

MODELAGEM DE UM SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO PARCIAL DE UVAS SHIRAZ

RODOLPHO CESAR DOS REIS TININI¹, WESLEY ESDRAS SANTIAGO¹, BARBARA JANET TERUEL MEDEROS², FELIPE VINA LIMA³, ISABELA ORDINE SIMÕES³, DANILO GALDINO DE FIGUEIREDO⁴.

¹Acadêmico de doutorado, Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas-SP, FEAGRI/UNICAMP, Fone: 19 35211082, e-mail: rodolpho.tinini@feagri.unicamp.br

²Professora Titular, Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas-SP, FEAGRI/UNICAMP, Fone: 19 35211082, e-mail: barbarat@feagri.unicamp.br

³Acadêmico de Graduação, Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas-SP, FEAGRI/UNICAMP.

⁴Aluno especial de pós-graduação, Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas-SP, FEAGRI/UNICAMP.

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A desidratação de uvas vem sendo estudadas a muito tempo, porem seu foco em ambientes fechado ainda trata-se de um processa hipoteticamente novo, porem seus efeitos comprovados de aumento da concentração dos compostos fenólicos e a diminuição da quantidade de água no mosto já é evidenciado. O objetivo deste trabalho foi obtenção de uma modelagem para o controle automático e supervisão do processo de desidratação moderada de uvas (temperatura entre 37 e 22°C e umidade relativa do ar em torno de 40%), que poderão ser destinadas tanto à vinificação como à elaboração de sucos concentrados. Foi utilizado um sistema de desidratação de uvas adaptado a uma câmara frigorífica, a modelagem foi realizada através do software MATLAB® com auxilio da ferramenta "ident toolbox" e consistiu nas seguintes etapas: Testes dinâmicos e coleta de dados; Escolha da representação matemática a ser usada; Determinação da estrutura do modelo; Estimção dos parâmetros; Validação. Podemos assim concluir que os métodos de identificação através da ferramenta do software MATLAB têm uma resposta positiva para representação dos dados experimentais, facilitando assim o processo de obtenção da equação de transferência que representa melhor o sistema. Quanto a aplicação do controlador ficou evidente que os resultados se mostraram satisfatórios para os controladores tipo P e PI.

PALAVRAS-CHAVE: Desidratação, Vitis Labrusca L., Controladores.

MODELING OF A SYSTEM OF PARTIAL DEHYDRATION OF GRAPES SHIRAZ

ABSTRACT: The dehydration of grapes is being studied for a long time ago, but in closed environments is a hypothetically a new process, and its proven effects of increasing the concentration of phenolic compounds and decrease the amount of water in the wort is already apparent. The aim of this study was to obtain a model for the automatic control and supervision of moderate dehydration process of grapes (temperature between 37 and 22 ° C and relative humidity around 40 %), which may be destined for winemaking and preparation of concentrated juices. It was used a system of dehydrating grapes adapted to a cold room, and modeling was held using MATLAB® software, aided with ident toolboxe tool. Consisted of the following steps: Dynamic tests and data collection; Choice of mathematical representation to be used; Determination of the model structure, estimation of parameters; Validation. It is concluded that the methods of identification through the tool of MATLAB software has a positive answer for the representation of experimental data, facilitating the process of obtaining the transfer equation that best represents the system. As for the controller application it became apparent that the results were satisfactory for P and PI type controllers.

KEYWORDS: Dehydration; Vitis Labrusca L., Controllers.

INTRODUÇÃO: A desidratação parcial de uvas destinadas à vinificação pode trazer resultados satisfatórios nos parâmetros de sólidos solúveis e polifenóis, tanto em temperatura abaixo como acima da ambiente. Em trabalhos desenvolvidos na Europa, a desidratação tem sido realizada apenas a temperaturas entre 10 e 25°C (BELLINCONTRO et al., 2004; BARBANTI et al., 2008; ZOCCATELLI et al., 2013).

O processo de automação e controle contribui perante a atividade agrícola através da melhora de qualidade do processo, redução de perdas embutidos no processo, juntamente com todas as variáveis implícitas no processo, proporcionando uma maior competitividade (BARBOSA, 2011).

Processos não lineares, com atraso de transporte, e/ou parâmetros que variam com o tempo, e que dependem de condições ambientais e das características do produto, precisam de estratégias de controles que contemplem esta variabilidade e a atuação no processo de forma adequada á qualidade do processo e do produto. Nestes casos o controle PID (Proporcional + Integral + Derivativo) pode não ser satisfatório, permitindo o desenvolvimento de controladores de melhor desempenho e com capacidade de ajustarem automaticamente seus parâmetros para acompanhar mudanças lentas no processo ou no ambiente.

O objetivo deste trabalho foi obtenção de uma modelagem para o controle automático e supervisão do processo de desidratação moderada de uvas (temperatura entre 37 e 22°C e umidade relativa do ar em torno de 40%), que poderão ser destinadas tanto à vinificação como à elaboração de sucos concentrados.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido no laboratório de termodinâmica e energia (LTE) da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI – UNICAMP), Campinas-SP. Analisaram-se frutos de uvas da cultivar Shiraz (*Vitis Labrusca* L.) provenientes da região de Indaituba-SP, colhidas no mês de julho de 2013.

