

Implantação de sistema IoT para monitoramento da temperatura do processo de fermentação em uma vitivinícola instalada no Vale do São Francisco

Implementation of IoT system for monitoring fermentation process temperature in a winery installed in the São Francisco Valley

Andreza Carla Lopes
André¹

 orcid.org/0000-0002-8564-7377

Ricardo André Oliveira
Henriques²

 orcid.org/0009-0009-3328-4840

Jorge Cavalcanti Barbosa
Fonsêca³

 orcid.org/0000-0001-7954-2766

¹Pós-graduação em Indústria 4.0, Universidade de Pernambuco, Petrolina, Brasil.

²Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil.

DOI: 10.25286/rep.v9i3.2503

Esta obra apresenta Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

Como citar este artigo pela NBR 6023/2018: Andreza Carla Lopes André; Ricardo André Oliveira Henriques; Jorge Cavalcanti Barbosa Fonsêca. Implantação de sistema IoT para monitoramento da temperatura do processo de fermentação em uma vitivinícola instalada no Vale do São Francisco. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v.9, n. 3, p. 12-18, 2024.

RESUMO

A região do Vale São Francisco é referência em vitivinicultura tropical, estando na segunda posição na produção de vinhos no Brasil. Objetivou-se nesse estudo implantar um sistema *IoT* para monitoramento remoto da temperatura de fermentação numa vitivinícola instalada no Vale do São Francisco. Para isso, o sistema de monitoramento já existente foi adaptado para extração automatizada da temperatura em intervalos de ± 10 minutos e envio destas via *wi-fi* para o *Google Firebase*, proporcionando por meio de *dashboard* o monitoramento remoto da temperatura de uma etapa fermentativa. A partir deste, foi possível identificar rapidamente um episódio de aumento súbito da temperatura do processo, evidenciando a importância da ferramenta. É importante ressaltar ainda, a possibilidade futura de integrar ao mesmo *dashboard*, dados de mais sensores para acompanhamento de outros parâmetros importantes do processo de fermentação, fornecendo uma visão mais ampla deste e propiciando uma tomada de decisão mais rápida para minimizar danos.

PALAVRAS-CHAVE: Vitivinicultura; Dashboard; Monitoramento remoto; Fermentação alcoólica.

ABSTACT

The São Francisco Valley region is a benchmark in tropical viticulture, ranking second in wine production in Brazil. The aim of this study was to implement an IoT system for remote monitoring of fermentation temperature in a winery located in the São Francisco Valley. To do this, the existing monitoring system was adapted for automated temperature extraction at intervals of ± 10 minutes and sent via Wi-Fi to Google Firebase, providing remote temperature monitoring of a fermentation stage via a dashboard. From this, it was possible to quickly identify an episode of a sudden increase in the temperature of the process, highlighting the importance of the tool. It is also important to highlight the future possibility of integrating data from more sensors into the same dashboard to monitor other important parameters of the fermentation process, providing a broader view of the process and enabling faster decision-making to minimize damage.

Key-words: Viticulture; Dashboard; Remote monitoring; Alcoholic Fermentation.

1 INTRODUÇÃO

A Residência Tecnológica em Indústria 4.0 é um programa proposto pela Universidade de Pernambuco (UPE) em parceria com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI) e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), tendo como objetivo incentivar a migração das indústrias para o meio digital e a utilização de tecnologias 4.0 para resolução de seus problemas [1].

Esse artigo é parte do projeto proposto dentro da residência para uma das empresas parceiras, uma vitivinícola, presente no Submédio São Francisco.

Localizada a 500km de Salvador, entre o sertão da Bahia e o agreste Pernambucano, a região do Submédio São Francisco é reconhecidamente referência na vitivinicultura tropical, em função de condições edafoclimáticas favoráveis e diferenciadas para o cultivo de uvas [2].

