podem ser adicionados ao vinho durante o envelhecimento nas barricas de madeira, normalmente de carvalho, material rico em taninos, constituindo os principais taninos comerciais autorizados pela legislação. Nos barris, também acontece uma micro-oxigenação através

das aduelas de madeira, produzindo reações de polimerização destes taninos que por sua vez se tornam menos agressivos, e o vinho mais macio.

Quando o enólogo julga que seu mosto ou vinho está com o conjunto carente de taninos ou até para melhorar os caracteres gustativos dos vinhos depois de algum tempo nas cubas, pode-se recorrer a estas preparações de tanino comerciais, processo denominado colagem dos vinhos.

#### **18.1.2.1.4. PROPRIEDADES QUÍMICAS**

As propriedades dos taninos estão ligadas à sua capacidade de formar complexos com as proteínas. O enólogo monitora o IPT – índice de polifenóis totais, análise simples, feita em um espectrofotômetro de luz ultravioleta. Sabe-se que é preciso valor de IPT mínimo de 60 ou 70 para poder pensar em levar o vinho para os barris de carvalho, caso contrário é melhor utilizar tanques de inox. Estes índices mínimos de IPT dependem da maturação da uva, do tipo de vinificação escolhida pelo enólogo e do terroir (envolve o conjunto de características micro-climáticas e o manejo do solo).

#### **18.1.2.2. ANTOCIANOS: RESPONSÁVEIS PELA COLORAÇÃO**

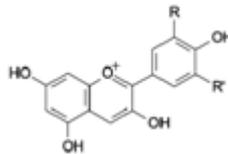
##### **18.1.2.2.1. ONDE ENCONTRAR**

Os antocianos, responsáveis pela cor dos vinhos jovens, encontram-se exclusivamente nos vacúolos das células da casca. No caso de variedades tintóreas, também podem ser encontradas na polpa e nas folhas, sobretudo no final do ciclo vegetativo, de forma que, para a produção de vinho tinto, a fermentação se dá utilizando as uvas com casca.

Os vinhos tintos iniciam sua vida com cores intensas e tonalidades vivas, e com o passar do tempo vão mudando em direção às tonalidades atijoladas, e por isso podemos estimar a idade do vinho pela sua cor. Quanto mais intensa for a cor, quer do vinho quer das uvas, tanto maior o seu conteúdo em polifenóis.

### 18.1.2.2. PROPRIEDADES QUÍMICAS

A estrutura dos antocianos, mostrada na Figura 22, é composta por dois ciclos benzênicos unidos por um heterociclo oxigenado, insaturado e catiônico, o cátion flavilium.



**Figura 21 - Fórmula estrutural básica das antocianinas**

Podem ser encontrados sob a forma heterosídica, ligadas a um ou mais açúcares, que são moléculas muito mais estáveis que a forma sem o açúcar ligado.

Além de ser influenciada pelas condições do meio, como pH e SO<sub>2</sub>, a cor das antocianinas também depende da estrutura molecular, do meio ambiente e da copigmentação destes compostos. Interações físico-químicas entre os pigmentos e os compostos fenólicos incolores presentes no vinho, como os taninos condensados, desempenham um papel crucial na evolução da cor do vinho.

Estes pigmentos, em solução, sofrem facilmente alterações de cor conforme o pH, podendo ser vermelhos, rosas ou violetas em meio ácido, azuis em meio neutro ou alcalino e incolores em ambiente fortemente alcalino. A temperatura também é um fator importante na degradação da cor das antocianinas, já que durante o aquecimento pode se degradar ou se polimerizar, o que leva à descoloração destes pigmentos.

Enquanto o conteúdo de antocianinas totais é afetado pela maturação, safra e vinhedo, a presença e a relação dos diferentes pigmentos são específicas da variedade.

### 18.1.3. COMPOSTOS PRESENTES NO VINHO

Os principais constituintes do suco de uva são glicose (75 a 150 g/L), frutose (75 a 150 g/L), ácido tartárico (2 a 10 g/L), ácido málico (1 a 8 g/L) e aminoácidos livres (0.2 a 2.5 g/L). A reação principal é a de fermentação da glicose e frutose em gás carbônico e etanol, porém a presença de compostos nitrogenados e de produtos sulfurosos é muito importante nesse processo. A adição de SO<sub>2</sub> ao suco retarda o crescimento das *Saccharomyces*, mas não necessariamente inibe o crescimento de outros tipos de leveduras.

#### **18.1.3.1. PRINCIPAIS COMPONENTES DO MOSTO FERMENTADO QUE PODEM SER UTILIZADOS COMO PARÂMETROS PARA ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO**

Como já mencionado, interferem nas propriedades do vinho fatores como a escolha da uva ou da mistura, o agente fermentativo utilizado, a quantidade e tipo dos açúcares a serem adicionados ou a sua não adição e o modo de armazenamento.

Cabe, então, destacar os componentes químicos responsáveis pelas características finais do vinho, que o influenciam não só por sua presença como pela concentração em que estão presentes. A identificação e quantificação destes e de outros compostos químicos nos vinhos é importante para auxiliar o controle da qualidade, na condução de misturas adequadas, na certificação das bebidas e também para atender a requisitos legais. A maioria dos defeitos percebidos está associada à presença de ésteres, álcoois, aldeídos e cetonas obtidos de fermentações paralelas (contaminações), oxidações enzimáticas de ácidos graxos provenientes da casca e das sementes da uva e/ou pela oxidação de álcoois, o que reitera a necessidade do controle destas substâncias durante a produção.

#### **18.1.3.2. CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCAR**

A determinação de açúcares totais (em qualquer etapa da produção) pode ser feita por refratometria na escala Brix (utilizando-se um refratômetro manual é medido o grau Brix, °Brix, porcentagem de sólidos dissolvidos), pelo método complexométrico de EDTA, pelo Método de Lane-Eynon (utiliza solução de cobre

como parâmetro reduzido para medir a quantidade de açúcares redutores presentes), dentre outros.

De acordo com a legislação brasileira os vinhos podem ser classificados de acordo com a concentração de glicose:

**Tabela 44 – Classificação dos vinhos devido ao teor de açúcar**

Teor (g/L)	Máximo	Mínimo
<b>Seco</b>	4	
<b>Demi-sec</b>	25	4,1
<b>Doce ou Suave</b>	80	25,1

Fonte: UVIBRA

### 18.1.3.3. ACIDEZ

Dos dois principais ácidos presentes: tartárico e málico, o primeiro, um subproduto da fotossíntese, é o mais ácido e um dos responsáveis pela estabilidade biológica do vinho armazenado, devido ao seu baixo pH. Sua porcentagem pode variar de 0,3 a 1,5%, variando com a estação do ano e a variedade da uva. O ácido málico, por sua vez, está presente em 0,08-0,84%. A relação entre ácido tartárico e málico varia de 0,57 a 6,1. Também se encontra ácido cítrico, 0.01-0.03%

Pode-se titular o vinho com NaOH para se determinar a quantidade total de íons hidrogênio presentes na amostra, com excessão dos ligados à íons alcalinos utilizando-se fenoftaleína como indicador. Podem estar tanto ligados a ácidos como na forma de íons livres.

De acordo com a legislação brasileira, a concentração máxima de ácidos voláteis (acético, propiônico e butílico, que provocam a depreciação do vinho) é de 20mg/L e de ácidos totais (influenciam na estabilidade e coloração da bebida) varia entre 55 e 130mg/L.

#### **18.1.3.4. BRIX/ACIDEZ TOTAL**

A relação Grau Brix / acidez total representa o equilíbrio entre o gosto doce e ácido do suco de uva sendo, portanto, um indicativo de qualidade do mesmo. A legislação brasileira estabelece os limites dessa relação entre 15 e 45. A acidez total constitui-se numa das características gustativas mais importantes da bebida.

