

SUPORTE AUTOMATIZADO À DECISÃO METEOROLÓGICA PARA EVENTOS AO AR LIVRE: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO N8N

Pedro Camargo Santos¹, Telmo Claudinei Machado¹, Antonio Ailson Marcelino Torres¹, Gabriela Aparecida Rodrigues de Brito¹, Renan Gustavo dos Santos Lima¹, Jeanne Samara dos Santos Lima².

¹Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000, São José dos Campos-SP, Brasil, pedrocsantos74@gmail.com, telmo.machado@gmail.com, antonio_ailson@hotmail.com, 39gabi10@gmail.com, renangustavoslima@gmail.com.

²Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, 12228-900, São José dos Campos-SP, Brasil, jsamaralima@gmail.com.

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema automatizado de suporte à decisão para eventos ao ar livre, utilizando a plataforma low-code n8n. O sistema integra dados meteorológicos obtidos por API pública, processa as informações em nós Function e gera relatórios em linguagem natural por meio de um modelo de linguagem, complementados por gráficos de previsão estendida de cinco dias. O fluxo de trabalho é acionado diariamente por um nó Cron, enviando automaticamente e-mails com análises textuais e visuais, facilitando a interpretação de tendências climáticas e a tomada de decisão. Testes preliminares demonstraram operação estável, entrega confiável e eliminação de processos manuais, evidenciando a eficácia da automação na redução de erros e no aumento da produtividade. Apesar de limitações, como a ausência de alertas em tempo real e análises preditivas avançadas, o projeto valida a viabilidade de soluções low-code para gerenciar informações complexas, oferecendo um framework aplicável não apenas à gestão de eventos, mas a qualquer contexto que exija integração rápida e confiável de dados para suporte operacional.

Palavras-chave: Automação; Dados Meteorológicos; n8n; Eventos ao Ar Livre; Tomada de Decisão.

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

A organização de eventos ao ar livre depende diretamente das condições meteorológicas para garantir a segurança, o conforto e a satisfação dos participantes (Scott e Lemieux, 2010; Li e Wang, 2019). No entanto, o clima é um fator dinâmico e inerentemente imprevisível, sujeito a rápidas mudanças que podem afetar a logística, o planejamento e a execução das atividades programadas (Zhan e Li, 2021; Barnes e Hopkins, 2019). As empresas desse setor enfrentam desafios constantes para obter informações meteorológicas precisas e atualizadas, apresentadas de forma clara e acionável, o que é crucial para uma tomada de decisão ágil e eficaz (Rodrigues e Santos, 2023). Nesse contexto, o uso de soluções automatizadas para coletar, processar e apresentar dados meteorológicos tem se tornado cada vez mais relevante (Zhan e Li, 2021), pois permite aos gestores otimizar o tempo, reduzir erros humanos e aumentar a precisão do planejamento operacional baseado em condições climáticas (Sharma e Gupta, 2021). A proposta de um sistema automatizado capaz de gerar relatórios meteorológicos personalizados, incluindo elementos gráficos, exemplifica a aplicação prática desses conceitos e demonstra como processos complexos podem ser simplificados e tornados mais eficientes (Santos e Souza, 2022).

A sinergia entre a engenharia e a investigação científica é um alicerce do avanço moderno (Alvarez, Jacob e Parra, 2020). As engenharias, em especial a eletrônica, desempenham um papel fundamental não apenas na construção de instrumentação sofisticada, mas também no desenvolvimento das capacidades avançadas de processamento de dados necessárias para analisar os grandes volumes de informações coletados por esses instrumentos. Esses sistemas integrados, que abrangem desde sensores de alta fidelidade até plataformas complexas de transmissão e controle de sinais, são projetados para executar tarefas críticas de aquisição de dados com máxima

precisão. Ao minimizar a interferência humana direta, eles reduzem as incertezas inerentes e o potencial de erro associados às medições manuais. Essa base de dados confiáveis e repetíveis é indispensável para testar hipóteses, validar teorias e, em última análise, compreender fenômenos complexos.

