

APLICAÇÃO DO GLP COMO RECURSO ENERGÉTICO EM
CERVEJARIAS - AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSO
PRODUTIVO

Categoria: Aplicações do GLP

Autores

Ana Eliza Vairo – ana.vairo@ultragaz.com.br

Ana Claudia Silveira Andrijauskas – ana.andrijauskas@ultragaz.com.br

Artur Akira Araki – artur.araki@ultragaz.com.br

Denis Paquier Binha – denis.binha@ultragaz.com.br

Erik Trench Alcantara Santos – erik.santos@ultragaz.com.br

Lorraine Coisse – lorraine.coisse@ultragaz.com.br

Marco Raposo Righi – marco.righi@ultragaz.com.br

Washington Flavio Pereira – washington.pereira@ultragaz.com.br

Rennan Ohira Dias – rennan.dias@ultragaz.com.br

São Paulo
2021

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - História da Cerveja	7
Figura 2 - História da Cerveja no Brasil	8
Figura 3 - Produção de Cerveja no Brasil de 1985 a 2016 (em milhões de hectolitros)	10
Figura 4 - Consumo per capita 2001 a 2017 (litros/ano)	11
Figura 5 - População Brasil (milhões de habitantes)	11
Figura 6 - Número de cervejarias registradas no MAPA	12
Figura 7 - Fluxograma Processo de Produção de Cerveja	13
Figura 8 - Brassagem (mosturação, clarificação e fervura)	14
Figura 9 - Detalhamento da Brassagem	14
Figura 10 - Grãos de Malte Moído	15
Figura 11 - Curva de Aquecimento do Mosto	15
Figura 12 - Tina de Filtração	16
Figura 13 - Geradora de Vapor	18
Figura 14 - Painel de Controle	20
Figura 15 - Acesso remoto mobile	21

SUMÁRIO

1. Introdução.....	4
2. Objetivo.....	5
3. Histórico.....	6
4. Mercado.....	10
5. Produção de Cerveja.....	13
6. Oportunidades.....	19
7. Produto.....	20
8. Resultados obtidos.....	22
9. Conclusão.....	23
10. Bibliografia.....	24

1. Introdução

O GLP é utilizado em larga escala na indústria alimentícia devido às suas características de baixa emissão de poluentes, segurança de armazenamento e baixa emissão de material particulado (COSTA F., 2013). As aplicações são diversas, contemplando aquecimento de água, cocção, secagem, torrefação entre outros. Neste cenário, o crescimento de mercado de cervejarias com uso de GLP em geradoras de vapor instantâneo é notável. Em 2020, o número de cervejarias registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento já era de 1.383 unidades, representando um aumento de 14,4% comparado ao número de cervejarias do ano anterior (MAPA, 2020).

Em linha com o crescimento do mercado cervejeiro, a Ultragaz buscou entender quais as maiores dificuldades destes clientes, as possíveis oportunidades de solução e as tecnologias que melhor poderiam atendê-los. Desta forma, foi necessário o entendimento do cliente típico de cervejarias, além de: conhecimento dos processos envolvidos na produção de cerveja e a identificação das aplicações de calor.

Os objetivos gerais são apresentados no Capítulo 2, seguido por um breve histórico da Ultragaz, do parceiro de tecnologia Single Automação e da evolução histórica da cerveja no Capítulo 3. O mercado de cerveja e sua expansão nos últimos anos são apresentados no Capítulo 4, justificando o projeto e dimensionando seu impacto em âmbito nacional. O Capítulo 5 compõe o detalhamento do processo produtivo, cujas oportunidades de melhoria e possíveis ganhos são sintetizados no Capítulo 6. O produto desenvolvido é detalhado no Capítulo 7, e seus benefícios diretos apresentados no Capítulo 8. A conclusão encontra-se no Capítulo 9 e indica oportunidades futuras da aplicação e expansão de mercado.

2. Objetivo

O objetivo deste projeto foi apresentar os benefícios aos clientes que utilizam GLP em cervejarias, através do uso de sistema de controle de processos. O entendimento da oportunidade é abordado juntamente ao processo produtivo, suas respectivas variáveis controladas e efeitos na qualidade da cerveja. É importante destacar que uma abordagem holística de processo é empregada, e que o desenvolvimento não se limitou ao equipamento onde era realizada a combustão de GLP, expandindo a atuação da Ultragaz como provedor de tecnologia em controle e automação de processos industriais.

3. Histórico

3.1 Ultragaz

Até meados da década de 1930, não existia no Brasil o sistema de venda de botijões de gás domiciliar, muito menos a entrega na casa do consumidor. O pioneirismo coube a Ernesto Igel, um austríaco de Viena que veio para o Brasil em 1920 e, em 1937, fundou a Empresa Brasileira de Gás a Domicílio.

A empresa começou pequena, com três caminhões de entrega e menos de 200 clientes. Mas a ideia rendeu frutos e, no início da década de 1960, já com o nome Ultragaz, o negócio criado por Ernesto Igel tinha 1 milhão de consumidores em sua carteira de clientes.

Em 1997, a Ultragaz introduziu o UltraSystem, sistema de entrega de GLP a granel.