#### **18.1.3.5. TEOR ALCOOLICO**

O metanol é derivado da hidrólise e desmetilação das pectinas pela enzima pectinametilesterase. A sua presença e quantidade estão relacionadas ao tempo de maceração, ou seja, o tempo em que as pectinas provenientes da película entram em contato com a pectinametilesterase, liberando o metanol. Devido a esse fator, os vinhos tintos apresentam concentrações de metanol maiores do que os vinhos brancos. O metanol é bastante tóxico, provocando cegueira, câncer de pele e das víceras, e se ingerido em altas concentrações, ou mesmo em baixas concentrações, mas em doses prolongadas, pode levar à morte.

Em vinhos e aguardentes, a determinação de metanol é raramente necessária, pelo fato de ele estar presente em pequenas quantidades. No entanto, nos países tradicionais em viticultura e enologia, os teores de metanol indicados encontram-se entre 0,036 e 0,35 g/L. No Brasil, a legislação coloca como conteúdo máximo permitido para este componente, 0,35 g/L, sendo bem inferior ao limite estabelecido para aguardente (0,25g/100mL de álcool anidro).

Os níveis de etanol, o principal álcool em questão, devem estar, segundo a legislação brasileira, entre 7 e 14 graus G.L. (Gay-Lussac) a 20°C.

O teor alcóolico pode ser determinado utilizando-se um densímetro durante a fermentação (uma vez que a quantidade de álcool liberada altera proporcionalmente a densidade do mosto), pelo refratômetro de imersão na mistura alcoólica, colorimetria, dentro outros.

#### **18.1.3.6. ALDEÍDO ACÉTICO**

Os álcoois são os precursores mais importantes na síntese de compostos carbonílicos, especialmente o aldeído acético, etanal ou acetaldeído, componente secundário da fermentação alcoólica, resultante da oxidação do álcool etílico. Sua formação é acelerada pela aeração do mosto, aumentando consideravelmente com o envelhecimento do vinho. Desse modo, é considerado o principal marcador químico da deterioração oxidativa do etanol. Em dosagens elevadas, pode provocar dores de cabeça ao consumidor.

No entanto, sua ação pode ser neutralizada pela adição de dióxido de enxofre, após a fermentação alcoólica.

Sua análise pode ser feita utilizando-se principalmente o método cromatográfico, podendo também optar-se por análise complexométrica com bissulfito, colorimetria, utilizando o reagente de Schiff (a cor tomada pela amostra após reação com o reagente de Schiff é comparada com a cor das soluções padrão que têm um teor conhecido em acetaldeído), dentre outros.

#### **18.1.3.7. NITROGÊNIO**

A presença do nitrogênio no mosto é muito importante para a nutrição e crescimento das leveduras, favorecendo a fermentação alcoólica e a estabilidade do vinho. Sua concentração nos vinhos varia com as condições do solo e processos de elaboração (temperatura, rapidez na fermentação, linhagem de levedura e etc). O nitrogênio está presente em maior quantidade nos vinhos brancos do que nos vinhos tintos, o que ocorre devido aos vinhos tintos apresentarem maior teor de compostos fenólicos do que os brancos.

O aumento do teor de nitrogênio total, que ocorre durante o envelhecimento do vinho, é devido ao contato do mesmo com as leveduras que sofrem autólise e, conseqüentemente, grande quantidade de nitrogênio é produzida sob a forma de nitrogênio amino. Um dos métodos mais utilizados para determinação de nitrogênio total é o Método de Kjeldahl.

Este método é baseado na decomposição da matéria orgânica através da digestão da amostra a 400°C com ácido sulfúrico concentrado, em presença de sulfato de cobre como catalisador que acelera a oxidação da matéria orgânica. O

nitrogênio presente na solução ácida resultante é determinado por destilação por arraste de vapor, seguida de titulação com ácido diluído.

#### **18.1.3.8. PH**

O acompanhamento da evolução da acidez durante a vinificação é muito importante, uma vez que é um ótimo parâmetro para o acompanhamento das transformações pelas quais as substâncias passam, gerando ou consumindo ácidos mais ou menos fracos. O aparelho mais utilizado para sua medição é o potenciômetro digital: os vinhos de uvas californianas apresentam pH de 3.1 a 3.9 e os de européias quase não chegam a 3.

#### **18.1.3.9. EXTRATO SECO**

O extrato seco é geralmente medido pelo método gravimétrico, pesagem dos resíduos após evaporação da água e substâncias voláteis. Segundo a legislação brasileira a relação álcool em peso-extrato seco reduzido para vinhos tintos deve ser de 4,8 para uvas de mesa e de 5,2 para vinhos finos.

#### **18.1.3.10. ESTABILIDADE DOS COMPOSTOS ANTOCIANICOS**

A análise da estabilidade das antocianinas consiste em manter as amostras em temperatura ambiente entre duas lâmpadas fluorescentes (40 W, ~2500 lumens), a 40 cm de distância de cada lâmpada. Analisá-las, utilizando etanol puro como branco, em intervalos de tempos regulares (a cada 24 horas) utilizando um espectrofotômetro no comprimento de onda ( $\lambda$ ) de máxima absorção para antocianinas ( $\lambda = 540$  nm), até ser observado um valor de absorbância correspondente a 50%, ou mais, do valor inicial ('tempo zero').

Os valores do tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) e os valores de percentagem de retenção de cor (% R) podem ser calculados de acordo com as seguintes equações:

$$t_{1/2} = - \ln 0,5 * k^{-1}$$
$$A_t/A_{t_0} * 100 = \%R$$

onde: t = tempo (horas), At = Absorbância final (tempo t) e At0 = Absorbância inicial (tempo zero).

#### **18.1.3.11. ÍNDICE DE POLIFENÓIS TOTAIS**

Existem diversas maneiras de se medir o IPT do vinho, a mais simples é diluir o vinho na proporção de 1:100 em água e medir a absorbância em  $\lambda=280\text{nm}$ . Outra maneira é utilizar o chamado Método de Ácido Gálico Equivalente (GAE), que consiste em diluir o extrato em água deionizada e posterior adição de reagente de Folin-Ciocalteu e de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20%. A seguir, lê-se a absorbância a  $\lambda=765\text{nm}$ . Para a determinação final, deve-se utilizar uma curva de calibração com ácido gálico.

#### **18.1.3.12. ÍNDICE DE ANTOCIANINAS TOTAIS**

Para determinação do índice de antocianinas totais, diversos métodos podem ser empregados, dentre eles destaca-se o Método de Ribereau-Gayon, que consiste em preparar 2 amostras de 1 mL de vinho, 1 mL de etanol 0,1% de HCl e 20mL de HCl 20% (ph 8). A seguir, adiciona-se 4mL de água à 10mL de uma delas e 4mL de solução de pirofosfato de sódio (15%massa/volume) à 10mL da outra. Por último diluí-0se ambas ao dobro do volume e mede-se suas respectivas absorbâncias a  $\lambda=520\text{nm}$  utilizando-se uma cubeta de 10nm de caminho largura. A diferença entre estas medidas ( $\Delta d$ ), por comparação com uma solução padrão de antocianinas, a concentração será dada por :

$$C = \Delta d \times 875 \text{ (mg/L -miligramas/litro)}$$



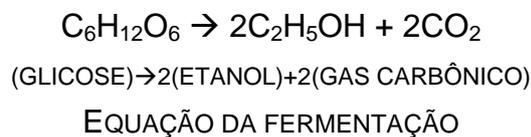
## 18.2. PROCESSOS FERMENTATIVOS

### 18.2.1. FERMENTAÇÃO POR LEVEDURAS

#### 18.2.1.1. LEVEDURAS E SUA PARTICIPAÇÃO NA FERMENTAÇÃO

Leveduras são fungos unicelulares que se reproduzem assexuadamente por divisão. Possuem temperatura de crescimento entre 0 e 50°C, sendo ótima na faixa de 20-30°C e pH de crescimento entre 2,0 e 8,5, sendo ótimo próximo ao pH neutro, embora resistam muito bem a meios ácidos.

