



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

UM ESTUDO DE CASO NA REDUÇÃO DE CONSUMO DE VAPOR EM UMA CERVEJARIA UTILIZANDO A METODOLOGIA KAIZEN

Alex Pereira da Silva

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara (UNIARA)

Danver Messias Bruno

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara (UNIARA)

Resumo: Cada vez mais as empresas buscam melhorar seus indicadores, maximizar seus lucros e ao mesmo tempo minimizar seus custos, e acabam criando melhorias que contribuem para esta questão. O Kaizen, com sua origem japonesa que significa mudar para melhor, é amplamente utilizado por empresas para melhoria de processos produtivos. Neste trabalho será apresentado uma proposta, na qual a cervejaria em questão, encontrou com a implementação da metodologia Kaizen envolvendo os técnicos do setor, ações que contribuíram para a redução do consumo de energia térmica, no caso o vapor utilizado na fervura do mosto como meta de reduzir os custos na produção, mas sem que isto afetasse a qualidade final do seu produto e alcançando resultados que se converteram em ganhos financeiros para a unidade, representando um resultado maior que o esperado, comprovando a eficácia da aplicação do Kaizen na melhoria contínua.

Palavras chave: Cerveja, Metodologia, Kaizen.

A CASE STUDY ON REDUCING STEAM CONSUMPTION IN A BREWERY USING THE KAIZEN METHODOLOGY

Abstract: More and more companies seek to improve their indicators, maximize their profits and at the same time minimize their costs, and end up creating improvements that contribute to this issue. Kaizen, with its Japanese origin meaning change for the better, is widely used by companies to improve their production processes. In this work, a proposal will be presented, in which the brewery in question, found with the implementation of the Kaizen methodology involving the sector's technicians, actions that contributed to the reduction of thermal energy consumption, in this case the steam used in the boiling of the wort as a goal of reducing production costs, but without affecting the final quality of your product, and achieving results that turned into financial gains for the unit, representing a result greater than expected, proving the effectiveness of applying Kaizen in continuous improvement.

Keywords: Beer, Methodology, Kaizen.

1 Introdução

A cerveja é uma das bebidas alcólicas mais antigas do mundo, com seus primeiros registros datados por volta de 6000 anos antes da era comum (AEC), na região da Mesopotâmia, região do atual Iraque. Sua importância histórica é tão grandiosa que o primeiro código de leis escritas, o Código de Hamurabi, trata da regulação pelos Assírios sobre a produção e distribuição da bebida (YOUNG, 2018). Tal lei dizia que se alguém produzisse ou vendesse uma cerveja de má qualidade, o mesmo deveria ser morto afogado nesta cerveja.

Na Idade Média, diversos países europeus começaram a produzir cerveja em maior quantidade. O lúpulo começou a ser utilizado nos mosteiros, agregando sabores e odores à cerveja (SINDCERV, 2007). Mais tarde também, foi descoberto a propriedade de conservação do lúpulo, inibindo a proliferação de bactérias.

Em 1516 foi criada a lei da pureza alemã – Reinheitsgebot, que institui que a cerveja deve apenas conter água, malte e lúpulo. No ano de 1860 com a descoberta da levedura pelo pesquisador Louis Pasteur, foi considerada na lei a levedura como novo componente da cerveja (KUNZE, 2004, FERREIRA et al., 2011).

Atualmente, o processo de produção de cerveja passa pelas etapas de malteação, moagem, maceração, filtração de mosto, fervura, whirlpooling, resfriamento do mosto, fermentação, maturação, filtração, envasamento e distribuição (KUNZE, 2004). Essas etapas são essenciais tanto em grandes cervejarias, quanto em pequenas cervejarias artesanais.

Para acompanhar a industrialização crescente dos últimos séculos e a busca por redução de custo, melhoria no processo e maior qualidade, metodologias de gestão foram criadas para facilitar o comando das empresas. Uma delas é o Kaizen. Segundo Ito e Claro (2010), os benefícios resultantes da ferramenta podem ser de natureza quantitativa ou qualitativa. Na primeira categoria, pode-se citar, como exemplo, redução de custos e de ciclo. Já na segunda, estão os resultados intangíveis como, por exemplo, maior comprometimento, busca de desenvolvimento profissional e satisfação pelo trabalho em equipe. O Kaizen é originado de duas outras palavras: “Kai” que significa mudança e “Zen” que significa para melhor, ou seja, mudar sempre para melhor (Figura 1).

