

# Projeto, construção e funcionamento de um fermentador-destilador: Fermentexpress

DIAS, Gustavo Daniel Da Silva  
MARQUES, Tadeu Alcides

## Resumo

O projeto “Fermentexpress” consistiu na concepção e elaboração de um dispositivo que visou acelerar a produção de bebidas destiladas, após a fermentação das leveduras, obtendo resultados mais rápidos e proporcionando a produção caseira de bebidas finas e variadas em sabor, cor e características organolépticas. O equipamento visou acelerar a fermentação biológica (levedura) para a fabricação de bebidas alcoólicas. Após concluído o processo de fermentação, o mesmo equipamento executou o processo de destilação de baixo teor alcoólico. O aparelho apresentou-se como inovação de mercado de bebidas, de forma a possibilitar uma ruptura na forma tradicional de produção e abriu um novo nicho de mercado com vendas de sachês de diferentes características organolépticas. O princípio do equipamento proporcionou a produção de bebidas fermentadas e destiladas em casa ou em pequenos estabelecimentos, de forma automática, semelhante a máquinas de café expresso. É possível a venda do fermentador-destilador e principalmente dos sachês produzidos. O projeto foi desenvolvido nas dependências da FATEC-Piracicaba a partir de matérias-primas e reagentes fornecidos pela própria instituição e adquiridos pelos pesquisadores. Ao final do projeto, foram realizados os testes de confirmação do funcionamento deste protótipo. Algumas melhorias em sua aparência e na praticidade de funcionamento, como a inserção e formato dos sachês podem ser executadas para um produto mínimo viável (MVP) comercial.

**Palavras-chave:** Bebidas, Fermentação, Destilação, Expresso.

## Abstract

The “Ferment express” project consisted of the conception and elaboration of a device that aimed to accelerate the production of distilled beverages, after fermentation of the yeasts, obtaining faster results and providing the homemade production of fine and varied drinks in flavor, color and organoleptic characteristics. The equipment aimed to accelerate biological fermentation (yeast) for the manufacture of alcoholic beverages. After the fermentation process was completed, the same equipment carried out the low alcohol distillation process. The device presented itself as a beverage market innovation, in order to allow a break in the traditional way of production and opened a new market niche with sales of sachets with different organoleptic characteristics. The principle of the equipment enabled the production of fermented and distilled beverages at home or in small establishments, automatically, similar to espresso machines. It is possible to sell the fermentor-distiller and mainly the sachets produced. The project was developed on the premises of FATEC-Piracicaba using raw materials and reagents supplied by the institution itself and acquired by the researchers. At the end of the project, tests to confirm the functioning of this prototype were carried out. Some improvements in its appearance and practicality of operation, such as the insertion and format of sachets. can be performed for a commercial minimum viable product (MVP).

**Keywords:** Drinks, Fermentation and Distillation.

## Resumen

El proyecto “Fermentexpress” consistió en la concepción y elaboración de un dispositivo que tenía como objetivo acelerar la producción de bebidas destiladas, luego de la fermentación de las leveduras, obteniendo resultados más rápidos y proporcionando la producción casera de bebidas finas y variadas en sabor, color y características organolépticas. El equipo tenía como objetivo acelerar la fermentación biológica (levedura) para la fabricación de bebidas alcohólicas. Una vez finalizado el proceso de fermentación, el mismo equipo llevó a cabo el proceso de destilación de bajo contenido alcohólico. El dispositivo se presentó como una innovación del mercado de bebidas, con el fin de permitir una ruptura con la forma tradicional de

producción y abrió un nuevo nicho de mercado con ventas de sobres con diferentes características organolépticas. El principio del equipo permitió la producción de bebidas fermentadas y destiladas en el hogar o en pequeños establecimientos, de forma automática, similar a las máquinas de café espresso. Es posible vender el fermentador-destilador y principalmente los sobres producidos. El proyecto se desarrolló en las instalaciones de FATEC-Piracicaba utilizando materias primas y reactivos suministrados por la propia institución y adquiridos por los investigadores. Al final del proyecto se realizaron pruebas para confirmar el funcionamiento de este prototipo. Algunas mejoras en su apariencia y practicidad de funcionamiento, como la inserción y formato de sobres, se puede realizar para un producto comercial mínimo viable (MVP).