Obtêm energia, principalmente, a partir da fermentação de glicose, podendo também utilizar sacarose e maltose, dentre outros, como substrato. Para transformação de açúcar em álcool é necessária abundância de oxigênio, fato que transforma o elemento em parâmetro de controle para monitoração do crescimento. Porém, se houver excesso de oxigênio e presença de acetobactérias, o álcool produzido será oxidado a ácido acético, o que não é desejável em uma produção de vinho.



Os sucos de fruta naturais são, geralmente, meios ácidos e doces, e contêm naturalmente fungos, leveduras e bactérias da superfície das frutas. Assim, são meios muito propícios ao desenvolvimento de leveduras, o que não acontece no caso de bactérias.

O grau alcoólico, aromas, teores de ácidos voláteis e aldeído acético diferentes, dependem fundamentalmente da estirpe de fermento utilizado. A espécie de levedura mais utilizada na indústria de vinhos é a *Saccharomyces cerevisiae*, por ser mais tolerante a concentrações altas de etanol (mais de 15% em volume ou mais) do que outras espécies que toleram, normalmente, por volta de 5-8%. Porém, deve-se atentar ao fato de que estas não são muito tolerantes a concentrações acima de 40% de açúcar.

Existem cerca de doze gêneros de leveduras de vinho, cada um dividido em espécies. A população de leveduras no mosto é da ordem de  $8 \times 10^6$  a  $12 \times 10^6$  células/mL.

Como já foi citado, o processo de elaboração dos vinhos de mesa é bem mais simples, já que nenhuma levedura é adicionada. A fermentação é realizada pelas várias espécies de leveduras já presentes na casca das uvas. Juntas, as espécies *Hanseniaspora uvarum* e *Kloeckera apiculata* representam de 50 a 75% da população total de leveduras já existentes, na casca ou nos outros elementos do mosto. Elas são responsáveis pela fermentação inicial, até aproximadamente 4 a 5° GL. Nas uvas com podridão, a fermentação é iniciada com *Torulopsis bacillaris*, capaz de produzir álcool de 7 a 10°GL. De 8 a 18°GL, ou seja, na fase final, as espécies dominantes são *Saccharomyces ellipsoideus* e *S. bayanus*, sendo a última, mais alcoogênica.

Existem ainda as leveduras de contaminação, citando-se espécies de *Candida*, *Pichia* e *Bretanomyces*. Para evitá-las, deve-se manter sempre cheio o recipiente vinário.

A inoculação de leveduras pode apresentar algumas vantagens, dentre as quais:

- Início mais rápido da fermentação, bem como seu fim
- Maior rendimento na produção de álcool (cerca de 0,2 a 0,3°GL a mais)
- Os vinhos resultantes são mais secos (isentos de açúcares fermentescíveis) e, portanto, mais conserváveis

A partir da década de 1980, iniciou-se a comercialização de leveduras selecionadas para fins enológicos, pois sua utilização é prática e segura. A dose recomendada varia de 0,1 a 0,2g/L de mosto, dependendo da cepa de levedura e do tipo de vinho. A maioria das cepas comercializadas é das espécies *Saccharomyces cerevisiae* e *S. bayanus*.

Os procedimentos de propagação e inoculação de leveduras e preparo do mosto para a inoculação, bem como as cepas que serão utilizadas serão explicados no TCC II.

### 18.2.1.2. FATORES QUE AFETAM A FERMENTAÇÃO DO VINHO

Há muitas variáveis que podem afetar o processo fermentativo e, por conseguinte, a qualidade do vinho produzido. As de controle mais importante são:

- **Clarificação e pré-tratamento do suco**

Clarificação (remoção das leveduras e conseqüente diminuição da turbidez da bebida) excessiva remove muitas das leveduras naturais e flora do mosto. É benéfico se uma ligeira fermentação induzida controlada for desejada, mas nem tanto se a fermentação puder ser natural.

- **Composição química do suco**

Os açúcares e os compostos nitrogenados, constituintes do suco de uva, servem de alimento para as leveduras. Os compostos sulfurosos por sua vez podem ser usados como reguladores do metabolismo do gênero *Saccharomyces*, pois ao adicionar SO<sub>2</sub> ao mosto, o crescimento destas leveduras é retardado.

- **Temperatura**

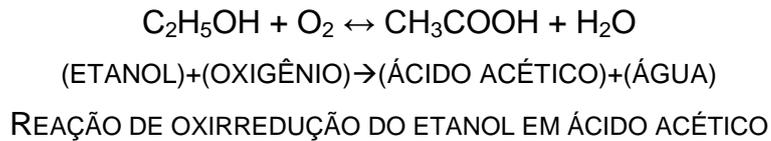
Seu controle é muito importante para monitoramento do crescimento e da atividade das leveduras.

- **Influência de outros microorganismos**

Outros microorganismos têm potencial influência sobre todos os estágios do processo. Antes da vindima, as leveduras crescem na superfície das uvas. Fungicidas são utilizados para controlar seu crescimento, mas isso desequilibra o balanço natural de flora, dificultando uma fermentação “natural”. Excesso de fungicidas pode levar ao desenvolvimento de espécies de leveduras resistentes, com potencial para produzir toxinas que podem destruir espécies desejáveis de leveduras, *killer strains*.

Outro microrganismo muito importante no processo fermentativo são as acetobactérias, presentes em todo processo de vinificação, desde a clarificação

até o engarrafamento. Estas, em presença de oxigênio em excesso, oxidam o álcool a ácido acético segundo a reação:



No curso da fermentação, ocorre também o inverso. O ácido acético se comporta como bom receptor de hidrogênio e tudo se passa como se houvesse uma redução deste. As leveduras apresentam poderes redutores diferentes e, assim como a quantidade de álcool oxidado, a quantidade de ácido reduzido formado é função do pH e da espécie da levedura.

## **18.2.2. FERMENTAÇÃO POR BACTÉRIAS**

### **18.2.2.1. BACTÉRIAS LÁTICAS**

As bactérias lácticas são bastante diferentes das leveduras. São um grande grupo de organismos procariontes (não têm membrana celular), uni ou multicelulares, com um núcleo simples, multiplicando-se rapidamente através de cisão. Em algumas espécies há o desenvolvimento de uma fase de alta resistência (esporos), algumas espécies se reproduzem sexualmente, e alguns são móveis. O crescimento e reprodução da maioria das bactérias são favorecidos por condições neutras (pH=7)

O principal gênero de bactérias lácticas encontradas no vinho é o *Leuconostoc* ou, como consta em algumas literaturas, *Oenococcus oeni*. Há uma única espécie de *Leuconostoc* encontrada em vinho: a *Leuconostoc oenos*.

### **18.2.2.2. A FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA**

Esses microrganismos, naturalmente presentes no vinho, têm a função de realizar a conversão do ácido málico em ácido láctico, liberando energia na forma de ATP e gás carbônico. Simplificada, essa reação é uma descarboxilação, pois

transforma uma molécula de um ácido dicarboxílico (málico) em um ácido monocarboxílico (lático), com liberação de uma molécula de gás carbônico para cada molécula formada de ácido lático. Isto aumenta o pH do vinho em aproximadamente 0,3 – 0,5 unidades.

Para complementar essa desacidificação, as bactérias lácticas também consomem os ácidos pirúvico, cítrico e oxoglutarico, além de alguns açúcares residuais da fermentação alcoólica. Depois de engarrafado, o vinho pode ser atacado por bactérias deteriorantes (que causam alterações como turbidez, aroma acético e desprendimento de gás carbônico). Uma vez que as bactérias lácticas se alimentam dos mesmos substratos que as deteriorantes, a fermentação malolática contribui de forma muito importante na estabilidade microbiológica do vinho.

