

# APLICAÇÃO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE LEVEDURAS NA PRODUÇÃO DO VINHO DE MANGA

**CARDOSO, Elessandra de Souza**<sup>1</sup>

Faculdades Integradas Maria Imaculada, FIMI  
[elessandracardoso@gmail.com](mailto:elessandracardoso@gmail.com)

**MUSTO, Matheus da Silva**<sup>2</sup>

Faculdades Integradas Maria Imaculada, FIMI  
[matheusmusto2@gmail.com](mailto:matheusmusto2@gmail.com)

**DEZIDERIO, Marcela Aparecida**<sup>3</sup>

Universidade de São Paulo, USP - FZEA  
[marceladeziderio@gmail.com](mailto:marceladeziderio@gmail.com)

**MALDONADO, Rafael Resende**<sup>4</sup>

Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP  
[ratafa@yahoo.com.br](mailto:ratafa@yahoo.com.br)

## RESUMO

O vinho de manga é uma bebida alcoólica produzida da fermentação da fruta, no qual ocorre o consumo do açúcar da fruta por leveduras, formando etanol e gás carbônico. Um dos pontos-chaves deste processo é o uso do microrganismo, que implica financeiramente no produto final. Desta forma a reutilização da levedura promove uma economia no processo. Este estudo teve como objetivo estudar o processo de produção de vinho pelo sistema de reaproveitamento de leveduras em ciclos sucessivos de fermentação. A qualidade do vinho de manga produzido foi avaliada através de análises de pH, acidez titulável, fixa e volátil, SS, cor e extrato seco. Os vinhos obtidos pelo sistema de recuperação de leveduras apresentaram boa qualidade físico-química até o 3º ciclo de fermentação com pH final entre 3,7 e 3,9; SS final entre 5 e 6 °Brix; teor alcoólico de aproximadamente 10 °GL; acidez total entre 48 e 57 meq/L; acidez fixa entre 32 e 40 meq/L e acidez volátil entre 9 e 22 meq/L. A partir do 4º ciclo de fermentação verificou-se

---

<sup>1</sup>Técnica em química pelo colégio integrado São Francisco, Mogi Guaçu – SP. Bacharel em Química Industrial pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada (FIMI).

<sup>2</sup>Técnico em química pelo colégio integrado São Francisco, Mogi Guaçu – SP. Bacharel em Química Industrial pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada (FIMI).

<sup>3</sup>Mestre em Engenharia de Alimentos (2019) pela Universidade de São Paulo - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Bacharel em Química Industrial (2013) pelas Faculdades Integradas Maria Imaculada (FIMI).

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia de Alimentos (2012), Mestre em Engenharia de Alimentos (2006), Licenciado em Química (2012) e Engenheiro de Alimentos (2005) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Docente do Colégio Técnico de Campinas (COTUCA) do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), das Faculdades Integradas Maria Imaculada (FIMI) e do Instituto Educacional São Francisco (IESF) nos cursos de Alimentos, Nutrição e Química.

diminuição da qualidade físico-química relacionada ao tempo excessivo de fermentação. Não foram verificadas diferenças significativas entre as concentrações de inóculo avaliadas (10, 20 e 30%) o que indica ser possível trabalhar com quantidades reduzidas de inóculo na passagem de um ciclo de fermentação para outro.

**Palavras chaves:** Manga. Levedura. Fermentação.

## 1 INTRODUÇÃO

A manga (*Magnifica indica*) é cultivada a mais de 4000 anos, inicialmente no sudeste da Ásia e depois se espalhou para o mundo. A mangueira, árvore produtora da manga, possui seu melhor crescimento em climas tropicais e subtropicais, necessita de calor e de um período de seca para uma boa produção e colheita e pode chegar a até 60 metros de altura (RIGOTTI, 2011).

O consumo da manga causa muitos benefícios ao organismo, ela possui compostos fenólicos com efeitos antioxidantes e anticancerígenos, combate a acidez e a má digestão, é rica em ferro, vitamina A, entre outros compostos (**Tabela 1**). Mulheres grávidas e pessoas que possuem anemia devem ingerir esta fruta regularmente (RIGOTTI, 2011).

**Tabela 1** – Valores nutritivos da parte comestível da manga Palmer por 100 gramas.

<b>Composto</b>	<b>Quantidade</b>
Valor energético	72,5 kcal = 304 KJ
Carboidratos	19,4g
Proteínas	0,4g
Fibra alimentar	1,6g
Cálcio	11,6mg
Vitamina C	65,5mg
Lipídios	0,2g
Ferro	0,1mg
Potássio	156,5mg
Sódio	1,9mg

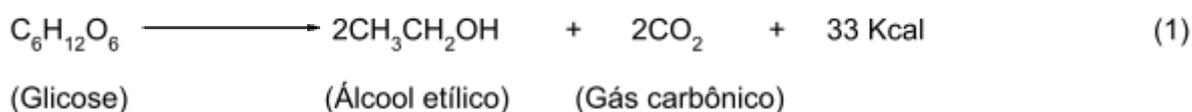
**Fonte:** Rigotti, 2011.

Para produção do fermentado alcoólico de manga são utilizadas as seguintes matérias primas: água, mangas, leveduras e se necessário a utilização de soluções para correção de pH do mosto da fruta antes do acréscimo das leveduras e soluções para sanitização (GUERRA, 2005).

As leveduras são agentes biológicos que transformam o açúcar contido na polpa da fruta em álcool etílico e compostos secundários. Elas devem apresentar algumas condições para serem empregadas na fermentação, tais como: bom rendimento, alta tolerância ao álcool etílico, rápida fermentação para que a bebida não seja contaminada com microrganismos indesejáveis, produzir uma quantidade balanceada de compostos secundários e ser removida de maneira fácil ao final da fermentação (BARBOSA, 2014).

Para a fabricação do vinho de manga é necessário lavar e higienizar a manga para uso descascá-la e juntar a água na mesma proporção, o mosto obtido deve ser filtrado para remoção de fibras e sólidos insolúveis, depois ser pasteurizado, envasada na temperatura alta em frascos higienizados e congelado. Ao realizar esse processo, o mosto preparado passa por ajustes de pH e açúcar e, após realizados tais procedimentos, acrescenta-se as leveduras para que possam realizar a fermentação. Ao final do processo fermentativo, as leveduras são retiradas e o vinho está finalizado (CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016).

O processo de fermentação alcoólica presente na fabricação do vinho de manga consiste na ação da levedura sobre o açúcar da fruta produzindo álcool etílico. Na equação chamada de Gay-Lussac (equação 1), os principais produtos da reação, álcool etílico e gás carbônico, são produzidos em proporções equimolares (HASHIZUME, 1983).



A molécula de glicose para que possa sofrer a fermentação passa por processo anaeróbico intermediário em 12 etapas, até que sejam formados o álcool etílico e o gás carbônico. Não se forma apenas os dois componentes, forma-se também acetaldeído, glicerol, 3,3 butilenoglicol, ácido láctico, ácido succino e ácido cítrico, dentre outros produtos secundários que contribuem na fermentação, no sabor e no aroma da bebida fermentada. As esterificações dos ácidos orgânicos fixos catalisados pelas enzimas da levedura produzem ésteres como o acetato de etila (HASHIZUME, 1983).