Fruto do processo de expansão, a Ultragaz adquiriu em 2002 a operação de distribuição de GLP da Shell no Brasil, a Shell Gás, o que permitiu à empresa alcançar a liderança no mercado de GLP. A Ultragaz também introduziu sistemas de encomendas pela internet e por SMS e permitiu que, nos caminhões de entrega da marca, o consumidor pudesse pagar o gás com cartões de crédito e débito, além de fazer recarga de celulares.

Em outubro de 2011, por R\$ 50 milhões, a Ultragaz adquiriu a distribuição de GLP da Repsol no Brasil e incorporou um volume de vendas anuais de 22 mil toneladas, o correspondente a 1% no mercado brasileiro. Nos primeiros nove meses de 2011, registrou um volume de vendas de 1,7 milhão de toneladas de GLP.

Em 2014, A Ultragaz inova mais uma vez e lança o Ultragaz Connect, o primeiro aplicativo de entrega de gás que mostra em tempo real dados do pedido, do vendedor e o trajeto do veículo até o local da entrega, promovendo uma nova experiência de compra ao consumidor.

No ano de 2015 foi marcado pelo lançamento da Academia Online, uma plataforma de educação à distância, dinâmica e interativa, que oferece treinamentos com foco no desenvolvimento e capacitação da força de vendas da Ultragaz.

Em 2016, houve a inauguração de Revenda Sustentável Ultragaz em Fortaleza (CE), construída com materiais especiais e sistemas inteligentes para redução de custos por meio de tecnologias sustentáveis.

Em 2017 Ultragaz completa 80 anos e em meados de 2019 a empresa iniciou um ciclo na inovação focado na experiência de compra e novas soluções para o uso do GLP, com a participação e realização de eventos como o MEGA Startup Weekend 2019. No mesmo ano houve a criação da Blueroom – um espaço dedicado à inovação.

Em 2020 a Ultragaz lançou o App Ultragaz, aplicativo de entrega de gás que conecta o cliente à revenda mais próxima. Desde seu lançamento o App já teve mais de 1 milhão de downloads em todo Brasil.

3.2 Single Automação

Com vasta experiência em instrumentação e aplicações de automação em processos de batelada, o Engenheiro Klinger Mello funda a Single Automação na cidade de Indaiatuba.

Com a visão de aplicar e difundir tecnologia, focou seu conhecimento no setor têxtil com projetos em todo o Brasil. Com os anos, foi estruturando a empresa para poder atuar também nos setores alimentícios, químicos, farmacêuticos e cosméticos. Pela sua visão de mercado,

agregou também uma equipe de instalação industrial que permite aplicar projetos em *turn-key* com mão de obra qualificada de solda e caldeiraria.

Em 2001 a Single Automação teve seu primeiro *case* em Cervejaria na Eisenbahn de Blumenau, onde foi possível adquirir muito conhecimento de processo, mas também criar a paixão pelo setor. As aplicações na cadeia produtiva Cervejeira são nas utilidades de fábrica, na Brassagem e na Adega. E hoje são centenas de projetos de aplicação em Cervejarias, passando por todos os portes de empresas desde as gigantes do mercado, as artesanais e *brewpubs*.

3.3 Evolução histórica da cerveja

A compreensão das alterações da cerveja ao longo do tempo é fundamental para o entendimento da evolução do seu processo produtivo e propriedades. A Figura 1 - História da Cerveja apresenta de forma resumida as particularidades da produção da cerveja:

Figura 1 - História da Cerveja



Fonte: Autor - adaptado de Trommer M. (2014) e Saint B. (2021)

Os primeiros registros sobre o consumo de cerveja datam de 2.100 a.C., neste período os sumérios destinavam cerca de 40% da produção de cereais para a cerveja. As responsáveis pelo processamento e produção da cerveja eram as mulheres. A continuidade na evolução da importância da cerveja na sociedade é notável, sendo que em 1760 a.C. foi redigido a primeira lei da cerveja, estipulando a divisão de quantidades de cerveja por classe trabalhadora (TROMMER M., 2014).

A difusão e expansão da cerveja aumenta em 1.600 a.C. através dos egípcios que empregavam a bebida como remédio para determinadas doenças, principalmente as relacionadas ao consumo de água contaminada. O processo de produção tornava o produto adequado ao consumo, uma vez que em um litro de cerveja contém-se carboidratos e sais minerais de cálcio, potássio, zinco e magnésio correspondentes à 10% da necessidade diária (ROSA, 2015).

O incremento de consumo de cerveja desde a Antiguidade até o período da Idade Média permite que em 700d.C. os monges do mosteiro de San Gallo na Suíça incrementassem a receita com a adição de lúpulo, conferindo o sabor amargo característico da cerveja dos períodos modernos.

O objetivo desta adição foi prolongar o período de preservação da cerveja, uma vez que os métodos de refrigeração eram arcaicos (SAINT B., 2021).

Em 23 de Abril de 1516, a *Reinheitsgebot* – lei de pureza alemã – foi instituída prevendo que a cerveja deveria ser produzida apenas com os seguintes ingredientes: água, malte de cevada e lúpulo. Este controle dos ingredientes utilizados é considerado garantia de qualidade até a atualidade. Além da produção de cerveja, o armazenamento adequado e durabilidade do produto pronto eram os maiores desafios neste momento.