É necessário um acompanhamento muito intenso durante a fermentação malolática. Análises de cromatografia geralmente colaboram para determinação da eficiência na conversão do ácido málico em ácido lático. Da mesma forma, análises sensoriais podem detectar os diferentes aromas e sabores formados durante este processo bioquímico e que irão, futuramente, repercutir de forma positiva no mercado consumidor.

Normalmente duas ou três semanas após a fermentação alcoólica, ocorre a fermentação malolática. Isso é natural e dura, aproximadamente, quatro semanas, mas também pode ser induzida inoculando-se, ao vinho fermentado, culturas de *Leuconostoc oenos* (em número superior a 10<sup>6</sup> ufc / mL, unidades formadoras de colônia por mililitro).

Os vinhos produzidos com uvas cultivadas em climas frios tendem a ter uma maior concentração de ácido málico e pH mais baixo (3,0 a 3,5) e o gosto se beneficia desta ligeira diminuição na acidez. Assim, seu gosto pode ser suavizado mesmo depois da fermentação alcoólica. Porém, vinhos produzidos com uvas em climas mais quentes tendem a ser menos ácido (pH > 3,5). Maior redução na acidez pode ter efeitos adversos sobre a qualidade do vinho, permitindo, por exemplo, que os organismos de deterioração possam se multiplicar.

A fermentação malolática contribui significativamente nas qualidades sensoriais, “amaciando” vinhos jovens, normalmente com elevada sensação de calor proveniente do álcool, aromas, acidez e adstringência fortes o bastante para

não serem atrativos para a degustação. Não apenas o torna menos agressivo e com sabores especiais, como apresenta formação e intensificação de aromas devido à síntese de compostos amanteigados e outras substâncias com estrutura similar, como alguns ésteres.

Este tipo de fermentação pode ser prevenida pelo controle de vários fatores como o pH do vinho (menor que 3,2), teor de etanol (maior que 14%) , níveis de dióxido de enxofre (maior que 50 mg / L) e de oxigênio.

### **18.3. PROCESSO INDUSTRIAL E PROCESSO ARTESANAL DE PRODUÇÃO DE VINHO**

Denomina-se vinificação o conjunto de operações que fazem com que, a partir da uva obtenha-se o vinho. Como é de se imaginar, cada tipo de vinho possui características diferentes na sua vinificação.

Os processos artesanais e industriais de produção do mesmo tipo de vinho compreendem as mesmas etapas, com diferenças principalmente relacionadas à complexidade dos equipamentos, geralmente mais modernos e sofisticados na indústria. Já na produção artesanal, muitas vezes pode haver uma adaptação dos equipamentos de que se dispõe, pois tanto os recursos financeiros como espaço disponível são entraves à ampliação e modernização da produção. Além disso, a produção industrial conta com alguns passos a mais, como por exemplo, a sulfitação, que será posteriormente explicada.

As Cantinas, termo designado para as agroindústrias de vinho, chegaram ao Brasil com os imigrantes italianos, que plantavam a uva e produziam a bebida com técnica própria. Em sua grande maioria, essas cantinas se dedicam à produção de vinho de mesa, quase sempre vendido em garrafas de cinco litros. É possível encontrá-las em cidades do interior até hoje, que produzem em pequena escala e encontram na fidelidade dos seus clientes lucros para continuar.

Este trabalho teve partida no estudo da produção artesanal de vinho que ocorre em uma cantina situada no município de Monte Alegre do Sul, SP. Lá, utilizam-se uvas provenientes do sul do Brasil, em especial as de Bento

Gonçalves, R.S., dos tipos Isabel ou Niagara. O vinho produzido lá é um vinho de mesa, tipo feito sem a adição de leveduras, até mesmo na indústria.

Algumas das principais operações na produção de vinho são: esmagamento e desengaçamento, sulfitação, correções do mosto, inoculação de leveduras (embora normalmente inexistente para vinhos de mesa, esta etapa poderá ser realizada na fase experimental do trabalho), remontagem e refrigeração, acompanhamento da fermentação e prensagem de bagaço. Para a vinificação em tinto, escopo desde trabalho, há ainda a encubagem e a trasfega. Das operações citadas, a grande maioria é comum à escala artesanal e à industrial; porém algumas encontram diferenças que serão citadas, ou são inexistentes no processo artesanal. É notável destacar a importância de três etapas: a fermentação alcoólica, a maceração e a fermentação malolática.

O processo geral de produção de vinho tinto será explicado a seguir, de forma que, conforme as operações e equipamentos sejam apresentados, a comparação entre indústria e cantina será feita.

### **18.3.1. VINDIMA**

Vindima é a operação da colheita da uva para vinificação. O início da vindima depende do tipo de vinho a ser produzido, por ter relação com a quantidade de açúcar na fruta.

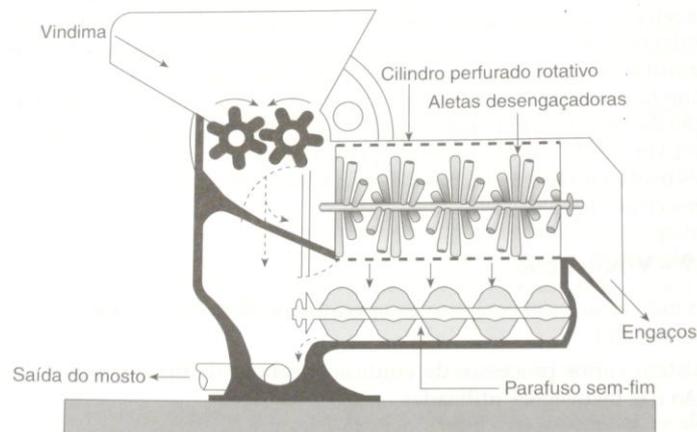
As regiões vinícolas do Brasil enfrentam um problema que antecipa a vindima: as chuvas durante a maturação obrigam a colheita para que a uva não seja perdida. A qualidade do vinho depende da qualidade da matéria-prima, tanto no que diz respeito à variedade quanto com relação à maturação e qualidade da uva. Antes de seu uso, as uvas não devem estar sujas de terra, lama ou folhas da parreira. Durante o transporte da uva após a colheita, deve-se atentar para que não ocorra esmagamento das uvas, o que causaria fenômenos de oxidação e maceração, prejudiciais à qualidade do vinho.

Caso a vindima tenha que ser feita antes da maturação ideal da uva, algumas práticas de correção do mosto são permitidas pela legislação brasileira. São a chaptalização e a correção com mosto concentrado, e serão explicadas mais adiante.

No caso da produção artesanal na cantina em Monte Alegre, a uva é comprada no CEASA sendo, portanto já pré-selecionada para consumo, com melhor qualidade e limpeza. Para a parte experimental, as uvas serão compradas, e a vindima não será analisada.

### 18.3.2. ESMAGAMENTO E DESENGAÇAMENTO

O esmagamento é feito para que o máximo do suco seja extraído das bagas, sem que as sementes e engaços sejam danificados (o que alteraria o gosto do produto final). Para impedir o esmagamento dos engaços, é comum que o aparelho utilizado seja uma esmagadeira-desengaçadeira, ilustrada na Figura 23.



**Figura 22 – Esmagadeira-desengaçadeira**

Esse processo tem também por finalidades causar uma boa dissolução de matérias corantes e de taninos contidos na casca e provocar intensa aeração do mosto antes do início da fermentação, de forma que o meio fique bem favorável ao desenvolvimento das leveduras.

Embora existam diferentes esmagadeiras, a grande maioria é baseada em dois tipos: esmagadeira de cilindros e esmagadeira centrífuga.

#### a) Esmagadeira de cilindros

Dois cilindros giram em sentido inverso, de forma que a casca da uva se rompe, sem que as sementes ou o engaço sejam esmagados. O espaçamento dos cilindros é regulável.