**Palabras claves:** Bebidas, Fermentación y Destilación.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o processo fermentativo utilizado é com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como inóculo ou pé de cuba, devidamente adicionado com um líquido açucarado (mosto) (ALCARDE, 2006). Este processo é intrigante e nas tentativas de melhor compreendê-lo muitos pesquisadores conseguiram importantes avanços tecnológicos, os quais ajudaram no melhor conhecimento da natureza deste processo e assim poder otimizar e utilizar de seus benefícios, como no caso da produção de bebidas alcoólicas (AMORIM, 2005).

A fermentação é um termo geral que denota a degradação anaeróbia da glicose ou de outros nutrientes orgânicos em vários produtos. O objetivo dos agentes fermentativos é obter energia na forma de ATP (LEHNINGER, NELSON & COX, 2002). Este processo depende dos microrganismos (bactérias, fungos e leveduras), da composição do meio, como teores de umidade ou atividade de água onde são colocados (SCHMIDELL, 1986), usando mecanismos físicos ou químicos para a formação do produto desejado (COONEY, 1981).

As leveduras utilizam tanto a respiração como a fermentação para prover a energia necessária para o metabolismo (GAVA, 1984). A fermentação ocorre quando a levedura não contempla a organela mitocôndria, em seu interior. Dessa forma passam a empregar unicamente o mecanismo de fermentação, esta ausência pode ocorrer por alguns fatores, sendo que a concentração elevada de açúcar no meio (acima de 0,3%) e as leveduras capturando estes açúcares para seu citoplasma promove a inibição de enzimas que produzem a mitocôndria (LCAZ, MINANI & PURCHIO, 1970). Sem as leveduras seria difícil fazer pão e promover o crescimento das civilizações humanas, pois bebidas alcoólicas estiveram sempre presentes nas diferentes civilizações (GAVA, 1984).

O aparelho “Fermentexpress” é um produto minimamente viável, elaborado nas instalações da FATEC PIRACICABA. O objetivo do artigo foi o desenvolvimento de um equipamento que possa promover uma ruptura no modo de produção e comercialização de bebidas fermento-destiladas. Para tanto, alterações no tempo de fermentação e processo de destilação foi necessário além de um estudo no *design* do “Fermentexpress” para facilitar o seu transporte.

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### Leveduras

As leveduras são encontradas na natureza e algumas delas realizam o processo de fermentação para muitas bebidas comerciais (TRABULSI, ALTERTHUM & GOMPERTZ, 1999), (LACAZ, PORTO & MARTINS, 1991).

As leveduras são encontradas na natureza e são essenciais na degradação e reciclagem da matéria orgânica, contudo não possuem movimentação, logo o contato microrganismo com o substrato, fator necessário para a ocorrência do processo fermentativo deve ser inicialmente artificial, e durante a fermentação tumultuosa também pode auxiliar (BROOKS, VOEUX & BUTEL, 2000). Os mesmos autores relatam que os produtos oriundos do processo fermentativo, principalmente etanol e gás carbônico, podem diminuir a velocidade da fermentação.

### Importância do Monitoramento Microbiológico no Processo Fermentativo

A preocupação com a melhoria da eficiência do processo de fermentação é de grande importância, seja nas unidades produtoras de etanol, sejam nas unidades produtoras de bebidas. Fermentações lentas podem promover o crescimento de bactérias que levam a diminuição da produtividade e da eficiência, podendo também alterar as características organolépticas, no caso de bebidas (ALCOOLBRÁS, 2010), (CECCATO-ANTONINI, 1998).

A fermentação realiza-se em três fases distintas: pré-fermentação ou preliminar, fermentação principal e pós-fermentação ou complementar. A pré-fermentação inicia-se quando o fermento (leveduras) é adicionado ao mosto devidamente preparado e caracteriza-se por ativar a multiplicação das células e elevação lenta e gradual da temperatura do meio. Essa fase pode ser reduzida se forem utilizadas quantidades ideais de levedura de qualidade no início da fermentação. A fase de fermentação principal deve ocorrer nas faixas ideais de concentração de células, pH, temperatura e concentrações de substrato. Nessa fase deve-se controlar adequadamente a temperatura e a produção de espuma, que podem acarretar situação indesejada para o bom desempenho das leveduras. A fase de pós fermentação também pode ser reduzida, caso seja interessante a presença de pequenas quantias de açúcar no vinho final (AMORIM, 2005).