Apenas em 27 de dezembro de 1822 o químico e microbiologista Louis Pasteur cria o processo de pasteurização, a partir do estudo da contaminação bacteriana em leite, vinhos e cervejas (ULLMAN, 2007). A pasteurização torna possível o armazenamento prolongado da cerveja através de aquecimento superior à 60°C seguido por um resfriamento repentino, eliminando significativamente os microrganismos presentes. Esta descoberta tornou possível o armazenamento prolongado de bebidas e alimentos.

Em 1836 inicia-se a produção de cerveja no Brasil, gradualmente as operações de marcas atualmente consolidadas no mercado foram iniciadas, tais como Bohemia, Brahma e Cervejaria Antártica. Os anúncios da época destacavam as propriedades da cerveja, por tratar-se de um produto até então de baixo conhecimento do público em geral. A Figura 2 - História da Cerveja no Brasil



Figura 2 - História da Cerveja no Brasil



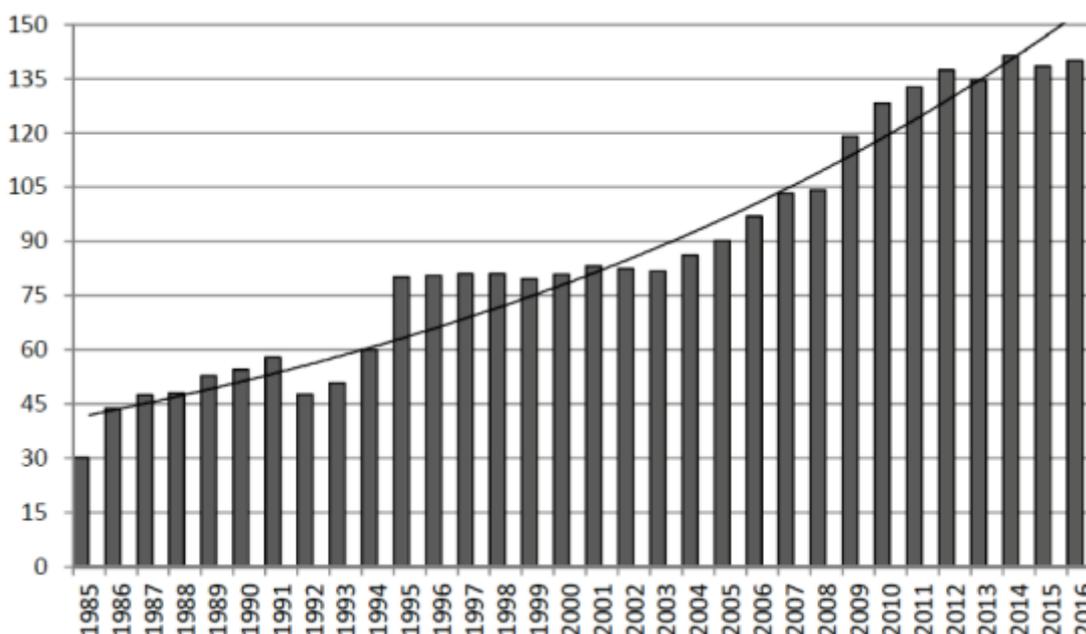
Fonte: Autor - adaptado de Trommer M. (2014) e Saint B. (2021)

Em 1990 surgem as primeiras cervejarias artesanais, com ênfase na produção de lotes menores de cerveja de alta qualidade. Em contrapartida, em 1999 é fundada a Ambev, a partir de uma fusão entre as cervejarias Antarctica e Brahma. Em um cenário, de massificação da produção pelas grandes cervejarias, diversas microcervejarias foram fundadas e expandiram até atingir a representatividade de 8% do mercado em 2012. A tendência de crescimento de mercado foi observada em 2014, onde as cervejas especiais representaram 11% do mercado.

4. Mercado

A produção de cerveja no Brasil tem crescido nos últimos 30 anos conforme apresentado na Figura 3 - Produção de Cerveja no Brasil de 1985 a 2016. A produção atingida de 140 milhões de hectolitros coloca o Brasil em terceiro lugar no ranking mundial, atrás apenas da China (460 mi hl) e dos Estados Unidos da América (221 mi hl) e à frente da Alemanha (95 mi hl) e da Rússia (78 mi hl) (MARCUSO et al., 2017).

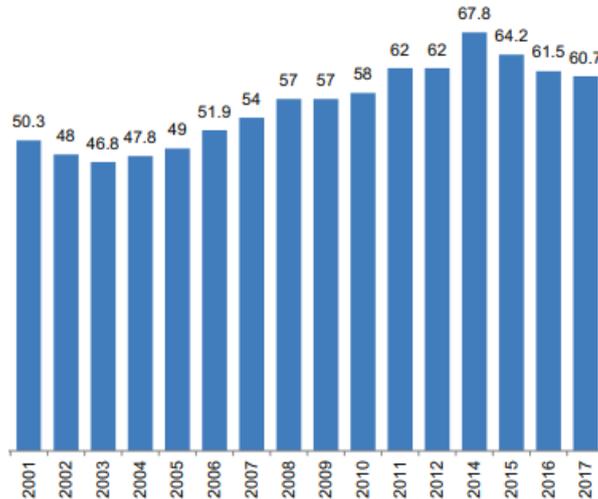
Figura 3 - Produção de Cerveja no Brasil de 1985 a 2016 (em milhões de hectolitros)



