

Flávio Henrique de Oliveira Costa
Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira
Ana Carolina Garcia Braz
Daniel Facciolo Pires
Marinês Santana Justo Smith
Silvia Regina Viel
Welton Roberto Silva (Orgs.)

INTEGRAÇÃO E INOVAÇÃO:
Interfaces entre
Engenharia Civil e de Produção

Coleção Ciência e Desenvolvimento
70

ISBN VOLUME



ISBN COLEÇÃO



DOI 10.29327/5898165

**Flávio Henrique de Oliveira Costa
Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira
Ana Carolina Garcia Braz
Daniel Facciolo Pires
Marinês Santana Justo Smith
Sílvia Regina Viel
Welton Roberto Silva (Orgs.)**

**INTEGRAÇÃO E INOVAÇÃO: Interfaces entre Engenharia
Civil e de Produção**

ISBN 978-65-84409-19-4

**FRANCA
Uni-FACEF
2026**

Corpo Diretivo**REITOR**

Prof. Dr. José Alfredo de Pádua Guerra

VICE-REITOR

Prof. Dr. João Baptista Comparini

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO

Prof. Dr. Flávio Henrique de Oliveira Costa

PRÓ-REITORA ACADÊMICA

Profª Drª Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira

PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO, CULTURA E DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO

Profª. Drª Melissa Franchini Cavalcanti Bandos

PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO e COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

Prof. Dr. Sílvio Carvalho Neto

COORDENADORA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*

Profª. Drª. Marinês Santana Justo Smith

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

Prof. Me. Cyro de Almeida Durigan

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS

Prof. Dr. Orivaldo Donzelli

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL – Publicidade e Propaganda

Prof. Ma. Fúlvia Nassif Jorge Facury

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE ENFERMAGEM

Profª. Drª. Márcia Aparecida Giacomini

CHEFE DE DEPARTAMENTO DOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Prof. Dnd. Anderson Fabrício Mendes

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE LETRAS

Profª Drª Maria Eloísa de Souza Ivan

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE MATEMÁTICA

Profª. Drª Sílvia Regina Viel

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE MEDICINA

Prof. Dr. Frederico Alonso Sabino de Freitas

CHEFE DE DEPARTAMENTO DO CURSO DE PSICOLOGIA

Profª Drª Maria de Fátima Aveiro Colares

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

Prof. Dr. Daniel Facciolo Pires

Comissão Científica

Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira (Uni-FACEF)
Ana Carolina Braz Garcia (Uni-FACEF)
Sílvia Regina Viel (Uni-FACEF)
Daniel Facciolo Pires (Uni-FACEF)
Lívia Maria Lopes Gazaffi (Uni-FACEF)
Daniela de Figueiredo Ribeiro (Uni-FACEF)
Melissa Franchini Cavalcanti Bandos (Uni-FACEF)
Marinês Santana Justo Smith (Uni-FACEF)
Maria Eloísa de Souza Ivan (Uni-FACEF)
Andreia Aparecida Reis de Carvalho Liporoni (UNESP)
Janise Braga Barros Ferreira (USP-RP)
Mário Luís Ribeiro Cesaretti (UNIFESP / PUC SP)
Sílvio Carvalho Neto (Uni-FACEF)
Marisa Afonso Andrade Brunherotti (Universidade de Franca)
João Nery Giorgetti (Unidade Regional de Ensino – SP)
Aurélio Luís da Silva (Unidade Regional de Ensino – SP)

Comissão Organizadora

José Alfredo de Pádua Guerra
João Baptista Comparini
Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira
Melissa Franchini Cavalcanti Bandos
Sílvio Carvalho Neto
Marinês Santana Justo Smith
Sílvia Regina Viel
Welton Roberto Silva
Lucas Antônio Santos
Leonardo Carloni Rodrigues Meira
Alba Valéria Penteado Orsolini
Flávio Henrique de Oliveira Costa

Editoração

Laís Caramore Borges
Welton Roberto Silva

© 2026 dos autores
Direitos de publicação Uni-FACEF
www.unifacef.com.br

Coleção: Ciência e Desenvolvimento, v. 70

Costa, Flávio Henrique de Oliveira (Orgs.)
C872i INTEGRAÇÃO E INOVAÇÃO: Interfaces entre Engenharia Civil e de Produção. / Flávio Henrique de Oliveira Costa; Sheila Fernandes Pimenta e Oliveira; Ana Carolina Garcia Braz; Daniel Facciolo Pires; Marinês Santana Justo Smith; Silvia Regina Viel; Welton Roberto Silva (Orgs.). – Franca: Uni-FACEF; 2026.

107p.; il.

ISBN Coleção 978-85-5453-017-4

ISBN Volume 978-65-84409-19-4

DOI 10.29327/5898165

1.Multidisciplinar - Fórum. 2. Iniciação Científica. 3.Pesquisa.
4.Metodologia. I.T.

CDD 658

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos de autor (lei no. 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do código Penal. **Todo o conteúdo apresentado neste livro é de responsabilidade exclusiva de seus autores.**

Editora Uni-FACEF Centro Universitário Municipal de Franca
Associada à ABEC - Associação Brasileira de Editores Científicos

PREFÁCIO

É com grande satisfação que apresento esta obra, fruto do XX *Fórum de Estudos Multidisciplinares* do Uni-FACEF. Ao longo de sua trajetória, o evento tem se consolidado como um importante espaço voltado à produção e à divulgação científica, promovendo o encontro entre estudantes, pesquisadores e profissionais de distintas áreas, em um ambiente marcado pela troca de conhecimentos e pelo enriquecimento acadêmico.

A presente obra reúne estudos que representam, de forma significativa, a interface entre a Engenharia Civil e a Engenharia de Produção, evidenciando a importância da integração entre teoria e prática na busca por soluções eficientes, sustentáveis e inovadoras. Os trabalhos aqui apresentados abordam temas contemporâneos e relevantes, como a gestão de resíduos e métodos construtivos em aterros sanitários, os avanços do Lean Construction no cenário global, bem como análises aplicadas de desempenho produtivo por meio de indicadores como o OEE em diferentes contextos industriais.

Destaca-se também a diversidade de aplicações práticas, que vão desde estudos em indústrias de laticínios e produção de óleo de soja até investigações em processos farmacêuticos e na gestão de operações em empresas locais. Essa variedade reforça o papel essencial da engenharia como agente transformador, capaz de promover melhorias contínuas, eficiência operacional e impacto positivo na sociedade.

Além disso, a presença de estudos experimentais e comparativos demonstra o comprometimento dos autores com a investigação científica e o desenvolvimento do pensamento crítico, características fundamentais na formação de profissionais preparados para os desafios do mercado e do meio acadêmico.

Dessa forma, esta coletânea não apenas evidencia a qualidade dos trabalhos desenvolvidos, mas também reafirma a importância do ambiente acadêmico como espaço de construção e disseminação do conhecimento. Que este livro sirva de inspiração para novas pesquisas e contribuições, fortalecendo a natureza multidisciplinar do nosso evento e promovendo, assim, o desenvolvimento científico, tecnológico e social.

Parabenizo todos os autores e envolvidos pela dedicação e excelência dos trabalhos apresentados.

Profa. Dra. Ana Lúcia Bassi
Docente do Uni-FACEF - Centro Universitário Municipal de Franca

SUMÁRIO

ATERROS SANITÁRIOS: métodos construtivos, classificação de resíduos e diretrizes técnicas.....	8
ESTUDO COMPARATIVO DA AÇÃO DO FERMENTO BIOLÓGICO SECO E FRESCO NA DECOMPOSIÇÃO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO.....	29
BIOFERTILIZANTES: a química e a microbiologia na agricultura sustentável.....	43
A EVOLUÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION: tendências, inovações e o futuro da construção enxuta no cenário global.....	52
ANÁLISE DO INDICADOR OEE PARA A MEDIÇÃO DO DESEMPENHO EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS EM PATROCÍNIO PAULISTA/SP.....	65
ANÁLISE DO PROCESSO DE MANIPULAÇÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA VETERINÁRIA.....	75
APLICAÇÃO DA EFICIÊNCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTOS (OEE) NA PRODUÇÃO DE OLÉO DE SOJA BRUTO DEGOMADO.....	84
GESTÃO DE OPERAÇÕES EM UMA EMPRESA DE CALHAS: Um estudo de caso no Município De Franca-SP	95
ÍNDICE	106

ATERROS SANITÁRIOS: métodos construtivos, classificação de resíduos e diretrizes técnicas

Alfredo Teixeira Caetano da Fonseca
Graduando em Engenharia Civil – Uni-FACEF
25354@unifacef.edu.br

Maria Ester Lopes de Castro
Graduanda em Engenharia Civil – Uni-FACEF
25481@unifacef.edu.br

Murilo Carvalho Carrijo
Graduando em Engenharia Civil – Uni-FACEF
25758@unifacef.edu.br

Anderson Fabrício Mendes
Ms. em Ciências Exatas – Unifran e Docente no Uni-FACEF
a.fmendes@hotmail.com

Ana Lúcia Bassi
Dra. em Ciências – UFSCar e Docente no Uni-FACEF
analuciabassi@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o ser humano tem gerado grandes quantidades de resíduos em seu cotidiano. No entanto, muitas vezes, esses resíduos são descartados de maneira inadequada, o que provoca sérios problemas ambientais e pode contribuir para a disseminação de doenças. Nesse contexto, surgem os lixões, que são locais destinados ao descarte de resíduos a céu aberto, sem qualquer tipo de tratamento. Esses ambientes geram mau cheiro, poluem o ar e contaminam o solo e a água por meio do chorume, líquido resultante da decomposição do lixo.

Diante dessa problemática, a engenharia desenvolveu os aterros sanitários, que, embora também sejam utilizados para a disposição de resíduos, apresentam melhorias significativas em relação aos lixões. Nesses locais, o solo é previamente impermeabilizado, e são implantados sistemas de coleta e tratamento do chorume e dos gases, como o metano. Após a deposição, o lixo é coberto com

camadas de terra, o que contribui para evitar a contaminação do solo, da água e do ar, reduzindo os impactos ambientais.

Sendo assim, os aterros sanitários possuem grande importância para a sociedade, abrangendo diversos aspectos técnicos e ambientais. De acordo com seus métodos construtivos, podem ser classificados em aterros em trincheiras (ou valas), em área e em rampa. Além disso, também são classificados conforme o tipo de resíduo depositado em cada local.