Ao término do processo fermentativo, o vinho é então centrifugado, retirando-se as leveduras (leite ou creme de leveduras), as quais são tratadas com água e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) para o ajuste do pH, retornando às dornas para outro ciclo fermentativo. O tratamento ácido tem como objetivo, a redução da carga bacteriana (GALLO & CANHOS, 1991).

Processo de fermentação alcoólica predominante no Brasil é o de batelada alimentada, sendo computado para o tempo total de fermentação o período de enchimento das dornas. O reciclo das leveduras pode promover morte das células devido toxinas acumularem-se no meio e ainda proporcionar crescimento de bactérias contaminantes (BOVI & MARQUES, 1983) e (ALTHERTUM et al., 1984).

As fermentações alcoólicas no Brasil são robustas para a produção de etanol combustível, mas para etanol potável muitas melhoras necessitam ser criadas (AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS, 2010).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A elaboração inicial do equipamento ocorreu em pranchetas de desenho e com o estudo de movimentações de líquido em estado de turbulências, bem como o estudo da possibilidade de um único equipamento contemplar as necessidades de um produzir fermentado e atuar como destilador.

### **2.1. Material**

Cilindro acrílico de 48cm Largura x 45,5 cm2 Altura, 1 Base de plástico 18 cm2, 1 Cotovelo de PVC, 1 Registro PVC, 1 Cano de PVC 12,5 cm, 2 Anéis de PVC, 4 Arames de aço, esquema na Figura 1 e imagem na Figura 2.

### **2.2. Métodos**

#### **a) Montagem**

Após a primeira montagem e realização dos testes iniciais foram constatadas necessidades de mudanças no *design* do equipamento e novas peças foram adquiridas e moldadas neste novo desenho. As principais mudanças abordaram as seguintes dimensões: formato, vedação do compartimento de fermento e açúcar e adequação da tampa do recipiente fermentativo - destilado.

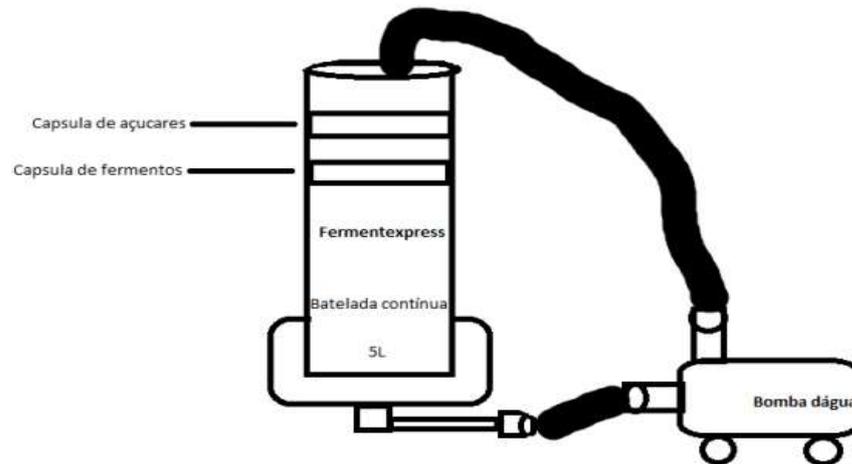
Para a montagem utilizou-se os seguintes materiais:

#### **b) Funcionamento do Fermentador**

Ao misturar água com o conteúdo dos sachês (levedura e açúcar), promove-se a fermentação. A movimentação do líquido inicia-se através da mangueira localizada na parte de inferior do equipamento, que faz a retirada do mosto fermentado e o leva até a bomba de circulação. Posteriormente, o líquido passa por outra mangueira que irá fazer o retorno ao equipamento, proporcionando inicialmente a dissolução dos conteúdos dos sachês e

posteriormente a agitação do líquido em fermentação promove a aceleração da retirada dos gases produzidos e permite maior possibilidade de contato entre levedura e substrato, acelerando o processo fermentativo (Figura 1), (Figura 2).

**Figura 1 – Esquema de montagem do Fermentexpress**



Fonte: Autor.