O potencial produtivo da região foi o grande responsável por atrair as indústrias, aumentando consideravelmente a produção de vinhos na região a partir dos anos 2000, condição que alavancou a região para a segunda posição na produção de vinhos finos no Brasil, atrás apenas da região do Vale dos Vinhedos, que inclui os municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi e Monte Belo do Sul, no Rio Grande do Sul [3].

Trazendo ainda mais destaque para a região do Vale do São Francisco, no dia 1º de novembro de 2022 foi publicado na Revista da Propriedade Industrial (RPI), o seu reconhecimento como Indicação de Procedência (IP) para vinhos finos, nobres, espumantes naturais e espumante moscatel, destacando-se como área de produção de vinhos tropicais os municípios de Lagoa Grande, Petrolina, Santa Maria da Boa Vista, Casa Nova e Curaçá [4].

No âmbito da Residência em Indústria 4.0, a vitivinícola de estudo foi avaliada quanto a sua maturidade tecnológica, sendo identificados GAPS tecnológicos no que diz respeito à coleta e análise automatizada de dados importantes relacionados ao processo de produção de vinhos e espumantes, sendo este, portanto o ponto a ser atacado nesse estudo.

Para isso, propõe-se no escopo deste estudo a implantação de um Sistema IoT para coleta automatizada de dados de um dos processos mais importantes da produção de vinhos, a fermentação. Assim, o presente artigo está estruturado da

seguinte forma: A Sessão 2 aborda a tecnologia IoT no contexto da indústria 4.0 e o monitoramento da temperatura de fermentação: importância e cenário atual da vitivinícola de estudo; A Sessão 3 expõe as etapas metodológicas; A Sessão 4 apresenta os Resultados obtidos; e, por fim a Sessão 5 apresenta as considerações finais, com destaque para os benefícios da implantação desta tecnologia e as perspectivas futuras.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 IoT NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

O conceito de Indústria 4.0 foi citado pela primeira vez em 2011 na feira de Hannover na Alemanha, – conhecida como a principal feira do mundo voltada para as tecnologias industriais – em referência a uma novidade/tendência para as indústrias, o que seria a quarta revolução industrial [5]. Para Gonçalves et al. [6], a quarta revolução industrial tem como base a revolução digital. No entanto, outros autores destacam que a indústria 4.0 não se resume apenas a digitalização, engloba múltiplas ferramentas e tecnologias avançadas como inteligência artificial, robótica, manufatura aditiva, *Big Data*, IoT, computação em nuvem, entre outras, com o intuito de aumentar a eficiência operacional e produtividade das indústrias [7, 8].

Sendo considerada um dos pilares da indústria 4.0, o uso de tecnologias IoT será fundamental e protagonista nessa nova revolução industrial, em função de tornar possível a aquisição e processamento de dados, além da disponibilização de informações em tempo real [9]. Para Colombo & Filho [10], IoT pode ser definido como a capacidade de conectar à internet vários objetos do mundo físico, criando uma conexão entre o mundo físico e o virtual, podendo ser aplicada nos diversos segmentos da sociedade. Dessa forma, podemos conectar qualquer coisa do mundo físico e controlá-la remotamente.

IoT ainda pode ser dividido em subcategorias, sendo uma delas a IIoT (Industrial Internet of Things), em português, Internet Industrial das coisas, similar ao IoT, no entanto aplicado especificamente ao contexto das fábricas. No contexto industrial, IIoT une máquinas e equipamentos do mundo físico ao meio digital através de sensores que captam informações relevantes do mundo real e utilizam a internet para

enviar essas informações a plataformas de comunicação e interconexão onde esses dados serão processados [10].

No contexto da vitivinicultura, é possível encontrar na literatura diversos estudos que utilizaram IoT para monitoramento remoto de processos importantes, a exemplo dos estudos realizados por Zinger *et al.* [11], que utilizaram IoT para desenvolver um sistema de monitoramento remoto capaz de coletar dados do microclima de vinhedos em tempo real, propiciando a otimização dos recursos utilizados em campo, redução de custos de produção e prevenção ao ataque de pragas e doenças.

