

# *Ethanol microdestilares innovations analysis*

Dário Bonano Palacio; Prof. Dr. Rômulo Gonçalves Lins; Prof. Dr. Ricardo Gaspar

Mestrado em Engenharia e Gestão da Inovação

Universidade Federal do ABC, UFABC

Santo André, Brasil

[dario.bonano@ufabc.edu.br](mailto:dario.bonano@ufabc.edu.br); [romulo.lins@ufabc.edu.br](mailto:romulo.lins@ufabc.edu.br); [ricardo.gaspar@ufabc.edu.br](mailto:ricardo.gaspar@ufabc.edu.br)

**Abstract**— This article aims on investigate the techniques, technologies and innovative tools in sugarcane cultivation and ethanol micro distilleries. Techniques of resource planning and management, planting and monitoring aided by precision agriculture will have their indicators demonstrated as a counterpart to the most commonly known practices, which are expected to motivate the adhesion of farmers without experience with sugarcane and ethanol activities, as well as the improvement of those already involved. A innovative fresh eyes review in the current scenario may not only guarantee the energy self-sufficiency to rural producers, but also increase the supply of ethanol in rural communities, targeting on a future increase of the share of biofuel in the Brazilian energy matrix, as an alternative of using fossil fuels. In addition to the innovations already mentioned, the automation and control of micro distilleries will also be evaluated as a tool for reducing the producer workload, improving product quality control and increasing safety. The integration between agricultural and industrial production, supported by correlated data, based on 4.0 industry concepts, will be the focus of a new vision of ethanol production. Understanding the production process from beginning to end, and analyzing critical factors such as risks, bottlenecks and productivity, aiming possible and viable innovations, could mean a major improvement in a sector with so much potential as ethanol production in Brazil.

**Keywords**— *ethanol; micro distillery; resources management; precision agriculture; 4.0 industry.*

## I. INTRODUÇÃO

Sensato (2008) do Jornal da Unicamp, relata uma iniciativa da universidade de incentivo e apoio aos produtores rurais a produzirem o próprio etanol e cana-de-açúcar em paralelo com a atividade principal da fazenda. O foco do projeto é o apoio para que o pequeno produtor diversifique suas atividades de maneira complementar, com alternativas de renda, por meio das microdestilarias de etanol e açúcar, mantendo as áreas de plantação, pecuária e cana. O professor Enrique Ortega, também da Unicamp, relata o exemplo do geólogo e produtor rural Marcelo Guimarães Mello, que implantou uma microdestilaria para produzir etanol fora da monocultura, integrada à produção de leite e carne. Segundo Ortega, o modelo de Mello é indicado para agricultores do Brasil e outros países tropicais, pela facilidade de plantação da cana, e é uma oportunidade para geração de emprego e fixação do homem na lavoura, a partir de um investimento reduzido.

A Agência Nacional do Petróleo (ANP) é o órgão do Governo Federal do Brasil que regula as atividades relativas aos biocombustíveis, sua comercialização e qualidade. Para a comercialização do etanol anidro ou etanol hidratado como combustíveis é necessário atender a diversas resoluções da ANP com relação às características físico-químicas, hidratação, cor e pureza, além da instalação e operação da usina. Quando produzido e usado pela mesma pessoa ou empresa, no caso de um produtor rural, o etanol pode ser consumido livre de qualquer controle governamental, exceto a venda para postos. Ainda existe a possibilidade de troca do produto através de parcerias com cooperativas, órgãos públicos e outros produtores. O sistema de autoprodução possibilita o fornecimento de energia para outras atividades. A tecnologia das microdestilarias não é protegida por propriedade intelectual, o que significa que pode ser implantada apenas com o assessoramento de quem já utiliza o sistema [1].

Em Angatuba, no Estado de São Paulo, a implantação de microdestilarias proporcionou às famílias da zona rural uma renda de R\$ 4.000,00 a R\$ 5.000,00 mensais, o combustível abastece a frota da prefeitura, além do açúcar para as escolas [1].