Fonte: Marcusso E. (2015)

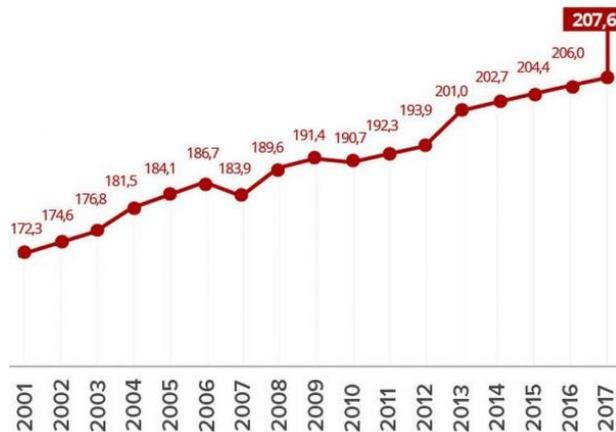
A produção de cerveja no Brasil é majoritariamente dominada por 4 grupos empresariais, sendo eles: AB InBev, Heineken, Grupo Petrópolis e Kirin do Brasil. Estas produções são realizadas por 50 fábricas distribuídas em território nacional. A produção majoritariamente de cerveja Pilsen tem sua comercialização realizada em mercados, restaurantes e bares. O crescimento no volume produzido reflete o crescimento do mercado cervejeiro em função do aumento de demanda. Houve aumento do consumo de cerveja per capita de 20,6% de 2001 a 2017, que somado a um aumento populacional de 20,4% no mesmo período impulsionou o consumo desta bebida. As evoluções do crescimento de consumo e população são apresentadas na Figura 4 - Consumo per capita 2001 a 2017 (litros/ano) e Figura 5 - População Brasil (milhões de habitantes) respectivamente.

Figura 4 - Consumo per capita 2001 a 2017 (litros/ano)



Fonte: Autor adaptado de Sindicerv/BNDES (2001/2004); Euromonitor (2005/2017)

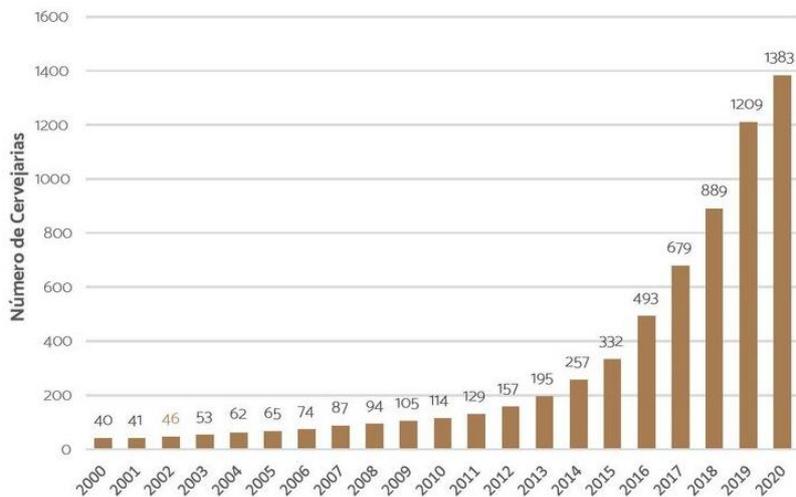
Figura 5 - População Brasil (milhões de habitantes)



Fonte: IBGE (2017)

A produção de bebidas é regulamentada e fiscalizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Sendo assim, além do crescimento do mercado consumidor, é possível acompanhar o avanço do mercado produtivo (Figura 6). Em 2001 existiam apenas 41 cervejarias em atividade, sendo que em 2020 este número foi para 1.383 unidades, representando um aumento de 14,4% comparado ao número de cervejarias do ano anterior (MAPA, 2020).

Figura 6 - Número de cervejarias registradas no MAPA



Fonte: MAPA (2020)

As necessidades deste mercado crescente só se tornam conhecidas a partir do entendimento do processo produtivo, da correlação entre as variáveis de atuação e dos apontamentos de produtores de cerveja. O Capítulo 5 apresenta o detalhamento do processo produtivo, identificando as variáveis críticas de processo e sua interferência na qualidade da cerveja. O domínio desta informação é necessário para melhor entender os benefícios que o sistema de automação e controle pode fornecer aos clientes.

5. Produção de Cerveja

A primeira etapa no processo de produção da cerveja é o planejamento da receita e aquisição de insumos. As cervejarias realizam a aquisição do cereal já maltado, sendo necessário apenas a moagem antes do início do processo de cozimento inicial (mostura).

O processo de fabricação pode ser dividido em duas grandes etapas:

1. Brassagem ou cozinha: corresponde as etapas de mosturação, clarificação, fervura e resfriamento – sendo a etapa rápida do processo, o tempo depende do volume de cerveja a ser produzido e da receita;
2. Fermentação ou adega: corresponde a etapa de fermentação e maturação da cerveja – a etapa lenta do processo de produção, variando de 4 a 10 dias de fermentação de acordo com o tipo de cerveja produzida.