Rossanez, Gonçalves & Borin [12], por sua vez, construíram uma solução IoT baseada em sensores e atuadores espalhados em vinhedos para medição de diversos parâmetros, tais como temperatura, umidade relativa, luz solar e nutrientes no solo com o intuito de melhorar o aproveitamento dos recursos empregados na produção, evitando o desperdício, reduzindo custos e propiciando uma colheita de uvas de maior qualidade.

Tratando especificamente de sistema IoT para controle da temperatura do processo de fermentação, Agostini & Hennrichs [13], desenvolveram um dispositivo para medição da temperatura do processo de fermentação de cerveja artesanal, conectando a este dispositivo um módulo *wi-fi* para envio dos dados em tempo real a um repositório na web, tornando possível o monitoramento e ajuste da temperatura de forma remota através de um smartphone android.

Analisando os diversos estudos apresentados, fica evidente a importância de tecnologias IoT para se ter acesso a dados que propiciem a otimização da produção, redução de custos e aumento da qualidade final do produto produzido nas vitivinícolas.

2.2 Monitoramento da temperatura do processo fermentativo: importância e cenário atual da vitivinícola de estudo

O vinho por definição consiste em uma bebida resultante da fermentação do mosto de uvas, sendo este um processo extremamente relevante [14]. No processo de produção de vinhos, juntamente com a qualidade da uva colhida, o processo de fermentação é determinante para qualidade final do produto acabado [15].

Todos os vinhos passam pelo processo fermentativo, que pode, por sua vez ocorrer em tanques de aço inox, concreto, barricas de carvalho, entre outros. É no processo de fermentação que o açúcar natural do mosto de uvas é transformado em álcool através da ação de leveduras, presentes nas cascas das uvas ou adicionadas ao processo [15].

Em função deste ser um processo exotérmico, é de suma importância o controle de sua temperatura, uma vez que altas ou até mesmo baixas temperaturas podem retardar ou paralisar a atividade desses microrganismos, provocar a perda de aromas desejáveis nos vinhos, produzir vinhos de difícil estabilização, além de propiciar a proliferação de microrganismos que produzem compostos indesejáveis, prejudicando todo o processo de produção [15].

Portanto, esse controle deve ser feito de forma a manter a temperatura em uma faixa considerada ideal que varia de acordo com o vinho que está sendo produzido. Na vitivinícola em questão, as temperaturas adotadas para o processo de fermentação dos diferentes vinhos estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 - Faixa de temperatura ideal para cada tipo de vinho produzido na vitivinícola de estudo.

PRODUTO	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)
VINHO BRANCO	16	21
VINHO TINTO	23	28
VINHO BASE ESPUMANTE	17	22
VINHO ROSE	16	21

Fonte: Os autores.

Dessa forma, controlar a temperatura do processo fermentativo é imprescindível para geração de vinhos de qualidade elevada [15], com aromas marcantes e toques aveludados, além também de propiciar o uso racional dos recursos dispendidos no processo de produção com consequente aumento de produtividade.

Atualmente, a vitivinícola de estudo dispõe de cerca de 40 tanques de fermentação em aço inox, todos equipados com um sensor de temperatura (termoresistência PT 100) conectado a um controlador de temperatura, cujo ajustes dos *setpoints* (temperatura máxima e mínima admitida) é realizado de forma manual pelos operadores do chão de fábrica.

O controlador de temperatura por sua vez, está ligado a uma válvula solenoide e com base nos

setpoints estabelecidos pelos operadores, aciona a abertura ou fechamento do sistema de resfriamento, sendo esse processo feito de forma automática, exceto em caso de falhas nos dispositivos, onde o sistema de resfriamento pode ser ligado/desligado de forma manual.

As figuras 1 e 2 apresentam o controlador e sensor de temperatura instalados nos tanques de fermentação e a válvula solenoide, respectivamente.