### c) Plano de operação

Etapa de fermentação: Adiciona-se água pura no fermentador, sachê com açúcar e aromas de interesse (no compartimento adequado) e sachê com microrganismo liofilizado (no compartimento adequado). Aciona-se a bomba de recirculação do líquido contido no fermentador. No início o líquido em movimentação é constituído de água pura, no entanto esta água transpassa os dois saches, sendo que um contém açúcar e aromas de interesse e o segundo contém a levedura desejada liofilizada. Durante esta etapa, de fermentação alcoólica, o líquido contido no interior do fermentador (Fermentexpress) é reciclado através de bombeamento. A vazão da bomba é calculada de forma que o tempo necessário para drenar conteúdo total do fermentador, seja considerado como um Reciclo (R). Após vinte (R) os sachês com microrganismos (leveduras) e com substratos (açúcar) ficam descarregados. Este procedimento ocorre com o equipamento assentado sobre uma célula de carga, para determinar a variação de massa, a qual ocorre devido a liberação de gás carbônico oriundo da fermentação alcoólica, principalmente. O bombeamento com agitação para dissolver açúcares e leveduras promove aceleração na cinética fermentativa, desta forma consegue-se reduzir a velocidade específica de consumo de açúcares ( $\mu_s$ ), por possibilitar maior contato entre microrganismo e substrato, e conseqüentemente aumenta-se a velocidade específica de produção de etanol( $p$ )

#### d) Procedimentos de uso do Fermentador

##### Etapa 1

1. Colocar sachê de levedura na entrada inferior.
2. Colocar sachê de mosto (açúcares odorizados e saborizados) na entrada superior.
3. Adicionar água na dorna até os volumes determinados, de acordo com as massas de açúcar e de leveduras nos sachês.

##### Etapa 2

1. Limpar as mangueiras onde é realizada a circulação da fermentação.
2. Ajustar a bomba com vazão adequada (aproximadamente  $1,2\text{L s}^{-1}$ ).
3. Com o equipamento carregado (água, fermento e açúcar), ligar o bombeamento (Figura 2).

**Figura 2 – Vaso fermentativo e bomba de circulação, Fermentexpress**



**Fonte:** Autor.

#### Testes de hidrostático e hidrodinâmico

Os testes hidrostáticos iniciais aferiram as capacidades do equipamento, através do enchimento com água. Este teste permitiu a observação e correção de vazamentos (Figura 3).

Após o teste hidrostático (colocou-se 5 litros medidos em proveta no interior do equipamento, fez-se o isolamento completo da parte superior para evitar a evaporação e deixou-se por dois dias, realizando observação visual e posterior anotação volumétrica), realizou-se os testes hidrodinâmico com água (de forma semelhante ao teste hidrostático fez-se a colocação de água no interior do aparelho e acionou-se a bomba por dois dias para teste de funcionamento e de

vazamento), para aferir vazamentos durante a circulação e aferir as velocidades de recirculação no equipamento.

**Figura 3 - Suporte adaptado**



**Fonte:** Autor.

#### **e) Teste Fermentativos**

Foram realizados testes fermentativos com o objetivo de verificar a eficiência da fermentação e tempo. A eficiência da fermentação foi calculada com base no total de etanol produzido (gramas) do total de açúcar fornecido (gramas), quando comparado com os valores teóricos de Gay Lussac, considerado Eficiência de 100% (100g de glucose produz 51,11 g de etanol). O tempo de fermentação, ou seja, a produtividade, foi determinada quando a célula de força não detectava variações com diferenças de duas casas decimais (0,1). Pode-se inferir que durante o processo de fermentação, caso seja acoplado um sistema de acompanhamento automático, pode-se realizar a construção de gráficos de redução de massa devido a liberação de CO<sub>2</sub> que poderá ser equacionada e derivada para determinação de valores das velocidades de produção de CO<sub>2</sub>, que no caso de fermentação alcoólica está intimamente ligada a produção de etanol.

Utilizou-se a fórmula de Proust (REDEOR, 2019), para determinar o teor de Brix adequado ao grau alcoólico de vinho desejado, desta forma calculou-se a massa de açúcares a serem adicionados nos saches e a massa de levedura liofilizada, que se manteve ao redor do valor de dez por cento do volume em fermentação.