Os resíduos são divididos em classes, conforme estabelecido por normas técnicas. Os resíduos de Classe I são considerados perigosos, por apresentarem características como inflamabilidade, toxicidade ou contaminação por substâncias como derivados de petróleo e metais pesados. Já os resíduos de Classe II subdividem-se em inertes e não inertes, sendo estes últimos caracterizados por propriedades como biodegradabilidade, solubilidade em água e potencial de combustão.

Ademais, existem normas e legislações que regulamentam todas as etapas relacionadas aos aterros sanitários, desde sua implantação até o encerramento de suas atividades. Dentre elas, destacam-se as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, como a NBR 8419:1992, que trata da apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos; a NBR 10157:1987, que estabelece critérios para aterros de resíduos perigosos; e a NBR 10004:2004, que dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos. Além dessas normas, o cumprimento da legislação ambiental, incluindo a obtenção de licenças, é indispensável para o funcionamento adequado desses empreendimentos.

Nesse contexto, evidencia-se a relevância dos aterros sanitários para a gestão de resíduos sólidos, especialmente diante do aumento do consumo e da geração de lixo pela sociedade, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e dos riscos à saúde pública. Dessa forma, o seguinte trabalho tem como objetivo analisar a importância dos aterros sanitários, abordando seus principais tipos, classificações e as normas técnicas e legislações que regulamentam sua implantação e operação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aterro Sanitário: conceito e finalidade

Os aterros sanitários são áreas destinadas ao depósito de resíduos sólidos, sendo constituídos por um conjunto de regras de funcionamento e por uma estrutura que deve atender às normas ambientais do território em que estão inseridos. Segundo a norma NBR 8419, o aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos é definido como:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário, segundo a NBR 8419.

Seu funcionamento ocorre por meio de processos repetitivos, nos quais os resíduos são depositados e, posteriormente, cobertos por uma camada de solo, formando seções que são compactadas.

Anterior ao início da disposição dos resíduos, o terreno passa por uma etapa de preparação, que inclui a impermeabilização do solo e a implantação de um sistema de drenagem responsável pela coleta e remoção dos líquidos gerados, como o chorume. A organização do espaço do aterro sanitário ocorre como exemplificado na Figura 1.

Além disso, os aterros sanitários desempenham um papel fundamental na gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos, contribuindo para a redução de impactos ambientais e riscos à saúde pública. Por meio de sistemas de controle, como a captação e tratamento do chorume e a coleta de gases gerados pela decomposição da matéria orgânica, especialmente o metano, esses empreendimentos evitam a contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, bem como minimizam a emissão de gases de efeito estufa. Dessa forma, quando corretamente projetados, operados e monitorados, os aterros sanitários tornam-se uma solução ambientalmente segura e eficiente para a destinação final dos resíduos (ABNT, 1992; BRASIL, 2010).

Figura 1: Corte da seção de um aterro sanitário.

Fonte: Redação Superbid (2021).

Entretanto, os aterros sanitários possuem capacidade limitada. Quando sua estrutura não comporta mais a disposição de novas camadas de resíduos e solo, o aterro é encerrado.

2.2 Métodos construtivos de aterros sanitários: trincheiras, área e rampa

Sobre os aterros sanitários, existem diferentes métodos construtivos, ou seja, distintas formas de execução e operação. Os três métodos mais comuns são o de trincheiras, o de área e o de rampa, que se diferenciam principalmente pelas características construtivas e pelos procedimentos operacionais adotados em cada caso.

Os tipos mais convencionais são os aterros em rampa e em área, geralmente construídos acima do nível original do terreno. Os aterros em rampa (Figura 2) são implantados, preferencialmente, em regiões com topografia acidentada, ou seja, em locais que apresentam declividade natural, como morros e vales de acordo com a ABNT NBR 13896:1997, pois aproveita a topografia existente, facilita a drenagem de líquidos como o chorume, além de permitir a disposição dos resíduos em camadas ao longo da inclinação.

No entanto, também podem ser executados em áreas planas, desde que o solo apresente condições adequadas para escavação e posterior utilização como material de cobertura.

Figura 2: Aterro com o método de Rampa.

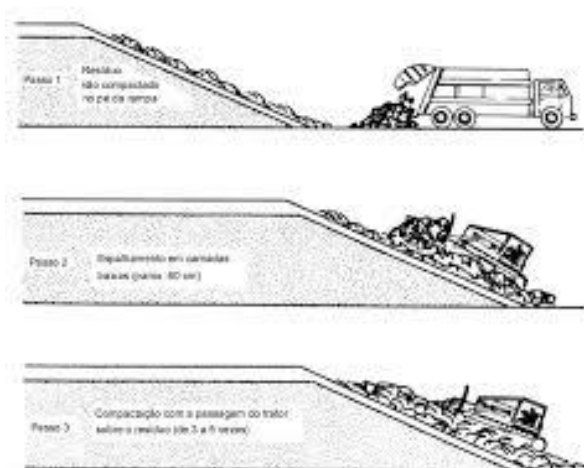


Fonte: Machado (s.d.).

Essa conformação natural do terreno é aproveitada para a construção das rampas do aterro. Os resíduos são depositados nos desníveis existentes e, posteriormente, compactados com o uso de trator de esteira (Figura 3), devendo-se respeitar a norma técnica ABNT NBR 13896:1997, seguindo as orientações relacionadas à compactação e ao isolamento.

De acordo com o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do IBAM, as camadas de resíduos apresentam, em média, espessura de aproximadamente 40 cm, enquanto as camadas de cobertura com solo variam entre 30 cm e 50 cm.

Figura 3: Parte operacional do descarregamento dos resíduos.



Fonte: Carmo Junior (2012).

Os aterros em área, por sua vez, são implantados em terrenos planos ou com pouca declividade, geralmente em locais onde o lençol freático é raso. Nesse método, os resíduos são dispostos em camadas sucessivas, formando elevações a partir do próprio material depositado, resultando em uma configuração final mais elevada em relação ao terreno natural ao redor (Figura 4).

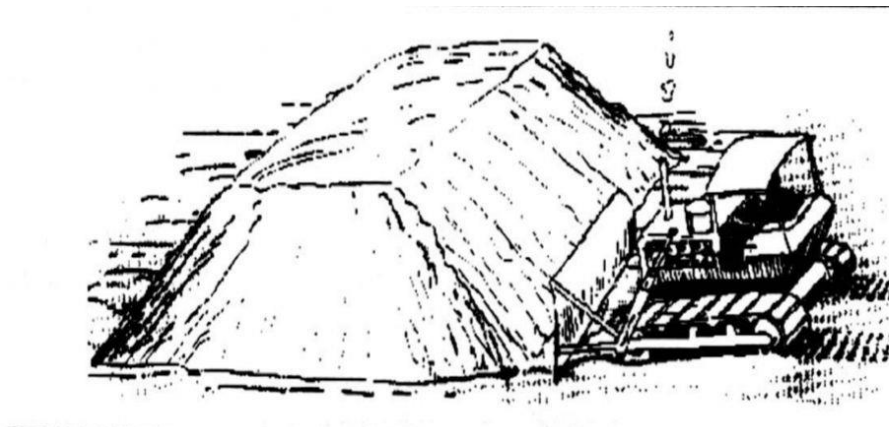
Figura 4: Aterro com o método de área.



Fonte: URBAM (Urbanizadora Municipal S.A.) (s.d.).

Nesse método, ocorre um processo semelhante, envolvendo o descarregamento dos resíduos e sua posterior compactação, seguida da aplicação de cobertura com solo. Segundo Gersina N. da R. Carmo Júnior, entretanto, nesse caso, os resíduos são depositados em um ponto estratégico do terreno, onde são acumulados e compactados, formando uma elevação com geometria semelhante a um tronco de pirâmide (Figura 5), a qual é posteriormente recoberta com terra.

Figura 5: Estrutura dos amontoados no método em área.



Fonte: Carmo Junior (2012).

Entretanto, o método de aterro mais utilizado é o aterro em trincheira, também conhecido como aterro em valas (Figura 6). Esse método caracteriza-se pela disposição dos resíduos abaixo do nível original do terreno, podendo aproveitar escavações já existentes ou demandar a abertura de valas específicas para o recebimento dos resíduos. Sua aplicação é indicada para terrenos planos ou com baixa declividade, nos quais o lençol freático se encontra a uma profundidade significativa em relação à superfície, geralmente igual ou superior a 2 metros, conforme o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do IBAM.

Figura 6: Aterro em Trincheiras ou em Valas.



Fonte: Oki; Gozzi; Ferreira; Lamano Ferreira (2011).

As dimensões das trincheiras dependem da quantidade de resíduos a ser disposta e da vida útil prevista para o aterro. Dessa forma, sua definição é determinante para a escolha dos métodos construtivos, das formas de operação e dos equipamentos a serem utilizados, influenciando diretamente, também, os custos da obra (ABNT, 1997).

Dessa maneira, a escolha do método construtivo mais adequado para um aterro sanitário deve considerar não apenas as características do terreno, mas também fatores ambientais, econômicos e operacionais, assegurando uma destinação final de resíduos eficiente, segura e ambientalmente adequada, seguindo todas as diretrizes da norma ABNT NBR 13896:1997.

2.3 Classificação dos resíduos sólidos: Classe I e Classe II (A e B)

Os critérios para classificação dos resíduos sólidos são definidos pela NBR 10004/2004. De acordo com ela, os resíduos são classificados, primeiramente, entre perigosos e não perigosos. Os resíduos não perigosos recebem ainda uma segunda classificação: inertes e não inertes.

2.3.1 Resíduos Classe I — perigosos

Conhecidos como resíduos perigosos (Figura 7), são aqueles resíduos potencialmente causadores de danos ao meio ambiente e à saúde humana, que por isso precisam de tratamento e manuseio especiais. As características químicas e físicas determinam o processo exato de coleta e reciclagem. Inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, ecotoxicidade e explosividade são as principais características dos resíduos perigosos classe I (NBR 10004/2004).

Figura 7: Resíduos perigosos - Classe I.



Fonte: Big Bag Alliance (2022).

Os cuidados com a destinação correta dos resíduos perigosos começam no transporte, que deve ser realizado apenas por empresas de coleta devidamente autorizadas pelos órgãos reguladores vigentes. A neutralização desse material também deve ser realizada por empresas capacitadas para lidar com esse tipo de resíduo (NBR 10004/2004).

2.3.2 Resíduos Classe II A — não perigosos e não inertes

Os resíduos não perigosos e não inertes são aqueles que não apresentam nenhuma das características dos resíduos Classe I, como inflamabilidade, corrosividade. (NBR 10004/2004).

Esses materiais têm como característica sofrer alterações em sua estrutura físico-química quando expostos a variações climáticas, sol e chuva. Além de biodegradáveis, podem ser solúveis em água e combustíveis (NBR 10004/2004).

