

APROVEITAMENTO DE LARANJA EM PROCESSOS FERMENTATIVOS

Tamara Ribeiro de Oliveira¹; Pedro Henrique Gomes²; Letícia Mendonça Alvarenga³

1 Tamara Ribeiro de Oliveira, Técnico Integrado em Química, IFMG, Betim – MG; tamararibeiro1505@gmail.com

2 Pedro Henrique Gomes, Técnico Integrado em Química, IFMG, Betim – MG

3 Letícia Mendonça Alvarenga: Pesquisador do IFMG, Campus Betim; leticia.alvarenga@ifmg.edu.br

RESUMO

Apesar do grande consumo de laranjas no país, ainda são elevados os índices relativos ao desperdício da matéria-prima e refugo da produção. Para minimizar o desperdício, uma alternativa de aproveitamento é a produção de etanol e fermentados alcoólicos elaborados com a matéria-prima excedente ou rejeitada pelos consumidores por apresentar injúrias e grau de maturação avançado. A fermentação do suco de laranja pode ser otimizada se encontradas as condições ideais para a obtenção do produto a partir de uma matéria-prima específica. O tipo e a concentração de fermento devem ser determinados a partir dos parâmetros cinéticos do processo fermentativo. Para isso, foram feitos três ensaios fermentativos com algumas mudanças quanto a quantidade de levedura adicionada, bem como o teor de água do fermento (úmido ou seco), para determinar o tempo de fermentação utilizando suco de laranja *pera rio* como substrato. As laranjas utilizadas foram caracterizadas quanto ao peso, maturação, teor de sólidos solúveis totais e volume de suco extraído. As fermentações foram conduzidas em frascos erlenmeyers em temperatura ambiente em dois ensaios, visando a determinação do tipo de fermento e concentração ideal. As características de tamanho e peso influenciaram o teor de sólidos solúveis do suco. O valor médio de massa da laranja foi de 202g. O volume médio de suco extraído foi 97,4 mL/fruta. O tempo médio de fermentação foi de 24h. O teor de sólidos solúveis médio no início e final do processo foi de 7,6 e 3,2°Brix, respectivamente. A fermentação mais rápida foi conduzida com a utilização do fermento comercial úmido na concentração de 15%. Já o teor de sólidos solúveis menor foi encontrado quando se utilizou 10% de fermento. O fermento seco em concentrações menores não foi adequado para a fermentação alcoólica da laranja. Espera-se utilizar a otimização da fermentação de laranja para aproveitar a matéria-prima criando a possibilidade de obtenção de novos produtos como bebidas, vinagres e outros fermentados, que possam ser desenvolvidos por pequenos produtores de laranja, bem como a indústria citrícola em geral.

INTRODUÇÃO:

A produção de laranjas do continente americano representa em torno de 60% da produção mundial e o Brasil é responsável por 34% desta produção. O país produziu 17.459.908 toneladas de laranja em 2017 e a produção mineira alcançou 951.240 toneladas nesse mesmo ano (EMBRAPA, 2017).

Apesar do Brasil se destacar pela ampla produção e exportação de produtos agrícolas, como a laranja, parte da produção das frutas é descartada devido às injúrias mecânicas como cortes, amassamentos e rachaduras provenientes de condições irregulares da colheita e pós-colheita. As injúrias promovem alterações fisiológicas que limitam o uso do fruto in natura, reduzindo seu valor comercial, o que acarreta perdas econômicas (ZANCHI et al., 2013 AGOSTINI et al., 2014). Estas perdas incluem o não aproveitamento de excedentes de safra, principalmente por se tratar de matéria-prima susceptível à degradação, pois apresentam defeitos como amadurecimento muito avançado ou tamanhos irregulares, além das injúrias mecânicas.