Atualmente, essa relação colaborativa se expressa de forma mais contundente por meio da automação. Ao empregar tecnologia para controlar processos e executar tarefas repetitivas e intensivas em dados sem intervenção humana direta, a automação gera ganhos significativos em eficiência, produtividade e qualidade operacional (Rodrigues e Santos, 2023). Esse princípio é especialmente transformador no campo da automação científica, em que softwares personalizados e sistemas robóticos são utilizados para coletar informações em uma escala e velocidade antes inimagináveis. Tais sistemas são projetados para gerenciar grandes e dinâmicos conjuntos de dados, assegurando a consistência metodológica e a precisão estatística necessárias para análises de alta integridade. Esse paradigma aplica-se diretamente a desafios operacionais em que a interpretação oportuna de dados em tempo real dita a tomada de decisões críticas (Barnes e Hopkins, 2019).

O objetivo central deste projeto foi desenvolver um sistema automatizado, utilizando a plataforma n8n, capaz de gerar continuamente relatórios personalizados e um gráfico semanal com informações meteorológicas essenciais para uma empresa que organiza eventos ao ar livre. A solução visa apoiar processos de tomada de decisão com base em condições climáticas em tempo real.

Este projeto inclui o desenvolvimento de uma arquitetura de automação no n8n para coleta, processamento, geração e entrega automatizada de relatórios e gráficos meteorológicos. O foco está na integração com APIs meteorológicas, no tratamento de dados e na automação de fluxos de trabalho para envio por e-mail. Recursos como execução de tarefas agendadas, filtragem de informações relevantes e disparo automático de alertas fazem parte do sistema (Sharma e Gupta, 2021).

Metodologia

O núcleo estratégico deste projeto foi a adoção do n8n, uma plataforma de automação de baixo ou nenhum código (*low-/no-code*) (Wigmore, 2023). Essa ferramenta foi considerada altamente adequada devido à sua notável flexibilidade, interface visual intuitiva e ampla gama de integrações disponíveis, que simplificam processos complexos. A capacidade fundamental da plataforma de criar fluxos de trabalho personalizados e multietapas sem a necessidade de programação extensiva foi essencial para lidar de forma eficiente com as fontes de dados do projeto e automatizar as tarefas operacionais pretendidas.

Para a construção de uma solução completa e funcional, outros serviços essenciais foram integrados ao n8n. Entre eles, destacam-se as meteorológicas, que serviram como a principal fonte de dados meteorológicos atualizados (OpenWeather, 2024), apoiando diretamente a tomada de decisão sobre a viabilidade e a segurança de eventos ao ar livre. Em paralelo, foram utilizados serviços de e-mail para automatizar a etapa final do processo: a entrega de relatórios estruturados e alertas críticos aos responsáveis, com base nos dados meteorológicos processados.