As etapas básicas para produção de cerveja são apresentadas na Figura 7 - Fluxograma Processo de Produção de Cerveja. Neste fluxograma, os pontos de aplicação de calor são apresentados em vermelho, juntamente com a temperatura máxima que a mistura pode atingir nesta etapa.

Figura 7 - Fluxograma Processo de Produção de Cerveja



Fonte: Autor (2018)

A partir da validação realizada em dinâmica de *Focus Group* e entrevistas envolvendo 15 cervejarias distintas, foi possível identificar que o maior desafio estava no controle da execução da receita na etapa de brassagem (Figura 8). Desta forma, o foco de desenvolvimento de produto de tecnologia foi destinado a melhorar a etapa de brassagem e minimizar a variabilidade de qualidade do produto final.

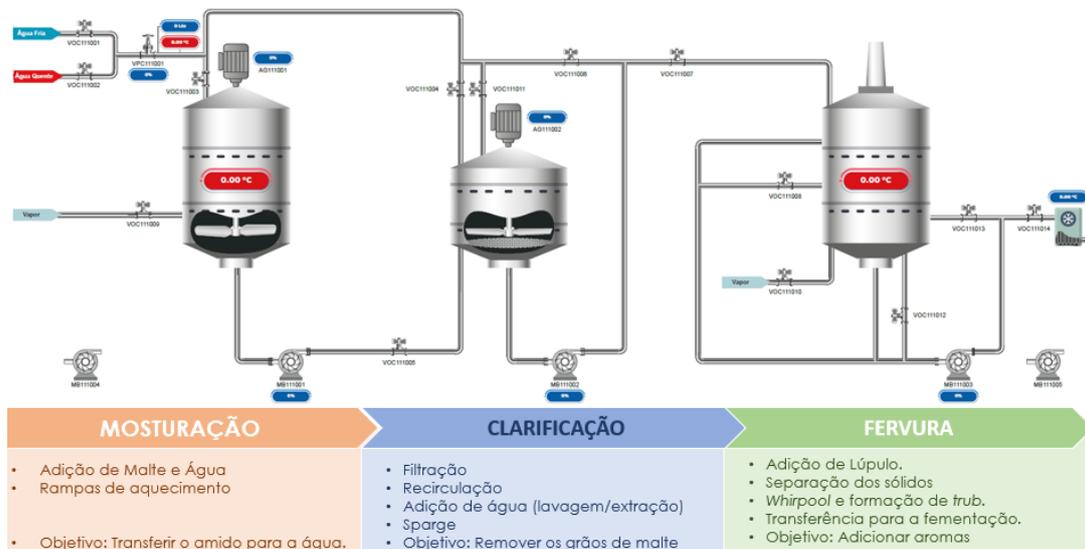
Figura 8 - Brassagem (mosturação, clarificação e fervura)



Fonte: Autor (2018)

A Figura 9 - Detalhamento da Brassagem, apresenta as etapas de mosturação, clarificação e fervura, além de resumir seus respectivos objetivos de processo. Estes processos são executados em sequência, independente da capacidade produtiva da cervejaria. Os diagramas serão sempre apresentados com três blocos de processamento uma vez que este é o mais usual entre cervejarias.

Figura 9 - Detalhamento da Brassagem



Fonte: Autor (2018)

As características de cada etapa de processamento, variáveis controladas e seus impactos na qualidade da cerveja são apresentados a seguir:

5.1 Mosturação

A mosturação é a etapa em que o malte moído (macerado) (Figura 10) é adicionado à água sendo exposto a patamares de temperatura durante tempos determinados para conversão do amido em açúcares. A mistura de água e malte aquecido denomina-se mosto. A temperatura do mosto é crítica para a extração dos açúcares fermentáveis, determinando entre outras características finais, o teor alcoólico, cor e parte do aroma da cerveja.

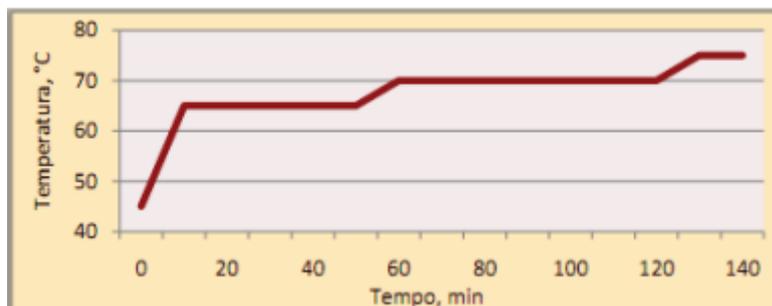
A Figura 11 - Curva de Aquecimento do Mosto apresenta um exemplo de curva típica de aquecimento.

Figura 10 - Grãos de Malte Moído



Fonte: Autor (2018)

Figura 11 - Curva de Aquecimento do Mosto



Fonte: Castle Malting (2017)

Ao final da etapa de mosturação, realiza-se a elevação da temperatura de para até 78°C com objetivo de destruir as enzimas e manter o perfil de açúcares obtido (PALMER J., 1999). Com isso, pode-se transferir o mosto para a tina de clarificação.