Figura 1 – Significado KAIZEN



KAI = MUDAR

ZEN = MELHOR

Fonte: Elaboração própria (2021)

A essência do Kaizen é simples e direta: Kaizen significa melhoramento. Mais ainda, Kaizen significa contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do Kaizen afirma que o nosso modo de vida – seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado. (IMAI, 1994, p.03).

A metodologia Kaizen é focada na filosofia da melhoria contínua e no envolvimento de todos os profissionais envolvidos, desde os operários de “chão de fábrica” até a alta direção.

Filosofia de melhoria contínua que prega que nenhum dia pode passar sem a busca da melhoria. Também usado como técnica de introdução da filosofia de melhoria contínua e da manufatura enxuta, focada no envolvimento das pessoas e na eliminação de desperdícios Hornburg (2009, p. 27).

Em uma cervejaria existem diversas etapas no processo na qual possuem um custo muito elevado, o que proporciona um aumento considerável no custo final do produto. De acordo com Shingo (1996), há duas maneiras para realizar melhorias de processos. A primeira consiste em melhorar o produto através de técnicas de engenharia de valor. A segunda consiste em melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista dos conceitos da engenharia de produção.

O vapor é um dos itens mais caros utilizado na produção de cerveja, e seu uso se dá em aquecimento, fervura, esterilização de equipamentos, entre outros. Com base neste fato, o presente projeto propôs identificar oportunidades no processo fabril e em seus métodos, com ênfase na redução do consumo de vapor no setor de produção de mosto, através de uma redução na taxa de evaporação do mosto, visando reduzir os custos de produção e com isso aumentar a competitividade da marca.

O estudo foi realizado em uma cervejaria que fica localizada na cidade de Araraquara, interior de São Paulo, na qual foi proposto como meta, a necessidade de redução nos custos de produção.

2 Metodologia

2.1 Local de Pesquisa

A empresa onde foi realizado esse estudo de caso é uma cervejaria de grande porte, cujo nome e localização não podem ser divulgados devido a um acordo de confidencialidade firmado entre a empresa, que assinou um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a publicação dos dados, e o autor do trabalho. A cerveja na qual serão mostrados os dados recebeu o nome de “A” para evitar exposição da marca.

Trata-se de uma cervejaria bem conceituada, na qual teve sua efetivação em 2010 ao adquirir outra cervejaria, está presente em diversos países e é produtora de diversos rótulos, que vem mostrando constante crescimento no mercado brasileiro. Atualmente existem 13 plantas no Brasil, e uma delas será tema deste trabalho.

2.2 Método

As informações deste trabalho foram coletadas pelos membros de um time de melhoria criado na área de fabricação de cerveja da fábrica, sendo composto por uma líder e cinco operadores de processo. As atividades em grupos pequenos podem ser definidas como grupos pequenos, voluntários e informais, organizados dentro da empresa para desempenhar tarefas específicas na área de trabalho. Essas atividades em grupos pequenos assumem muitas formas dependendo dos seus objetivos: círculos de CQ, movimentos de zero defeito, movimentos de zero erro, movimento para aumentar o nível, grupos de sugestões, grupos de segurança, grupos de administração pelos objetivos e grupos de conversa sobre o local de trabalho. (IMAI, 1994, p.85).

Os operadores tomaram parte nas etapas do processo, tais como:

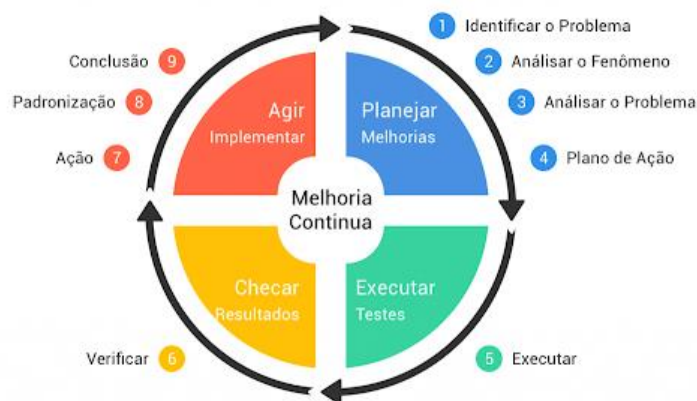
- coleta de dados;
- realização dos testes;
- levantamento de dados anteriores;
- análise dos dados;
- geração de ações com base nos dados tratados;
- análise dos resultados.