Os resíduos da classe II – não perigosos, apesar do nome sugestivo, não devem ter o seu potencial de impacto ignorado, porque se descartados de maneira inadequada, podem causar problemas no meio ambiente, alterando seu ciclo natural, com consequências negativas para solo, água, ar, fauna e flora da região atingida, principalmente no curto e no médio prazo (NBR 10004/2004).

Entre alguns exemplos de resíduos não perigosos e não inertes estão os lixos orgânicos, madeiras, plástico e garrafas PET (Figura 8).

Apesar de não apresentarem risco direto para a saúde humana e para o meio ambiente, esse tipo de rejeito requer cuidado e tratamento adequado para ser descartado.

Figura 8 - Resíduos não perigosos e não inertes - Classe II A.



Fonte: Morand (2016).

O seu acúmulo em áreas inadequadas pode levar à contaminação dos recursos naturais, como é o caso do descarte irregular de material orgânico.

2.3.3 Resíduos Classe II B — não perigosos e inertes

Assim como os resíduos Classe II A, os resíduos inertes não são considerados perigosos e nem oferecem risco direto ao meio ambiente e à saúde pública. Porém, em comparação aos não inertes, os resíduos inertes não sofrem mudanças na sua constituição físico-química quando expostos ao meio ambiente e não são solúveis em água e nem biodegradáveis (NBR 10004/2004).

São exemplos desse tipo de material: Entulhos de demolição — areia, pedra e sucatas de ferro; recicláveis — borracha, latas de alumínio, vidro e isopor, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Resíduos inertes - Classe II B.



Fonte: Ecotrans Ambiental (s.d.).

Apesar de não serem potencialmente poluentes, esse tipo de resíduo requer atenção especial. Diferentemente dos resíduos Classe II A que podem ser biologicamente decompostos por processos naturais — ainda que materiais como o plástico levam séculos para serem completamente deteriorados — eles não se decompõem. Por isso, um cuidado redobrado é necessário (NBR 10004/2004).

2.4 Aterros de inertes

Os aterros de inertes (Figura 10), como diz a ABNT NBR 15113:2004, são áreas destinadas à disposição final de resíduos da construção civil classificados como inertes (Classe II B), ou seja, materiais que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas significativas ao longo do tempo. Resíduos como o concreto, a argamassa e os tijolos não geram chorume e nem gases poluentes, o que torna o controle ambiental mais simples. Além disso, esses aterros também podem funcionar como áreas de reserva, permitindo o reaproveitamento futuro desses materiais. (ABNT NBR 15113:2004)

Figura 10 - Aterro de inerte em Sorocaba-SP.



Fonte: Martins (2019).

Dentro desse contexto, a ABNT NBR 15113:2004 diz como deve ser o funcionamento desses aterros. A norma, por exemplo, estabelece que somente devem ser recebidos resíduos da construção civil e resíduos inertes, e que esses materiais precisam passar por triagem, seja na origem, em áreas de transbordo ou no próprio aterro. O objetivo é garantir que apenas resíduos Classe A ou inertes sejam dispostos, enquanto os das classes B, C e D devem ter destinação adequada (ABNT NBR 15113:2004).

A norma também fala da forma de disposição dos resíduos, que deve ser feita em camadas sobrepostas e de forma segregada. Essa separação é importante para possibilitar reutilização ou reciclagem futura, como a reciclagem dos tijolos (Figura 11), evitando que o aterro funcione apenas como descarte (ABNT NBR 15113:2004).

Figura 11 - Exemplo de reciclagem de tijolos.



Fonte: Monteiro Construções (s.d.).

Além disso, são exigidos cuidados com segurança e operação, como uso de equipamentos de proteção, medidas contra incêndio e descargas atmosféricas, além de inspeções para evitar problemas que possam causar impactos ambientais ou riscos à saúde (ABNT NBR 15113:2004).

Outro ponto importante é o controle da operação. A norma exige o registro de todas as atividades do aterro, incluindo quantidade e tipo de resíduos recebidos, rejeitados e reaproveitados, além de dados de monitoramento ambiental. Esses registros devem ser mantidos durante todo o tempo de vida útil do aterro e também depois do encerramento (ABNT NBR 15113:2004).

2.5 Condições de implantação

A implantação de aterros de resíduos inertes (Figura 12) exige uma série de cuidados para garantir que a área escolhida seja adequada tanto do ponto de vista ambiental quanto do operacional. Nesse sentido, a norma ABNT NBR 15113:2004 estabelece critérios que visam minimizar impactos e garantir o bom funcionamento do aterro (ABNT NBR 15113:2004).

Em relação à localização, segundo a norma o local deve ser escolhido de forma que reduza o máximo possível dos impactos ambientais, além de considerar a aceitação da vizinhança e dos usuários e o atender o que a legislação de uso do solo e a legislação ambiental dizem (ABNT NBR 15113:2004).

Para essa avaliação, devem ser analisados aspectos como as características geológicas e dos solos, condições hidrológicas, existência de passivos ambientais, vegetação local, acessos disponíveis, capacidade da área (em termos de volume e vida útil) e a distância da população (ABNT NBR 15113:2004).

Figura 12 - Construção do aterro de RCC classe A e resíduos inertes em 2013.



Fonte: Rosado (2013).

Além da escolha do local, a estrutura do aterro também deve atender a requisitos mínimos. O acesso à área precisa ser garantido em qualquer condição climática, com vias adequadas tanto internas quanto externas. O local deve ser cercado, com controle de entrada por meio de portão, evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais. Também é obrigatória a sinalização, e também a adoção de medidas que reduzam impactos na vizinhança, como barreiras visuais e proteção contra ventos, podendo utilizar cercas vivas. A norma ainda prevê a existência de uma faixa de proteção interna ao perímetro do aterro (ABNT NBR 15113:2004).

Outro ponto importante é a infraestrutura básica. O aterro deve contar com iluminação e fornecimento de energia, permitindo a operação dos equipamentos e a atuação em situações de emergências. Da mesma forma, é necessário dispor de sistema de comunicação emergencial para essas situações (ABNT NBR 15113:2004).

No que diz respeito ao controle dos resíduos, a norma estabelece que nenhum material pode ser disposto no aterro sem que sua origem e composição sejam conhecidas. Isso reforça a importância da triagem e do controle já mencionados anteriormente. Os responsáveis pela operação devem garantir o treinamento dos funcionários, tanto em relação às atividades operacionais quanto aos procedimentos em casos de emergência (ABNT NBR 15113:2004).

A proteção ambiental também é um dos pontos principais nas condições de implantação. A norma prevê que deve haver um monitoramento das

águas subterrâneas. A qualidade dessas águas não pode ser comprometida, devendo atender aos padrões de potabilidade. Caso ocorra qualquer tipo de contaminação, é responsabilidade do operador adotar medidas de recuperação da parte afetada (ABNT NBR 15113:2004).

No caso das águas superficiais, devem ser adotadas medidas que evitem tanto a entrada de águas externas no aterro quanto o carreamento de resíduos para fora da área. Para isso, é necessária a implantação de sistemas de drenagem compatíveis com as condições locais, dimensionados para suportar eventos de chuva com determinado período de recorrência, além do respeito às faixas de proteção de corpos d'água (ABNT NBR 15113:2004).

2.6 Encerramento dos aterros

Segundo Silva (2024), o processo de encerramento de um aterro sanitário pode ser dividido em quatro etapas principais, sendo que cada uma delas envolve diversas ações específicas a serem executadas.

A primeira etapa corresponde ao diagnóstico das condições do aterro, na qual é realizada uma avaliação detalhada da situação atual do empreendimento. Entre as atividades desenvolvidas nessa fase, destacam-se a análise dos riscos ambientais e estruturais, o levantamento planialtimétrico da área, a avaliação documental do aterro e a proposição de um sistema de monitoramento global. Essas ações são fundamentais para subsidiar as etapas subsequentes do processo de encerramento.

A segunda etapa consiste na iniciação das ações, caracterizada pela adoção das primeiras medidas voltadas ao planejamento e à preparação do encerramento das operações. Nessa fase, deve-se definir a data de encerramento, revisar o plano de fechamento — corrigindo eventuais falhas —, comunicar o órgão ambiental competente e obter as devidas licenças, autorizações e aprovações necessárias.

A terceira etapa refere-se ao encerramento propriamente dito do aterro sanitário, momento em que ocorre a finalização das atividades de disposição de resíduos. Entre as principais ações, destacam-se a cobertura final dos resíduos expostos, a estabilização e o revestimento dos taludes, além da implantação e

continuidade dos sistemas de monitoramento de gases, águas subterrâneas e controle da poluição atmosférica. Essa fase é essencial para garantir a segurança ambiental e estrutural da área.

Por fim, a quarta etapa corresponde ao período de pós-encerramento, no qual são realizadas atividades de acompanhamento e manutenção da área. Nessa fase, incluem-se a avaliação técnica das condições das camadas de cobertura e de fundo, a execução de eventuais reparos, o monitoramento contínuo das águas subterrâneas para detecção de possíveis contaminações, a elaboração de relatórios técnicos periódicos com informações ambientais, técnicas e socioeconômicas, bem como a realização de inspeções regulares.

De acordo com a ABNT NBR 13896, todas as obras necessárias para o encerramento definitivo do aterro devem ser concluídas no prazo máximo de seis meses após o recebimento dos últimos resíduos. Além disso, a norma estabelece que o monitoramento das águas subterrâneas no período de pós-encerramento deve ser realizado por, no mínimo, vinte anos. Esse período pode ser reduzido caso seja comprovada a ausência de líquidos percolados, ou ampliado, caso os responsáveis técnicos considerem necessário.

Dessa forma, o encerramento de aterros sanitários representa uma etapa fundamental para a recuperação ambiental da área anteriormente utilizada. O aterro somente pode ser considerado efetivamente encerrado quando apresentar estabilidade geotécnica adequada e quando a área estiver devidamente recuperada para um novo uso. A Figura 13 ilustra o encerramento de um aterro sanitário no município de Presidente Prudente, motivado pelo esgotamento da capacidade de disposição de resíduos no local.

Figura 13 – Encerramento do aterro sanitário em Presidente Prudente.



Fonte: G1 Presidente Prudente (2021).

3. METODOLOGIA

O presente artigo fundamenta-se em uma abordagem qualitativa, de caráter bibliográfico e exploratório. A pesquisa foi desenvolvida a partir do levantamento e análise de materiais já publicados, incluindo artigos científicos, monografias, estudos de caso, trabalhos acadêmicos e normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que serviram como base teórica para a construção do estudo.