As fermentações podem ser realizadas por sistema contínuo ou descontínuo. O uso de sistemas contínuos de fermentação é relativamente recente, já os processos descontínuos são classificados em quatro tipos de fermentação: sistema de corte, sistema de reaproveitamento de inóculo, sistema de cultura pura e sistema de recuperação de levedura. (LIMA, 2001).

No sistema de cultura pura, a cada nova fermentação, prepara-se um novo inóculo a partir de uma nova cultura (seja a partir de replicação de microrganismo metabolicamente ativo ou mais comumente a partir de fermentos comerciais liofilizados). No sistema de cortes, após a realização da primeira fermentação pelo sistema de cultura pura, uma parte do material fermentado é reutilizada como inóculo para a próxima fermentação. No sistema de recuperação de leveduras, ao final da fermentação por cultura pura, o creme de leveduras é separado do vinho e aplicado como inóculo para próxima fermentação. Por fim, no sistema de recuperação de leveduras, o creme de leveduras obtido da fermentação inicial passa por um tratamento em solução de ácido sulfúrico para eliminação de células velhas e microrganismos indesejáveis antes de ser reinoculado na fermentação seguinte (LIMA, 2001).

Em estudo anterior, foi realizado uma avaliação exploratória dos quatro tipos de sistemas de fermentação descontínuo (cultura pura, corte, reaproveitamento e recuperação de leveduras) para produção de vinho de manga, no qual verificou-se ser viável a produção do vinho por todos os sistemas avaliados em sucessivos ciclos de fermentação (CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016).

O objetivo deste estudo, dentro do contexto apresentado, foi avaliar a produção do vinho de manga pelo sistema de recuperação de leveduras. Foi avaliado no estudo o efeito da concentração do creme de leveduras sobre a produção do vinho de manga pelo sistema de recuperação de leveduras por 05 ciclos de fermentação.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Preparação da Polpa de Manga e do Mosto**

As mangas (*Magnifica indica* v. Tommy Atkins) foram adquiridas em supermercados de Mogi Guaçu-SP, Brasil. Para preparo da polpa da manga, as frutas foram higienizadas e descascadas. Em seguida foram trituradas em liquidificador na proporção de 1:1 (massa manga: massa de água destilada) até atingir a consistência de polpa. A polpa obtida foi pasteurizada em batelada, a 80°C por 5 minutos e envasada a quente em frascos de vidro previamente higienizados, foi esfriada até temperatura ambiente e posteriormente congelada a

-18°C, (NAGPAL, 2012; VALIMet al., 2016; CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016; MALDONADO et al., 2017).

Para preparo do mosto, a polpa foi descongelada a temperatura ambiente (~25°C). Foi medida a concentração de sólidos solúveis (SS) e feita à adição de sacarose (chaptalização) para ajustar SS para 20°Brix quando necessário. Na sequência foi feita adição de carbonato de cálcio sólido para ajustar o pH para 4,5, quando necessário (REDDY, 2011; VARAKUMAR, KUMAR & REDDY, 2011; VALIM et al., 2016; CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016).

## **2.2 Fermentação Alcoólica**

O mosto obtido foi utilizado para realizar as fermentações para obtenção do vinho de manga pelo sistema de recuperação de leveduras (CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016).

Inicialmente foi realizada a fermentação pelo sistema de cultura pura utilizando leveduras liofilizadas da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (Fermentais Lessaffé Group®). As leveduras foram reidratadas com uma pequena porção de mosto e em seguida foram adicionadas no volume total (1,0 L). As fermentações foram realizadas em temperatura ambiente (25°C), sem agitação em frascos de vidro recobertos com filme plástico, com pequenos orifícios para facilitar a eliminação do gás carbônico produzido durante a fermentação. O processo foi conduzido por aproximadamente dez dias até a estabilização da SS. Amostras foram coletadas diariamente para realizar medidas de pH e SS (VARAKUMAR, KUMAR & REEDY, 2011; VALIM et al., 2016; CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016).

Após o término da fermentação, amostra de vinho foi coletada para avaliação das propriedades físico-químicas (pH, acidez fixa, volátil e total, concentração de SS, cor e extrato seco).

## **2.3 Processo de recuperação de leveduras**

No processo de recuperação de leveduras, após a etapa de fermentação pelo sistema de cultura pura, as leveduras foram separadas do vinho por filtração para obtenção do creme de leveduras. Em seguida, o creme obtido foi misturado com igual volume de solução de ácido sulfúrico pH = 2,5, sob agitação branda e tempo de contato de 2 h do creme de leveduras com a solução ácida (CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016).

No estudo atual foi feita uma avaliação para avaliar a influência da concentração do creme de leveduras na produção do vinho de manga. A avaliação consistiu em utilizar alíquotas de 10%, 20% e 30% do creme de leveduras obtido na primeira fermentação para iniciar outras três novas fermentações, repetindo o processo por 05 ciclos.

#### **2.4 Fermentações após recuperação de leveduras**

Ao final de cada fermentação, foi realizada a separação do vinho obtido do creme de leveduras e realizado o tratamento conforme item 2.3 e iniciado um novo ciclo fermentativo. Cada ciclo foi realizado em um período médio de 10 dias, diariamente foram realizadas análises de pH e SS e ao final fora avaliadas as propriedades físico-químicas dos vinhos (pH, acidez fixa, volátil e total, concentração de SS, cor e extrato seco).

#### **2.5**

#### **Métodos Analíticos**

Para polpa de manga foram medidos os valores de pH e SS. Os métodos foram baseados no Manual de Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O pH foi medido diretamente com auxílio de um pHmetro digital (Digmed) e SS foi medido diretamente com auxílio de um refratômetro portátil (Instrutemp). Durante as fermentações foram coletadas amostras para determinação de pH e SS que foram medidos do mesmo modo descrito para polpa de manga.

Ao final de cada fermentação foram coletadas amostras para determinação de pH, acidez total, fixa e volátil, SS, de cor e extrato seco.