O debate acadêmico aponta para a viabilidade da atividade, com ressalvas sobre a forma de organização da produção e da comercialização com oscilações de parâmetros como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *payback*. Ressente-se nos estudos o detalhamento dos custos, as condições técnicas e especificações dos sistemas agroindustriais. Os indicadores de viabilidade dependem da produtividade e dos custos, assim como do preço arbitrado para entrega do etanol, onde autores divergem [2].

Não havendo padronização e consenso nas definições de porte para as menores destilarias, o IPEA definiu microdestilarias como as que têm capacidade máxima de produção de 1.000 l/dia ou 180.000 l/ano, em propriedades de até 50 hectares, de agricultura familiar ou cooperativa, com planta industrial ou semi-industrial. Este trabalho concentra-se na microdestilaria, pois de acordo com o Censo Agropecuário (2017), 2.236.400 estabelecimentos rurais brasileiros, (45% do total) têm área entre 5 e 50 hectares, sendo que 855.561 se encontram na faixa entre 20 e 50 hectares.

O objetivo deste artigo é discutir e trazer inovações, resultados e indicadores de pesquisas tecnológicas no gerenciamento otimizado de recursos e insumos para a

microprodução de etanol hidratado combustível, a fim de alavancar a autossuficiência e excedentes energéticos para a agricultura familiar e cooperativas. Além disso, um modelo tecnicamente viável de microdestilaria automatizada, baseada nos conceitos de indústria 4.0 para o gerenciamento de recursos integrados será apresentada, assim como suas vantagens.

## II. POTENCIAIS INOVAÇÕES PARA A OTIMIZAÇÃO DE PRODUÇÃO E USO DE RECURSOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL

O modelamento, simulação e estimativa de dados e indicadores de uma microdestilaria pode ser complexo devido ao número de variáveis que podem afetar o processo. Sendo assim este artigo procura trazer referências de soluções a fatores que possam resultar em melhor desempenho de indicadores que tenham maior influência no processo total, como aumento de produtividade, eficiência e segurança, assim como a diminuição de desperdícios e carga de trabalho. Dentre os vários fatores envolvidos, os principais fatores são: a atividade agrícola e a microdestilaria.

### A. Atividade agrícola

A cana-de-açúcar é um vegetal de alta produtividade e muito adequado às condições agrícolas do Brasil. Inovações no preparo do solo, plantio e tratos culturais, impulsionadas por ferramentas com a agricultura de precisão e sinergia com outras atividades, podem aumentar significativamente a produtividade.

O plantio convencional da cana é feito com toletes de 30 a 50 cm cortados de plantas adultas, o rendimento de matrizes é de 1:7, onde 1 hectare de plantas adultas, cortadas entre 9 e 12 meses de idade, fornece material para 7 hectares [3].

Em técnicas de plantio como as Mudas Pré-Brotadas (MPB), o agricultor pode cultivar mudas em viveiros feitas com minirrebolos de 3 cm cortados no nó entre-colmos da planta madura. Aproveitando melhor a planta, o rendimento pode até dobrar. Além disso, a muda em viveiro se desenvolve com maior vigor e um sistema radicular mais robusto, garantindo maior chance de sobrevivência no canavial [4].

O sistema de mudas pré-brotadas tem seu potencial de ganho aumentado quando combinado com o sistema MEIOSI. Para formação do canavial combinando os dois sistemas, linhas de cana são plantadas entre talhões que receberão uma leguminosa como soja ou amendoim no primeiro ano. As leguminosas fixam nutrientes necessários à cana no solo, e por ter ciclo de produção mais rápido, garantem renda e retorno de parte do investimento no primeiro ano. Após a colheita, as linhas de cana são cortadas e replantadas nos talhões disponibilizados. A receita da cultura intermediária, acelera retorno do investimento no plantio da cana. Em pesquisa realizada em uma fazenda do interior do estado de São Paulo, apurou-se rentabilidade de R\$7.884,52 por hectare em 5 anos no sistema MPB e R\$14.740,91 quando combinado com a MEIOSI [5].