#### b) Esmagadeira centrífuga

Um eixo com paletas ou pratos gira em um cilindro que, se posicionado horizontalmente, dá ao sistema o nome de Garola, muito utilizado no Brasil; se vertical, é denominado sistema Blachère.

A esmagadeira centrífuga opera a uma velocidade de 450 a 559 r.p.m., (rotações por minuto) enquanto a de cilindros fica restrita a cerca de 120 r.p.m..

No processo artesanal, as uvas, após serem selecionadas a olho nu, retirando-se as bagas que porventura estejam mofadas, são esmagadas com os engaços em uma moenda de madeira com os dois cilindros com ranhuras e espaçados de forma a não esmagar os engaços e as sementes. Todo o produto, incluindo o engaço e sementes, é recolhido em vasilha de plástico ou madeira e transferido para um barril de madeira, aberto na parte superior, no qual se processará a fermentação.

### **18.3.3. ENCUBAGEM**

Compreende desde a disposição da uva esmagada e desengaçada em cuba ou recipiente de fermentação até a descuba do mosto parcialmente fermentado. É, portanto, durante esta fase que ocorrem a transformação dos açúcares em álcool, o aumento da temperatura, a formação do “chapéu” de bagaço na parte superior da cuba (em função do desprendimento de gás carbônico) e o arraste das partes sólidas menos densas (a casca da uva) para a superfície, formando uma camada porosa. Ocorre também a maceração da parte sólida, permitindo a dissolução progressiva de matérias corantes e outras substâncias contidas na casca. Durante a encubagem são realizadas a remontagem e o resfriamento. Para os vinhos de consumo corrente, recomenda-se encubagem de 3 a 4 dias, ou seja, quando a densidade do mosto for cerca de 1,01 a 1,02 g/mL.

As cubas podem ser de madeira, cimento ou aço e podem ser de vários tipos, como dito a seguir.

#### **a) Cuba aberta com chapéu flutuante, representada na Figura 24**

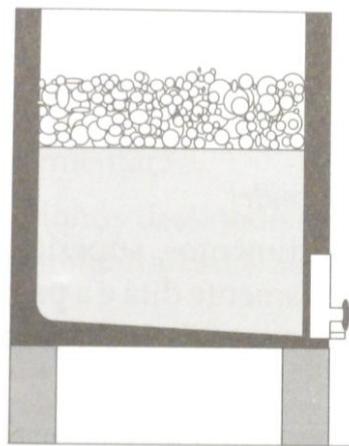
É o sistema mais simples e mais antigo. Apresenta algumas desvantagens, como o fato de não poder ser utilizado para o armazenamento da bebida. Além disso, como o chapéu é exposto ao

ar, a acidez do vinho fica maior. Ainda, necessita várias remontagens de chapéu para melhor extração de matérias corantes.

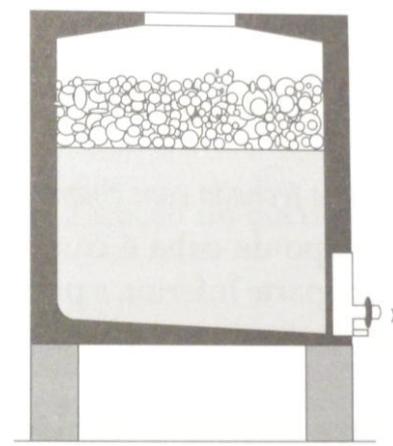
b) Cuba fechada com chapéu flutuante, representada na Figura 25

Permite que ocorra a fermentação complementar e a estocagem de vinho. Durante a encubagem, também há a necessidade de se efetuar várias remontagens. Embora seja fechada, há uma abertura superior de 0,60 a 0,80 cm de diâmetro.

Esse tipo de cuba apresenta como desvantagem a elevação da temperatura, mais acentuada e rápida que nas cubas abertas.



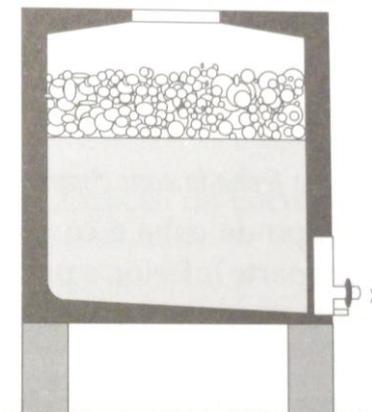
*Figura 23 – Cuba aberta com chapéu flutuante*



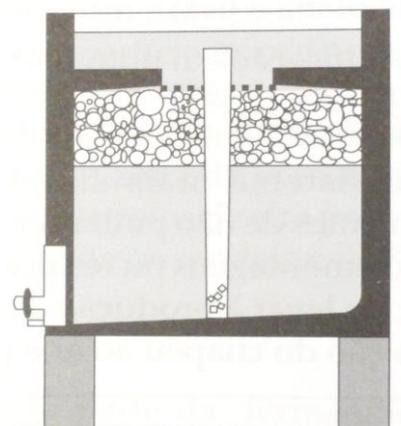
*Figura 24 – Cuba fechada com chapéu flutuante*

c) Cuba aberta com chapéu submerso, representada na Figura 26

d) Cuba fechada com chapéu submerso, sistema Decaillet, representada na Figura 27



**Figura 25 – Cuba aberta com chapéu submerso**



**Figura 26 – Cuba fechada com chapéu submerso**

Após a encubagem, efetua-se a descuba, ou seja, a separação da parte sólida ou bagaço do vinho; o último é bombeado para outra cuba, onde completará a fermentação. O bagaço é submetido à prensagem.

#### **18.3.4. SULFITAGEM**

A sulfitação refere-se à utilização de anidrido sulfuroso, ou  $\text{SO}_2$  e constitui uma necessidade do processo. Porém, deve-se controlar bem a quantidade de  $\text{SO}_2$  ministrada, pois em grandes proporções, ele pode retardar ou até impedir a fermentação malolática e modificar o gosto do vinho, conferindo aos vinhos novos gosto de mercaptana. Entre as vantagens, destacam-se:

- Efeito antioxidante, uma vez que o  $\text{SO}_2$  fica entre o oxigênio do ar e o mosto, protegendo o mesmo da oxidação;
- Efeito antioxidásico, por destruir a oxidase, catalisadora da oxidação;
- Efeito dissolvente, por facilitar a dissolução da cor e dos polifenóis;
- Efeito antisséptico, por destruir grande quantidade de leveduras patógenas.
- Efeito estimulante sobre as leveduras *Saccharomyces*, ativando a transformação do açúcar;

- Efeito seletivo, favorecendo o desenvolvimento das leveduras elípticas (boas para o desenvolvimento do vinho) e inibindo as espécies pouco alcoogênicas.

Na cantina onde já ocorre essa produção, que será utilizada para os experimentos, não é feito esse procedimento.

### 18.3.5. CORREÇÃO DO MOSTO

#### 18.3.5.1. CORREÇÃO COM AÇÚCAR (SACAROSE) OU CHAPTALIZAÇÃO

Após o esmagamento, é medido o teor de açúcar da uva, o qual será convertido em álcool e, se necessário, será acrescentada sacarose. Para essa etapa, pode-se utilizar um sacarômetro ou simplesmente a experiência de fabricação para decidir se a adição será necessária ou não (no caso artesanal). O sacarômetro é um instrumento que relaciona a quantidade de açúcar presente na amostra ao grau alcoólico que será atingido após a fermentação.

De modo prático, a adição de 18g de açúcar por litro de mosto causa a elevação de 1°GL no produto final. Deve-se tomar cuidado com a adição de sacarose: a elevação de 1° a 1,5° GL melhora a qualidade do vinho, porém a correção em proporções maiores (muito freqüente no Brasil, dada a qualidade da uva) interfere negativamente no fator gustativo do produto final.