O time seguiu a metodologia de gestão PDCA, uma ferramenta dentro do Kaizen. PDCA significa Plan – Do – Check – Act ou Adjust, que em português é Planejar – Fazer – Verificar – Agir ou Ajustar (VIEIRA FILHO, 2014). O ciclo PDCA tem seu início na etapa de planejamento que tem como objetivo a parte estratégica do ciclo, ou seja, levantamento e análise das informações. Em seguida ocorre o desenvolvimento (execução) que é colocar em prática aquilo que foi identificado e designado na primeira fase. Depois de planejar e executar é necessário avaliar a qualidade do que está sendo feito com o que havia sido planejado. Toda a análise implica na necessidade de ação e correção dos problemas de divergências encontradas, o que finaliza as quatro fases do ciclo.

Sendo assim, foi definido um “roteiro” de como o time seguiria, ou seja, identificação e análise do problema e criação de um plano de ação. Os membros passaram por um treinamento simples no uso da metodologia e de 5S.

Em seguida, foram realizadas as ações e observado se os resultados foram atingidos; quando necessário, foram feitos ajustes e aplicadas as melhorias. Com isso, o ciclo se inicia novamente, como mostra a figura 2.

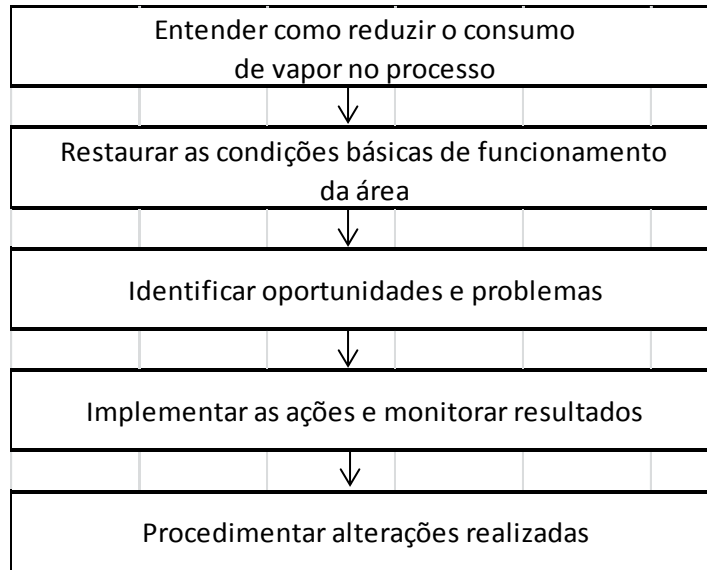
Figura 2 – Ciclo PDCA



Fonte: Ávila (2015)

O time seguiu os princípios do PDCA, então foi realizado um planejamento inicial, entendendo onde estavam e onde deveriam chegar, através disso, a primeira ação foi criar um caminho para o andamento da equipe, ficando mais claras, para os integrantes, quais ações e qual a ordem que deveriam ser realizadas. O roteiro é apresentado na figura 3.