Figura 1 – Controlador e sensor de temperatura instalados em um dos tanques de fermentação.



Fonte: Os autores.

Figura 2 – Válvula solenóide instalada em um dos tanques de fermentação.



Fonte: Os autores.

Apesar de realizarem o controle da temperatura do processo, os dispositivos empregados nesse controle não se conectam à internet e por esse motivo, esse monitoramento é feito de forma

manual, obrigando o operador a coletar – pelo menos duas vezes ao dia – a temperatura de cada um dos tanques, fato que torna esse processo oneroso e susceptível a falhas humanas, além de não permitir uma visualização ampla e facilitada do histórico da temperatura de fermentação de cada um dos tanques.

Em função do exposto, evidencia-se a necessidade de transformação desse sistema em um sistema IoT para realização desse monitoramento remotamente, de forma a minimizar a ocorrência de falhas humanas, identificar de forma rápida problemas relativos à falha de sensores e/ou entupimento do sistema de resfriamento, reduzir custos com falhas e eventualmente, aumentar a produtividade, sendo este, portanto o objetivo do presente estudo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

A Figura 3 apresenta o mapeamento das etapas de produção de vinhos por meio de um fluxograma que compreende desde a etapa de recebimento da matéria prima até o envase do produto final acabado.

Figura 3 – Mapeamento das etapas de produção de vinhos.



Fonte: Os autores.

Considerando as diversas etapas que compreendem o processo industrial da produção de vinhos, o estudo foi restringido ao monitoramento remoto da temperatura da etapa de fermentação ocorrida em tanques de aço inox.

3.2 SISTEMA IoT

Tendo em vista o fato de todos os tanques de aço inox da vitivinícola possuírem sensor e controlador de temperatura já instalados e em pleno funcionamento, optou-se pela adaptação destes para que pudessem se conectar à internet.

Esleveu-se o sistema de monitoramento (sensor+controlador) instalado no tanque de aço inox 212 para adaptação. Para isso, uma placa ESP

32 foi instalada ao controlador já existente, coletando dados do sensor para enviar via wi-fi. A Figura 4 apresenta o sistema de monitoramento adaptado.

Figura 4 – Sistema de monitoramento da temperatura (sensor+controlador) após adaptação.



Fonte: Os autores.

Após adaptação, a placa ESP 32 e o controlador de temperatura foram acondicionados a caixa original desse último e instalados no tanque escolhido para teste. O mosto foi introduzido no tanque no dia 15 de Janeiro de 2023, dando início a fermentação que teve fim no dia 20 de Janeiro de 2023 com a produção de vinho base para espumante. A Tabela 2 apresenta as características do mosto presente no tanque que recebeu o sistema adaptado.

Tabela 2 – Características do mosto presente no tanque de fermentação adaptado.

CARACTERÍSTICAS DO MOSTO	TANQUE
	212
VARIEDADE DA UVA	Moscatel Itália
VOLUME	17.500 L
PRODUTO FINAL	Vinho Base Espumante
FAIXA DE TEMPERATURA IDEAL	25 – 30°C

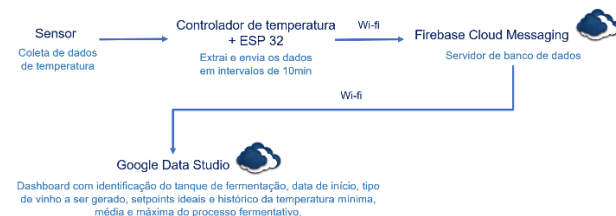
Fonte: Os autores.

Após a introdução do mosto no tanque indicado, os testes foram iniciados. A placa utilizada é responsável pela extração da temperatura medida pelo sensor, enviando-a em intervalos de 10 minutos via *wi-fi* para um servidor de banco de dados na *cloud*, o *Firestore Cloud Messaging* (FCM), utilizado para centralização dos dados coletados.