A laranja *pera rio* é uma das mais importantes variedades de frutas cítricas brasileiras e uma das mais cultivadas do país. É frequentemente utilizada pela indústria e seu rendimento industrial é elevado. É bastante consumida, pelas qualidades de seu suco e produção extemporânea com 2 a 3 floradas por ano (DONADIO, 1999). O mercado consumidor brasileiro de laranja fresca prefere a laranja *Pera Rio*, seja para o processamento de suco ou para consumo direto da fruta. A laranja deve ser colhida no ponto ideal de maturação, por ser uma fruta não climatérica, o que reduz sua vida útil e aumenta o refugo da produção (DONADIO, 1999; SALIBE et al., 2002). As perdas estão em torno de 40% da produção. As injúrias mecânicas têm sido identificadas como as principais perdas na qualidade pós-colheita. Como resultado de impactos há o estímulo ao aumento da taxa de respiração e a produção de etileno, reduzindo a vida útil do produto (EMBRAPA, 2017).

Geralmente, polpas e sucos de frutas são bons substratos para fermentação. Produtos obtidos por fermentação de excedentes de frutas são alternativas para produtores rurais que cultivam frutas, evitando perdas pós-colheita consideráveis durante a safra (AQUARONE et al., 2001). A laranja pode ser uma boa matéria-prima para a fermentação alcoólica, porém, estudos mais abrangentes devem ser realizados. O estudo da cinética da fermentação da laranja pretende otimizar a etapa de fermentação do processamento da fruta visando possibilitar a utilização da laranja de refugo como potencial matéria-prima para a produção de fermentados.

Diversas pesquisas já foram feitas para avaliar a utilização de frutas como matéria-prima para a fermentação alcoólica, porém a utilização de frutas cítricas não foi muito estudada. Encontra-se na literatura, elaboração de diferentes produtos obtidos por fermentação de frutas. Nogueira *et al.* (2005) pesquisaram a produção de fermentados provenientes da maçã. Lara (2007) estudou a fermentação de sucos de polpa de banana. Alvarenga (2015) estudou fermentação de abacaxi com adição de cascas ao meio. Oliveira *et al.* (2015) produziram e avaliaram sensorialmente um fermentado alcoólico de laranja. Barbosa *et al.* (2017) produziram fermentado de jabuticaba. As frutas apresentam altos valores de carboidratos, podendo ser incorporadas em processos fermentativos. A utilização do refugo da produção de laranjas na etapa de fermentação alcoólica pode gerar produtos diferenciados, de maior valor agregado, e ainda minimizar as perdas.

O estudo da cinética da fermentação alcoólica é importante já que permite conhecer a matéria-prima, o processo e o produto formado, minimizando as perdas, estabelecendo as condições ideais da produção e as proporções de fermento que devem ser utilizadas. A cinética de fermentação está relacionada com a velocidade de consumo de substrato presente na laranja, aparecimento do produto desejado e com a velocidade de crescimento celular, compreendendo a influência das condições do meio no processo (AQUARONE et al., 2001).

O objetivo geral do trabalho foi avaliar a fermentação alcoólica da laranja *pera rio*. A fermentação alcoólica da laranja pode apresentar-se como uma boa alternativa de aproveitamento, redução de perdas e desenvolvimento de novos produtos. A utilização de fermento comercial (seco e úmido) foi avaliada a fim de permitir que pequenos produtores utilizem da metodologia apresentada para a produção de fermentados alcoólicos produtos obtidos a partir destes fermentados e possibilidade de melhor aproveitamento da laranja.

METODOLOGIA:

Foram utilizadas laranjas *pera rio* e fermento comercial para a realização do experimento que foi conduzido no laboratório de química do IFMG- Betim.

- Caracterização da matéria prima

As laranjas foram separadas aleatoriamente em lotes (A, B e C) e pesadas separadamente para o cálculo do peso médio. Após a pesagem, foi extraído o suco de cada fruto com auxílio de um espremedor manual. O volume foi aferido com o uso de uma proveta. Em última etapa, mediu-se o teor de sólidos solúveis totais (SST) do suco de cada laranja com um refratômetro manual de 0 a 32 °Brix (IAL, 2008), bem como o teor de SST total do suco destinado à fermentação.

- Fermentação alcoólica

ENSAIO 1 / LOTE A - Colocou-se todo o suco extraído do lote A (cerca de aproximadamente 500mL) em um frasco e foi realizado medições de %SST de intervalos de 1 hora, com auxílio de um refratômetro. Foi utilizado fermento liofilizado (seco).