Figura 3 – Roteiro segundo o ciclo PDCA

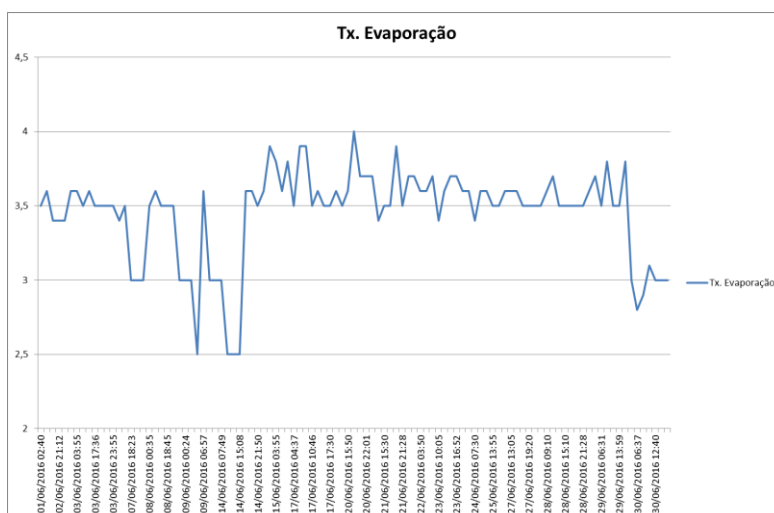


Fonte: Elaboração Própria (2021)

3 Aplicação do Kaizen

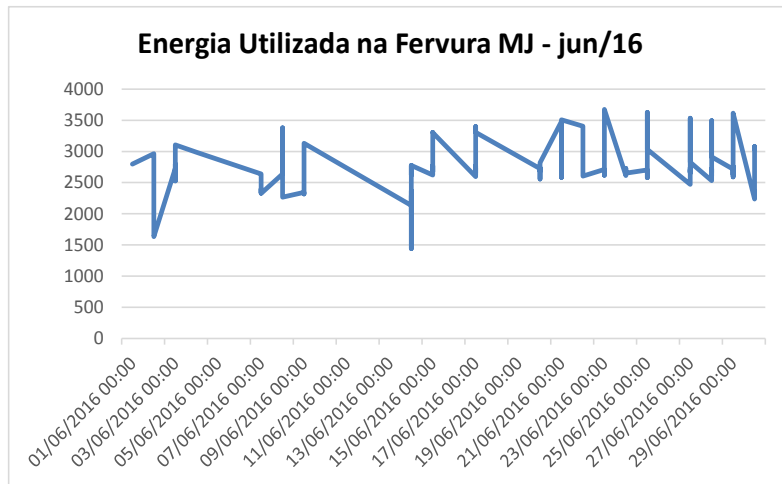
Para melhor compreensão dos itens mencionados no roteiro da Figura 3, os mesmos encontram-se descritos a seguir. Após um *brainstorm* realizado entre os membros, foi definido pela equipe que a redução de consumo de vapor no processo, seria feito na etapa de fervura do mosto, etapa na qual apresentava maior gasto. A primeira etapa consistiu em entender qual o atual consumo em uma atividade que mais se utiliza vapor, no caso a fervura do mosto, que como base é utilizado uma taxa de evaporação de 3,5% à 4,0% de volume para cada batelada produzida, representando um consumo em torno de 3.100 MJ por cada fervura realizada. Para isso foi analisado a quantidade de vapor (dado em MJ) que era consumido em cada fervura durante um mês, como mostram as figuras 4 e 5.

Figura 4 – Taxa de evaporação



Fonte: Dados coletados (2021)

Figura 5 – Consumo de vapor em MJ



Fonte: Dados coletados (2021)

Para restaurar as condições básicas de funcionamento da área, precisou-se reestabelecer as condições básicas de funcionamento dos equipamentos, com limpeza, organização e resolução de anomalias. Então foram levantadas as seguintes oportunidades:

- existiam diversos vazamentos de vapor;
- operação incorreta dos purgadores;
- falhas na medição de nível do cozinhador de mosto (calibração do sensor e revisão do cálculo);
- falhas na medição da vazão de vapor (calibração e parametrização);
- cálculos e parâmetros do programa estavam incorretos (automação).

Desta forma, foram utilizadas as ferramentas de Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe) e a Análise dos cinco porquês, que são considerados duas das sete ferramentas básicas do controle de qualidade (WONG, 2011). A seguir, é possível observar o desdobramento da Análise dos cinco porquês (figura 6).