Após a extração dos dados, através do *Google Data Studio* foi gerado um *dashboard* com a identificação do tanque onde está ocorrendo o processo de fermentação, data de início da fermentação, tipo de vinho a ser gerado, histórico da temperatura mínima, média e máxima ao longo do processo, tornando possível o monitoramento

remoto da temperatura do processo fermentativo por tanque de fermentação. A Figura 5 apresenta, em síntese, o sistema IoT implantado para monitoramento remoto da temperatura do processo de fermentação em tanques de aço inox.

Figura 5 – Síntese do sistema IoT implantado.



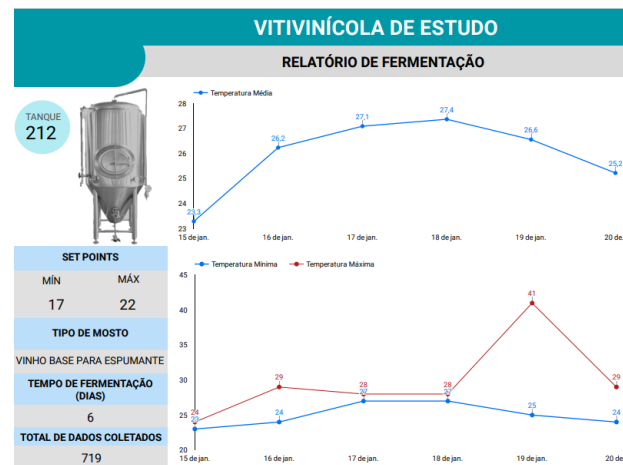
Fonte: Os autores.

Para avaliação do sistema implantado, durante a fermentação, as temperaturas recebidas no FCM foram constantemente comparadas a temperatura medida diretamente pelo sensor do tanque. Além disso, foram avaliados também no vinho produzido alguns aspectos qualitativos/sensoriais que podem ser impactados por variações bruscas de temperatura, tais como sabor e aroma, fixação e qualidade final, sendo estes avaliados por um enólogo da fábrica.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A Figura 6 apresenta a visão geral do *dashboard* desenvolvido com auxílio da base de dados criada.

Figura 6 – *Dashboard* desenvolvido.



Fonte: Os autores.

A partir do *dashboard* desenvolvido é possível ter uma visão quanto ao tanque onde estava ocorrendo o processo de fermentação, o tipo de mosto presente nele e os *setpoints* estabelecidos em função deste, além de acompanhar o tempo de

duração da fermentação e os históricos das temperaturas médias, mínimas e máximas.

Embora a faixa de temperatura ideal executada pela empresa para esse tipo de produto final seja de 17 – 22°C (Tabela 1), esta é influenciada diretamente pela sanidade e características da uva. A sanidade da uva se refere ao seu grau de qualidade visual no que diz respeito a incidência e severidade de podridão nas uvas e é medida numa escala de 1 a 5, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Graus de sanidade utilizados para avaliação das uvas recebidas.

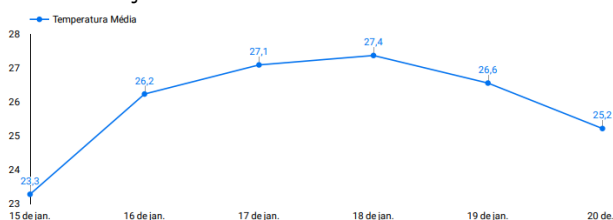
GRAU DE SANIDADE	DESCRIÇÃO
1	Muito ruim
2	Ruim
3	Satisfatório
4	Bom
5	Muito bom

Fonte: Os autores.

Em função disso, considerando que a uva recebida foi classificada pelos responsáveis como de sanidade 3, foram estabelecidos *setpoints* mais elevados 25 – 30°C com o intuito de retirar do mosto sabores e aromas indesejados.

A Figura 7 expõe o histórico da temperatura média do processo.

Figura 7 – Histórico da temperatura média do processo de fermentação.