O açúcar não deve ser adicionado diretamente ao mosto; deve ser dissolvido antes, para que não ocorra deposição do mesmo no fundo do recipiente. Assim, na fase de fermentação, quando o mosto está quente, deve-se retirá-lo pouco a pouco, dissolvendo-se o açúcar e retorná-lo ainda quente já com açúcar dissolvido à fermentação. Após a adição, deve-se misturar o mosto até que se obtenha uma mistura homogênea. Este procedimento deve ser feito no início do processo fermentativo, quando o “chapéu” de bagaço se forma. Se adicionado na segunda fase da fermentação, depois de retirados os sólidos, o açúcar encontrará o meio esgotado em elementos nutritivos pelas leveduras, e a fermentação será mais difícil de completar. A adição tardia de açúcar, por sua vez, pode favorecer fermentação malolática.

Na produção artesanal, tem-se, pela prática, o costume de se utilizar de 5 a 6% em peso da uva esmagada para dissolver a sacarose. O açúcar utilizado é o “açúcar cristal”.

Importante notar que para tornar a sacarose fermentescível necessita-se hidrolisá-la em glicose e frutose, tarefa que a enzima invertase, produzida pelas leveduras, é capaz de fazer.

#### 18.3.5.2. CORREÇÃO COM MOSTO CONCENTRADO

A correção do mosto se dá pela mistura entre mosto concentrado e mosto a corrigir, os quais devem ser da mesma variedade de uva. O mosto a ser corrigido terá, após a mistura, seu teor de açúcar corrigido; porém sua acidez aumentará. Isto porque na concentração do mosto a ser adicionado, a acidez aumenta de três a quatro vezes.

A mistura deve ser a mais homogênea possível. Como os dois líquidos apresentam densidades diferentes, recomenda-se colocar o mosto concentrado na parte superior (com o mosto a ser corrigido fermentando) e, em seguida, efetuar a remontagem (operação que será explicada adiante), para homogeneização.

#### 18.3.6. INOCULAÇÃO DE LEVEDURAS

Nesta fase ocorre a inoculação das leveduras. Como já dito, na produção artesanal e até na industrial de vinho de mesa não são inoculadas leveduras; a fermentação ocorre somente pelas que já existem no mosto.

#### 18.3.7. REMONTAGEM E REFRIGERAÇÃO

A remontagem é uma operação que deve ser realizada no início da fermentação (fase exponencial da multiplicação das leveduras), que corresponde ao segundo dia de fermentação, mais ou menos. Consiste em escorrer o mosto em fermentação, através da torneira situada na parte inferior da cuba, para dentro de uma tina ou recipiente semelhante. A pressão da queda produz uma emulsão,

que facilita a dissolução do oxigênio do ar. Recomenda-se que o mosto esorra ao longo de uma prancha, para aumentar a superfície de contato com o ar. O mosto retirado é então remontado por uma bomba para a parte superior da cuba ou sobre o chapéu. Essa montagem pode ser vista na Figura 16, onde se observa o mosto sendo retirado pela torneira inferior e indo para uma bomba. Admite-se que a remontagem de  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{2}$  do volume do mosto da cuba é necessária e suficiente.



**Figura 27 - Remontagem**

A remontagem tem por benefícios:

- Fornecimento de oxigênio às leveduras;
- Homogeneização das áreas da cuba, uniformizando o teor de açúcar e a temperatura;
- Distribuição das leveduras em toda a massa;

- Intensificação da maceração e, por consequência, melhor extração do suco da casca e solubilização das matérias corantes (antocianinas) e taninos.

Na fermentação também ocorre liberação de energia, na forma de calor. A temperatura atingida influencia a qualidade do vinho: em linhas gerais, em altas temperaturas de fermentação (cerca de 20° a 32°C) privilegia-se a extração de aromas e componentes de cor da casca. A baixas temperaturas (por volta de 10° a 18°C), objetiva-se a retenção destes aromas voláteis no mosto. Assim, a refrigeração é recomendada quando a temperatura de fermentação atinge cerca de 33°C. Na indústria, normalmente, a refrigeração ocorre pela passagem do mosto por um tubo metálico em forma de serpentina, mergulhada na cuba com água fria circulante.

#### **18.3.8. ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO**

Após todo este tratamento, no recipiente de madeira (barril), inox ou polipropileno inicia-se o processo de fermentação. O recipiente deve ter volume equivalente a no mínimo o dobro do volume de uva esmagada depositada em seu interior, a fim de permitir a fermentação sem que ocorra derrame do produto. O recipiente onde se dá a fermentação na cantina a ser utilizada é de madeira, diferentemente do representado na Figura 28.

Depois de cerca de quatro a oito horas, inicia-se a fermentação e observa-se a separação do material (cascas, partes da polpa e engaços para a parte superior do líquido e sementes para o fundo do recipiente). Assim, periodicamente deve-se misturar as três fases, para que a fermentação aja na polpa e no líquido presente nas cascas. Este é o principal motivo de se manter a parte superior do recipiente de fermentação aberto. Também após a operação de mistura, deve-se cobrir e manter coberto o recipiente com tecido permeável (tipo véu) para evitar a entrada de material estranho como insetos, por exemplo.

Como, com o decorrer da fermentação, a quantidade de açúcar diminui e a de álcool aumenta, a densidade do mosto diminui progressivamente (e mais

rapidamente quanto mais ativa a fermentação). A fermentação pode ser acompanhada com um densímetro, refratômetro ou pode-se ainda utilizar o mostímetro, que determina a densidade e o grau alcoólico provável.

A temperatura também deve ser acompanhada nesta fase. Porém, ela não é homogênea dentro da cuba, sendo mais alta nas proximidades do no “chapéu” e mais baixa na parte inferior. Assim, a forma correta de se medir é introduzir o termômetro logo abaixo do “chapéu”.

Após cerca de setenta e duas horas, nota-se a redução na fermentação (reduz a espuma) e então se deve parar de misturar a casca com o líquido. Após 6 a 8 horas de descanso, haverá a sedimentação de boa parte dos sólidos em suspensão no líquido, estando pronto para a operação de retirada do líquido, ou seja; separar o líquido do bagaço (cascas, cabos, sementes).

O líquido (caldo da uva) é transferido então para um recipiente de madeira ou vidro, que será fechado com uma rolha, na qual há um furo e neste uma mangueira. De um lado a mangueira ficará presa na rolha, bem vedada, mantendo-se sempre acima da superfície do líquido (caldo da uva) e a outra ponta da mangueira será inserida em um recipiente com água, permanecendo mergulhada sem contato com o ar ambiente. Desta forma, continuará o processo de fermentação do vinho, e os gases expelidos pela fermentação sairão pela mangueira, borbulhando na superfície da água. Este procedimento ao mesmo tempo em que impede o contato do líquido (caldo da uva) com o ar, permite acompanhar a evolução da fermentação. O contato do vinho com o ar iniciaria o processo de transformação do vinho em vinagre.

Sete a doze dias após essa fase de fermentação do líquido, agora vinho, encerra-se a fermentação. Uma vez concluído o processo de fermentação, retira-se a mangueira, completa-se o nível do líquido no recipiente e fecha-se com tampa de madeira ou cortiça (rolha). Importante nesta nova etapa não permitir mais nenhum contato do vinho com o ar. Para isto após fechamento do recipiente, vedar bem a junção da tampa com a boa do recipiente com cera ou parafina derretida.

Inicia-se assim nova etapa entendida como de descanso do vinho, onde se deve evitar mexer com o recipiente. Em termos de vinhos artesanais, esta fase leva de 6 meses a um ano. Durante este período haverá a decantação quase total

dos sólidos em suspensão. Após este período o vinho será transferido para garrafas e/ou garrafões de 5 litros para consumo. Importante que uma vez aberto o barril, todo o vinho deve ser retirado e transferido para outro recipiente ou para recipientes menores, não deixando volumes intermediários em contato com ar.