ENSAIO 2 / LOTE B - Foi separado todo o suco extraído do lote B em dois frascos numerados, definindo então que o frasco de número 1 seria utilizado de controle de massa que foi realizado a partir de pesagens do frasco em intervalos regulares de 1h. Já o frasco de número 2 seria utilizado para controle do SST que foi quantificado com o auxílio de um refratômetro, seguindo o mesmo intervalo de tempo que o desprendimento. Foi utilizado fermento liofilizado (seco).

ENSAIO 3 / LOTE C - Separou-se o mosto em 12 erlenmeyers, que foram preenchidos com 100 mL de suco. Foram utilizados fermentos úmido e liofilizado (seco). Foi preparado o fermento liofilizado em água à 30°C, cujas quantidades utilizadas foram obtidas com a pesagem em uma balança analítica nas proporções de 0,4%, 0,75% e 1% (relativos a 100 mL de suco). O fermento úmido foi preparado de modo semelhante variando-se apenas a proporção para 5%, 10% e 15%, considerando o teor de umidade desse tipo de fermento. As amostras foram identificadas conforme a tabela 1. Posteriormente, enumerou-se os frascos em conjuntos de dois da seguinte forma: 1.0; 1.1; 2.0; 2.1; 3.0; 3.1; 4.0; 4.1; 5.0; 5.1; 6.0; 6.1. Foi definido que os recipientes terminados em 0 seriam de controle do SST, enquanto os terminados com 1 seriam de controle de massa. Aferiu-se os valores desejados em intervalos de 1 hora, coletou-se por meio disto a variação dos açúcares totais e massa do CO₂ desprendido a partir de pesagens dos frascos.

Tabela 1 – Identificação, porcentagem e tipo de fermento utilizados - Lote C

Identificação	Porcentagem e tipo de fermento
1.0 / 1.1	5% de fermento úmido
2.0 / 2.1	10% de fermento úmido
3.0 / 3.1	15% de fermento úmido
4.0 / 4.1	0,4% de fermento seco
5.0 / 5.1	0,75% de fermento seco
6.0 / 6.1	1% de fermento seco

Em todos os ensaios (1, 2 e 3), os frascos foram vedados com parafilm próprio para laboratório, no qual foram feitas pequenas aberturas para que o CO₂ pudesse se desprender como desejado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

As características de tamanho e peso influenciaram o teor de sólidos solúveis do suco. Considerando os três lotes A, B e C, foi observado que o teor de sólidos solúveis variaram de 6,0 a 10,2 °Brix, o valor médio de massa da laranja foi de 184,876g e o volume médio de suco extraído foi 81,94 mL fruta, como apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios de massa e volume de suco dos lotes A, B e C.

Lote	Peso médio (g)	Volume médio (mL)
A	101,95	56,50
B	212,60	91,95
C	240,079	97,38

É evidente que o lote A foi composto de laranjas com menor massa e volume quando comparado ao lote B, entretanto o valor de SST médio em ambos são próximos. Tal fato, é curioso e inesperado, porém o volume da laranja é fator secundário de influência nos valores de SST, o fator decisivo e principal responsável pelo aumento do °Brix é o grau de maturação da fruta.

Os primeiros dados coletados que se referem ao teor de sólidos solúveis totais (SST) ideal para início da fermentação alcoólica foram obtidos através de três experimentos, cada qual com uma determinado lote de laranjas. Os dois primeiros experimentos contaram apenas com o uso de fermento liofilizado com umidade em torno de 5%, enquanto o último utilizou tanto o liofilizado, como também o úmido com cerca de 70% de umidade.

Diante dessa diferenciação quanto a umidade, percebeu-se que as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) secas fermentaram o mosto de forma mais lenta e com menores valores de CO₂ desprendidos

se comparados aos mesmos valores obtidos com o fermento úmido durante um tempo próximo de observação, sendo os resultados obtidos com o fermento seco expressos na tabela 3.