Os tratamentos foram constituídos de três temperaturas e apenas vazão de ar constante (E1: 22°C; E2: 37,1°C e Qar: 0,53 m³.s⁻¹). O procedimento de secagem constituiu em uma câmara frigorífica adaptada para o procedimento de secagem e um túnel de ar forçado para formação de um leito fixo com fluxo perpendicular de ar, para obtenção das temperaturas e procedimento da secagem foi instalado um conjunto de termoresistências aletadas formando uma potencia nominal de 2400 W, controladas através de um sistema PWM.

Avaliou-se: Dados de entrada e saída bem como o peso dos frutos, realizada através da pesagem dinâmica dos frutos durante o processo de secagem determinada por uma balança instalada no interior da câmara de secagem e registrada através de um supervisorio compilado no software LABWIEW[®].

A modelagem matemática para obtenção da equação de transferência que governa o sistema de exaustão para desidratação das uvas, foi realizada utilizando o método experimental por identificação de sistema. O sistema foi submetido a uma excitação tipo degrau (40% da potencia) e registrou-se a resposta da tensão (V) no exaustor ao longo do tempo e foi montada a curva de T[V] x t[s].

Para obtenção dos parâmetros da função de transferência por identificação realizou-se a aquisição de dados do sistema funcionado a potencia de 40% até a estabilização do sistema. Após esta determinação inseriu-se os dados no software de modelagem matemática MATLAB[®], utilizando a ferramenta “*ident toolbox*” e gerou-se o gráfico de resposta do sistema bem como se determinou a equação de transferência que representa a dinâmica do sistema em estudo representado pelo comportamento de segunda ordem descrito matematicamente abaixo:

$$G(S) = (K / (T*S + 1)) * ((e)^{-ta*S}) \quad (1)$$

Em que,

K = ganho do sistema

T = tempo de resposta do sistema

ta = atraso de transporte

Após esta etapa obteve-se os parâmetros da equação de transferência que rege o sistema em estudo, assim o sistema operou nas temperaturas pré-determinadas e foi dimensionado e projetado um controlador tipo PID, para a melhor adequação do sistema, de acordo com o comportamento do sistema, o sistema foi estudado no domínio do tempo com sua resposta em malha aberta, assim pode-se definir os parâmetros a serem ajustados (tempo de subida, erro em regime, sobressinal máximo, etc.).

Em seguida os valores coletados foram descritos em gráficos e assim pode-se obter a melhor comparação dos controladores e analisar seus desempenhos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Após a inserção dos dados e obtenção do modelo o sistema gerou a seguinte equação de transferência que representa o modelo do exaustor em estudo, sabendo que o mesmo trata-se de um sistema de primeira ordem com atraso em transporte (que observamos correlação de 61,75%), visto que para o modelo o atraso está implícito na equação traduzindo-a como um modelo de segunda ordem. Obtendo a seguinte função de transferência que governa o sistema dinâmico em estudo:

$$G(S) = \frac{V(S)}{F(S)} = \frac{1,1961S + 0,8587}{S^2 + 8,054S + 3,162}$$

Um controlador compara o valor da saída do processo com o valor de set-point, e produz um sinal de controle que reduz a diferença a um valor nulo ou muito pequeno, que segundo OGATA, (2003), a maneira pela qual o controlador automático produz o sinal de controle é denominada ação de controle.

O projeto a ser implementado foi estudado no domínio do tempo, obtendo a resposta do sistema em malha aberta, definindo o que deve ser melhorado (seja o tempo de subida, eliminação do erro em regime ou melhorar o sobre-sinal máximo).

Processos não lineares, com atraso de transporte, e/ou parâmetros variantes no tempo, que dependem de condições ambientais e das características do produto, precisam de estratégias de controles que contemplem esta variabilidade e a atuação no processo de forma adequada á qualidade do processo e do produto (GARCIA, 2009).

A função de transferência relaciona a voltagem de saída do exaustor com a voltagem aplicada na armadura através do software, e apresentou a seguinte resposta a excitação de degrau no domínio do tempo.

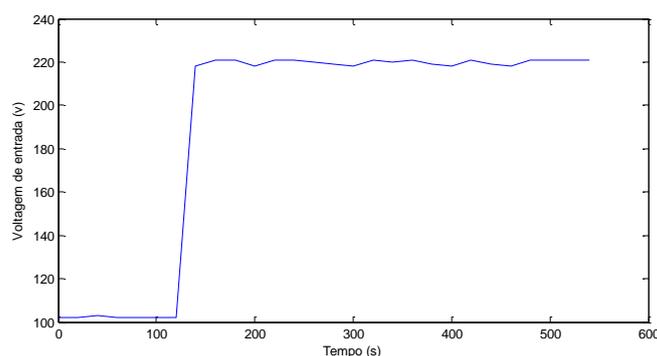


FIGURA 1. Dados do sistema experimental em funcionamento, sem aplicação dos controladores, apresentando sua resposta no domínio do tempo.