**Figura 28 – Tanques para complementação da fermentação em fábrica de vinho de Bento Gonçalves, R.S.**

### **18.3.9. Prensagem de Bagaços**

Da primeira prensagem (prensagem moderada do bagaço fermentado) obtém-se o vinho de lágrima, de melhor qualidade (mais rico em aromas e tanino), enquanto da segunda prensagem, mais enérgica, é retirado o vinho de prensa, concentrado em todos os constituintes, menos no álcool.

### **18.3.10. Trasega**

É a operação de separação do vinho da borra. Após o fim da fermentação alcoólica do vinho, inicia-se a clarificação, gradativa e naturalmente. As partículas sólidas em suspensão começam a sedimentar, juntamente com os sais menos solúveis, as leveduras e outros microorganismos, formando a borra no fundo da cuba. Os microorganismos podem alterar o vinho e reações podem ocorrer na

borra, de forma que podem influenciar negativamente o gosto e odor da bebida, pela produção de compostos sulfídricos ( $H_2S$ ) e mercaptana ( $C_2H_5SH$ ), por exemplo.

A primeira trasfega deve ser feita uma semana após o término da fermentação e deve ser efetuada com aeração, para permitir o desprendimento dos gases dissolvidos no vinho. Como na primeira trasfega o vinho não está totalmente clarificado, a turvação tende a diminuir com a sedimentação, formando-se nova camada de borra. Assim, 1,5 a dois meses após a primeira trasfega, deve-se efetuar uma segunda, mas essa sem aeração, para evitar a oxidação.

### **18.3.11. ARMAZENAMENTO EM TONÉIS DE CARVALHO**

Tradicionalmente, os vinhos, principalmente tintos, são armazenados em tonéis de carvalho para envelhecerem por um ou dois anos antes de serem engarrafados, como mostra a Figura 30. Essa prática interfere na qualidade da bebida, como será explicado no item 18.4.3.2. Após o envelhecimento, a bebida é engarrafada e disponibilizada para consumo.



**Figura 29 – Envelhecimento em tonéis de carvalho**

Quanto ao processo artesanal realizado na cantina de Monte Alegre do Sul, que servirá de base para a parte experimental no TCC II, algumas observações práticas podem ser feitas:

- Rendimento: Com cerca de três quilos de uva é possível produzir dois litros de vinho
- O bagaço fermentado da uva pode ser aproveitado na fabricação de outra bebida: a grappa, através da destilação e condensação do vapor alcoólico desprendido pelo bagaço quando aquecido. A grappa também é chamada de bagaceira e possui um grau alcoólico muito maior que o vinho (cerca de 24° GL).
- Para a fabricação de cinco a oito litros de grappa, são necessários cerca de 400 kg de uva.
- A produção de vinagre a partir do vinho também é possível, a partir da adição de vinagre à bebida feita, e deixando o recipiente aberto para que ocorra oxidação.

## **18.4. PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE**

É notável a diferença entre os preços dos variados tipos e marcas de vinhos. O vinho, por sua complexidade na composição e vários fatores que determinam sua qualidade é, provavelmente, a mais estudada dentre todas as bebidas e comidas. Numerosos fatores estão envolvidos na constituição do vinho e, portanto, no seu odor e gosto. Dentre esses, pode-se citar as propriedades da variedade de uva, sua maturidade, presença de parasitas, condições da fermentação alcoólica. Além disso, pode-se destacar também a intervenção química ou bacteriológica, que leva o produto ao apodrecimento e, em alguns casos, a intervenção da fermentação malolática.

### **18.4.1. GOSTO DO VINHO**

Quatro tipos de gosto são encontrados no vinho. São eles:

- a) Ácido (o pH do vinho está, de forma geral, entre 2,8 e 3,8, sendo a mais ácida das bebidas fermentadas). A acidez vem dos numerosos ácidos orgânicos.
- b) Doce; presente até nos vinhos que não contêm açúcar, é devido ao álcool e ao glicerol. O gosto doce que vem do álcool é o fator que permite tão alta acidez dos vinhos.
- c) Salgado, pela presença de sais minerais.
- d) Amargo, proveniente dos compostos fenólicos e do tanino.

Como é de se imaginar, a qualidade do vinho depende do equilíbrio entre esses gostos, de forma que o ácido e o amargo juntos devem ser balanceados pelo doce. Isso explica, por exemplo, o porquê de o vinho tinto, rico em tanino (amargo) não ser tão ácido quanto o branco, cuja quantidade de tanino é menor. Em vinhos que não contêm açúcar, uma solução de 30g/L de etanol tem o mesmo efeito sensorial que uma solução de 20g/L de sacarose.

Para criar uma escala que definisse a qualidade do vinho, foi criado o índice de flexibilidade. Quanto maior o índice, maior a sensação de volume, maciez e mais encorpado o vinho, características altamente desejáveis em um vinho tinto. Este índice, entretanto, não é tão preciso e não considera fatores importantes como, por

exemplo, a natureza dos compostos fenólicos (por exemplo, tanino) e suas quantidades.

#### **18.4.2. AROMA DO VINHO**

Segundo a enologia, dá-se o nome aroma aos constituintes odoríferos presentes no vinho “novo”, que dependem de condições climáticas de cultivo, tipo de uva, amadurecimento, microbiota natural, fatores biológicos, processos fermentativos, tipo de produção e envelhecimento. O envelhecimento do vinho causa a transformação do aroma, que então passa a ser chamado de *bouquet*. Há dois tipos de *bouquet*: o da oxidação, pela presença de aldeídos e o da redução, que aparece em vinhos de mesa sofisticados após longos períodos na garrafa. Vinhos normais, ao contrário, não melhoram sob essas condições, mas perdem seu frescor.

##### **18.4.2.1. AROMA PRIMÁRIO DO VINHO**

O aroma primário provém da variedade de uva utilizada (por depender de açúcares orgânicos, compostos fenólicos e outros componentes da fruta). Algumas variedades apresentam aromas neutros; outras já possuem aroma distinto. Neste último caso estão incluídas as variedades *Muscat*, *Pinot* e *Sauvignon*. São as concentrações relativas entre os elementos que criam as diferenças sutis entre os aromas do vinho feito a partir de *Muscat*.

##### **18.4.2.2. AROMA SECUNDÁRIO DO VINHO**

O aroma secundário é produto dos ésteres e alcoóis produzidos na fermentação. Este tipo de aroma é composto por vários aromas básicos combinados que, se sozinhos, apresentam-se em concentrações menores que seus limiares de percepção. Os aromas de algumas substâncias sozinhas não são agradáveis, mas em conjunto, contribuem para que o aroma final do vinho o seja. Porém, em excesso, essas substâncias podem causar um efeito negativo.

### **18.4.2.3. AROMA TERCIÁRIO DO VINHO**

Aroma produzido na estocagem, dependendo da forma de armazenamento e reações que ocorrem nesta fase.

## **18.4.3. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE**

### **18.4.3.1. FATORES NATURAIS**

Como já foi dito, a escolha das variedades adaptadas ao tipo de solo e clima com que se trabalha é indispensável. Para se obter maior qualidade do vinho, mesmo sob condições climáticas variáveis, muitos produtores usam variedades diferentes em uma mesma produção, combinando as características mais marcantes de cada, principalmente no que diz respeito à acidez. Como exemplo disso, tem-se o que é feito na região de Bordeaux, onde a variedade comum, *Cabernet Sauvignon* (que apresenta um aroma característico), é misturada a uma variedade menos ácida (Merlot) e com uma mais ácida (*Malbec* ou *Petit Verdot*).

A vindima tardia deve ser evitada, pois, após o ponto ótimo da maturação, ocorre perda do aroma e as características advindas do tanino se acentuam. Uma produção de qualidade requer condições restritas quanto às mudas, à poda, preparação do solo e todas as práticas e condições envolvidas no cultivo da variedade. As condições sanitárias também são, como é de se imaginar, muito importantes, uma vez que a composição da uva pode ser modificada (e conseqüentemente, seu gosto), por parasitas.