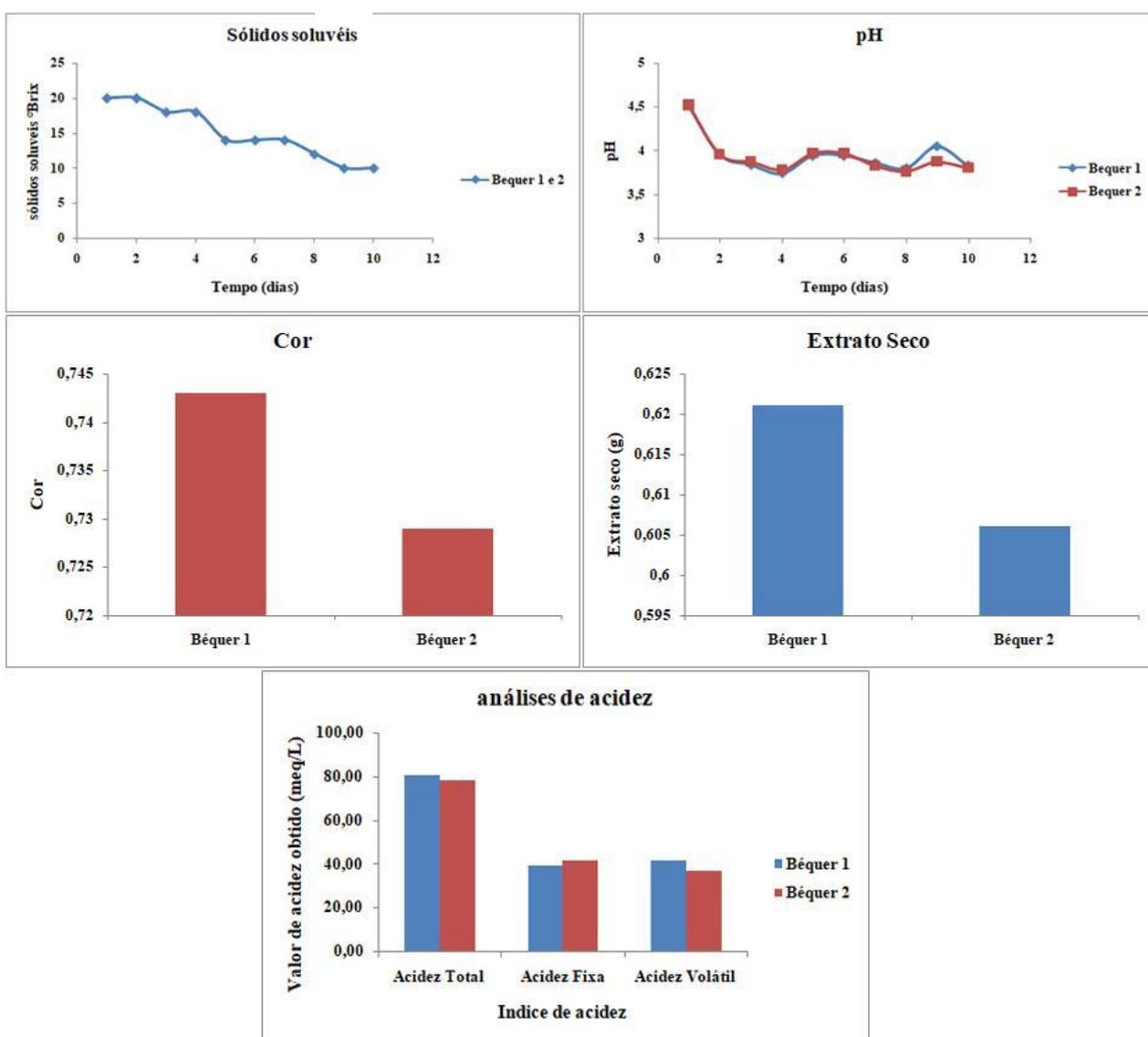
O pH e SS foram determinados como citado para polpa. Acidez total foi medida pela titulação das amostras com solução padrão de NaOH 0,1 mol/L, com indicador azul de bromotimol. Acidez fixa foi medida por evaporação de amostra do vinho para eliminação de ácido acético seguida de titulação do resíduo obtido nas mesmas condições da acidez total. Acidez volátil foi calculada pela diferença entre acidez total e acidez fixa (IAL, 2008). A medida da cor foi feita por leitura direta das amostras em espectrofotômetro em comprimento de onda de 430 nm.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A fermentação por sistema de cultura pura foi realizada em duplicata, sendo nomeados em Béquer 1 e Béquer 2, os resultados das análises estão representados na figura 1.

Os resultados mostraram que houve queda na concentração de SS durante o tempo de fermentação, indicando que houve o consumo de açúcares para produção de etanol e a diminuição de pH, proveniente dos subprodutos da fermentação. A cor e o extrato seco, por sua vez, apresentaram pequenas variações.

**Figura 1** – Resultados das análises realizadas na fermentação por sistema de cultura pura.



Fonte: Autores, 2017.

Conforme descreve o autor Lima (2001), para uma boa fermentação o pH deve-se iniciar entre 4,5 e 5,5 e finaliza-se a fermentação com o pH entre 3,5 a 4,0, tal como a

diminuição do açúcar que, quanto maior o consumo, maior produção de álcool e também, quanto mais se passa do tempo ideal de fermentação, maior é o número de subprodutos indesejados (LIMA, 2001). Verifica-se então que tais condições foram obtidas na produção do vinho por sistema de cultura pura realizada neste estudo.

Os resultados das análises de SS e pH obtidos pela fermentação por sistema de cultura pura foram comparados ao estudo realizado por Capistrano, Ramos & Maldonado (2016), havendo também o consumo de açúcares com o decorrer dos dias, com queda de SS e do pH, que alcançou uma estabilização após alguns dias de fermentação.

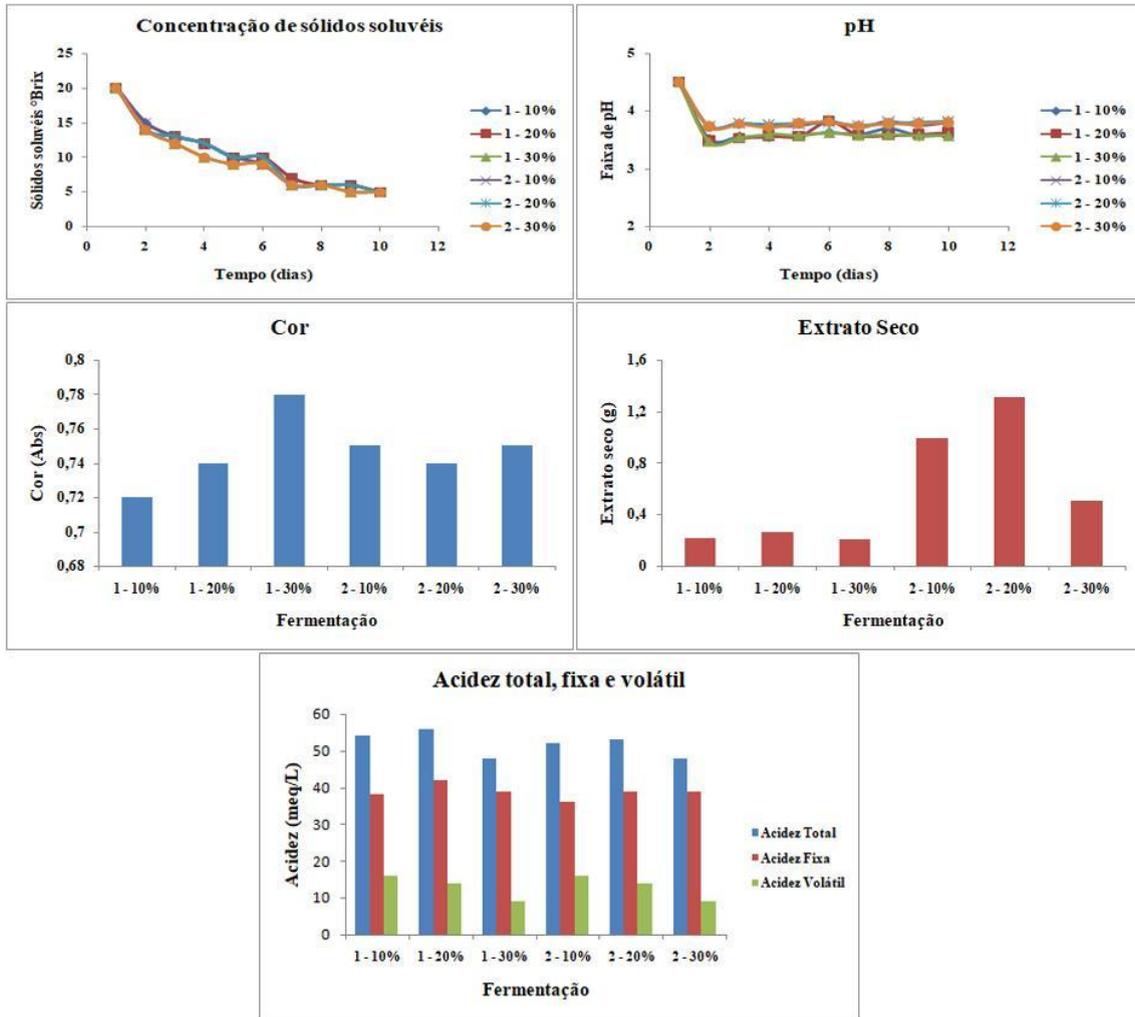
Os fermentados obtidos nas duas fermentações passaram por filtração, e a quantidade de leveduras obtidas foram pesadas e separadas em alíquotas de 10%, 20% e 30% para que fossem iniciadas novas fermentações em duplicatas, ou seja, cada béquer (1 e 2) gerou mais três fermentações (10%, 20% e 30%), as leveduras passaram por tratamento com ácido sulfúrico com pH de 2,50 em tempo de contato de 2 horas e foram utilizadas novamente em um novo processo fermentativo.