Desenvolvimento da Solução no n8n

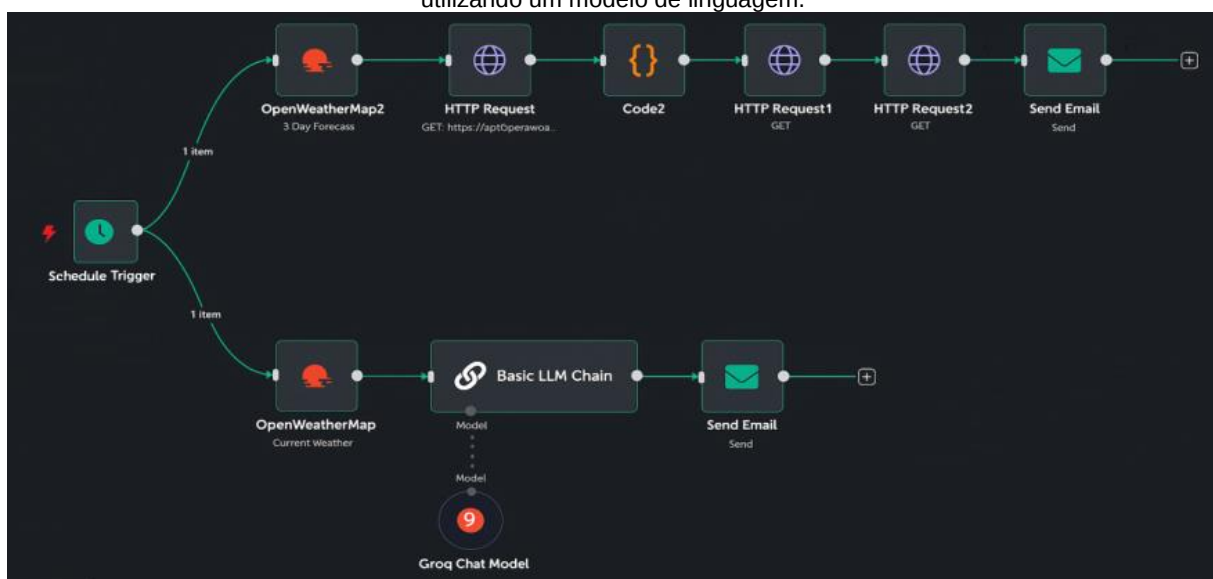
Todo o processo de automação é iniciado por um nó Cron, configurado para acionar o fluxo de trabalho principal diariamente às 6h00 (horário local). Esse agendamento específico foi escolhido para garantir que um relatório meteorológico completo esteja disponível no início do dia útil, alinhando-se às necessidades críticas de planejamento das empresas. Após a ativação pelo nó Cron, a primeira etapa principal do fluxo de trabalho é a recuperação de dados meteorológicos a partir de uma API pública de clima (OpenWeather, 2024). O nó correspondente executa uma requisição que inclui coordenadas geográficas predefinidas, parâmetros específicos para solicitação de previsões diárias e um token de autenticação exclusivo, transmitido de forma segura por meio de cabeçalhos personalizados.

A resposta bruta da API é então encaminhada para um nó Function, que atua como etapa de processamento de dados. Nesse nó, um código personalizado extrai e isola informações-chave, como temperatura, velocidade do vento e umidade, transformando os dados brutos em um formato estruturado e utilizável, conforme ilustrado na Figura 1.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Com os dados meteorológicos essenciais organizados, o fluxo de trabalho prossegue para um segundo nó Function, que prepara dinamicamente um *prompt* para o modelo de linguagem integrado. Embora um sistema simples baseado em regras pudesse sinalizar condições individuais (por exemplo, “alta umidade”), optou-se pelo uso de um LLM (Large Language Model) devido à sua capacidade de sintetizar múltiplos pontos de dados em uma narrativa coerente, detalhada e mais próxima da linguagem humana. O *prompt* é cuidadosamente construído para orientar a análise da IA, solicitando que considere a interação entre temperatura, umidade e velocidade do vento a fim de avaliar o conforto geral dos participantes. O texto resultante é enviado a um modelo de linguagem básico acessado via API (Groq, 2024), que processa o *prompt* e retorna uma análise qualitativa mais intuitiva para gestores não técnicos do que listas de dados brutos ou saídas rígidas baseadas em regras (Brown, Mann, Ryder et al., 2020; Eloundou et al., 2023). Para aprimorar a legibilidade, esse resultado é então encaminhado a um serviço que formata visualmente o conteúdo em um relatório de fácil leitura.

Figura 1: Fluxo de trabalho automatizado no n8n para geração e envio diário de relatórios meteorológicos. Inclui duas partes principais: uma para gerar um gráfico da previsão de 5 dias e outra para resumir o clima atual utilizando um modelo de linguagem.



Fonte: Os autores

Resultados

O fluxo de trabalho desenvolvido foi executado em um ambiente local. Durante a fase de testes, o fluxo foi acionado manualmente em diferentes dias para simular sua execução diária programada, totalizando cinco execuções completas. Essa abordagem permitiu observar o comportamento do sistema sob diversas condições meteorológicas, garantindo que os relatórios gerados fossem relevantes e adaptados ao contexto diário.

Cada execução recuperou dados meteorológicos, recebeu uma resposta do modelo de linguagem com base no *prompt* configurado e gerou um relatório formatado por meio de um serviço de formatação. O e-mail resultante foi entregue com sucesso ao destinatário designado, contendo o relatório personalizado completo. Além disso, o e-mail incluía um gráfico meteorológico representando a previsão semanal, gerado dinamicamente a partir dos dados da previsão estendida. Essa representação visual mostrou-se eficaz para destacar as tendências do clima para os próximos cinco dias.