A coleta de dados foi realizada por meio de consultas a bases digitais, bibliotecas virtuais e documentos institucionais, buscando reunir informações atualizadas e relevantes sobre os aterros sanitários. Foram selecionadas fontes que abordassem aspectos relacionados aos métodos construtivos, funcionamento, aplicação e importância desses sistemas no contexto urbano e ambiental.

A análise dos dados ocorreu de forma descritiva e comparativa, permitindo identificar as principais características dos diferentes métodos de aterro sanitário, como os modelos em trincheira, em área e em rampa, bem como suas condições de aplicação, vantagens e limitações. Além disso, buscou-se compreender o papel dos aterros sanitários na gestão adequada dos resíduos

sólidos, destacando sua relevância para a redução de impactos ambientais e para a promoção da saúde pública.

Dessa forma, a metodologia adotada possibilitou uma compreensão abrangente do tema, contribuindo para o aprofundamento dos conhecimentos acerca dos aterros sanitários e sua importância no planejamento e organização do espaço urbano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise das normas técnicas, artigos científicos e demais fontes consultadas, verifica-se que os aterros sanitários constituem uma das principais soluções para a disposição final de resíduos sólidos urbanos. Em comparação aos lixões, apresentam avanços significativos, principalmente no controle ambiental, na redução de impactos diretos ao solo e à água, e na melhoria das condições sanitárias da população (ABRELPE, 2022; BRASIL, 2010).

Entre os aspectos positivos relacionados à implantação, destaca-se o planejamento técnico envolvido na escolha da área, considerando critérios geológicos, hidrogeológicos e ambientais, o que contribui para a minimização de riscos de contaminação. Além disso, os projetos de aterros sanitários incluem sistemas de impermeabilização do solo, drenagem de chorume e captação de gases, elementos fundamentais para garantir maior segurança ambiental durante sua operação (MONTEIRO et al., 2001).

No que se refere ao uso dos aterros, observa-se que, quando operados corretamente, esses sistemas permitem o controle eficiente dos resíduos, evitando a exposição direta do lixo ao meio ambiente e reduzindo a proliferação de vetores de doenças. Outro ponto relevante é a possibilidade de aproveitamento energético do biogás gerado na decomposição dos resíduos, o que representa uma alternativa sustentável e economicamente viável em determinados casos (TCHOBANOGLIOUS; THEISEN; VIGIL, 1993).

No período pós-encerramento, os aterros de inertes também apresentam potencial de reutilização das áreas, podendo ser destinados a usos como parques, áreas verdes ou outras finalidades compatíveis, desde que respeitados os critérios técnicos e ambientais. Esse aspecto contribui para a

reintegração da área ao meio urbano, reduzindo os impactos paisagísticos e promovendo benefícios à comunidade (BRASIL, 2010).

Entretanto, apesar das vantagens apresentadas, ainda existem limitações importantes associadas a essa técnica. Entre elas, destacam-se os riscos de contaminação do solo e do lençol freático em casos de falhas nos sistemas de impermeabilização ou drenagem, além da necessidade de monitoramento contínuo dos chorumes e gases gerados. Soma-se a isso o alto custo de implantação, a necessidade de grandes áreas disponíveis e a exigência de manutenção constante ao longo de toda a vida útil do aterro e após seu encerramento (ABRELPE, 2022).

Dessa forma, os aterros sanitários se consolidam como uma alternativa fundamental para a redução dos impactos causados pelos resíduos sólidos urbanos. Quando corretamente projetados, executados e monitorados, são capazes de minimizar significativamente os danos ambientais e sanitários, especialmente quando comparados a formas inadequadas de disposição, como os lixões. Nesse sentido, sua utilização deve ser incentivada e aprimorada, sendo considerada uma solução viável e necessária dentro do atual cenário de geração crescente de resíduos, contribuindo diretamente para a melhoria da qualidade ambiental e das condições de saúde pública.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu analisar os aterros sanitários como técnica de disposição final de resíduos sólidos, contemplando seus métodos construtivos, a classificação dos resíduos e as normas técnicas aplicáveis à sua implantação e operação. Dessa forma, o objetivo proposto foi atingido, proporcionando uma visão integrada dos aspectos técnicos, ambientais e sociais relacionados ao tema.

Os resultados demonstram que os aterros sanitários constituem uma solução mais adequada em comparação aos lixões, sobretudo por incorporarem sistemas de impermeabilização, drenagem e controle de chorume e gases, contribuindo para a mitigação de impactos ambientais e a proteção da saúde pública. Nesse sentido, sua importância para a sociedade se evidencia na promoção de melhores condições sanitárias, na redução da poluição e na organização do manejo de resíduos nos centros urbanos.

Ressalta-se, entretanto, que a eficiência desses sistemas está diretamente associada ao cumprimento rigoroso das diretrizes normativas e às condições de execução, operação e monitoramento.

No âmbito dos resíduos da construção civil, destaca-se a importância dos aterros de inertes, destinados à disposição de materiais classificados como Classe II B. Em função de suas características físico-químicas estáveis, esses resíduos apresentam menor potencial de impacto ambiental, permitindo um controle mais simplificado e possibilitando práticas de segregação e reaproveitamento, conforme previsto em norma.

Apesar das vantagens observadas, foram identificadas limitações relacionadas aos custos de implantação e manutenção, à disponibilidade de áreas adequadas e à necessidade de maior efetividade na aplicação das normas técnicas. Tais aspectos evidenciam a importância do planejamento e da gestão adequada desses empreendimentos.

Dessa forma, conclui-se que os aterros sanitários e os aterros de inertes desempenham papel essencial na gestão de resíduos sólidos, sendo fundamentais para a redução de impactos ambientais e para o atendimento das demandas da sociedade, desde que implantados e operados em conformidade com os critérios técnicos e legais estabelecidos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13896: aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15113: resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992. Versão corrigida: 1996.

BIG BAG ALLIANCE. As 9 classes de produtos perigosos. 2022. Disponível em: <<https://www.bigbagalliance.com/post/as-9-classes-de-produtos-perigosos>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BIOCOMP. O que são resíduos classe II A? Disponível em: <<https://biocomp.com.br/o-que-sao-residuos-classe-ii-a/>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. Gestão sustentável de resíduos sólidos da construção civil e resíduos de serviços urbanos. Brasília: Ministério das Cidades, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/protegeer-antigo/arquivos/tubs2015gestosustentveldersu_part1.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 16 abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Acesso em: 07/05/2026.

ECOTRANS AMBIENTAL. *Resíduos*. Disponível em: <<https://www.ecotransambiental.com.br/residuos.html>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

EMBTEC. Definição de resíduos classe 1. Disponível em: <<https://www.embtec.com.br/br/noticias/interna/definicao-de-residuos-classe-1-225>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

G1. Aterro sanitário chega ao limite e deixa Presidente Prudente em situação de emergência por falta de local adequado para o depósito de lixo. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/noticia/2021/08/17/aterro-sanitario-chega-ao-limite-e-deixa-presidente-prudente-em-situacao-de-emergencia-por-falta-de-local-adequado-para-o-deposito-de-lixo.ghtml>>. Acesso em: 20 abr. 2026.

Gestão de resíduos da construção civil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, [s.l.], 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Construcao-do-aterro-de-RCC-classe-A-e-residuos-inertes-em-2013_fig1_325575840>. Acesso em: 9 abr. 2026.

JORNAL CRUZEIRO DO SUL. Prefeitura de Sorocaba abre edital para reciclagem no aterro de inertes. 2019. Disponível em: <<https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/prefeitura-de-sorocaba-abre-edital-para-reciclagem-no-aterro-de-inertes/>>. Acesso em: 9 abr. 2026.

LAY-ANG, Giorgia. *Aterro sanitário*. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/aterro-sanitario.htm>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

MONTEIRO, José Henrique Penido *et al.* Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/gestao_integrada_resid_solidos_manual.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2026.

MONTEIRO TIJOLOS. Fabrique tijolos com resíduos de construção civil. Disponível em: <<https://monteirutijolos.com/fabrique-tijolos-com-residuos-de-construcao-civil/>>. Acesso em: 9 abr. 2026.

MORAND, Fernanda Guerra. *Estudo das principais aplicações dos resíduos de obra como materiais de construção*. 2016. 82 f. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

OKI, Vivian Godoi S.; GOZZI, Marcelo Pupim; FERREIRA, Maurício Lamano; FERREIRA, Ana Paula do Nascimento Lamano. Aterros em valas: solução ambiental para pequenos municípios. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2011, São José dos Campos. Anais [...]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2011. Disponível em: <https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/RE_0034_0065_01.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2026.

Pinheiro, Karoline Cavalcante; Rocha, Suyene Monteiro. Política nacional de resíduos sólidos e gestão pública ambiental. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, Caxias do Sul, v. 12, n. 03. Disponível em: <<https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/9447/5514>> . Acesso em: 16 abr. 2026.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Como funciona um aterro sanitário? Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/como-funciona-um-aterro-sanitario/>>. Acesso em: 26 mar. 2026.

SILVA, Karina Albuquerque da. Proposta de um modelo de plano de encerramento de aterro sanitário utilizando a ferramenta de apoio multicritério à decisão. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/78703>>. Acesso em: 20 abr. 2026.

SUPERBID. Como funciona um aterro sanitário? 2021. Disponível em: <<https://blog.superbid.net/como-funciona-um-aterro-sanitario/>>. Acesso em: 26 mar. 2026.

TIPO TEMPORÁRIO. O que são resíduos inertes e como tratá-los? Disponível em: <<https://tipotemporario.com.br/translix/blog/o-que-sao-residuos-inertes-e-como-trata-los/>>. Acesso em: 19 mar. 2026.

Universidade Federal de Juiz de Fora. AS – Aula 9. Juiz de Fora: UFJF, [s.d.]. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/AS-_Aula-9.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2026.

URBAM (Urbanizadora Municipal S.A.). Aterro sanitário. Disponível em: <https://www.urbam.com.br/aterro_sanitario>. Acesso em: 26 mar. 2026.

ESTUDO COMPARATIVO DA AÇÃO DO FERMENTO BIOLÓGICO SECO E FRESCO NA DECOMPOSIÇÃO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

João Gabriel Soares Ramalho
3º Ano E.M – Colégio Copérnico
joaogabrielsramalho@gmail.com

Carolina Barini Furini
Mestre em Desenvolvimento Regional – Uni-FACEF
carolinabarini@gmail.com

Camila Colombari Bomfim
Mestre Ciências – Uifran
colombari.camila@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Química experimental desempenha um papel relevante na compreensão dos fenômenos naturais, especialmente quando possibilita a observação direta de reações e seus efeitos. Nesse contexto, a decomposição do peróxido de hidrogênio, popularmente demonstrada no experimento conhecido como “pasta de dente de elefante”, constitui uma ferramenta didática relevante para o estudo da intensidade das reações químicas e da ação de catalisadores. Essa reação evidencia, de forma visual e dinâmica, a liberação de oxigênio e a formação de espuma, permitindo relacionar conceitos teóricos à prática laboratorial.