Na primeira fermentação utilizando o sistema de fermentação por recuperação de leveduras apresentou resultado similar à primeira fermentação utilizando sistema de cultura pura. Pequenas diferenças foram notadas em relação ao consumo de açúcar que foi um pouco maior e a geração de ácido também foi menor, houve uma pequena variação na análise de cor, e variações na análise de extrato seco, relacionado ao teor de umidade contido na fruta utilizada para fermentação.

Os resultados da primeira fermentação aplicando o sistema de recuperação de leveduras estão descritos na figura 2.

Novamente os resultados de pH e SS foram comparados ao estudo de Capistrano, Ramos & Maldonado (2016), no estudo citado, os valores de SS e pH utilizando o sistema de recuperação de leveduras também foram similares ao apresentado neste estudo. A concentração de SS diminui conforme a decorrência da fermentação e o pH obteve uma diminuição seguido de estabilização.

**Figura 2** – Resultados das análises realizadas na primeira fermentação por sistema de recuperação de leveduras.

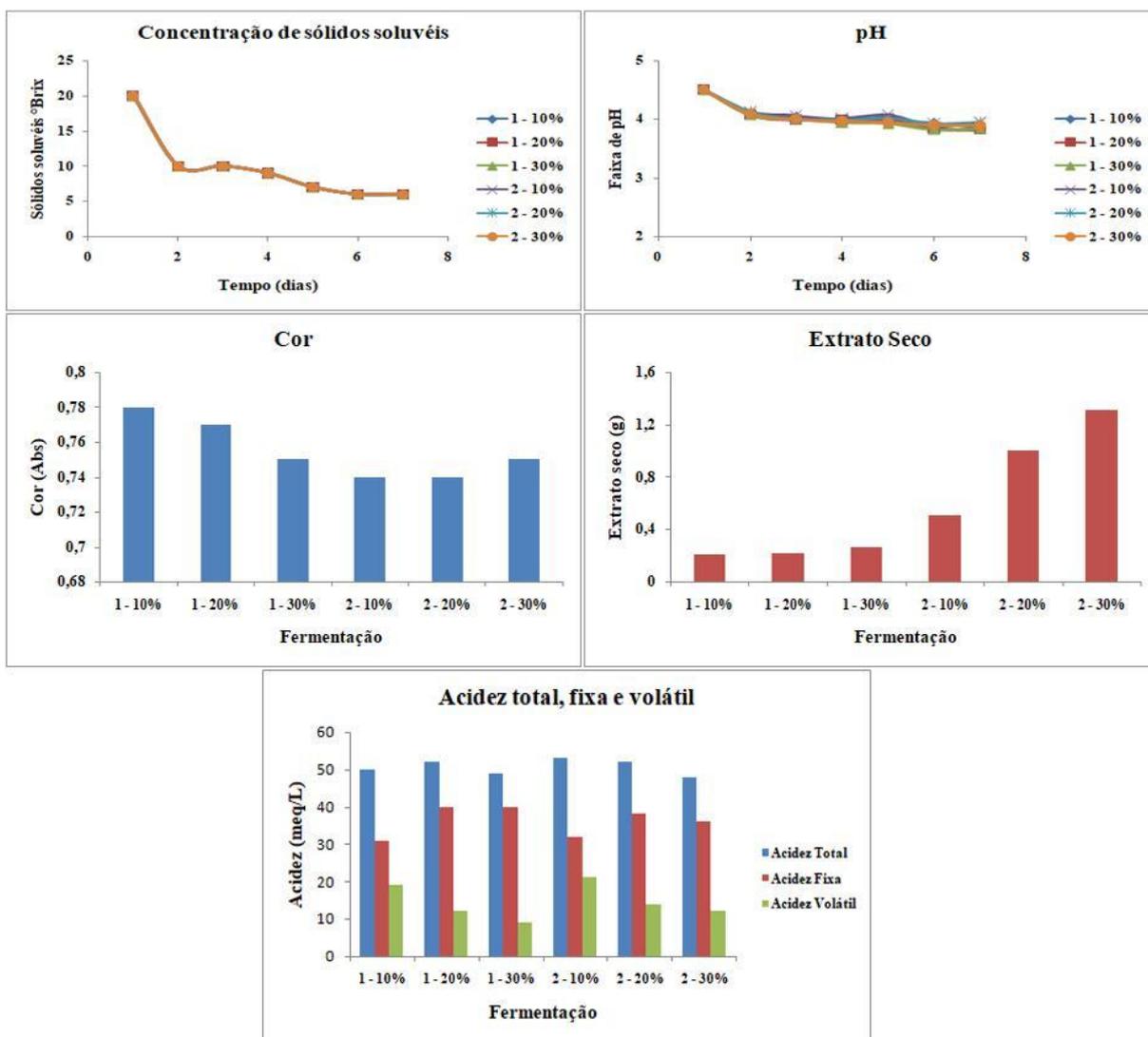


Fonte: Autores, 2017.

Na segunda fermentação utilizando sistema de recuperação de leveduras, houve um aumento na velocidade da fermentação, sendo encerrado o processo com oito dias, havia uma carga maior de leveduras devido a filtração realizada e já utilizada na fermentação anterior, e também, houve uma diminuição na quantidade de subprodutos ácidos formados no processo. O pH e SS foram praticamente iguais em todos os processos, as análises de cor obtiveram uma pequena variação entre elas, já a análise de extrato seco, apresentou uma variação considerável entre as amostras analisada devido a umidade apresentada nas diferentes frutas utilizadas para fermentação.