A Figura 2 ilustra o resultado final do sistema automatizado: o relatório por e-mail gerado e enviado pelo fluxo de trabalho. Para máxima clareza, o relatório é estruturado de forma a apresentar as informações meteorológicas atuais de São José dos Campos em um formato de fácil compreensão, detalhando métricas-chave como temperatura, umidade, sensação térmica e velocidade do vento. Superando a mera apresentação de números, o sistema utiliza um modelo de

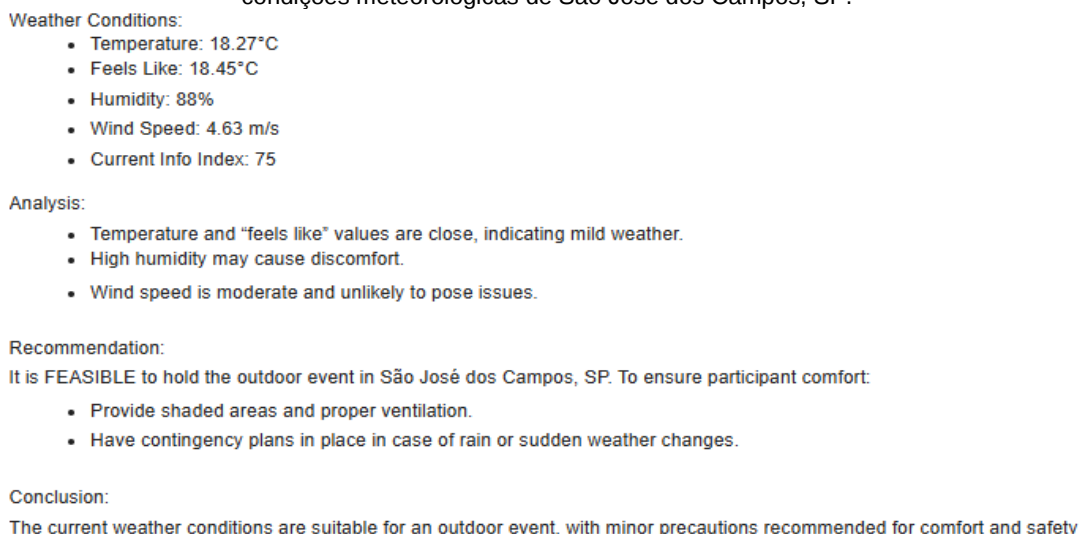
A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

linguagem natural para gerar uma análise interpretativa concisa, traduzindo os dados quantitativos em uma avaliação qualitativa adequada à tomada de decisão.

Complementando os dados textuais, a Figura 3 apresenta o gráfico da previsão do tempo para cinco dias, também incluído no e-mail. A criação desse elemento visual é totalmente automatizada; os dados da previsão são primeiramente obtidos da API OpenWeatherMap e, em seguida, processados por um módulo de código personalizado dentro do n8n. Esses dados processados são posteriormente enviados ao serviço QuickChart (QuickChart, 2024), que gera a visualização gráfica, a qual é então recuperada programaticamente e incorporada diretamente no corpo do e-mail para acesso imediato.

