

Modelagem Matemática da fermentação alcoólica de mosto de uva na produção de vinhos

Raiane J. Conci¹
Taís A. G. Becker²
Delair Bavaresco³
PET/IFRS, Bento Gonçalves, RS

A Serra Gaúcha é a principal produtora de vinhos do Brasil [1] e reconhecida nacionalmente por este fator. Considerando a inserção do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - *Campus* Bento Gonçalves nesse contexto, realizou-se uma pesquisa teórico experimental de Modelagem Matemática dos processos dinâmicos da fermentação alcoólica do mosto de uva, a fim de prever os comportamentos dinâmicos de algumas grandezas durante a fermentação.

A produção de vinhos consiste, basicamente, em um processo de fermentação no qual enzimas de leveduras - espécie de fungos - transformam açúcar do mosto, este último resultante da prensagem da uva, em álcool e gás carbônico. Esse processo proporciona uma dinâmica populacional de leveduras, as quais tem seu crescimento afetado por dois fatores principais: a disponibilidade ou falta de alimento e o excesso de álcool que torna o meio tóxico para sua sobrevivência. Em decorrência, ocorrem outros processos dinâmicos nesse meio: a perda de massa total, a diminuição da densidade de massa, a redução do nível de açúcares e o aumento da concentração de álcool.

A atividade experimental foi realizada com mosto de uva da variedade Isabel, submetido à fermentação natural, isto é, com leveduras naturalmente presentes na própria microflora da uva. Os instrumentos de mensuração utilizados foram o refratômetro digital para obtenção da concentração inicial de açúcar, cujo fator obtido foi de 152g/l e o densímetro de massa específica para a verificação da densidade de massa. O processo de fermentação foi acompanhado pela mensuração periódica da densidade de massa, sendo a cada doze horas nos primeiros seis dias e a cada vinte e quatro horas nos demais sete dias em função da diminuição gradativa da velocidade de fermentação. Com base nos dados obtidos correspondentes a variação da densidade de massa foi calculada massa total do mosto e, conseqüentemente a perda de massa a cada medição do mosto.

O mosto em fermentação é um meio significativamente isolado do ambiente, com dinâmica populacional de leveduras e com quantidade de alimentos limitada. Essas condições são favoráveis para analisar a dinâmica populacional de leveduras por meio do modelo de *Verhulst*. O referido modelo leva em consideração a competição entre indivíduos da mesma espécie, sendo que, para uma baixa concentração inicial de indivíduos, a população cresce livremente e, após um determinado tempo, aparece a competição por algum recurso essencial, implicando na redução da taxa de crescimento populacional. Quando a população atinge um limite crítico, o crescimento se detém. Esse limite é chamado de capacidade suporte do meio. O modelo de *Verhulst* é dado pela equação (1):

$$P(t) = \frac{kP_0}{P_0 + (k - P_0)e^{-rt}} \quad (1)$$

¹raiane.conci@hotmail.com

²taisagbecker@hotmail.com

³delair.bavaresco@bento.ifrs.edu.br

no qual P_0 é a população inicial, k a capacidade suporte e r a taxa de crescimento populacional.

Como não é possível mensurar diretamente a população de leveduras e, considerando que a perda de massa ocorre em função da população de leveduras atuantes no meio a cada instante de tempo, ajustou-se o modelo de *Verhulst* à dinâmica da perda de massa do mosto durante a fermentação. A variação da densidade de massa multiplicada por 0,133 fornece o crescimento do teor alcoólico e, cerca de 17 gramas de açúcar são necessárias para produzir 10 gramas de álcool [2]. A partir dessas informações estimou-se a dinâmica da concentração de álcool e de açúcares do mosto durante o processo de fermentação.

Os gráficos do ajuste do modelo de *Verhulst* aos dados experimentais, bem como da estimativa das demais grandezas em discussão são mostrados na Figura 1.

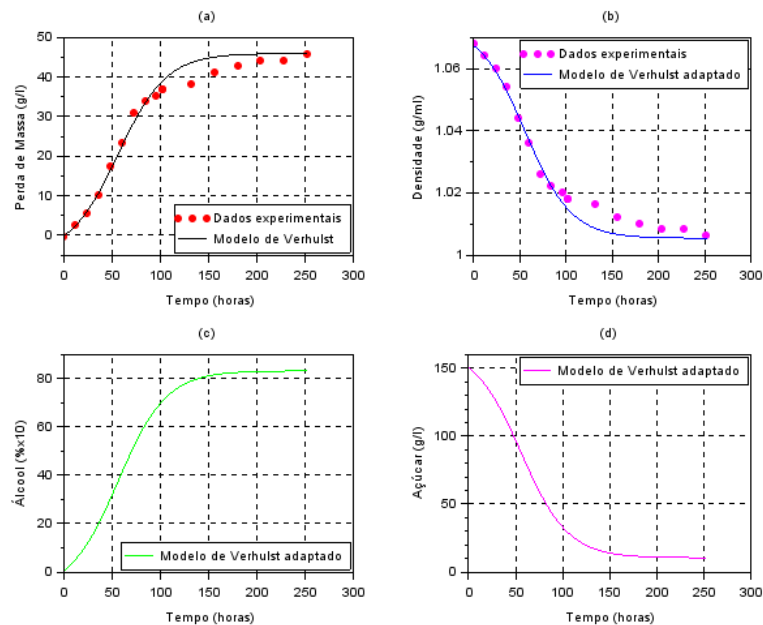


Figura 1: Resultados obtidos para: (a) perda de massa; (b) variação de densidade de massa; (c) variação do teor alcoólico; (d) variação da concentração de açúcar. Fonte: Elaboração dos autores.

Com base nesses resultados constata-se que o modelo de *Verhulst* descreve satisfatoriamente a perda de massa que é consequência da dinâmica populacional de leveduras. O modelo bem definido para essa grandeza permitiu estimar a dinâmica das concentrações de álcool e açúcar durante o processo de fermentação. Os resultados obtidos podem vir a otimizar a produção de vinhos na Serra Gaúcha e, por isso, este estudo terá continuidade.

Referências

- [1] Silva, M. C., Alves, L. C. e Souza, S.M.A. A Produção de Vinhos na América do Sul: Comparativo entre Brasil e os Países Produtores do Continente, V Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL, 2014. ISSN: 1806-0447.
- [2] Indupropil. O básico para fazer vinho. Disponível em: <<https://www.indupropil.com.br/upload/download/index/upload/391/>> Acesso em: 27 mar. 2021.