Os resultados da segunda fermentação são aplicados na Figura 3.

**Figura 3** – Resultados das análises realizadas na segunda fermentação por sistema de recuperação de leveduras.

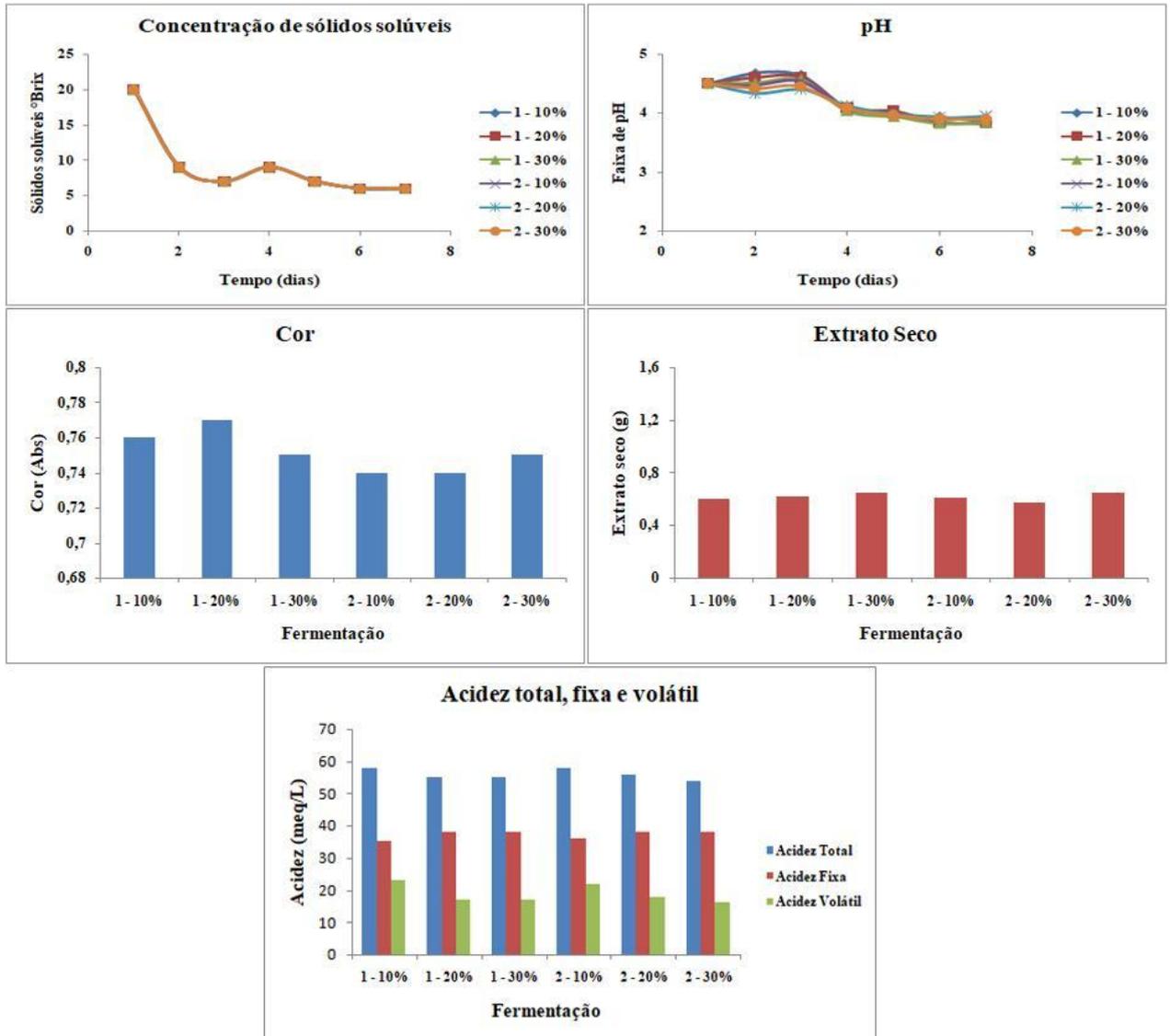


Fonte: Autores, 2017.

Maiores concentrações de inóculo, tendem a realizar a fermentação mais rápida e com maior produtividade, cita o autor Lima (2001), estabelecendo controle sobre qualquer tipo de contaminação bacteriana, justificando a maior velocidade de fermentação neste ponto do estudo.

Os resultados referentes à terceira fermentação pelo sistema de recuperação de levedura estão na figura 4.

**Figura 4** – Resultados das análises realizadas na terceira fermentação por sistema de recuperação de leveduras.



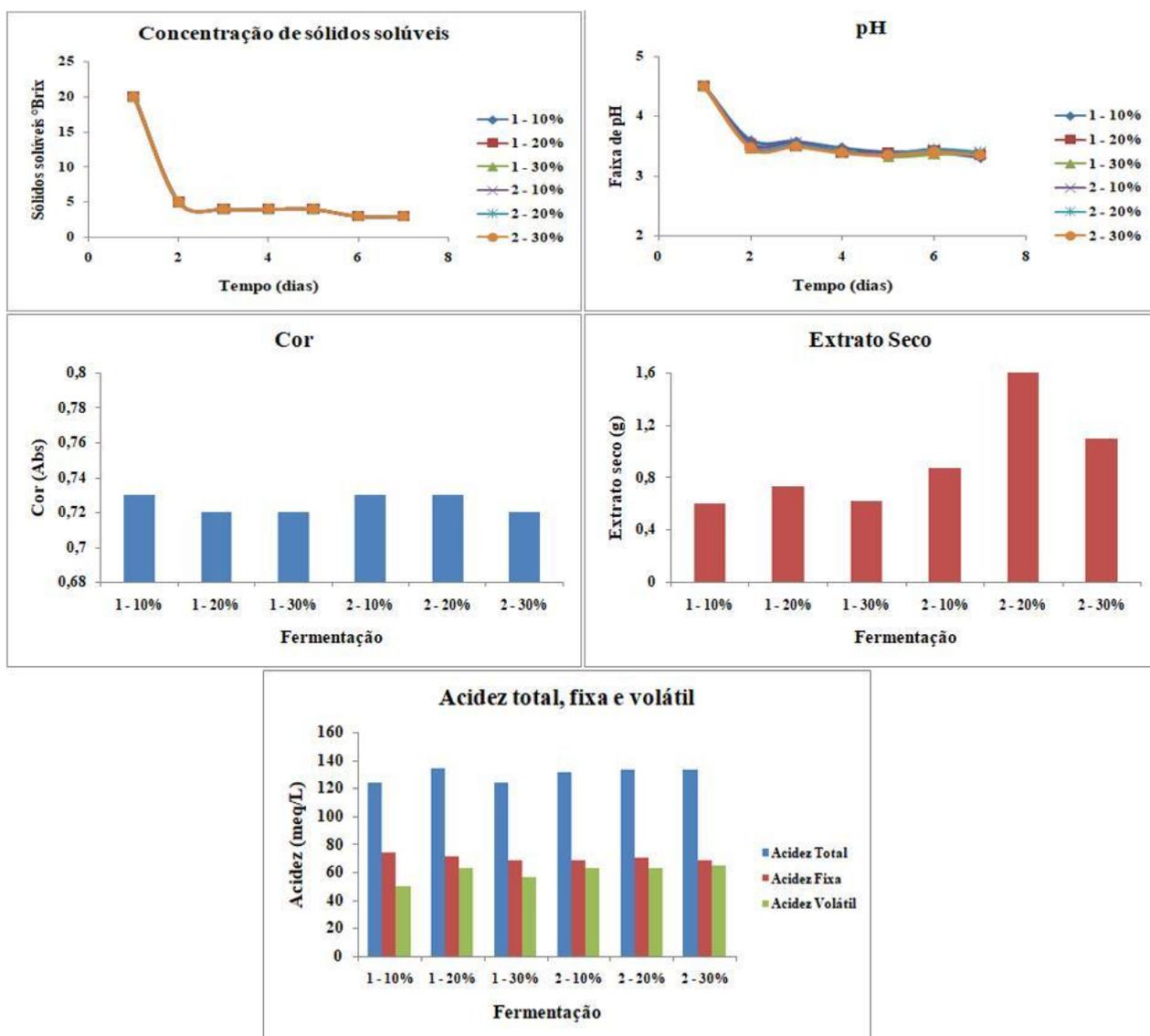
Fonte: Autores, 2017.