Figura 6 – Análise dos cinco porquês

Problema	1° Por quê	2° Por quê	3° Por quê	4° Por quê	5° Por quê	n°	Ação
Alto consumo de vapor na fabricação de mosto	Operação de fervura do mosto nas caldeiras tem alto consumo de vapor	Etapa necessária para conferir as características sensoriais do mosto e eliminação de voláteis (DMS)	Influenciam as características físico-químicas e sensoriais do produto acabado	Produtos originários do "S" causam odor indesejável	Não são típicos do flavor da cerveja	1	Realizar testes analíticos e sensoriais em fabricos de mosto "A" diminuindo a taxa de 3,5% para 3% e 2,5%
Alto consumo de vapor na fabricação de mosto	Vazamento de vapor na área de fabricação de mosto	Não há priorização para retirada de vapor nas reuniões de PCM	Falta de direcionamento por escassez de mão de obra	Mecânico atende 3 áreas ao mesmo tempo (Processo, Utilidades e ETDI)	Otimização de produtividade	2	Priorizar notas de vazamento de vapor na área de fabricação de mosto
Acompanhar a análise sensorial	A redução na taxa de evaporação, pode ser insuficiente para eliminar voláteis	Esses compostos podem conferir flavor indesejáveis	Não são típicos do flavor da cerveja				Envio de amostras com taxa 2,5 % para análise sensorial e cromatográfica.

Fonte: Elaboração própria (2021)

3.1 Restaurar as condições básicas da área

Foi realizada uma limpeza inicial, etiquetagem de anomalias existentes e com o apoio da manutenção; pôde-se:

- eliminar os vazamentos de vapor existentes;
- trocar os purgadores que estavam danificados, e através de uma visita técnica foi analisado a eficiência do sistema existente;
- foi calibrado o medidor de vazão de vapor dos cozinhadores;
- revisado os parâmetros utilizados na fervura.

Com isso, o time definiu que a taxa de evaporação a se trabalhar, passaria a ser inicialmente de 3,0%, podendo abaixar para 2,5% com perspectiva de reduzir o consumo de vapor para algo em torno de 2.300 MJ por fervura realizada. Criou-se um plano de ação que definiria as datas e quem deveria executar a ação dentro do Kaizen, como mostrado na figura 7.

Figura 7 – Plano de ação

O quê	Responsável	Data plan	Status
Realizar teste em fabricos de mosto "A" com taxa de 3% e 2,5% e coletar amostra para análise de DMS	Leandro / Lucas	08/jun	Concluído
Fabricar um tanque com todos os fabricos com taxa 3%	Luiz Fernando / Caio	14/jul	Concluído
Coletar amostra do BBT com 3% para Forcing Test e degustação	Cristiane	08/ago	Concluído
Fabricar um tanque com todos os fabricos com taxa 2,5%	Fábio / Lucas	28/jul	Concluído
Coletar amostra do BBT com 2,5% para Forcing Test e degustação	Cristiane	12/ago	Concluído
Retirar vazamentos de vapor na área de fabricação de mosto	Rios / Fábio	20/ago	Concluído

Fonte: Elaboração própria (2021)

3.2 Implementar ações e monitorar resultados

Com as ações implementadas, foram analisados os dados. Os operadores da área foram treinados com o pilar de Educação e Treinamento, para que os novos padrões definidos fossem seguidos, garantindo que todos soubessem como realizar ações definidas.

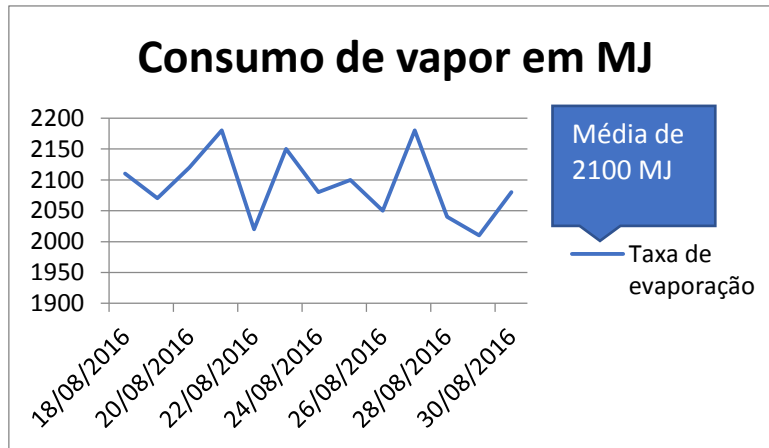
As ações propostas no Kaizen foram realizadas e reduzido a taxa de evaporação para 3,0% a partir do dia 18 de agosto daquele ano, foi realizado o acompanhamento das fervuras pelos meses seguintes e observado como seria a estabilidade da mesma, itens inerentes à receita e como foco principal, o consumo de vapor como mostram as figuras 8 e 9.