Tabela 3 - Variação média do SST durante a fermentação alcoólica com fermento liofilizado.

Lote	°Brix (% inicial)	°Brix (% final)
A	7,40	2,67
B	7,47	2,87

Para que o SST do mosto chegasse a um valor médio constante (2,77%) foi preciso 24 h, uma vez que a partir desse momento a fermentação tumultuosa já terminou e a variação dos açúcares diminuiu de forma amenizada, quase que nula.

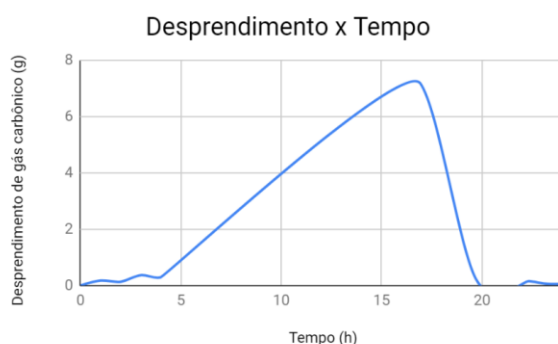
A partir do segundo ensaio, no qual foi analisado tanto SST quanto o desprendimento de CO₂, observou-se os seguintes resultados encontrados na tabela 4.

Tabela 4 – Variações do teor de SST e da massa do lote B.

°Brix inicial (%)	°Brix final (%)	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Massa CO ₂ (g)
7,33	2,87	452,927	444,298	8,629

A redução dos sólidos solúveis totais foi acompanhada do desprendimento de CO₂, em que a verificação dos valores liberados serviu de base para averiguar o fim do processo fermentativo, a relação entre massa liberada de CO₂ e o tempo de fermentação forneceram a figura 1.

Figura 1: Curva de desprendimento de CO₂ - Lote 2



A partir dos resultados obtidos é possível estipular os momentos em que houve maior desprendimento de CO₂, ou seja, por se tratar de um produto liberado na fermentação ele delineia a acentuação da reação compreendida em uma faixa entre 5 e 15 h. O método disposto para verificação da fermentação do mosto teve como parâmetro a liberação de gás carbônico inferior a 0,099 g de CO₂/mL de meio (ALVARENGA, et al. 2015).

Os resultados obtidos no terceiro ensaio se encontram presentes na tabela 5.

Tabela 5 – Variação do teor de SST e da massa das amostras do lote C com diferentes quantidades de inóculo.

Amostra	°Brix inicial (%)	°Brix final (%)	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Massa CO ₂ (g)
1	7,53	2,80	255,973	253,920	2,053
2	7,87	2,53	269,828	265,802	4,026
3	8,00	3,00	285,772	279,391	6,381
4	8,00	4,40	237,672	236,820	0,852
5	7,87	3,87	251,340	249,541	1,799
6	6,53	2,93	211,773	209,928	1,845

Os dados apontam para o desempenho fermentativo maior quando utilizado o fermento úmido, pois as amostras de 1 a 3 independentemente da massa inicial de levedura adicionada proporcionou uma diminuição de 5% dos açúcares totais no mesmo tempo que as demais amostras apresentaram uma diminuição média próxima a 4%. Outro dado que corrobora para esse resultado é a massa de CO₂ desprendida que, pode ser obtida pela diferença entre a massa inicial e a final, de acordo com os autores (ZANONI, et. al. 2015), (CRUZ, 2019). Ademais, vale salientar que diante dos resultados prévios dos experimentos com os lotes A e B, modificou-se o terceiro objetivando abranger medições durante a fase tumultuosa da fermentação, haja vista que anteriormente em função da fase de adaptação, a levedura (fermento seco) necessitava de um intervalo de ajuste ao meio maior. Assim como no ensaio 1, foram realizadas medições do volume de suco e massa média das laranjas do ensaio 2, os resultados encontram-se na tabela 3.

CONCLUSÕES:

A fermentação mais rápida foi conduzida com a utilização do fermento comercial úmido na concentração de 15%. O fermento seco em concentrações menores não foi adequado para a fermentação alcoólica da laranja.