Para o processo de destilação ocorrer a temperatura do vinho após a fermentação deve ser elevada até 90 °C, uma fonte externa de calor deve ser utilizada.

**f) Reconstrução**

A partir dos primeiros testes fermentativos, conseguiu-se detectar vazamentos e conexões inadequadas, posições de válvulas de difícil controle e planejou-se o aquecimento do equipamento para a destilação do vinho. Com isso foram alteradas algumas posições de válvulas e curvas no novo modelo e um aquecedor foi forjado no corpo do aparelho, bem como alguns tubos através de aberturas e fechamentos de válvulas se transformam em uma alonga e captel. Um sistema de resfriamento dos vapores obtidos no processo de destilação foi incorporado ao equipamento (Figura 4).

**g) Novos componentes**

Termômetro digital, aquecedor para 100°C, Válvulas para controle do vapor, sistema de resfriamento de vapores da destilação.

**Figura 4 - Modelo Novo do Fermentador (Fermentexpress)**



Fonte: Autor.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo do Fermentador “Fermentexpress” contém funções no processo de acelerar a fermentação que durou entre seis a doze horas, dependendo da concentração alcoólica do vinho produzido desejado, sendo respectivamente 7 e 13 °GL. Também pode-se proporcionar a detecção do final da fermentação, pela equação diferencial da massa ao tempo.

A transformação do aparelho fermentador, em um aparelho destilador, foi realizada manualmente, fechando e abrindo válvulas específica no equipamento e acionando o aquecedor elétrico de 1000 W, aumentando a temperatura do vinho para 91,9 °C. (Figura 5)

As operações de transformação de fermentador para destilador podem sofrer automação, sendo que a eficiência média das fermentações foi de 88%, podendo ser melhorada com automação e controle da temperatura e da velocidade de circulação (Figura 5 e Figura 6).

**Figura 5 - Averiguação da temperatura, de forma digital**



Fonte: Autor

##### **a) Movimentação do líquido em fermentação.**

A circulação dentro das tubulações foi conduzida e controlada por válvulas de esfera (Figura 6).

Figura 6 – Válvulas para o controle de circulação



Fonte: Autor.

### b) O processo de fermentação

Os testes de fermentação detectaram tempos variados de seis a doze horas, dependendo do conteúdo de açúcar adicionado, para estabelecimento de teor alcoólico desejado (Figura 7).

Figura 7 - Modelo Novo Controle Fermentativo



Fonte: Autor

### c) Destilação

A destilação foi realizada em 90 minutos, com algumas operações sendo realizadas manualmente, como o fechamento e aberturas de válvulas no equipamento antes do início do processo, a retirada os saches de açúcar e de levedura (Figura 8).

Figura 8 – Destilação em funcionamento, destaque para as válvulas



Fonte: Autor.

## CONCLUSÃO

Uma ruptura aos processos tradicionais de fermentação e destilação para bebidas foram conseguidos com o equipamento projetado.

Um único equipamento realiza duas operações unitárias, fermentação e destilação, economizando recursos e tempo.

O equipamento pode ser utilizado em pequena escala para produção de bebidas e deve ser testado em escala maior para entender o comportamento, no caso de biocombustíveis.