A economia de cana na produção de mudas permite o plantio de uma área maior, sem o aumento de custo desse

insumo. Ao passo que a produtividade média da cana no Brasil é de 73 ton/ha/a [6], o potencial, pelo menos experimental é de 300 ton/ha/a [2].

O preparo do solo, aliado a seleção criteriosa de variedades adequadas ao terreno, composição do solo, clima e uso da cana, desde que feito por profissional ou entidade competentes e experientes, garantem ao produtor mais segurança para a qualidade e resultados de suas safras. Além do planejamento, a agricultura de precisão melhora o uso de insumos, aumento da produtividade por área e a diminuição dos impactos ambientais. Para a utilização da tecnologia é necessário o domínio de conhecimentos básicos na coleta e interpretação de dados sobre as variações locais de campo. O desafio da agricultura de precisão está na medição de parâmetros de solo, planta e clima, com frequência espacial e temporal nas áreas de produção, e a correlação com os parâmetros de produtividade.

Recentemente a demanda pela tecnologia de piloto automático, alavancada pela disponibilidade de sistemas de posicionamento de alta precisão, permitiram ganhos reais no gerenciamento do sistema, com plantio mais preciso, reduzindo perdas durante a colheita, e melhor rendimento operacional [7].

Um passo essencial para a agricultura de precisão é o monitoramento da produtividade da cultura. Na colheita mecanizada da cultura, os dados de posição aliado a dados de sensores que medem esforços das máquinas, assim como os de massa transportada, alimentam os mapas de produtividade. A produtividade é então analisada em comparação com as análises de solo, permitindo ações de correção de nutrientes e irrigação mais precisas [7].

Observa-se que a maioria dos estudos e aplicações da agricultura de precisão são predominantemente aplicados em produções de grande escala. Mesmo assim, é possível dimensionar a aplicação em escalas menores. Quanto a análise de solo, a metodologia pode ser similar em grandes e pequenos talhões. Porém a medição da produtividade em áreas que não serão colhidas com máquinas sensorizadas, pode ser computada com amostras colhidas, medidas manualmente e registradas.

A medição da produtividade ainda pode ser realizada baseada em imagens de drones, equipados com câmeras específicas (RGB) para espectros de luz e imagem propícios ao monitoramento vegetal. Empresas com a Horus Aeronaves [8] se utilizam de técnicas como a contagem de plantas, análise de falhas nas linhas de plantio e análise da cobertura do solo, para formar o mapa de produtividade.

### B. Microdestilaria

Os processos da transformação de cana-de-açúcar em etanol em uma microdestilaria podem variar devido ao porte, tecnologia e gestão adotados. A cana colhida precisa passar pelo processo de esmagamento para a extração da garapa, que é armazenada em dornas de fermentação. Após a fermentação, o produto resultante é uma mistura de principalmente água e etanol. A próxima etapa do processo é a destilação, onde no aquecimento da mistura a água é evaporada, até levar a concentração de etanol para o grau de concentração apropriado para o uso como combustível.

O processo de destilação pode ser considerado o mais crítico em uma micro usina de etanol, pois é o processo com maior impacto nos seguintes itens: *i)* qualidade final do produto; *ii)* custo de insumos ao processo, como a lenha ou bagaço usados na fornalha de aquecimento do destilador; *iii)* risco a segurança pessoal e ambiental, uma vez que envolve queima, vapores sob pressão e substância inflamável.

1) *Desenvolvimento de SCADA Aplicado em uma Coluna de Destilação*

Em resposta às dificuldades apontadas, o monitoramento e controle da coluna de destilação pode diminuir a carga de trabalho do produtor ao mesmo tempo que monitora e corrige a qualidade do produto, além de poder monitorar e corrigir situações de risco. Ramos et al. (2014) relatam o experimento de uma aplicação do sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), ou Supervisor de controle e aquisição de dados, para uma coluna de destilação, pode ser um bom modelo de monitoramento e controle a ser aplicado em instalações existentes ou novas. Conforme demonstrado na Fig. 1.