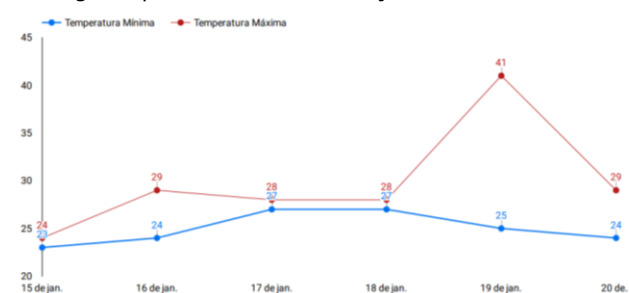
Fonte: Os autores.

É possível observar que a temperatura média varia de 23,3 a 27,4°C, o que está dentro dos *setpoints* estabelecidos para o tipo de mosto em fermentação e sua qualidade inicial. O gráfico possui um formato de parábola com concavidade voltada para baixo, o que é esperado, já que o pico da atividade das leveduras ocorre na metade do processo, onde ainda há açúcar disponível e a reprodução delas atinge o auge.

Para melhor visualização do processo como um todo, visto que as leveduras podem ser impactadas negativamente pela variação da temperatura, a Figura 8 apresenta o histórico das temperaturas

mínimas e máximas registradas ao longo da fermentação.

Figura 8 – Temperaturas mínimas e máximas registradas ao longo do processo de fermentação.



Fonte: Os autores.

É possível observar que a temperatura do processo variou dentro do intervalo proposto de $\pm 5^\circ\text{C}$, exceto no dia 19 de Janeiro de 2023 que a temperatura atingiu 41°C, bem acima do intervalo desejado. Em função da possibilidade de acompanhamento remoto desses dados, a falha foi notada rapidamente, o que demonstra a importância do sistema implantado.

Embora tenha sido notada esse aumento de temperatura fora do esperado, o processo de fermentação não foi prejudicado ou interrompido. Após a finalização, o produto acabado foi avaliado por enólogos da fábrica que atestaram que os aspectos qualitativos/sensoriais não foram afetados negativamente.

Por fim, vale ressaltar que por meio da replicação desse sistema para todos os tanques de fermentação, será possível realocar funcionários – que fazem esse acompanhamento manual da temperatura do processo – para outras funções, além de oferecer maior facilidade e rapidez para identificação de falhas, minimizando ao máximo eventuais custos de reparação e proporcionando aumento de produtividade da indústria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do sistema IoT implantado, foi possível criar um *Dashboard* com informações importantes para o monitoramento da temperatura do processo de fermentação.

A temperatura média do processo se manteve dentro dos *setpoints* estabelecidos para o tipo de mosto utilizado e sua sanidade. No entanto, durante o acompanhamento remoto do processo de fermentação avaliado foi possível identificar rapidamente uma falha que elevou a temperatura

para acima dos níveis desejados, o que demonstra a importância do sistema implantado.

Presume-se, portanto, que o sistema implantado seja o primeiro passo para a migração da vitivinícola para o meio digital. Este poderá ainda ser equipado para permitir o ajuste remoto dos *setpoints*, trazendo ainda mais rapidez e controle para o processo.

Além disso, futuramente, sensores que monitoram outros parâmetros importantes do processo de fermentação – tais como pH, densidade, acidez volátil, entre outros –, podem compor o mesmo banco de dados e *dashboard*, proporcionando uma visão ampla e abrangente do processo como um todo. Com todas essas informações relevantes reunidas, poderão ser traçados modelos de Inteligência Artificial (IA) para identificar sob quais condições são gerados vinhos PREMIUM, que são vinhos de maior qualidade.