Os futuros aprimoramentos deverão ser no compartimento dos saches, bem como saches devem ser elaborados para esta utilização, especificamente.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Tecnologia de Piracicaba "Deputado Roque Trevisan", Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS. Workshop produção de etanol. 2006. Disponível em:  
[http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/termo\\_referencia\\_etanol.pdf](http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/termo_referencia_etanol.pdf).
- ALCARDE, A. R. *Árvore do conhecimento, cana-de-açúcar*. Net. Agência Embrapa Informação e Tecnologia. EMBRAPA. 2006. Disponível:  
[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_105\\_22122006154841.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_105_22122006154841.html). Acesso em: 09 ago 2019.
- ALCOOLBRÁS. Guerra contra as bactérias. *ALCOOLBRÁS, São Paulo, n. 91*, 2005. Disponível em: [http://www.editoravalete.com.br/site\\_alcoolbras/edicoes/ed\\_91/ed\\_91\\_2.html](http://www.editoravalete.com.br/site_alcoolbras/edicoes/ed_91/ed_91_2.html).
- ALTHERTUM, F.; CRUZ, M. R. M.; VAIRO, M. L. R.; GAMBASSI, P. M. Efeito dos microrganismos contaminantes da fermentação alcoólica nas microdestilarias. *STAB*, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 42-49, 1984.
- AMORIM, H. V. *Fermentação alcoólica: ciência e tecnologia*. Piracicaba: Fermentec, 2005. 448 p.
- BOVI, R.; MARQUES, M. O. O tratamento ácido na fermentação alcoólica. *Álcool e açúcar*. São Paulo, v. 3, n. 9, p. 10-13, 1983.
- BROOKS, G. F.; VOEUX, P. J.; BUTEL, J. S. *Jawetz, Melnick & Adelberg: Microbiologia Médica*. 21. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- CECCATO-ANTONINI, S. R. Monitoramento microbiológico em destilarias: uma necessidade. *STAB*, Piracicaba, v. 16, n. 5, p. 18-19, 1998.
- COONEY, C. L. Growth of microorganisms. In: REHM, H.J.; REED, G. *Biotechnology: a comprehensive treatise*. 1981, v. 1, 75-112.
- GAVA, A. J. *Princípios de tecnologia de alimentos*. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1984. p. 284.
- GALLO, C. R.; CANHOS, V. P. Efeito do tratamento ácido no fermento sobre a microbiota bacteriana contaminante da fermentação alcoólica. *STAB*, Piracicaba, v. 9, n. 6, p. 35-37, 1991.
- LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C. *Micologia Médica: Fungos, Actinomicetos e Algas de interesse médico*. 8. ed. São Paulo: Sarvier, 1991.
- LACAZ, C. S.; MINAMI, P. S.; PURCHIO, A. *O grande mundo dos fungos*. São Paulo: USP e Polígono, 1970.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica*. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 839 p.

REDEFOR, Lei de Proust, Modulo II, disciplina 04, UNESP. Disponível em:  
[https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/41532/7/2ed\\_qui\\_m4d8\\_tm01\\_box4.pdf](https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/41532/7/2ed_qui_m4d8_tm01_box4.pdf).  
Acesso em: 08 ago. 2019.

SCHMIDELL, W.; MENEZES, J. R. G., Influência da glicose na determinação da atividade da amiloglicosidase. *Revista de Microbiologia*, v. 17, p. 194-200, 1986.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O. F. *Microbiologia*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

1 DIAS, Gustavo Daniel da Silva é discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos FATEC (Faculdade de Tecnologia) Piracicaba Deputado “Roque Trevisan”. Desenvolveu Projeto laboratorial de bebida fermentada e gaseificada 2018. Orientador Prof. Dr. Tadeu Alcides Marques na FATEC - Faculdade de Tecnologia de Piracicaba Deputado “Roque Trevisan”. Secretário Ambiental D.A. (Diretório Acadêmico) 2018 na FATEC Piracicaba. Voluntário do Programa Escola da Família 2016 a 2019 - EE Profa. Avelina Palma Losso. Estagiário do Laboratório de Alimentos 2018 a 2019 na FATEC Piracicaba. Estagiário de eventos envolvendo bebidas destiladas e fermentadas 2018. Orientador Prof. Msc. Alessandro A. Orelli Junior na FATEC Piracicaba.

2 MARQUES, Tadeu Alcides Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em 1985, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em 1991, no Setor de Açúcar e Álcool, atual LAN. Doutorado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, em 1997, na Faculdade de Engenharia de Alimentos, setor de açucarados. De 1998 a 1999 atuou no pós-doutorado em Tecnologia de Alimentos pelo CPQBA/UNICAMP, elaboração do Programa Multimídia SuKroMedia. Atua desde 1999 como docente na Faculdade de Ciências Agrárias da UNOESTE, atuando com empenho e eficiência na área de produção de biomassa para bioenergia. Iniciou atividades como docente pesquisador no programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas em 2000, e posteriormente no Programa de Mestrado/Doutorado em Produção Vegetal em 2002. Recentemente (2013) no Mestrado em meio ambiente e desenvolvimento regional (MMADRE). Diretor do Centro de Estudos Avançados em Bioenergia e Tecnologia da Unoeste. Professor da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba – Deputado “RoqueTrevisan”. [tmarques@unoeste.com](mailto:tmarques@unoeste.com)