Diante disso, surge o seguinte problema de pesquisa: de que maneira o uso de fermento biológico, em suas formas seca e fresca, influencia a velocidade e a intensidade da decomposição do peróxido de hidrogênio? A investigação parte da hipótese de que o fermento biológico, em suas formas seca e fresca, atua de maneira distinta no processo, alterando tanto a rapidez da reação quanto sua intensidade visual. Espera-se que o fermento biológico fresco promova a liberação mais rápida e vigorosa de oxigênio, resultando em maior formação de espuma, enquanto o fermento seco tenha um desempenho mais lento ou menos intenso, em função de sua necessidade de reidratação para ativação enzimática.

O objetivo geral deste estudo é analisar como o uso de fermento biológico, em suas formas seca e fresca, influencia a cinética da reação e a intensidade da formação de espuma em um experimento inspirado na “pasta de dente de elefante”. Para isso, os objetivos específicos incluem: realizar o experimento utilizando o fermento biológico como catalisador, sendo este fresco e seco; observar o comportamento das duas reações; comparar a taxa de formação de espuma; analisar a intensidade visual com base no volume, rapidez e duração da reação; identificar qual catalisador apresenta maior eficiência; e relacionar os resultados obtidos aos conceitos de ação catalítica e cinética química.

Tal análise fundamenta-se nos princípios da cinética química, uma vez que a presença de catalisadores reduz a energia de ativação da reação, favorecendo sua ocorrência (Curti; Ruvollo Filho, 2006), além de aumentar o número de colisões eficazes entre as partículas reagentes, influenciando diretamente o tempo de reação (Andrade, 2024).

Por fim, os resultados indicam que o fermento biológico fresco apresentou desempenho superior ao fermento seco, promovendo menor tempo para a decomposição do peróxido de hidrogênio e maior intensidade na formação de espuma, evidenciando maior atividade enzimática.

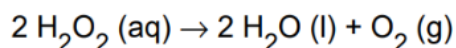
2. REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão da decomposição do peróxido de hidrogênio e da ação dos catalisadores exige a análise de conceitos fundamentais da cinética química (Atkins; de Paula, 2012; Laidler, 1987) e da catálise (Fogler, 2009; Ciola, 1981), discutidos na literatura científica.

2.1 Decomposição do peróxido de hidrogênio

A decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) consiste em uma reação química na qual essa substância se transforma em água (H_2O) e oxigênio (O_2). Em condições normais, trata-se de um processo relativamente lento, que pode ser acelerado significativamente pela presença de catalisadores (Feltre, 2024).

Segundo Vitolo (2021) a reação de decomposição pode ser representada pela equação:



Essa transformação envolve a quebra de ligações químicas e a formação. A intensidade da reação depende do tipo de catalisador utilizado, pois diferentes substâncias apresentam diferentes mecanismos de ação e eficiências catalíticas. Estudos cinéticos mostram que a presença de catalisadores aumenta a velocidade da reação ao fornecer um caminho alternativo com menor energia de ativação (Curti; Ruvollo Filho, 2006). No experimento da “pasta de dente de elefante”, essa aceleração é observada pela rápida liberação de oxigênio, que forma espuma, sendo sua intensidade diretamente relacionada à eficiência do catalisador utilizado.

2.2 Fatores que afetam a velocidade das reações químicas

A velocidade das reações químicas é estudada pela cinética química, área responsável por analisar a rapidez com que os reagentes são transformados em produtos, bem como os fatores que influenciam esse processo. Entre os principais fatores destacam-se a concentração dos reagentes, a temperatura, a presença de catalisadores e a superfície de contato. Esses fatores interferem diretamente na frequência e na eficácia das colisões entre as partículas reagentes, determinando a velocidade da reação (Andrade, 2024). De acordo com a cinética química, quanto maior o número de colisões eficazes por unidade de tempo, maior será a velocidade da reação, evidenciando a importância do controle dessas variáveis em experimentos químicos.

2.2.1 Catalisador e catálise

O catalisador é definido como uma substância capaz de aumentar a velocidade de uma reação química sem ser consumida no processo. Sua atuação ocorre por meio da diminuição da energia de ativação, tornando mais fácil a

transformação dos reagentes em produtos. Esse fenômeno está diretamente relacionado à catálise, que consiste no conjunto de mecanismos pelos quais uma substância altera a velocidade de uma reação química sem modificar o equilíbrio químico final (Fogler, 2009; Ciola, 1981). Do ponto de vista da cinética química, a presença de um catalisador altera o caminho da reação, proporcionando uma rota alternativa com menor energia de ativação. Isso aumenta o número de colisões eficazes por unidade de tempo, acelerando a formação de produtos (Atkins; de Paula, 2012; Laidler, 1987).

2.2.2 Influência da temperatura nas colisões moleculares

O aumento da temperatura eleva a energia cinética média das moléculas, fazendo com que elas se movimentem mais rapidamente. Como consequência, ocorre um aumento na frequência das colisões e, principalmente, na quantidade de colisões eficazes. Segundo estudos cinéticos, a elevação da temperatura aumenta a fração de moléculas com energia suficiente para superar a energia de ativação, acelerando a reação química (Andrade, 2024). Dessa forma, a temperatura é um dos fatores mais relevantes no controle da velocidade das reações.

2.2.3 Superfície de contato e tamanho das partículas

A superfície de contato é um fator essencial em reações químicas, especialmente naquelas que envolvem catalisadores sólidos. Quanto maior a área superficial disponível, maior será a interação entre os reagentes e o catalisador. A redução do tamanho das partículas aumenta a área de contato, favorecendo o número de colisões eficazes e, consequentemente, aumentando a velocidade da reação. Em sistemas catalíticos, essa relação é fundamental para explicar variações na eficiência do processo (Curti; Ruvollo Filho, 2006).

2.2.4 Colisões eficazes e não eficazes

De acordo com a teoria das colisões, nem todas as colisões entre moléculas resultam em reação química. Para que uma colisão seja eficaz, é

necessário que as partículas envolvidas apresentem energia suficiente para superar a energia de ativação, além de orientação adequada. Colisões que não atendem a esses critérios são consideradas não eficazes e não resultam na formação de produtos. Assim, a velocidade da reação depende diretamente do número de colisões eficazes que ocorrem no sistema (Andrade, 2024).

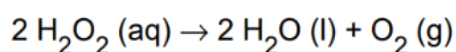
2.2.5 Influência da concentração dos reagentes

A concentração dos reagentes influencia diretamente a velocidade das reações químicas. Quanto maior a quantidade de partículas presentes em um determinado volume, maior será a frequência de colisões entre elas. Esse aumento na frequência de colisões eleva a probabilidade de ocorrência de colisões eficazes, resultando em maior velocidade de reação. Dessa forma, a concentração é um fator determinante no controle cinético dos processos químicos (Belo; Souza, 2016).

2.3 Caracterização dos catalisadores utilizados

Para a realização do experimento, foram selecionadas diferentes apresentações de um mesmo catalisador biológico, com o objetivo de comparar seus efeitos na decomposição do peróxido de hidrogênio, considerando possíveis variações em sua atividade enzimática. O fermento biológico foi escolhido por conter a enzima catalase, responsável por acelerar a decomposição do peróxido de hidrogênio em água e oxigênio. Trata-se de um exemplo de catálise enzimática, caracterizada pela elevada eficiência e especificidade.

Foram utilizadas duas formas de fermento biológico: o fermento fresco e o fermento seco. O fermento fresco apresenta maior disponibilidade imediata de enzimas ativas, enquanto o fermento seco necessita de reidratação para a ativação enzimática. Dessa forma, a comparação entre essas duas apresentações permite analisar como as condições de ativação do catalisador interferem no processo reacional. Como já apresentada pode ser representada pela seguinte equação:



Destaca-se, como observado na equação, que o fermento biológico, empregado como catalisador, atua apenas acelerando a reação, sem ser consumido no processo, não integrando os produtos finais.

Sua utilização permite analisar a decomposição do peróxido de hidrogênio com base nos princípios da cinética química e da catálise. Nesse sentido, fatores como temperatura, concentração e superfície de contato influenciam o tempo de reação e a formação de espuma, permitindo a interpretação dos resultados obtidos.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, que, segundo Minayo (2000), permite interpretar percepções, significados e representações atribuídas pelos sujeitos. Também se baseia em pesquisa bibliográfica, com consulta a livros, artigos e documentos acadêmicos sobre os temas estudados (Gil, 2017). Além disso, a pesquisa possui caráter experimental, uma vez que envolve a realização de testes práticos para observar o comportamento da decomposição do peróxido de hidrogênio na presença de diferentes catalisadores.

Em cada condição analisada, realizaram-se dois ensaios independentes em provetas de vidro com capacidade de 100 mL, visando à identificação de possíveis variações no comportamento da reação e ao aumento da confiabilidade dos resultados. Segue abaixo a lista de materiais utilizados:

- Peróxido de hidrogênio (água oxigenada 40 volumes)
- Detergente líquido
- Tinta guache
- Fermento biológico fresco 30g (para cada experimento)
- Fermento biológico seco 10g (para cada experimento)
- Água morna
- Béquer
- Proveta 100ml
- Espátula para mistura
- Colher de café
- Termômetro eletrônico

- Cronômetro
- Equipamentos de proteção individual (luvas e óculos de segurança)

Os materiais utilizados em cada experimento estão apresentados nas Figuras 1 e 2, referentes ao fermento biológico seco e ao fermento biológico fresco, respectivamente. Nessas imagens, é possível observar a organização dos materiais.

Figura 1 - Materiais utilizados para o experimento com fermento biológico seco



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 - Materiais utilizados para o experimento com fermento biológico fresco



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a realização dos experimentos, foi preparada uma solução padrão para todas as reações, mantendo constantes as proporções dos reagentes. Em uma proveta de vidro com capacidade de 100 mL, foram adicionados 75 mL de peróxido de hidrogênio (água oxigenada 40 volumes), 20 mL de detergente líquido e 1 colher de café de tinta guache, com o objetivo de facilitar a visualização da reação.

Inicialmente, como mostrado na figura 3, a tinta guache foi adicionada ao detergente e misturada até completa homogeneização. Em seguida, (figura 4) essa mistura foi incorporada ao peróxido de hidrogênio, constituindo a solução base. Os catalisadores foram preparados separadamente e adicionados à solução base no momento do experimento.