As principais variáveis controladas neste processo são: temperatura do aquecimento e água adicionada.

A clarificação corresponde à filtração do mosto para remoção dos sólidos suspensos provenientes do malte moído. Cervejarias utilizam uma tina de filtração – vaso com suporte filtrante no fundo onde os sólidos do mosto são acomodados. A primeira parte da filtração consiste na sedimentação do mosto no tanque sobre o filtro, acarretando formação de camada uniforme de cascas do malte. Esta camada atua como meio filtrante, além de possibilitar o aumento da extração de açúcares através da recirculação da mostura.

A recirculação da mostura no tanque de filtração ocorre segundo diagrama da Figura 9, utilizando uma bomba de fundo. Nesta etapa de processamento realiza-se o acompanhamento visual da turbidez do líquido recirculado para identificar quando o processo de filtração foi finalizado.

A Figura 12 - Tina de Filtração apresenta uma tina de filtração aberta após finalizado o processo de recirculação do mosto. Após esta etapa, o líquido filtrado é encaminhado à fervura, enquanto o bagaço extraído é removido e pode ser destinado a alimentação animal pois é rico em proteínas e sais minerais (MATOS, 2011).

Figura 12 - Tina de Filtração



Fonte: Autor (2018)

As principais variáveis controladas neste processo, e seus impactos são:

- a. Velocidade da bomba de recirculação: a velocidade de operação da bomba de recirculação influencia diretamente na eficiência de filtragem. O uso de baixas vazões de recirculação torna o processo de filtragem extremamente lento. Em contrapartida o uso de alta taxa de recirculação acarreta ineficiência de filtragem uma vez que aumenta o transporte de cascas através do meio filtrante, aumentando a turbidez do líquido. O

ajuste da velocidade da bomba na etapa de filtração é um compromisso entre tempo e turbidez desejada.

- b. Diluição: é adicionado ao processo de filtração água quente, cujo principal objetivo é colaborar com a manutenção da temperatura da solução durante a filtração, além de colaborar com a extração de açúcares do macerado. O controle da quantidade de água adicionado durante o processo de clarificação é fundamental para manutenção das características de densidade, turbidez, coloração e aroma da cerveja.

5.2 Fervura

Após a filtração o mosto filtrado é encaminhado ao tanque de fervura onde são adicionados: o lúpulo e outros ingredientes responsáveis pelo sabor da cerveja. Segundo CRUZ et. al (2008), os principais objetivos da fervura são:

- Estabilização biológica: a fervura contribui para a remoção de microrganismos nocivos à etapa de fermentação através da esterilização do mosto;
- Extração e transformação dos componentes do lúpulo: são extraídos o amargor e aromas característicos do lúpulo;
- Concentração do mosto: elimina-se parte da água adicional utilizada durante etapa de filtração, além de ajustar a densidade desejada para o mosto.

Terminada a fervura os ingredientes sólidos residuais do lúpulo e de outros ingredientes adicionados para saborizar são decantados, denomina-se *trub* este material a ser depositado no fundo da tina. O *trub* precisa ser retirado para evitar que cheguem aos tanques de fermentação, o que pode comprometer a cerveja, conferindo sabores indesejados à bebida.

A remoção do *trub* acontece através do uso de *whirlpool* – redemoinho formado pela recirculação do mosto retornando ao tanque de forma axial, possibilitando a aglutinação e decantação das proteínas e outras partículas. O mosto clarificado e livre de sólidos é encaminhado à unidade de fermentação, sendo necessário o resfriamento do mesmo em temperaturas inferiores à 27°C. A temperatura de resfriamento e transferência à fermentação depende do tipo de levedura utilizado, variando de 12°C levedura de baixa fermentação e 20°C para leveduras de alta fermentação (PALMER, 1999).

As principais variáveis controladas neste processo são temperatura e tempo de fervura, velocidade da bomba de recirculação e temperatura de transferência para a fermentação.

A fervura é a última etapa de processamento na brassagem, após esta etapa a cerveja é encaminhada à unidade de fermentação, onde recebe adição de levedura para converter os açúcares em álcool. Ao longo desta etapa é realizado o acompanhamento da temperatura dos tanques enquanto a cerveja matura em repouso. Após maturada, a cerveja é filtrada, gaseificada e envasada. A pasteurização finaliza a etapa de produção e, em cervejarias, ocorre após o envase para assegurar a durabilidade do produto.

5.3 Aplicações de Calor

O calor é fornecido para o processo de fabricação de cerveja é gerado em Caldeira ou Geradora de Vapor, dimensionados de acordo com a demanda de projeto. O vapor é aplicado através de camisa de aquecimento dos tanques nas etapas de mostura e fervura, além de ser empregado no aquecimento da água para o processo de pasteurização. O vapor também é empregado no *Clean in Place* (CIP) para higienização das partes internas dos equipamentos.