Nesta fermentação, os resultados foram muito parecidos com a segunda fermentação utilizando o método de recuperação de levedura. O pH e SS estiveram praticamente iguais para as seis fermentações, e a formação de subprodutos de caráter ácido esteve dentro do que foi realizado até esta parte do estudo. A fermentação teve duração de oito dias, as análises de cor e extrato seco apresentaram leves variações entre elas.

Foi realizada a quarta fermentação pelo sistema de recuperação de leveduras utilizando as mesmas leveduras tratadas, a concentração de inóculo na quarta fermentação pelo sistema de recuperação de levedura estava alta, logo, o processo fermentativo foi mais

rápido do que o habitual, e em oito dias houve mais produtos de caráter ácido gerados. As análises de cor apresentaram pequenas variações entre si e as análises de extrato seco variaram devido à umidade das diferentes frutas utilizadas no processo fermentativo. Os resultados estão descritos na figura 5.

**Figura 5** – Resultados das análises realizadas na quarta fermentação por sistema de recuperação de leveduras.

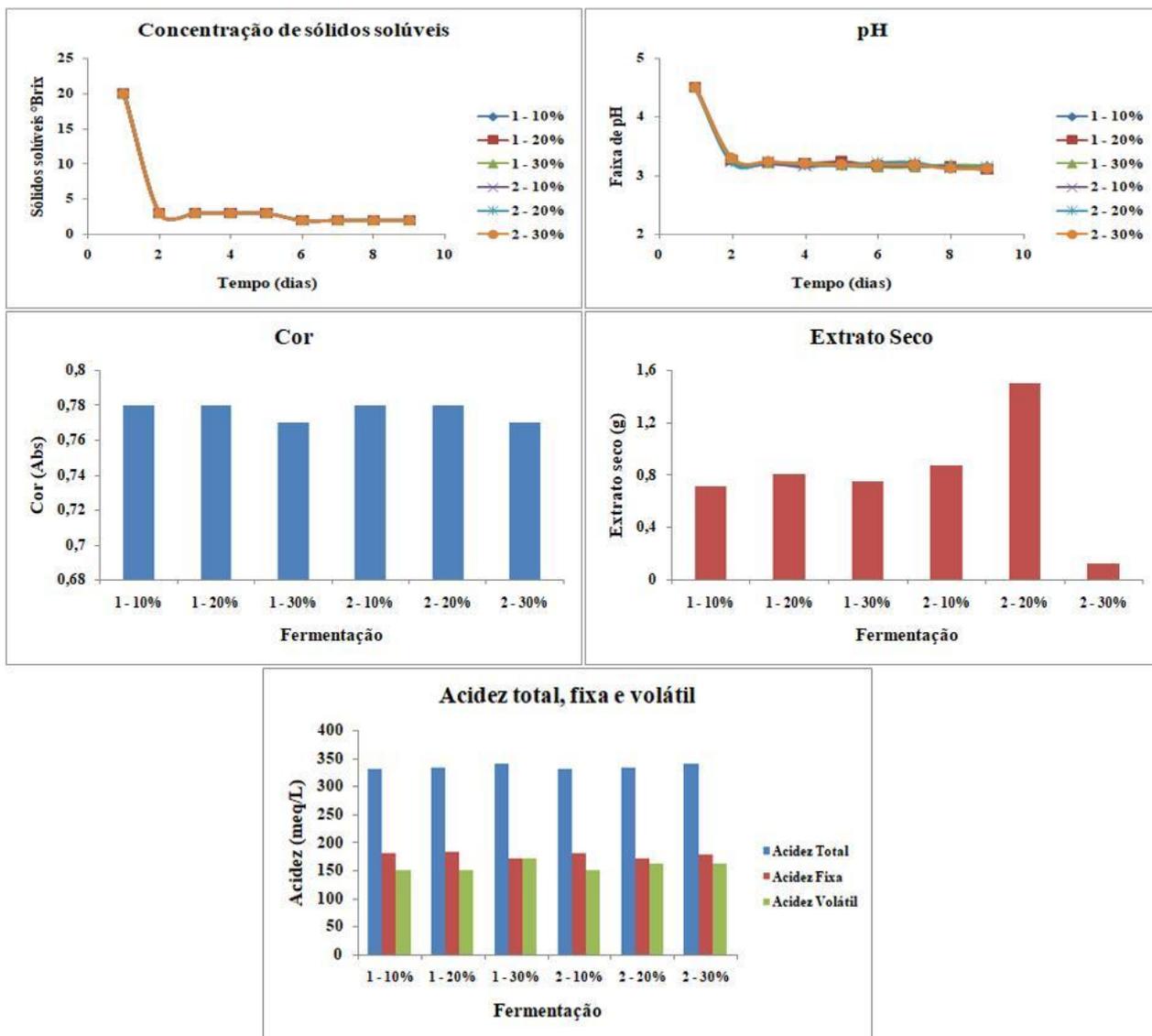


**Fonte:** Autores, 2017.

O fato ocorreu porque a fermentação passou da fase estacionária e entrou na fase de declínio e começou a gerar produtos secundários em maior quantidade devido ao aparecimento de bactérias. (LIMA, 2001). Este conceito é provado quando o resultado de consumo de açúcar mostrado no gráfico de concentração de SS está em torno de 3° Brix. A fermentação apresentou caráter mais ácido, conforme demonstrado no gráfico de acidez.

A quinta e última fermentação utilizando o sistema de recuperação de leveduras também obteve o mesmo resultado, porém, a fermentação teve dois dias a mais que a anterior, os resultados podem ser observados na figura 6.