REFERÊNCIAS

[1] Portal UPE. **Residência Tecnológica em Indústria 4.0 tem inscrições prorrogadas.** Disponível em: <<http://www.upe.br/noticias/resid%C3%A2ncia-tecnol%C3%B3gica-em-ind%C3%BAstria-4-0-tem-inscri%C3%A7%C3%B5es-prorrogadas.html>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

[2] TONIETTO, Jorge; CAMARGO, Umberto Almeida. **Vinhos tropicais no Brasil e no mundo.** Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/541563/1/ToniettoBonVivantv8n94p15dez2006.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2022

[3] DE SÁ, Natália Coimbra; SILVA, Emília Maria Salvador; Bandeira, Ariadna da Silva. A cultura da uva e do vinho no Vale do São Francisco. **Revista de Desenvolvimento Econômico – RDE**, Ano XVII, Edição especial, Salvador – BA, p. 461–491, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.21452/rde.v17nesp.4017>

[4] INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL – INPI. **INPI concede IG para vinhos do Vale do São Francisco.** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias%202022/inpi-concede-ig-para-vinhos-do-vale-do-sao-francisco>>. Acesso em: 01 nov. 2022.

[5] DRATH, Rainer; HORCH, Alexandre. **Indústria 4.0: Hit or hype?**. **IEEE industrial electronics magazine**, v. 8, n. 2, p. 56-58, 2014.

[6] GONÇALVES, *et al.* **Perspectivas da Indústria 4.0 no Brasil.** CONIC-SEMESP, 20º Congresso Nacional de Iniciação Científica, SEMESP, v. 8, Faculdades Integradas do Vale do Ribeira – FIVR, 2020. ISSN: 2357-8904. Disponível em: <<https://www.conic-semesp.org.br/anais/files/2020/trabalho-1000006334.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2022.

[7] THAMES, Lane; SCHAEFER, Dirk. **Software-defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0.** **Science Direct**, v. 52, p. 12-17, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.041>

[8] DA COSTA, Cesar. **Indústria 4.0: O futuro da indústria nacional.** POSGERE, v. 1, n. 4, p. 5-14, 2017. ISSN: 2526-4982

[9] ERPLAN – Tecnologia e Gestão SSMAQ. **Indústria 4.0: quando a internet toma conta da fábrica.** Disponível em: <<https://www.erplan.com.br/noticias/industria-4-0-quando-a-internet-toma-conta-da-fabrica/>>. Acesso em: 30 out. 2022.

[10] COLOMBO, Jamires Fátima; FILHO, João de Lucca. **Internet das Coisas (IoT) e Indústria 4.0.** **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.31510/inf.v15i2.496>

[11] ZINGER, *et al.* **Alertas fitossanitários: sistema de monitoramento remoto de microclima em vinhedos.** Sanidade Vegetal: Uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável. 1. ed. Florianópolis: CIDASC, 2020. ISBN: 978-65-993201-0-1

[12] ROSSANEZ, Anderson; GONÇALES, Ricardo Bernardini; BORIN, Juliana Freitag. **Internet of Grapes (IoG): uma solução para o cultivo de uvas baseada em internet das coisas.** Relatório técnico, Universidade Estadual de Campinas, instituto de computação, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329911688_Internet_of_Grapes_IoG_Uma_Solucao_par>

a_o_Cultivo_de_Uvas_Baseada_na_Internet_das_Coisas>. Acesso em: 11 ago. 2022.

[13] AGOSTINI, Willian Carlos; HENNRICHS, Jean Carlos. **Um dispositivo para controle de temperatura dos processos de fermentação e maturação na fabricação de cerveja artesanal.** Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2020. ISSN: 2237-6593.

[14] FONTAN, Rafael da Costa Ilhéu; VERÍSSIMO, Lizzy Ayra Alcântara; SILVA, Willian Soares; BONOMO, Renata Cristina Ferreira; VELOSO, Cristiane Martins. **Cinética da fermentação alcoólica na elaboração de vinho de melancia.** B. CEPPA, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 203-210, 2011.

[15] RIZZON, Luiz Antenor; ZANUZ, Mauro Celso; MANFREDINI, Sadi. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade.** EMBRAPA – CNPUV, 1994.