As Geradoras de Vapor realizam a produção instantânea de vapor sem que seja realizada acumulação. Por este motivo, Geradoras de Vapor não se caracterizam como Caldeiras, uma vez que segundo o inciso 13.4.1.1 da NR-13 “(..) define-se como caldeiras os equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, (..)”. Sendo assim, o uso de GLP em geradoras de vapor está em concordância à norma e legislação vigente para aplicação do energético.

Figura 13 - Geradora de Vapor



Fonte: ICATERM (2021)

A Figura 13 apresenta uma Geradora de Vapor com detalhamento da câmara de combustão em estrutura aquatubular, onde o vapor formado nos tubos de aquecimento é encaminhado a um vaso de expansão para separação de gotículas e consumo. A concepção do equipamento utiliza apenas um único motor que realiza simultaneamente o bombeio de água e o envio de ar ao queimador. Esta tecnologia é empregada em cervejarias em função do baixo custo de aquisição e manutenção quando compara a caldeiras, além da isenção de NR-13.

6. Oportunidades

O maior desafio encontrado em cervejarias é a manutenção da qualidade do produto em função da variabilidade de processo. O acompanhamento manual da operação é susceptível a descuidos que em último caso pode acarretar até em perda de produtividade. As cervejas produzidas são afetadas por questões de qualidade em função do nível de instrumentação e controle. Além disso, se um lote fora de especificação for comercializado, o impacto em recorrência de consumo e satisfação do consumidor é sensível.

Em decorrência do tempo necessário para realizar o processo de fermentação, usualmente o aumento do número de tanques de fermentação é priorizado no investimento inicial e nos investimentos subsequentes do cervejeiro. Ou seja, a brassagem – etapa crítica para a qualidade do produto – é mantida com mínimo controle de processo. Sendo assim, as oportunidades mapeadas apontam a necessidade de desenvolvimento de sistema complementar de controle de processos e automação que facilitem a operação e assegurem a qualidade e repetibilidade das receitas executadas.

7. Produto

O produto Ultragaz Cervejarias foi desenvolvido para atender às necessidades de controle e automação de cervejarias, com uso de tecnologia que permite o mapeamento de receitas, programação e controle de parâmetros de processo. O sistema de controle integrado realiza a gestão digital do processo possibilitando, de forma intuitiva, salvar e executar as receitas. Também é possível acessar os dados de produção de forma remota e consultar dados de produtividade.

Figura 14 - Painel de Controle



Fonte: Autor (2018)

A Figura 14 - Painel de Controle, ilustra a visão do operador para gerenciamento do processo produtivo através de controle integrado de todos os parâmetros de processo.

O produto ainda permite que o processo seja paralisado para execução de atividades manuais necessárias. Além disso, para processos que não necessitam de intervenção humana, o sistema avança automaticamente. As funcionalidades avançadas do sistema também permitem o processamento de duas receitas distintas em uma mesma unidade produtiva. Quando comparado a uma operação de produção simultânea sem um sistema de acompanhamento automatizado, os riscos de perdas de produção são significativamente reduzidos, visto que um único operador não tem disponibilidade e habilidade para supervisionar dois processos simultâneos.

Com a solução da Ultragaz, o controle de aquecimento é realizado de forma precisa durante a mostura e fervura. O sistema de controle de parâmetros realiza a leitura da mistura do tanque e ajusta as taxas de vapor, conforme a necessidade da receita programada. A solução também está integrada com as geradoras de vapor, sendo possível visualizar o status do equipamento no painel de controle e possibilitando a configuração de alarme caso o equipamento encontre-se inoperante.

O Ultragaz Cervejarias também realiza o controle de temperatura durante a transferência do produto da fervura para a fermentação. O sistema de controle considera os parâmetros de

processo e os ajusta para que seja atingida a temperatura adequada na saída do trocador de calor. Esta operação, quando não automatizada demanda de duas a até três pessoas para a sua realização.

A instrumentação e interconectividade de toda a brassagem (mostura, clarificação e fervura) estão disponíveis através de acesso *web* e *mobile* (Figura 15), permitindo que o mestre cervejeiro supervisione em tempo real a execução da receita pelo responsável operacional.

Figura 15 - Acesso remoto mobile



Fonte: Autor (2018)

Também foi incluído no sistema a possibilidade de salvamento de receitas em cartão SD, ideal para as cervejarias itinerantes que costumam alugar estabelecimentos variados para realizar pequenos lotes de produção. Desta forma, basta conectar o cartão SD e a receita já estará disponível para a execução.

8. Resultados obtidos

Os principais benefícios operacionais identificados pelos clientes foram:

1. Manutenção do padrão de qualidade e originalidade do produto: o controle de processos assegura uma melhor repetibilidade das receitas, mantendo a qualidade da cerveja produzida ao mesmo tempo que facilita a operação;
2. Aumento de produtividade: redução da ocorrência de erros operacionais e eliminação das ocorrências de produto fora de especificação. O aumento de produtividade também decorre da capacidade produção simultânea de duas receitas mapeadas com o sistema de controle de automação Ultragaz Cervejarias. A precisão incremental no controle do processo de filtração também reduz o tempo de execução e aumenta a produtividade da unidade;
3. Gerenciamento do portfólio de receitas: é possível salvar diversas receitas no sistema, recuperá-las e executá-las de forma simples. Este histórico traz uniformidade na execução de uma mesma receita, permitindo interações e ajustes finos em receitas existentes para a produção de cervejas ainda melhores;
4. Integração com a geradora de vapor: a supervisão remota da geradora dispensa a necessidade do operador se deslocar até o equipamento para verificar se está ligado. Sendo assim, é reduzido o *downtime* do equipamento uma vez que só seria identificado o status da geradora quando o vapor fosse requisitado e o sistema estivesse perdendo temperatura. A perda no controle de temperatura, mesmo que momentâneo, afeta a qualidade do produto;
5. Consultoria técnica especializada: a instalação e operação do sistema depende de um levantamento detalhado de processo do cliente. Os parâmetros de atuação são adequados ao formato operacional do cliente, adaptando-se a sua produção vigente e facilitando a transição do processo manual para o com supervisão e controle.

Os clientes também informam alguns benefícios econômicos, como redução de custo operacional relacionada a perdas de produção; aumento do valor agregado do produto e acesso ao controle e automação.

9. Conclusão

O entendimento dos processos de produção envolvidos em cervejarias, atrelado à capacidade técnica para engenharia e desenvolvimento do sistema de controle, foram fundamentais para projetar um produto que atenda as verdadeiras necessidades destes clientes. É importante destacar que, apesar da tecnologia contemplar a aplicação de GLP em geradoras de vapor, estes sistemas não foram a ênfase do desenvolvimento, pois o valor percebido pelo cliente estava no controle efetivo do processo produtivo da cerveja

Neste caso, existe uma quebra de paradigma pela Ultragaz, em que novas receitas e fidelização dos clientes são geradas pela comercialização de tecnologia. Sendo assim, a diversificação do portfólio de produtos permite uma atuação mais abrangente no mercado, expandindo os horizontes da representatividade tecnológica do GLP e suas aplicações na indústria nacional.

O desenvolvimento do sistema de controle para automação da brassagem de cervejarias possui resultados comprovados através de benefícios operacionais e econômicos. Destacam-se o aumento de repetibilidade do processo produtivo e qualidade do produto final, além da redução de custo operacional. A facilidade de programação do sistema e acesso em diversas plataformas colabora com a conectividade e acompanhamento remoto do processo produtivo.

Por fim, a aplicação de GLP em cervejarias atualmente é limitada a unidades com geradoras de vapor instantâneo, porém espera-se que nos próximos anos seja disponibilizada a operação em caldeiras. Neste caso, a tecnologia desenvolvida ganha ainda mais representatividade uma vez que o mercado captável possui aumento de volume significativo. A aplicação de GLP em caldeiras apresenta redução de emissões de gases do efeito estufa e particulados, desejável em um cenário global de redução de emissões e soluções sustentáveis.

10. Bibliografia

TROMMER M. W.; Avaliação do Processo Produtivo da Cerveja com Abordagem de Ciclo de Vida, Dissertação para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, SP, 2014.

SAINT B., Uma breve história da cerveja, disponível em <http://www.saintbier.com/historia-cerveja#:~:text=Uma%20breve%20hist%C3%B3ria%20da%20cerveja&text=H%C3%A1%20evid%C3%Aancias%20de%20que%20a,remetem%20aos%20Sum%C3%A9rios%2C%20povo%20mesopot%C3%A2mico>, 2021.

ROSA N. A.; AFONSO J. C.; A Química da Cerveja, Revista Química Nova na Escola – Sociedade Brasileira de Química, Vol. 37. ,nº2, pag. 98-105, maio de 2015, São Paulo, Brasil.

Ullmann, Agnes (August 2007). "Pasteur-Koch: Distinctive Ways of Thinking about Infectious Diseases". *Microbe*. 2 (8): 383–387. Archived from [the original](#) on 10 May 2016. Retrieved 12 December 2007.

MARCUSSO E. F.; MULLER C.V.; A Cerveja no Brasil: O Ministério da Agricultura informando e esclarecendo, Relatório do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. Fonte: site do MAPA

MARCUSSO E. F.; As Microcervejarias no Brasil Atual: Sustentabilidade e Territorialidade, Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, SP, 2015.

IBGE 2017, adaptado de Brasil tem mais de 207 milhões de habitantes segundo IBGE disponível em [https://Brasil tem mais de 207 milhões de habitantes, segundo IBGE | Rádio VIVA FM \(radioviva.fm.br\),2017](https://Brasil%20tem%20mais%20de%20207%20milh%C3%B5es%20de%20habitantes,%20segundo%20IBGE%20|%20R%C3%A1dio%20VIVA%20FM%20(radioviva.fm.br),2017)

MAPA 2020, adaptado de O mapa da cerveja no Brasil disponível em <https://revistabeerart.com/news/cervejarias-brasil> , 2020

PALMER, J. How to Brew. 1999.

MATOS, R. A. G.; Cerveja: Panorama do Mercado, Produção Artesanal, e Avaliação de Aceitação e Preferência, Trabalho de Conclusão de Curso, requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011

ICATERM; Gerador de Vapor Instantâneo SigmaFire Clayton disponível em: <https://www.icaterm.com.br/geradores-de-vapor-instantaneo/gerador-de-vapor-instantaneo-sigmafire-clayton/>, 2021