**Figura 6** – Resultados das análises realizadas na quinta fermentação por sistema de recuperação de leveduras.



**Fonte:** Autores, 2017.

O aumento da acidez total na última fermentação deve estar relacionado ao aumento na velocidade da fermentação, quando SS caem a níveis muito baixos e a fermentação não é interrompida, o processo fermentativo entra em declínio e há maior formação de subprodutos. Esta fermentação teria um melhor resultado se fosse interrompida entre os dias 2 e 4. As leveduras foram bem sucedidas em suas fermentações, porém, nas últimas fermentações, deveria o processo fermentativo ter sido interrompido mais cedo devido a maior velocidade da fermentação.

Os dados obtidos para cada vinho foram comparados entre si através de análise de variância (ANOVA) e teste de média de Tukey com nível de confiança de 95% ( $p = 0,05$ ). Os resultados estão mostrados na tabela 2, onde MDS = menor diferença significativa. Os vinhos foram codificados com LETRA-NÚMERO 01 – NÚMERO 02, sendo CP = sistema de cultura pura, R = sistema de recuperação de leveduras, número 01 = ciclo de fermentação, número 02 = porcentagem de inóculo utilizado.

**Tabela 2** – Comparação estatística das características físico-químicas dos vinhos de manga produzidos pelo sistema de recuperação de leveduras.

Vinhos	pH final	SS (°Brix)	AT (meq/L)	AF (meq/L)	AV (meq/L)
MDS ( $p = 0,05$ )	0,21	0,00	7,8	10,2	13,3
CP	(3,81 ± 0,01) <sup>a</sup>	(10,00 ± 0,00) <sup>a</sup>	(79,4 ± 1,9) <sup>d</sup>	(40,3 ± 1,4) <sup>c</sup>	(39,0 ± 3,3) <sup>d</sup>
R1-10	(3,70 ± 0,15) <sup>a</sup>	(5,00 ± 0,00) <sup>c</sup>	(53,0 ± 1,4) <sup>e,f</sup>	(36,8 ± 1,1) <sup>c</sup>	(16,2 ± 0,3) <sup>c</sup>
R1-20	(3,73 ± 0,15) <sup>a</sup>	(5,00 ± 0,00) <sup>c</sup>	(54,3 ± 2,4) <sup>e,f</sup>	(40,5 ± 1,7) <sup>c</sup>	(13,8 ± 0,7) <sup>c</sup>
R1-30	(3,69 ± 0,16) <sup>a</sup>	(5,00 ± 0,00) <sup>c</sup>	(48,0 ± 0,5) <sup>f</sup>	(39,0 ± 0,4) <sup>c</sup>	(9,0 ± 0,1) <sup>c</sup>
R2-10	(3,90 ± 0,06) <sup>a</sup>	(6,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(51,5 ± 2,1) <sup>e,f</sup>	(31,6 ± 0,5) <sup>c</sup>	(19,8 ± 1,6) <sup>c</sup>
R2-20	(3,89 ± 0,09) <sup>a</sup>	(6,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(51,6 ± 0,4) <sup>e,f</sup>	(40,8 ± 3,5) <sup>c</sup>	(10,8 ± 3,2) <sup>c</sup>
R2-30	(3,87 ± 0,04) <sup>a</sup>	(6,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(48,8 ± 0,7) <sup>f</sup>	(37,8 ± 2,6) <sup>c</sup>	(11,0 ± 1,9) <sup>c</sup>
R3-10	(3,90 ± 0,06) <sup>a</sup>	(6,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(57,6 ± 0,0) <sup>e</sup>	(35,5 ± 0,3) <sup>c</sup>	(22,1 ± 0,2) <sup>c</sup>
R3-20	(3,88 ± 0,08) <sup>a</sup>	(6,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(55,3 ± 0,9) <sup>e,f</sup>	(38,2 ± 0,2) <sup>c</sup>	(17,2 ± 0,7) <sup>c</sup>
R3-30	(3,87 ± 0,04) <sup>a</sup>	(6,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(54,3 ± 1,0) <sup>e,f</sup>	(37,8 ± 0,3) <sup>c</sup>	(16,5 ± 1,2) <sup>c</sup>
R4-10	(3,34 ± 0,06) <sup>b,c</sup>	(3,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(127,8 ± 5,0) <sup>c</sup>	(71,2 ± 4,4) <sup>b</sup>	(56,6 ± 9,4) <sup>c</sup>
R4-20	(3,37 ± 0,03) <sup>b</sup>	(3,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(133,6 ± 0,5) <sup>c</sup>	(70,5 ± 0,3) <sup>b</sup>	(63,1 ± 0,2) <sup>c</sup>
R4-30	(3,37 ± 0,02) <sup>b</sup>	(3,00 ± 0,00) <sup>b</sup>	(128,6 ± 6,6) <sup>c</sup>	(68,3 ± 0,0) <sup>b</sup>	(60,3 ± 6,6) <sup>c</sup>
R5-10	(3,14 ± 0,02) <sup>c,d</sup>	(2,00 ± 0,00) <sup>d</sup>	(330,0 ± 0,0) <sup>b</sup>	(180,0 ± 0,0) <sup>a</sup>	(150,0 ± 0,0) <sup>b</sup>
R5-20	(3,12 ± 0,03) <sup>d</sup>	(2,00 ± 0,00) <sup>d</sup>	(333,3 ± 0,0) <sup>a,b</sup>	(176,6 ± 9,4) <sup>a</sup>	(156,6 ± 9,4) <sup>a,b</sup>
R5-30	(3,15 ± 0,04) <sup>c,d</sup>	(2,00 ± 0,00) <sup>d</sup>	(340,0 ± 0,00) <sup>a</sup>	(173,3 ± 4,7) <sup>a</sup>	(166,7 ± 4,7) <sup>a</sup>

Fonte: Autores, 2017.

Conforme observado nas figuras 1 a 6, não houve diferença significativa entre o pH final dos vinhos obtidos até o 3º ciclo de fermentação por recuperação de leveduras. A partir

do 4º ciclo nota-se uma redução do pH, relacionada a maior velocidade de fermentação nesses ciclos, o que exigiria o término da fermentação com tempo menor de fermentação.

SS final indica que houve diferença entre os ciclos de fermentação, mas não entre as concentrações de inóculo utilizado. Dentro de cada ciclo a concentração final de SS foi igual para as três concentrações avaliadas (10, 20 e 30% de inóculo), o que indica que as quantidades utilizadas continham leveduras em quantidade suficiente para realizar a fermentação. Por outro lado, a cada ciclo (com exceção do 2 e 3) houve maior ou menor consumo de SS e nota-se que a medida que se aumenta o número do ciclo, a fermentação passou a ocorrer de forma mais rápida. O que pode ser justificado pela melhor adaptação das leveduras na passagem de um ciclo para outro e/ou pela maior quantidade de leveduras transferida de um ciclo para outro. Tal observação pode ser interessante do ponto de vista econômico, uma vez que a redução do tempo de fermentação implica na redução de custos de processo. Entretanto essa redução no tempo não pode implicar na redução da qualidade do produto final.