O experimento implementado na coluna de destilação do Laboratório da Universidade Federal de Santa Maria envolveu a instalação de sensores de pressão, temperatura e vazão no destilador, assim como válvulas de controle. Os sensores e atuadores foram então conectados a um controlador lógico programável (CLP). O CLP foi integrado a um computador através de um aplicativo de supervisão customizado. A interface da aplicação monitora em tempo real todos os pontos sensorizados do destilador, além de armazenar os dados, assim como envia comandos de atuação, automáticos ou manuais, dependendo da configuração [9].

Na Fig. 2, observa-se a coluna de destilação, interfaces de entrada e saída, além dos sensores e atuadores. Ramos et al. (2014) ainda desenvolveram um modelo para estimar a concentração de etanol na mistura com base na temperatura e modelos termodinâmicos. O erro apurado ficou abaixo da faixa de 10%, o que se constata como satisfatório, dado o alto custo de sensores específicos como o de concentração.

Os dados coletados e armazenados no processo de destilação, desde que identificados aos lotes colhidos de matéria-prima, aliados a dados da agricultura de precisão podem gerar indicadores importantes ao produtor rural.

O histórico da cadeia de dados dos processos agrícola e de transformação, analisados criticamente podem significar uma grande vantagem no planejamento produtivo futuro,

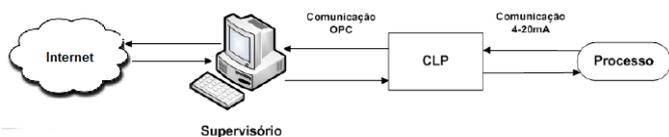


Fig. 1. Arquitetura do sistema. [9]. \*Modificado pelo autor.

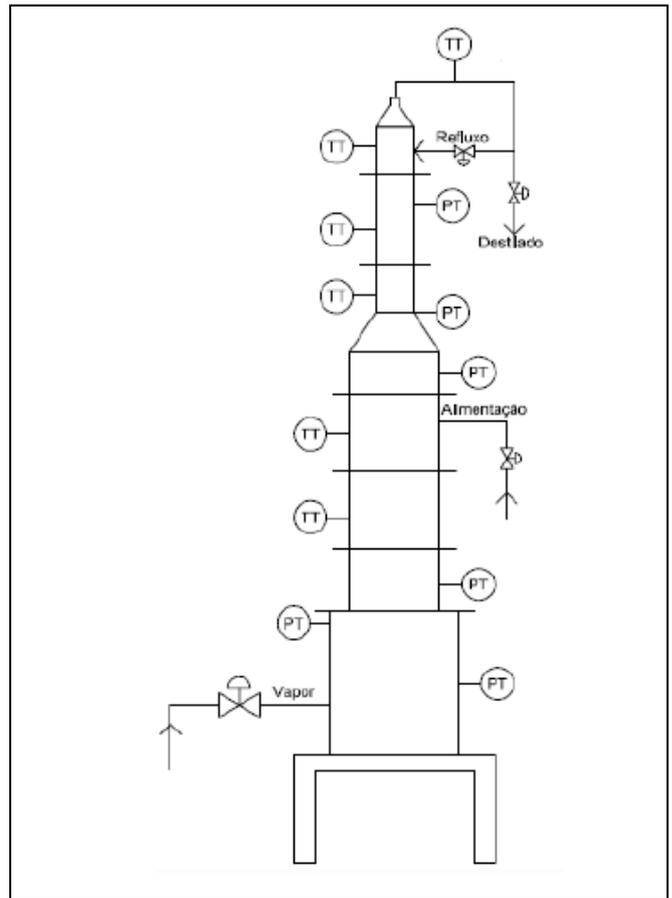


Fig. 2. Diagrama da coluna de destilação. [9]. (2014).

forneendo indicadores de resultado da qualidade final do produto e produtividade, pelas variáveis que se destaquem do início ao fim do processo.

O produtor ainda pode ser beneficiado pela sensorização e sistematização de seus processos, integrando tudo através da internet das coisas. A partir da contratação de aplicações, o produtor pode ter acesso instantâneo a seus monitores e históricos em dispositivos móveis, ainda pode compartilhar tudo com seus colaboradores e prestadores de serviço, facilitando a comunicação e tomada de decisões.