### **18.4.3.2. ARMAZENAMENTO EM TONÉIS DE CARVALHO**

Tradicionalmente, os vinhos, principalmente tintos, são armazenados em tonéis de carvalho para envelhecerem por um ou dois anos antes de serem engarrafados. Essa prática tem por benefício principal a incorporação de vários elementos aromáticos (e gustativos), dentre os quais o dominante é a essência de *vanilla* da madeira. São mais fortes quanto mais novo o tonel.

Este armazenamento interfere também na composição, uma vez que a madeira permite, por exemplo, que entre oxigênio, que intervém não somente no aroma como na coloração da bebida, tornando-a mais intensa.

Se o tonel utilizado não for tão novo, a acidez do vinho pode ser aumentada, o que não é algo desejado. Os barris vazios devem ser esterilizados com vapor de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), que se oxidam a ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), responsável pela acidificação. Percebe-se então que a madeira é um material poroso e de difícil limpeza, mas também traz vantagens ao vinho. Os benefícios que traz são significativos somente se:

a) O vinho possuir boa qualidade inicial, ou seja, se os elementos aromáticos da madeira se harmonizam com os do vinho, sem anulá-los;

b) A manutenção dos tonéis for rigorosa e, se possível, o armazenamento de tonéis vazios deve ser evitado.

#### **18.4.3.3. INFLUÊNCIA DO APODRECIMENTO**

Bactérias lácticas desenvolvem-se sob condições anaeróbicas no vinho, produzindo ácido acético a partir de açúcar, ácido tartárico e glicerol. Em condições aeróbicas, bactérias se desenvolvem na superfície de toneis parcialmente cheios, oxidando o álcool a ácido acético. Em ambos os casos, as características organolépticas são fortemente alteradas.

O armazenamento do produto é um procedimento cuidadoso, pois o vinho absorve facilmente gostos e odores. A oxidação da bebida também é um problema que deve ser levado em consideração durante seu manuseio.

## 19. BIBLIOGRAFIA

### 19.1. REFERENTE AO TCCI:

#### 19.1.1. LIVROS

CHARALAMBOUS, G.; INGLETT, G. E.. **Flavor of foods and beverages: Chemistry and technology**. New York: Academic Press, 1978. 422 p.

AQUARONE, E.; BORZANI W.; SCHMIDELL W.; LIMA, U. A.. **Biotechnologia industrial: Biotechnologia na produção de alimentos VOLUME 4.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2008. 523 p.

AMERINE, M. A.. **The Technology of wine making**. California: Avi Pub Co., 1980. 812 p.

#### 19.1.2. SITES

ADEGA – A revista do vinho. <http://revistaadega.uol.com.br/>. Acessado em out. 2010.

Embrapa uva e vinho. <http://www.cnpuv.embrapa.br/>. Acessado em out. 2010.

AESBUC. Associação para Escola Superior de Biotechnologia da universidade Católica. <http://www.aesbuc.pt/>. Acessado em out. 2010.

IVDP. Instituto dos Vinhos do Douro e Porto.  
<http://www.ivp.pt/pagina.asp?idioma=0&codSeccao=&codPag=50&codLei=172> .  
Acessado em out. 2010.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <http://www.agricultura.gov.br/>  
Acessado em out. 2010.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária.  
[http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/2314\\_97.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/2314_97.htm). Acessado em nov. 2010.

Wine Institute. <http://www.wineinstitute.org/resources/worldstatistics/article87> - Acessado em out. 2010.

Isolamento, identificação e seleção de cepas de levedura *Saccharomyces cerevisiae* para elaboração de vinho.  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lqsamE-apyEJ:www.farmaceuticas.ufpr.br/pdf/teses\\_resumos/Thais%2520Martins%2520Guimaraes\\_dis.pdf+vinhos+de+mesa+sem+leveduras&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lqsamE-apyEJ:www.farmaceuticas.ufpr.br/pdf/teses_resumos/Thais%2520Martins%2520Guimaraes_dis.pdf+vinhos+de+mesa+sem+leveduras&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br) Acessado em out. 2010.

Efeito neuroprotetor do resveratrol em um modelo *in vitro* de isquemia cerebral: envolvimento das vias PI3-K e MAPK.  
<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6713/000533856.pdf?sequence=1>. Acessado em out. 2010

ABE. Associação Brasileira de Enologia. <http://www.enologia.org.br/index.asp> . Acessado em out. 2010.

A estabilização de cor como fator determinante na comercialização de vinhos tintos de mesa.  
[http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2009927133754864tcc\\_-\\_andre\\_peres\\_junior.pdf](http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2009927133754864tcc_-_andre_peres_junior.pdf) . Acessado em out. 2010

Fermented fruits and vegetables – A global perspective.  
<http://www.fao.org/docrep/x0560e/x0560e08.htm> Acessado em out. 2010.

Especialização em Produção Enológica. <http://www.aesbuc.pt/> Acessado em out. 2010.

Determination of Acetaldehyde in Wines.  
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac50123a005>. Acessado em nov. 2010.

Method for the simultaneous determination of total polyphenol and anthocyan indexes of wines using a flow injection approach.  
[http://eprints.lincoln.ac.uk/2123/1/talanta\\_2002.pdf](http://eprints.lincoln.ac.uk/2123/1/talanta_2002.pdf). Acessado em nov.2010.

Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n3/a32v27n3.pdf>. Acessado em nov. 2010.

Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612003000300007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612003000300007) . Acessado em nov. 2010.

Determination of Acetaldehyde in Wines.  
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac50123a005>. Acessado em nov. 2010

Diagnóstico vinícola do sul de Minas Gerais III. Teores de aldeído acético, cloretos, nitrogênio total e metanol dos vinhos.  
[http://www.editora.ufla.br/site/adm/upload/revista/24-3-2000\\_08.pdf](http://www.editora.ufla.br/site/adm/upload/revista/24-3-2000_08.pdf) . Acessado em nov. 2010.

Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares.  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000200055&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000200055&script=sci_arttext)  
Acessado em nov. 2010.

UVIBRA. União Brasileira de Vitivinicultura . <http://www.uvibra.com.br/>. Acessado em nov. 2010.

Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta . <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT63.pdf>. Acessado em nov. 2010.

## **19.2. REFERENTE AO TCCII:**

### **19.2.1. SITES**

Sistema de Produção de Uvas Rústicas para Processamento em Regiões Tropicais do Brasil.

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/cultivares.html>. Acessado em março 2011.

Uva rústica. <http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/uvarustica/uvarustica.html>  
.Acessado em março 2011.

A Uva *Cabernet Sauvignon*.

<http://winexperts.terra.com.br/arquivos/varietais02.html> .Acessado em março 2011.

Vinho virtual – Isabel. <http://www.vinhovirtual.com.br/uvas-126-Isabel> .Acessado em março 2011.

Decantar ou não um vinho.

<http://bbel.uol.com.br/culinaria/post/decantar-ou-nao-um-vinho.aspx> .Acessado em abril 2011.

DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO MÁLICO DURANTE A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DA UVA CHARDONNAY POR TRÊS DIFERENTES LEVEDURAS DA ESPÉCIE *Saccharomyces cerevisiae*.

[http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20095394042424tcc\\_danielaagattichesini.pdf](http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20095394042424tcc_danielaagattichesini.pdf). Acessado em maio 2011.

Presidência da República Federativa do Brasil

<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/1980-1988/L7678.html> . Acessado em maio 2011.

Site do vinho Brasileiro.

<http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/pagina.php?pag=legislacao.htm> Acessado em maio. 2011

Vinhos fortificados. <http://pt.scribd.com/doc/54020021/16/Vinhos-fortificados>  
Acessado em março. 2011.

Vinícola Goes. [www.vinicolagoes.com.br/](http://www.vinicolagoes.com.br/) Acessado em março. 2011.