A partir da concentração final de SS foi possível estimar a concentração de etanol em cada vinho produzido (em °GL), sendo que: CP = 7,05; R1 = 10,57; R2 e R3 = 9,87; R4 = 11,99 e R5 = 12,70. Os valores obtidos são similares aos obtidos por Capistrano, Ramos & Maldonado (2016) de 9,9 a 10,9 °GL para vinhos de manga produzidos por diferentes sistemas de inóculo.

Quando a acidez total é claro notar que a partir do 4º ciclo que o tempo excessivo de fermentação contribuiu para um aumento significativo da acidez, devido ao declínio do processo fermentativo. Nos três primeiros ciclos, os valores de acidez total são muito similares e até inferiores ao obtido no sistema de cultura pura. Além disso, encontram-se próximos a faixa de 55 a 130 meq/L, que é a faixa de acidez total considerada normal para vinhos de uva segundo a legislação brasileira. No 4º ciclo, apesar do aumento, a acidez total ainda pode ser considerada aceitável segundo critérios da legislação. Os valores obtidos nesse estudo também foram bastante superiores aos verificados no estudo anterior em que a acidez total foi bastante baixa para vinho de manga obtido pelo sistema de recuperação de leveduras – variando entre 13 e 21 meq/L (CAPISTRANO, RAMOS & MALDONADO, 2016). Importante ressaltar, no entanto que a acidez total em vinhos de frutas pode apresentar grandes variações em função do tipo de fruta, estágio de maturação das frutas, condições de fermentação e de armazenamento dos vinhos. O comportamento da acidez fixa seguiu o mesmo padrão da acidez total, com diferença significativa a partir do 4º Ciclo. A acidez volátil também apresentou comportamento semelhante às anteriores com incremento

acentuado a partir do 4º ciclo. A legislação prevê que a acidez volátil para vinho de uva não deve ser superior a 20 meq/L, mas esses parâmetros podem ser diferentes para outros tipos de frutas, principalmente em função da composição de voláteis presentes nos diferentes tipos de frutas. Porém, seguindo este parâmetro, os vinhos obtidos por recuperação de levedura até o 3º ciclo de fermentação encontram-se dentro da faixa desejada e o de cultura pura um pouco acima.

#### 4 CONCLUSÃO

Ao final do estudo realizado, foi possível verificar que o método de recuperação de leveduras é eficiente para o reaproveitamento das leveduras para ciclos sucessivos de fermentação. Os dados das cinéticas de fermentação evidenciam a capacidade das leveduras após 5 ciclos de fermentação, sendo que a partir do 4º ciclo houve um aumento da velocidade do processo fermentativo, que pode ser consequência do aumento da quantidade de leveduras transferidas de um ciclo para outro e/ou melhor adaptação das leveduras ao meio de fermentação, reduzindo a fase lag. Do ponto de vista físico-químico, os vinhos obtidos por cultura pura e por recuperação de leveduras até o 3º ciclo apresentaram características similares e dentro dos padrões esperados para vinho de manga, com pH final entre 3,7 e 3,9; SS final entre 5 e 10 °Brix, teor alcoólico entre 7 e 10 °GL, acidez total entre 48 e 79 meq/L; acidez fixa entre 32 e 40 meq/L e acidez volátil entre 9 e 39 meq/L. Também pode-se concluir que um número maior de ciclos de fermentação pode ser obtido pela sistema de recuperação de levedura com boa qualidade final dos vinhos obtidos desde que observado o tempo ideal de fermentação para evitar que o processo entre em declínio. O controle da quantidade de inóculo pela massa transferida de um ciclo para outro ao invés da porcentagem de inóculo também pode ser mais eficiente para padronizar melhor as condições de cultivo. Ainda que não haja necessidade de se utilizar mais do que 10% do inóculo de um ciclo para outro de fermentação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, C. D. **Obtenção e caracterização de vinho e vinagre de manga (*Mangifera indica* L.):** Parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética. 2014. 129 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

CAPISTRANO, F. S.; RAMOS, F. A.; MALDONADO, R.R. **Estudo da produção de fermentado alcoólico de manga com reaproveitamento de leveduras.** 2016. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso – curso de Química Industrial, Faculdades Integradas Maria Imaculada, Mogi Guaçu, SP, 2016.

GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D. Vinho. In: VENTURINI FILHO, W, G. **Tecnologia de bebidas** Matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado. São Paulo: Edgard Blücher, p. 423-448, 2005.

HASHIZUME, T. Fundamentos de tecnologia do vinho. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Biotecnologia** Alimentos e bebidas produzidas por fermentação. São Paulo: Edgard Blücher, p. 16-42, 1983.

IAL, Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** 4. edição. Imesp, São Paulo, 2008.

LIMA, U. A.; BASSO, L. C.; AMORIM, H. V. Produção de etanol. In: LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia industrial** Processos fermentativos e enzimáticos. São Paulo: Edgard Blücher, p. 1-43, 2001.

MALDONADO, R. R.; ARAUJO, L. C.; DARIVA, L. C. S.; REBAC, K. N.; PINTO, I. A. S.; PRADO, J. P. R.; SAEKI, J. K.; SILVA, T. S.; TAKEMATSU, E. K.; TIENE, N. V.; OLIVEIRA, E. A.; BUOSI, R. E.; DEZIDERIO, M. A.; KAMIMURA, E. S. Potential application of four types PF tropical fruits in lactic fermentation. **LWT – Food Science and Technology** ,86, 254-260 2015.

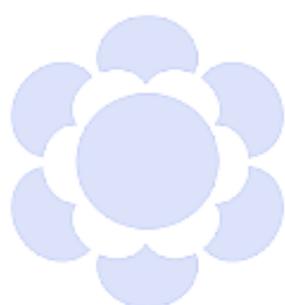
NAGPAL, R.; KUMAR, A.; KUMAR, M. Fortification and fermentation of fruit juices with probiotic lactobacilli. **Annals of Microbiology**, v. 62, n. 4, p.1573-1578, 2012.

REDDY, L.V.A.; REDDY, O.V.S. Effect of fermentation conditions on yeast growth and volatile composition of wine produced from mango (*Mangifera indica* L.) fruit juice. **Food and Bioproducts Processing**, v.89, n.4, p.487-491, 2011.

RIGOTTI, M. A curapelas plantas. **Biociência on-line – Editora educacional**, 2011. Disponível em: <<http://curaplantas.xpg.uol.com.br/materiasartigos2.html>>. Acesso em: 07 Abr. 2017.

VALIM, F. P.; AGUIAR-OLIVEIRA, E.; KAMIMURA, E. S.; ALVES, V. D.; MALDONADO, R. R. Production of Star Fruit Alcoholic Fermented Beverage. **Journal of Microbiology, Indian**, p. 1-6., 2016.

VARAKUMAR, S.; KUMAR, Y. S.; REDDY, O. V. S. Carotenoid composition of mango (*Mangifera indica L.*) wine and its antioxidant activity. **Journal of Food Biochemistry**, India, v. 35, n. 5, p. 1538-1547, 2011.



**IMACULADA**

---

FACULDADES MARIA IMACULADA