O sistema SmartPOS apresenta-se ao mercado como uma solução viável para administrar os dados colhidos ao longo dos processos e gerar dados para a gestão do negócio, como volume de estoques, apuração de custos, cadastros, vendas, históricos e contabilidade fiscal. Integrado a aplicação supervisória, ainda serve como porta de entrada de dados manuais, que ainda não contemplam automação. Trata-se de uma ferramenta multiplataforma com aplicativos para computadores e dispositivos móveis, como *smartphones*.

As informações disponibilizadas no aparelho celular do produtor, podem ser de grande valia na negociação não apenas de suas vendas de etanol e subprodutos, pelo monitoramento de custos e estoques, assim como na compra de seus insumos com o histórico de preços.

### III. CONCLUSÃO

A inovação nos processos e controles, desde que bem planejada, têm potencial de melhoria de produtividade e qualidade, além de redução de desperdícios e fatores de risco. Referente a produção e processamento de cana e etanol, o Brasil conta com um grande número instituições e pesquisas, que embora fragmentadas e mais voltadas a atividade de grande escala, podem servir de referência para produtores iniciarem ou melhorem seus processos baseados em experimentos de sucesso.

Ao agregar tecnologias bem-sucedidas adotadas na indústria de bens de consumo, a agricultura e o processo de fabricação de etanol têm grande potencial de transformar a microprodução em uma atividade de rentabilidade atrativa ao investimento. Porém a atividade precisa ter sua regulamentação revista pelo poder público para que a comercialização possa ocorrer em volume significativo e o produtor possa obter receita.

#### REFERENCES

- [1] SENSATO, V. Projeto de microdestilaria de Álcool é alternativa para pequeno produtor rural. (Acessado em 09/08/2019), [https://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/dezembro2008/ju418\\_pag07.php](https://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/dezembro2008/ju418_pag07.php), 2008.
- [2] IPEA. Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas. (2016) (Acessado em 07/07/2019), [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160315\\_livro\\_quarenta\\_anos\\_etanol.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160315_livro_quarenta_anos_etanol.pdf)
- [3] Santos, F.; Borem, A.; Caldas, C. Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologia e perspectivas. 2010. Universidade Federal de Viçosa.
- [4] Pinto, L. E. V. et al. Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em função de diferentes substratos. In: Colloq Agra. Anais. . . 2016. v.12, p.93{99.
- [5] Zilli, A. G.; Ferreira, P. R. D. N. Apuração de custos para diferentes métodos de plantio de cana-de-açúcar, 2018.
- [6] IBGE. Censo Agropecuário. (Acessado em 17/09/2019), <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?edicao=21858&t=resultados>, 2017.
- [7] Bernardi, A. C. De C.; Naime, J. De M.; Resende, A. V. De; Bassoi, L. H.; Inamasu, R. Y. (Ed.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 442-457. ISBN: 978-85-7035-352-8
- [8] Horus Aeronaves; 3 maneiras de estimar a produtividade. (Acessado em 18/09/2019), <https://horusaeronaves.com/3-maneiras-de-estimar-a-produtividade-com-drones>, 2019.
- [9] Ramos, André Jaques Et Al. Desenvolvimento De Scada Aplicado Em Uma Coluna De Destilação. (Acessado em 23/09/2019) [https://www.researchgate.net/profile/Andressa\\_Apio/publication/316911270\\_Desenvolvimento\\_de\\_SCADA\\_Aplicado\\_em\\_uma\\_Coluna\\_de\\_Destilacao/links/59175ef64585152e19a10a23/Desenvolvimento-de-SCADA-Aplicado-em-uma-Coluna-de-Destilacao.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andressa_Apio/publication/316911270_Desenvolvimento_de_SCADA_Aplicado_em_uma_Coluna_de_Destilacao/links/59175ef64585152e19a10a23/Desenvolvimento-de-SCADA-Aplicado-em-uma-Coluna-de-Destilacao.pdf), 2014.
- [10] SmartPOS. (Acessado em 23/09/2019) <https://www.smartpos.net.br/>