Figura 3 - Preparação dos reagentes



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 - Adição do detergente com o corante no peróxido de hidrogênio



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para cada condição experimental, utilizou-se fermento biológico seco ou fermento biológico fresco, previamente preparados. O fermento seco foi dissolvido em 100 mL de água morna para ativação, enquanto o fermento fresco foi utilizado nas mesmas condições. A adição do fermento marcou o início da decomposição do peróxido de hidrogênio.

Figura 5 - Adição do catalisador à solução



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a adição do catalisador, iniciou-se a contagem do tempo com o auxílio de um cronômetro, observando-se: o tempo de início da reação; a taxa de

formação de espuma; o volume de espuma gerado e a duração da reação (figuras 6 e 7). Cada teste foi realizado individualmente, garantindo que não houvesse interferência entre os experimentos.

Figura 6 - Ápice da formação de espuma na reação com fermento biológico fresco.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7 - Ápice da formação de espuma na reação com fermento biológico seco.



Fonte: Elaborado pelos autores

A análise dos resultados foi realizada por meio da comparação entre os diferentes experimentos. Para melhor visualização, os experimentos foram filmados sempre do mesmo ângulo e distância, permitindo comparar os resultados posteriormente.

4. RESULTADOS

Os experimentos foram realizados em laboratório de Química, com a utilização dos devidos equipamentos de proteção individual (EPIs), sob a supervisão de técnico de laboratório.

Abaixo do experimento foram realizados dois testes com o fermento biológico como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação dos resultados obtidos

	Tempo para início da reação	Tempo de duração	Temperatura	Volume
Fermento biológico seco (azul)	aproximadamente 10 segundos	Aproximadamente 3 minutos	ti = 25.2°C tf = 31 °C	Baixo
Fermento biológico seco (vermelho)	aproximadamente 10 segundos	Aproximadamente 3 minutos	ti = 25.2°C tf = 32.1 °C	Baixo
Fermento biológico fresco (verde)	Reação instantânea	Aproximadamente 40 segundos	ti = 25.2 °C tf = 40 °C	Médio
Fermento biológico fresco (laranja)	Reação instantânea	Aproximadamente 1 minuto	ti = 25.2°C tf = 28 °C	Alto

Fonte: Elaborado pelos autores

A análise dos dados apresentados na Tabela 1 evidencia diferenças significativas entre o fermento biológico seco e o fresco. Observa-se que, enquanto o fermento seco apresentou início de reação em aproximadamente 10 segundos e duração média de cerca de 3 minutos, o fermento fresco apresentou reação instantânea, com menor tempo de duração. Em relação à temperatura, o fermento fresco promoveu maior variação térmica, atingindo valores mais elevados, o que

indica maior liberação de energia durante a reação. Quanto à formação de espuma, observou-se qualitativamente que o fermento fresco resultou em maior volume, indicando maior liberação de oxigênio em menor intervalo de tempo. Esses resultados sugerem maior atividade enzimática imediata no fermento fresco em comparação ao fermento seco.

Durante a realização dos experimentos, observou-se que, em todos os casos, permaneceu peróxido de hidrogênio no fundo da proveta após o término da reação, o que indica que a decomposição não ocorreu de forma completa. Esse fator pode ter influenciado os resultados obtidos, especialmente na análise da intensidade da reação. Além disso, a medição da temperatura foi realizada com o termômetro posicionado a aproximadamente 10 cm da base da proveta. No entanto, possíveis movimentações do instrumento durante o experimento podem ter causado variações nos valores registrados, representando uma limitação na precisão dos dados térmicos obtidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicam que o fermento biológico fresco apresentou desempenho superior ao fermento biológico seco na decomposição do peróxido de hidrogênio, promovendo menor tempo de reação, maior variação de temperatura e maior formação de espuma. Assim, sugere-se maior atividade enzimática imediata no fermento fresco, favorecendo a liberação mais rápida de oxigênio.

Esse comportamento pode ser compreendido à luz da cinética química, uma vez que a presença de catalisadores aumenta a velocidade da reação ao fornecer um caminho alternativo com menor energia de ativação, conforme discutido por Curti e Ruvollo Filho (2006). Além disso, a maior intensidade da reação observada está relacionada ao aumento do número de colisões eficazes entre as partículas, fator diretamente associado à velocidade das reações químicas (Andrade, 2024).

Em contrapartida, o fermento seco apresentou início mais tardio e menor intensidade de reação, o que pode estar relacionado à necessidade de reidratação para ativação das enzimas, influenciando a eficiência do processo

catalítico. Observou-se ainda que, em alguns ensaios, permaneceu peróxido de hidrogênio no fundo da proveta após o término da reação, indicando que a decomposição não ocorreu de forma completa. Além disso, a medição da temperatura, realizada com o termômetro posicionado a aproximadamente 10 cm da base da proveta, pode ter sofrido variações devido a movimentações durante o experimento, configurando uma limitação na precisão dos dados obtidos.

Ainda assim, o experimento demonstrou-se eficaz como ferramenta para a compreensão dos princípios da cinética química e da catálise, evidenciando como diferentes condições de um mesmo catalisador podem influenciar o comportamento de uma reação química.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C. Estudo cinético de uma reação química. *Chemkeys*, Campinas, 2024. Disponível em: <https://econtents.sbu.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/18747>. Acesso em: 15 abr. 2026.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. *Físico-Química*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BELO, L. F.; SOUZA, R. S. Estudo cinético da enzima catalase de batata doce. *Scientia Plena*, Aracaju, v. 12, n. 6, 2016. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/2831>. Acesso em: 15 abr. 2026.

BROWN, T.L et. al. *Química: a ciência central*. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

CURTI, P. S.; RUVOLLO FILHO, A. Estudo cinético da despolimerização de PET. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 307-312, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/Kp3zyJFdcYR6WVfjTVdDh6x/>. Acesso em: 15 abr. 2026.

FELTRE, R. *Química*. Vol 1. 6 ed. São Paulo: Moderna, 2024.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MINAYO, M. C. S. *O desafio de conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

NELSON, D. L; COX, M. M. *Lehninger: princípios de bioquímica*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

VITOLO, Michele. Decomposition of hydrogen peroxide by catalase. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, v. 10, n. 8, p. 47–56, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/353646113>. Acesso em: 05 mai. 2026.

BIOFERTILIZANTES: a química e a microbiologia na agricultura sustentável

Ana Clara da Silva Costa

Orientanda – Instituição: Centro Universitário Municipal de Franca (Uni-FACEF)

Endereço: Av. Alonso Y Alonso, 2400 - São José, Franca - SP, 14401-426

E-mail: annnaclarasilva0920@gmail.com

Viviane Rodrigues Esperandim Sampaio

Orientadora – Doutorado de Biociências Aplicadas à Farmácia pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (USP) - Departamento de Análises

Clínicas, Bromatológicas e Toxicológicas

Instituição: Centro Universitário Municipal de Franca (Uni-FACEF)

Endereço: Av. Alonso Y Alonso, 2400 - São José, Franca - SP, 14401-426

E-mail: vivianeesperandim@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Biofertilizantes são bioinsumos produzidos a partir de materiais orgânicos como esterco e restos de alimentos. A produção desses materiais envolve a degradação biológica de matéria orgânica, processos aeróbicos (com oxigênio) e anaeróbicos (sem oxigênio) são métodos comuns para essa decomposição.

Tem como funções fornecer nutrientes para plantas, possibilitando o equilíbrio biológico no solo contribuindo ao fornecer nutrientes e a capacidade de troca de cátions (CTC), sendo fonte importante de alimento para microrganismos decompositores encarregado pela mineralização da matéria orgânica no solo, assim aumentando a população de fungos, bactérias entre outros organismos benéficos para o solo, como também, tendo a importância de induzir a síntese de fitormônios.

Geralmente, o pH é básico, em torno de 7,5, o que o torna um eficiente corretivo do solo, ajudando a equilibrar as condições químicas do ambiente. Além disso, o biofertilizante não apresenta odor desagradável, é não poluente e possui um custo de obtenção consideravelmente mais baixo do que os fertilizantes químicos convencionais.

Sendo suas classificações organizadas principalmente pela sua forma de produção como a aeróbica, que com a presença do oxigênio facilita seu tempo de preparo, portanto, conseguindo-se ser preparado em dias, também gerando um produto mais estável. Já a produção anaeróbica exige seu preparo com a ausência

do oxigênio em um recipiente selado com uma mangueira fixada ao mesmo para saída dos gases, este sendo um processo mais demorado, se estendendo por meses.

Além de suas composições, que podem ser categorizadas como simples, composto ou enriquecido. Quando nos referimos a uma composição simples, tratamos de um ou mais nutrientes de origem vegetal ou animal. O composto se dá entre a mistura de dois ou mais biofertilizantes, logo o enriquecido são os compostos que recebem minerais, extratos de algas, aminoácidos, ou microrganismos em sua composição para a potencialização nas suas respectivas propriedades. Desta forma, são com matéria orgânica e microrganismos para nutrir plantas e solos, tendo também opções líquidas e sólidas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Arroz

O arroz tem sua origem no Sudeste Asiático, em regiões da Índia e China, sendo os Espanhóis na época da colonização, os responsáveis em introduzir esse cereal nas Américas. Alguns historiadores apontam que, o Brasil, foi o primeiro país a cultivar esse cereal no continente americano, chamado de “milho d’água” ou abati-uapé pelos tupis que já tinham conhecimento muito antes da colonização portuguesa, que eram colhidos próximo ao litoral nos alagados.

Em registros de Américo Vespúcio, se tem referência ao cereal em áreas alagadas do Amazonas, também se constatou que, alguns participantes da expedição de Pedro Álvares depois de uma peregrinação por volta de 5km em solo da Pindorama, traziam na sua posse amostras de arroz. Entre 1587 e 1745 as lavouras arrozeiras já ocupavam terras na Bahia e Maranhão.

Na sua composição, o grão é formado por múltiplas camadas que apresentam composições químicas, estruturas e funções diferenciadas.

O grão de arroz é composto por diferentes tecidos, cada um com estrutura, composição química e funções específicas. A casca do grão representa entre 15% e 30% do peso total, variando conforme a variedade, técnicas de cultivo, localização geográfica, estação do ano e temperatura. Seus principais constituintes

são minerais, como a sílica, e celulose. Já o pericarpo, conhecido como farelo, envolve o endosperma amiláceo e é uma fração rica em proteínas, lipídios, vitaminas e sais minerais, correspondendo de 5% a 7% do peso do grão. (Alencar; Alenvarenga, 1991; Salunkhe; Chavan; Kadam, 1999).