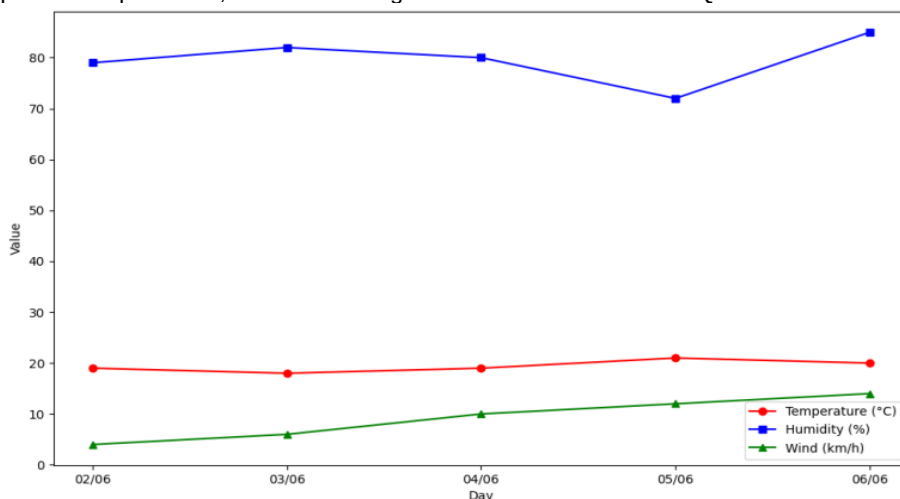
Em relação aos objetivos estabelecidos no início do projeto, os resultados demonstram que todos os pontos principais foram alcançados. Foi possível integrar uma fonte de dados meteorológicos à plataforma n8n, processar essas informações, gerar relatórios em linguagem natural e transmiti-los automaticamente via e-mail. Além disso, a inclusão do gráfico completa o ciclo de automação proposto. Com base nas operações executadas e nos resultados gerados, o fluxo de trabalho apresentou comportamento estável, a informação foi entregue de forma confiável, e a automação eliminou a necessidade de processos manuais na coleta e distribuição de informações climáticas.

Figura 2: Exemplo do e-mail automatizado gerado pela integração com o n8n. O conteúdo inclui um relatório das condições meteorológicas de São José dos Campos, SP.



Fonte: Os autores

Figura 3: Gráfico da previsão do tempo para cinco dias. A imagem foi gerada a partir da API OpenWeatherMap, processada por um script no n8n, convertida em gráfico usando a ferramenta QuickChart e enviada por e-mail.



Fonte: Os autores

Discussão

Os resultados obtidos a partir da execução do fluxo de trabalho no n8n confirmaram as expectativas iniciais do projeto. Para esta etapa preliminar, foram realizados $n = 5$ testes de bancada, cada um com duração aproximada de 30 a 60 segundos de ponta a ponta. Esses números conservadores demonstram que o fluxo de trabalho funcionou de forma confiável, sem interrupções, enquanto trabalhos futuros expandirão o número de execuções e as condições de teste.

A automação da coleta de dados meteorológicos, do processamento e do envio de relatórios foi concluída com sucesso, fornecendo informações oportunas para a tomada de decisão em eventos ao ar livre (Rodrigues e Santos, 2023; Santos e Souza, 2022). A geração de conteúdo textual via modelo de linguagem e a formatação automatizada dos relatórios contribuíram para um resultado final favorável. Isso demonstrou que a proposta inicial — criar uma solução funcional e de fácil manutenção — era viável dentro do escopo técnico e temporal estabelecido.

A efetividade da solução utilizando o n8n mostrou-se bastante satisfatória para a realidade da empresa simulada. Entre os principais pontos fortes da solução estão a facilidade de integração entre serviços distintos, a modularidade do fluxo de trabalho, que permite modificações e adaptações com mínima intervenção técnica, e a clareza visual do fluxo, facilitando tanto o desenvolvimento quanto a manutenção.

A escolha de uma ferramenta de baixo código (low-code) como o n8n, em vez de uma solução tradicional baseada em código, apresentou vantagens claras. O desenvolvimento de todo o fluxo de trabalho funcional foi concluído em aproximadamente 10–12 horas de trabalho humano. Uma solução funcionalmente equivalente construída do zero usando uma abordagem tradicional de programação (por exemplo, um script em Python) demandaria estimadamente 30–40 horas, representando uma redução significativa no tempo de desenvolvimento. Essa eficiência é reforçada por uma curva de aprendizado mais suave para membros da equipe não fluentes em programação, além de maior facilidade para prototipagem e testes. Entretanto, essa escolha também impôs algumas restrições.

Em contextos em que o controle detalhado sobre o processamento de dados é essencial ou onde integrações altamente complexas e não padronizadas são requeridas, uma abordagem tradicional baseada em código pode oferecer maior flexibilidade e desempenho. Ainda assim, para o escopo e os objetivos deste projeto, o n8n mostrou-se uma escolha adequada.