Pode-se observar que o sistema experimental nos mostra um atraso de 120 s assim podemos também concluir que o sistema apresenta este “delay” devido à configuração de segurança do software para proteger o motor e demais componentes do sistema de sistema de controle e aquisição de dados. Assim após a identificação do sistema experimental e determinação da equação de transferência que governa o sistema em questão realizou-se a simulação dos controladores, para o qual foram aplicados diversos ganhos e foi ajustado manualmente o

parâmetro integral e derivativo do mesmo, ao fim do estudo foi determinado que com apenas o controle P, com ganho $K=1$, satisfaz o sistema, já que a mínima inserção de parâmetros PI e PID o sistema gera um ganho infinito ao longo do tempo e se desestabiliza.

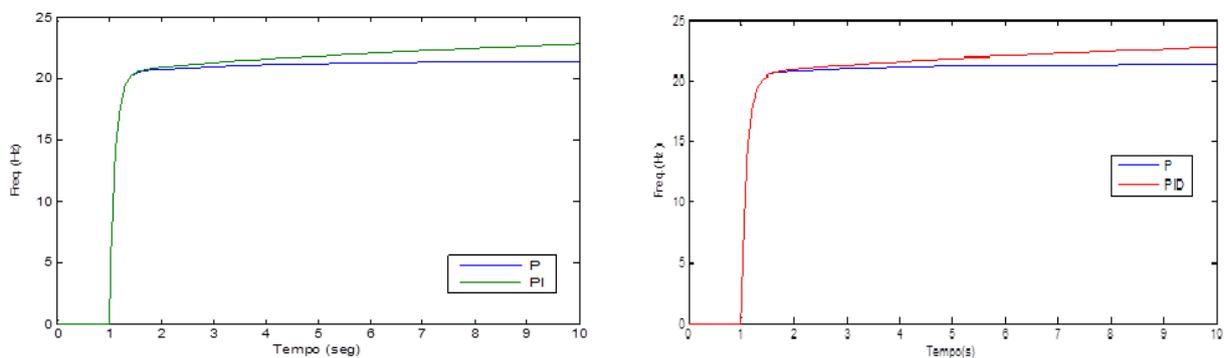


FIGURA 2. Comparação entre a simulação e resposta em função do tempo dos controladores tipo PI e P; PID e P.

Assim podemos observar que referente ao projeto dos controladores, a melhor opção é o controle tipo P, com os parâmetros de tempo de atraso e constante de tempo, podem ser obtidos os parâmetros do controlador, assim obtivemos a simulação em SIMULINK®.

A sua aplicação em simulação é feita inserindo sua configuração em série com o sistema em estudo e posteriormente ajustam-se os ganhos no sistema experimental para sua aplicação. A necessidade do ganho $K=1$ se dá devido à atenuação ao compensador de atraso que desloca a frequência de cruzamento de ganho para uma frequência menor, tornando a margem de fase aceitável, porém irá gerar uma resposta transitória mais lenta, que pode ser sanado com a introdução de um compensador de avanço no sistema.

O sistema tende a ser menos instável, para o caso de evitar esta característica a constante de tempo T deve ser maior que a constante do sistema, garantindo assim que esta propriedade seja atenuada.

CONCLUSÕES: Podemos assim concluir que a aplicação do controlador se mostrou satisfatória para os controladores tipo P e PI, porém houve uma pequena diferença entre as estabilidades deles ao longo do tempo alterando de maneira positiva o processo, garantindo estabilidade e menor pico a cada ligação do exaustor, bem como a utilização de rampa de aceleração no compressor que garante que o sistema não desestabilize e acelere de maneira a não consumir muita energia do sistema, visto o problema de adaptação ao controlador implícito na instalação física do mesmo.

REFERÊNCIAS

- BARBANTI, D.; MORA, B.; FERRARINI, R.; TORNIELLI, G. B.; CIPRIANI, M. (2008). Effect of various thermo-hygrometric conditions on the withering kinetics of grapes used for the production of “Amarone” and “Recioto” wines. **J. Food Eng.** v.85, n.3, p.350-358.
- BELLINCONTRO, A.; DE SANTIS, D.; BOTONDI, R.; VILLA, I.; MENCARELLI, F. (2004). Different postharvest dehydration rates affect quality characteristics and volatile compounds of Malvasia, Trebbiano and Sangiovese grapes for wine production. **J. Sci. Food Agric.**, v.84, p.1791–1800.
- GARCIA, C. Modelagem e Simulação de Sistemas de Processos Industriais e de Sistemas Eletromecânicos. 2. Ed. São Paulo, SP. Editora da Universidade de São Paulo, 2009, 678p.
- OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 4ª ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2003. 782 p.
- ZOCATELLI, G.; ZENONI, S.; SAVOI, S.; DAL SANTO, S.; TONONI, P.; ZANDONÀ, V.; DALCIN, A.; GUANTIERI, V.; PEZZOTTI, M.; TORNIELLI, G. B. Skin pectin metabolism during the postharvest dehydration of berries from three distinct grapevine cultivars. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Volume 19, Issue 2, pages 171–179, June 2013.