Figura 8 – Taxa de evaporação após ser reduzida



Fonte: Dados coletados (2021)

Figura 9 – Consumo de vapor em MJ



Fonte: Dados coletados (2021)

Após definido que esta taxa de evaporação seria adotada, sem apresentar alteração na qualidade do produto final, no caso a cerveja “A”, todos os envolvidos da área foram treinados com a nova alteração e as mesmas foram introduzidas no procedimento operacional existente.

4 Resultados

Com base nas análises obtidas do laboratório central, não houveram alterações sensoriais e principalmente físico-químicas na cerveja após a alteração realizada pelo time. Com a análise dos dados e com a utilização da metodologia Kaizen na área de fabricação de uma indústria cervejeira de grande porte, foi possível reduzir em 700 MJ por batelada o consumo de vapor, visto que eram feitos algo em torno de 10 bateladas todo dia na média, pode-se dizer que foi deixado de consumir na produção de cerveja 210.000 MJ por mês, representando uma economia financeira em mais de R\$105.995,00 ao ano, superando as expectativas dos envolvidos, como é apresentado na figura 10, apenas mudando o conceito de utilização dos recursos disponíveis através da metodologia que se mostrou satisfatória e eficaz como é o Kaizen.

Figura 10 – Resultado em R\$ no ganho com a redução no consumo de vapor

3. Benefícios:

	Previsto	Real
Benefícios (Planejado x Real):	1,13 MJ / hL	1,30 MJ / hL
Benefícios (R\$/ano):	R\$ 92.134	R\$ 105.995
Benefícios adicionais:	0	0

Fonte: Dados coletados (2021)

5 Considerações finais

A revisão da literatura pôde mostrar que a metodologia Kaizen se faz uma ferramenta essencial em diversos tipos de ambientes e empresas que almejam alcançar resultados satisfatórios através da qualidade total. É possível perceber um consenso entre os autores, que o Kaizen através da sua filosofia de melhoria contínua, viabiliza a redução de desperdícios e custos, otimização do processo e qualidade em nível de excelência.

Com base nos dados levantados e resultados alcançados, a idéia é aplicar a metodologia em outras áreas da fábrica, com o intuito de eliminar desperdícios e aumentar a produtividade. Diante disto, pôde-se concluir que este estudo foi fundamental para fortalecer a cultura de melhoria contínua e trabalho em equipe dentro da empresa, alcançando os objetivos propostos de maneira eficaz.

Referências

- BRITO Jr., P. **Os 8 pilares do TPM de maneira simplificada**. 2016. Disponível em: . Acesso em: 11 maio 2019.
- HORNBURG, S. **Método para Eventos Gemba Kaizen**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- IMAI, M. **A Estratégia para o Sucesso Competitivo**, 5ª Edição, Instituto IMAM, 1994.
- ITO, O. M.; CLARO, F. A. E. Aplicando o Kaizen na redução do ciclo de desenvolvimento de programas de usinagem para máquinas CNC. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 4, Campina Grande, **Anais...**, Campina Grande: Universidade de Taubaté (UNITAU), 2010.
- KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. 3. ed. Belin, Germany: VLB, 2004
- SINDCERV. **A cerveja**. Brasília: Sindicato Nacional da Indústria de Cerveja, 2007. Disponível em: . Acesso em: 21 ago. 2021.
- VIEIRA FILHO, G. L. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática**. Campinas: Alinea, 2014. 24 p.
- WONG, K. C. **Using an Ishikawa diagram as a tool to assist memory and retrieval of relevant medical cases from the medical literature**. Journal of Medical Case Reports v. 5, n. 120, 2011. Disponível em: . Acesso em: 29 ago. 2021.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. xxiv, 291 p.
- YOUNG, T. W. **Beer**. Encyclopaedia Britannica, 2018. Disponível em: . Acesso em: 29 ago. 2021.