Conclusão

Este projeto abordou um desafio enfrentado por empresas que organizam eventos ao ar livre: gerenciar a variabilidade climática para garantir segurança e eficiência no planejamento. O objetivo foi desenvolver uma solução automatizada utilizando a plataforma n8n, validando a hipótese de que um framework de baixo código pode atender de forma confiável a esse desafio operacional do mundo real.

A solução resultante orquestra a coleta de dados meteorológicos, seu processamento e a geração de relatórios e gráficos abrangentes, que são entregues por e-mail aos gestores. Esse formato duplo é eficaz: a análise textual fornece recomendações acionáveis, enquanto os gráficos oferecem compreensão imediata das tendências climáticas.

Tecnicamente, a solução compreende um fluxo de trabalho automatizado iniciado por gatilho temporal, integrado a uma API pública de meteorologia, utiliza um modelo de linguagem para geração de relatórios em linguagem natural e um serviço de gráficos para a formatação visual final dos dados de previsão. O fluxo de trabalho foi submetido a múltiplos testes, todos confirmando sua estabilidade e o cumprimento bem-sucedido dos objetivos específicos, incluindo a entrega automatizada.

Este projeto evidencia o potencial de uma ferramenta como o n8n, demonstrando sua eficácia e acessibilidade para automatizar processos complexos em contextos reais. Sua natureza visual e modular mostrou-se capaz de lidar com dados dinâmicos e produzir comunicações claras, reduzindo a barreira para que equipes implementem soluções robustas. Assim, este trabalho apresenta um framework validado para a construção de sistemas ágeis e acessíveis de automação de dados para tomada de decisão, aplicável não apenas à gestão de eventos, mas a qualquer área que exija integração e interpretação oportunas de dados distintos para suporte operacional.

Referências

A Ciência do **NANO** e seu impacto transformador no **MACRO**

ALVAREZ, D.; JACOB, P.; PARRA, R. M. Automation in data-driven decision support systems. *Journal of Automation and Computing*, v. 30, n. 2, p. 123–134, 2020.

BARNES, J. F.; HOPKINS, S. Weather data processing and decision support systems in event planning. *Journal of Environmental Decision Making*, v. 18, n. 1, p. 44–59, 2019.

BROWN, T.; MANN, B.; RYDER, N.; SUBBIAH, M.; KAPLAN, J.; DHARIWAL, P. et al. Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, v. 33, p. 1877–1901, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2005.14165>. Acesso em: 24 jun. 2025.

ELOUNDOU, T.; MANNING, S.; MISHKIN, P.; ROCK, D. GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2303.10130>. Acesso em: 24 jun. 2025.

GROQ. Groq API documentation. 2024. Disponível em: <https://console.groq.com/docs/>. Acesso em: 24 jun. 2025.

LI, Z.; WANG, Q. The role of weather data in outdoor event logistics and management. *Journal of Event Planning and Logistics*, v. 10, n. 3, p. 207–222, 2019.

OPENWEATHER. OpenWeatherMap API documentation. 2024. Disponível em: <https://openweathermap.org/api>. Acesso em: 24 jun. 2025.

QUICKCHART. QuickChart documentation. 2024. Disponível em: <https://quickchart.io/documentation/>. Acesso em: 24 jun. 2025.

RODRIGUES, F.; SANTOS, J. L. The impact of weather automation on decision making in event planning. *International Journal of Weather Applications*, v. 5, n. 1, p. 34–45, 2023.

SANTOS, L. A.; SOUZA, P. C. Smart technologies and automation in outdoor event management. *Journal of Smart Cities*, v. 24, n. 1, p. 82–95, 2022.

SCOTT, D.; LEMIEUX, C. Weather and climate information for tourism. *Procedia Environmental Sciences*, v. 1, p. 146–153, 2010.

SHARMA, P.; GUPTA, R. Designing automated systems for event management: Integration of weather data and alerts. *Systems and Automation in Event Planning*, v. 12, n. 2, p. 56–71, 2021.

WIGMORE, I. What is n8n?. TechTarget, 2023. Disponível em: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/n8n>. Acesso em: 24 jun. 2025.

ZHAN, L.; LI, X. A review of research on risk management in outdoor sports tourism. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, v. 34, p. 100373, 2021.