A camada de aleurona, situada na parte externa do endosperma, apresenta um número de camadas variável de acordo com a origem, variedade e condições ambientais do grão. O endosperma em si é uma excelente fonte de carboidratos complexos, sendo predominantemente constituído de amido nas formas de amilose e amilopectina. No arroz comum, o teor de amilose varia entre 12% e 35%, enquanto as variedades cerosas apresentam níveis significativamente menores desse componente.

2.3 NPK e sua importância na Agricultura

O termo NPK se refere aos três principais macronutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K). Esses elementos são cruciais para o crescimento vegetal, o que justifica sua presença predominante na formulação da grande maioria dos fertilizantes empregados na agricultura. A composição desses fertilizantes é geralmente representada por uma proporção numérica (como 10-10-10 ou 20-5-20), indicando a quantidade relativa de cada nutriente no produto.

O Nitrogênio (N) é fundamental para o crescimento vegetativo, pois está intimamente ligado à formação de folhas, caules e à síntese de clorofila, sendo um elemento chave para o processo de fotossíntese. O Fósforo (P), por sua vez, tem um papel importante no fortalecimento do sistema radicular e participa de processos energéticos essenciais, impactando diretamente a floração e a frutificação. Já o Potássio (K) assegura um equilíbrio hídrico eficiente nas plantas, contribuindo para a resistência a condições adversas, melhor aproveitamento da água e aprimoramento da qualidade dos frutos.

Portanto, um fornecimento equilibrado dos nutrientes N, P e K é indispensável para o bom desenvolvimento das culturas. Isso não apenas influencia de forma significativa a produtividade agrícola, mas também impulsiona a sustentabilidade dos sistemas de cultivo. Um manejo adequado desses nutrientes

promove o crescimento saudável das plantas e otimiza a utilização dos recursos naturais disponíveis.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Analisar a viabilidade de um biofertilizante a base de arroz quanto às suas características microbiológicas, por meio de estudo bibliográfico e experimental, com vistas à sua aplicação agrícola.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar pesquisa literária sobre biofertilizantes e sua importância na agricultura sustentável.
- Elaborar um biofertilizante à base de arroz como matéria-prima.
- Analisar a presença e atividade de microrganismos no biofertilizante produzido.
- Avaliar as características gerais do produto obtido.
- Relacionar os resultados com a literatura adquirida.

4. JUSTIFICATIVAS

A presente pesquisa tem como justificativa facilitar, baratear custos e sustentabilizar as práticas agrícolas, impulsionando a ampliação de alternativas aos fertilizantes químicos tradicionais. Assim, no contexto inserido, os biofertilizantes se manifestam como um meio viável, pois a melhoria da fertilidade do solo é promovida por ações de microrganismos benéficos, contribuindo para o equilíbrio microbiológico e aumento da produtividade agrícola.

Sendo o arroz, amplamente disponível e de baixo custo, pode ser utilizado como matéria-prima na produção de biofertilizantes, favorecendo processos microbiológicos naturais e possibilitando o aproveitamento de recursos acessíveis aos pequenos produtores. A análise microbiológica desse biofertilizante é fundamental para compreender sua eficiência e segurança de uso.

Deste modo, o trabalho apresentado se justifica pela relevância de desenvolver e avaliar um biofertilizante à base de arroz, contribuindo para a redução de custos, o fortalecimento da agricultura familiar e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis.

5. METODOLOGIA

5.1 Materiais, reagentes e equipamentos

5.1.1 Produção da matéria prima e biofertilizante

- Arroz cozido;
- Panela metálica;
- Água mineral;
- Caixa de papelão;
- Ferramenta manual (equipamento de pequeno porte);
- Água destilada.

5.1.2 Meio de Cultura

- BHI Ágar - 15,6 g;
- 01 Proveta Graduada de 500 mL;
- 01 Balão de fundo chato de 500mL;
- Balança semi-analítica;
- Micro-ondas;
- Autoclave;
- 01 Bico de Bunsen;
- 15 Placas de petri.

5.1.3 Inoculação da amostra

- 1g de amostra de arroz;
- 10mL de soro fisiológico;
- Saco para coleta estéril (100mL);
- 3 placas de petri com meio de cultura Ágar BHI.

5.1.4 Visualização microscópica da amostra

- Lâminas de vidro;
- Lamínulas;
- Microscópio óptico;
- Amostra cultivada;
- Alça de inoculação descartável.

5.2 Métodos

5.2.1 Biofertilizante

O arroz cru foi submetido diretamente ao processo de cocção, sem pré-lavagem, sendo adicionada água corrente potável em proporção adequada. A mistura foi levada ao aquecimento até ebulição, mantido até a completa absorção da água adicionada, indicando o término da cocção. Após essa etapa, a fonte de calor foi desligada, encerrando o processo de cozimento.

O experimento foi conduzido na cidade de Franca, situada no interior de São Paulo na área de preservação localizada no Colégio Etec Prof. Carmelino Correa Junior, em solo com aspecto de turfa, escuro, úmido e com vegetação seca ao redor como folhas e galhos secos, sendo identificado árvores de bambu e folhas secas de Jatobá espalhadas pelo solo da imediação. De acordo com a Köppen, a classificação do clima da região é do tipo Aw.

Foi escavado um buraco no solo próximo a estas árvores, e inserimos o arroz cozido, sem tempero, sem sal, envolvido na caixa de papelão ao mesmo, sendo aguardado um período de 88 dias para que sofresse um processo de decomposição biológica e mineralização para que pudéssemos fazer a análise microbiológica e darmos continuidade para a próxima etapa da pesquisa.

5.2.2 Meio de cultura

Com o auxílio de uma espátula, foram pesados 15,6 g de BHI Ágar, os quais foram transferidos para um balão de fundo chato com capacidade de 500 mL.

Em seguida, adicionaram-se 300 mL de água destilada, misturando-se continuamente para garantir a dissolução completa do meio. Essa quantidade foi calculada para o preparo de cerca de 15 placas de Petri. Posteriormente, a solução foi levada ao aquecimento em forno micro-ondas até atingir o ponto de ebulição, com pausas a cada 30 segundos para agitação e verificação da homogeneidade. Após o aquecimento, o balão foi vedado utilizando uma camada de papel alumínio seguida por uma camada de papel kraft, ambas fixadas com fita crepe para assegurar um fechamento adequado. Em seguida, o meio foi submetido à esterilização em autoclave.

Então a bancada foi devidamente higienizada com álcool 70%, e as placas de Petri foram organizadas na área de trabalho. Para estabelecer uma zona estéril, o bico de Bunsen foi aceso. Usando luvas de proteção, o gargalo do balão foi rapidamente flambado no fogo e o meio de cultura estéril foi cuidadosamente distribuído nas placas de Petri. Por fim, essas placas foram deixadas em repouso até que o meio se solidificasse à temperatura ambiente.

5.2.3 Inoculação da amostra de arroz em meio de cultura

A amostra de arroz foi inicialmente armazenada em um saco de coleta estéril, ao qual foram adicionados 10 mL de soro fisiológico estéril. Após essa etapa, a amostra foi devidamente homogeneizada, resultando em uma solução diluída.

Em seguida, três placas de Petri contendo meio de cultura ágar BHI foram preparadas. Em cada uma delas, foi inoculado 1 mL da solução diluída, distribuído uniformemente sobre a superfície do meio de cultura. As placas foram então acondicionadas em condições apropriadas para incubação, visando permitir o crescimento dos micro-organismos presentes na amostra.

O processo de incubação foi realizado a 36°C durante um período de 48 horas.

5.2.4 Visualização microscópica da amostra

Após o período de incubação, uma pequena porção da amostra cultivada foi submetida à confecção de um esfregaço, o qual foi transferido para uma

lâmina de vidro e preparado com o auxílio de uma lamínula. A análise microscópica foi então conduzida utilizando um microscópio óptico sob diferentes ampliações, com o intuito de examinar as estruturas presentes na amostra.

A observação foi realizada com ampliações de 40x e 100x, visando a identificação de possíveis micro-organismos. Durante o procedimento analítico, foram detectadas estruturas filamentosas características, como hifas, o que é indicativo do crescimento de fungos na amostra analisada.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o período de incubação da amostra de arroz em meio de cultura, foi realizada a análise microscópica, na qual se observou o desenvolvimento de estruturas filamentosas características de fungos, conhecidas como hifas. Essas estruturas apresentaram-se alongadas, com aspecto ramificado, formando uma rede interligada que evidencia o crescimento ativo dos micro-organismos no meio cultivado.

As hifas são estruturas fundamentais dos fungos, sendo responsáveis pela absorção de nutrientes, crescimento e, em alguns casos, reprodução. São constituídas por células alongadas que podem apresentar septos (hifas septadas) ou ausência destes (hifas cenocíticas), característica que varia de acordo com o grupo fúngico. A organização dessas hifas dá origem ao micélio, estrutura responsável pela colonização do substrato.

Durante a observação microscópica, notou-se que as hifas apresentavam ramificações e distribuição irregular no campo visual, indicando um processo ativo de colonização do meio de cultura. Esse crescimento está diretamente relacionado às condições favoráveis fornecidas durante a incubação, como disponibilidade de nutrientes, umidade e temperatura adequadas.

Além disso, a presença dessas estruturas está associada à capacidade dos fungos de decompor matéria orgânica, como o arroz utilizado na amostra. Esse processo resulta na liberação de nutrientes no meio, contribuindo para a ciclagem de matéria e podendo ser explorado em aplicações como a produção de biofertilizantes.

REFERÊNCIAS

COMPOSIÇÃO química do arroz. Disponível em:

<https://revistapesquisa.fapesp.br/composicao-quimica-do-arroz/>. Acesso em: 12 dez. 2025.

EMBRAPA. Origem e história do feijoeiro comum e do arroz. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/257455/1/CNPAF2000fd.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2025.

JESUS, M.; MENEZES, M.; MEDEIROS, A.; ARAÚJO, A.; COSTA, E.; OLIVEIRA VIEIRA, J. Composição microbiológica e indicadores físicos e químicos de biofertilizantes líquidos. **Ecogestão Brasil**, 2024. Acesso em: 12 dez. 2025.

O QUE é NPK? Saiba a importância para a agricultura. **Yara Brasil** (Blog Yara

Nutre), 2022. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/o-que-e-npk-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em: 27 fev. 2026.