O uso de fermento úmido é desejável em situações que requerem um processo fermentativo mais rápido, decorrente do menor tempo de adaptação da levedura, como no fermento liofilizado. O aumento do inóculo inicialmente adicionado impacta de forma significativa a redução dos açúcares. Entretanto, após o ajuste do teor de sólidos solúveis totais, é esperado melhoras nos parâmetros da fermentação alcoólica.

Espera-se utilizar a otimização da fermentação de laranja para aproveitar a matéria-prima criando a possibilidade de obtenção de novos produtos como bebidas, vinagres e outros fermentados, que possam ser desenvolvidos por pequenos produtores de laranja, bem como a indústria citrícola em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGOSTINI, J. S; SCALON, SPQ; LESCANO, C.H.; SILVA, K. E.; GARCETE, G. J.. Conservação pós-colheita de laranjas Champagne (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*). Braz. J. Food Technol, Campinas, v. 17, n. 2, p. 177-184, 2014.

ALVARENGA, L. M.; DUTRA, M. B. L.; ALVARENGA, R. M. & LACERDA, I. C. A. YOSHIDA, M. I.; OLIVEIRA, E. S. Analysis of alcoholic fermentation of pulp and residues from pineapple processing. Journal of Food, 2015.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, V.A. Biotecnologia: engenharia bioquímica. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. v. 2, 539 p.

BARBOSA, P. S.; ANDRADE, E. S.; JESUS, J. H.; BRONDANI, F. M. M. & VIEIRA, R. Análise e quantificação do teor alcoólico do fermentado artesanal de jabuticaba. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2017.

CRUZ, Marina Lopes. Avaliação de condições operacionais na fermentação alcoólica VHG empregando diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae*: subtítulo do artigo. **Universidade Federal de Uberlândia**: Faculdade de Engenharia Química, Uberlândia - MG, v. 1, n. 1, p. 40-50, fev./2019. Disponível em: file:///C:/Users/talit/Downloads/AvaliacaoCondicoesOperacionais.pdf. Acesso em: 5 ago. 2019.

DONADIO, L. C. Boletim citrícola UNESP/FUNEP/EECB, 1999.

IAL. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

EMBRAPA, CITROS Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Informativo, 2017.

LARA, C. A. Produção de aguardente de banana: emprego de enzimas pectinolíticas e efeito de fontes de nitrogênio e quantidade de inóculo na formação de álcoois superiores. Dissertation in Food Science, Federal University of Minas Gerais, 74 p, 2007.

NOGUEIRA, A.; SANTOS, L. D.; PAGANINI, C.; WOSIACKI, G. Avaliação da fermentação alcoólica do extrato de bagaço de maçã. Semina: Ciências Agrárias. 2005.

OLIVEIRA, J. P. M. NETO, J. C. S. SILVA, S. S. SANTOS, A. S. Produção de fermentado alcoólico de laranja. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 10, n. 3, p. 35 - 41, ago. 2015.

SALIBE, A.A.; SOBRINHO, J.T.;MULLER, G.W. Fitotecnia - Artigo Técnico Sinopse de Conhecimentos e Pesquisas Sobre a Laranja 'Pêra". LARANJA, Cordeirópolis, v.23, n.1, p.231-245, 2002.

ZANCHI, V. V.; COSTA, E. F.; SCHWANTES, F.; XAVIER, L. F. Desempenho das exportações brasileiras de frutas in natura (1996-2007): uma análise sob a ótica do modelo gravitacional. Teoria e Evidência Econômica, Passo Fundo, v. 19, n. 41, p. 9-34, 2013.

ZANONI, J. D. A; SOUSA, A. H. D; BOFO, D. C. D. S. Quantificação do CO₂ formado em fermentação batelada conduzidas com cepas da levedura *Saccharomyces cerevisiae* PE-2 em pH inicial de 4,5. Revista de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 1-1, ago./2015. Disponível em: <<http://seer.fcfar.unesp.br/rcfba/index.php/rcfba/article/view/136>>. Acesso em: 5 ago. 2019.