SILVA, F. L. B. da et al. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 383–389, abr. 2011. Acesso em: 26 fev. 2026.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1143–1151, 2010.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 191–196, 2009

A EVOLUÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION: tendências, inovações e o futuro da construção enxuta no cenário global

Cláudio Mayke Ferreira

Graduando em Engenharia de Produção– Uni-FACEF

claudiomayke@facef.br

Kaiky da Silva Melo

Graduando em Engenharia de Produção– Uni-FACEF

kaikymelo@facef.br

Luigi Barbosa Borges

Graduando em Engenharia de Produção– Uni-FACEF

luigibarbosa@facef.br

Prof. Dr. Flavio Costa

Dr. em Eng. Produção – UFSCar e Docente no Uni-FACEF

flaviohenrique@facef.br

Ana Lúcia Bassi

Dra. em Ciências – UFSCar e Docente no Uni-FACEF

analuciabassi@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem passado por uma transformação significativa, caracterizada pela transição de métodos tradicionais, frequentemente artesanais, para abordagens baseadas na industrialização e na digitalização. Esse movimento é impulsionado por desafios estruturais relevantes, tais como a escassez de mão de obra qualificada, o aumento dos custos de materiais e as crescentes exigências relacionadas à sustentabilidade no setor.

Nesse contexto, o *Lean Construction* (construção enxuta) tem evoluído para um novo estágio, frequentemente denominado *Lean Construction 4.0*, no qual os princípios clássicos de redução de desperdícios e melhoria contínua são integrados a tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e *Building Information Modeling* (BIM). Essa convergência tecnológica

amplia significativamente a capacidade de planejamento, controle e otimização dos processos construtivos.

A evolução dessa abordagem pode ser compreendida a partir de três frentes principais. A primeira refere-se à industrialização e modularização, com destaque para a produção *off-site*, que possibilita maior rapidez, previsibilidade e redução de desperdícios, consolidando sistemas como *Steel Frame* e construção modular. A segunda está relacionada aos canteiros inteligentes e à automação, com a incorporação de robótica e equipamentos automatizados, contribuindo para a execução de atividades repetitivas e de maior risco, além de aumentar a eficiência operacional. Por fim, a conectividade e o uso intensivo de dados promovem a integração das informações por meio de plataformas digitais unificadas, como os *Common Data Environments* (CDEs), favorecendo a colaboração entre os agentes envolvidos e o uso de modelos digitais e gêmeos digitais.

Dessa forma, o *Lean Construction* deixa de ser apenas uma abordagem metodológica para se consolidar como um requisito estratégico, frequentemente associado a exigências contratuais e normativas, especialmente no que se refere ao atendimento de critérios de desempenho, eficiência e sustentabilidade, alinhados aos princípios ESG (*Environmental, Social and Governance*).

Este artigo tem como objetivo explorar a evolução do *Lean Construction*, destacando suas principais tendências, inovações e impactos no cenário global da construção civil, bem como discutir seu papel na transformação dos processos de projeto e execução.

Para tanto, a metodologia adotada baseia-se em revisão bibliográfica, por meio da análise de artigos científicos, livros, dissertações e outras fontes relevantes relacionadas ao tema. Estudos recentes indicam que a adoção integrada de práticas enxutas e tecnologias digitais pode resultar em ganhos expressivos de desempenho, incluindo redução de custos e melhoria no cumprimento de prazos, evidenciando o potencial dessas abordagens para o aumento da competitividade no setor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Filosofia Lean e o Modelo TFV de Lauri Koskela

Lauri Koskela revolucionou a gestão da construção ao introduzir os fundamentos do *Lean Construction*, desafiando a visão tradicional de que uma obra é apenas uma sequência de atividades de conversão. Em sua tese, o autor propôs que os processos produtivos devem ser analisados a partir do modelo TFV (Transformação, Fluxo e Valor), ampliando a compreensão sobre a dinâmica da produção no setor.

De acordo com Koskela (1992) não basta transformar matéria-prima em produto final; torna-se essencial, também, gerenciar o fluxo de materiais e informações, com foco na eliminação de desperdícios, garantindo que cada etapa adicione valor real ao cliente final. Essa abordagem introduz uma visão sistemática, na qual atividades que não agregam valor devem ser identificadas e minimizadas.

O pensamento central do autor enfatiza a redução da variabilidade dos processos e do tempo de ciclo como elementos-chave para o aumento da eficiência produtiva. Nesse sentido, a melhoria da transparência dos processos, aliada à simplificação das operações, contribui significativamente para o aumento da confiabilidade do planejamento e para a elevação da produtividade nos canteiros de obras.

Ao transpor os princípios do Sistema Toyota de Produção para o contexto da construção civil, Koskela (1992) estabeleceu onze princípios fundamentais da construção enxuta, que, até a atualidade, orientam práticas voltadas à maximização da eficiência e à redução de perdas nos empreendimentos. Esses princípios constituem a base teórica para a implementação do *Lean Construction* e sustentam diversas ferramentas e metodologias aplicadas no setor (Figura 1).

Adicionalmente, o modelo TFV contribui para a consolidação de uma abordagem mais integrada da gestão da produção, ao articular aspectos operacionais e estratégicos, promovendo não apenas ganhos de produtividade, mas também melhorias na qualidade dos produtos e na satisfação do cliente final. Dessa forma, sua aplicação tem se mostrado essencial no contexto contemporâneo,

marcado por demandas crescentes por eficiência, sustentabilidade e competitividade na construção civil.

Figura 1: Princípios do *Lean Construction* segundo Koskela (1992)



Fonte: LOSEKANN, 2025

2.2 Construção Industrializada e a Metodologia DfMA

Segundo Iris D. Tommelein (2025), a evolução do *Lean Construction* está fortemente associada ao avanço da Construção Industrializada (*Industrialized Construction* – IC) e à aplicação de métodos de planejamento como o do *Takt Planning*. Nesse contexto, a autora argumenta que o diferencial competitivo no setor não se limita à organização do canteiro de obras, mas na integração entre as etapas de projeto, a fabricação e a montagem, por meio do conceito de *Design for Manufacturing and Assembly (DfMA)*.

Para Tommelein (2025), o *Lean Construction* contemporâneo é caracterizado pela capacidade de transformar a obra em um fluxo contínuo e organizado de montagem com elevado nível de precisão. Nessa abordagem, a variabilidade dos processos é tratada ainda na fase de projeto, o que contribui para a redução de incertezas durante a execução e para o aumento da eficiência produtiva, onde a variabilidade é amenizada ainda na fase de projeto.

Além disso, suas pesquisas enfatizam a importância da aplicação da lógica *Just-in-Time* na logística de componentes modulares, permitindo a entrega de

materiais no momento e na quantidade exata necessária. Essa estratégia contribui para minimizar o chamado “efeito chicote”, fenômeno em que pequenas variações na demanda final provocam grandes oscilações ao longo da cadeia de suprimentos. Como resultado, há uma redução significativa de estoques, desperdícios e retrabalhos, especialmente aqueles relacionados a falhas de interface entre os sistemas construtivos.

Nessa perspectiva, o DfMA assume papel central ao promover a padronização e a compatibilização dos elementos construtivos ainda na etapa de concepção, facilitando sua fabricação e posterior montagem no canteiro. Essa integração entre projeto e execução permite não apenas ganhos de produtividade, mas também melhorias na qualidade, segurança e previsibilidade das obras.

Dessa forma, a evolução metodológica do *Lean Construction* reforça a necessidade de uma abordagem integrada, na qual os princípios enxutos atuam como ligação entre a engenharia de produção e a execução física, viabilizando obras mais rápidas, eficientes e com significativa redução de desperdícios.

2.3 Eficiência Operacional e Resiliência no Cenário Brasileiro

Segundo Luiz Gustavo Santos (2025), diretor na Falconi, destaca a evolução do *Lean Construction* em 2026 consolida-se como a estratégia fundamental para promover a resiliência e a competitividade no setor de construção civil no Brasil. Em um contexto econômico desafiador, caracterizado por taxas de juros elevadas, aumento dos custos de insumos e escassez de mão de obra qualificada, a adoção de práticas enxutas torna-se essencial para a sustentabilidade financeira das empresas do setor.

Segundo o autor, o *Lean Construction* ultrapassa a abordagem tradicional focada apenas na redução de desperdícios, assumindo o papel de um modelo de gestão integrado, capaz de otimizar processos, reduzir ineficiências e aumentar a previsibilidade dos resultados. Nesse cenário, a eficiência operacional passa a ser sustentada pela padronização de processos, pelo controle rigoroso das atividades e por um planejamento mais estruturado e orientado ao longo prazo.

Além disso, ainda na visão do Diretor, o amadurecimento do *Lean* no contexto brasileiro está diretamente relacionado à capacidade das organizações de

responder de forma ágil às oscilações do mercado. A incorporação de práticas como melhoria contínua, gestão visual e trabalho colaborativo contribui para maior transparência dos processos e melhor alinhamento entre as equipes, reduzindo falhas de comunicação e retrabalhos.

Outro aspecto relevante refere-se à necessidade de integração da filosofia *Lean* à cultura organizacional. Conforme enfatizado por Santos (2025), o sucesso da implementação depende do engajamento das lideranças e da disseminação dos princípios enxutos em todos os níveis da empresa. Essa mudança cultural favorece a tomada de decisão baseada em dados, o desenvolvimento de equipes mais autônomas e o foco constante na geração de valor ao cliente.

Dessa forma, o *Lean Construction* deixa de ser uma tendência pontual para se consolidar como um elemento estruturante da gestão na construção civil brasileira, contribuindo para obras mais eficientes, seguras e com maior qualidade, além de ampliar a competitividade das empresas em um mercado cada vez mais exigente.

2.4 Lean Construction 4.0: Integração com BIM e Gêmeos Digitais

Segundo Rafael Sacks (2025), professor de Engenharia Civil no instituto de tecnologia de Israel, destacou que a evolução do *Lean Construction* em 2026 está diretamente relacionada ao avanço da maturidade digital no setor da construção civil, especialmente por meio da integração entre os princípios da construção enxuta e o Building Information Modeling (BIM). Segundo o autor, essa integração representa um novo estágio da gestão da produção, no qual a informação passa a desempenhar papel central na tomada de decisões.

Nesse contexto, a incorporação dos Gêmeos Digitais (*Digital Twins*) amplia significativamente as possibilidades de controle e monitoramento das obras. Esses modelos digitais funcionam como representações virtuais dinâmicas do empreendimento, sendo continuamente atualizados por meio de sensores, sistemas de coleta de dados e tecnologias como a Inteligência Artificial.

De acordo com Sacks (2025), um dos principais avanços está na capacidade de reduzir desperdícios relacionados à informação e minimizar atrasos na tomada de decisão. A utilização de modelos digitais atualizados em tempo real

permite que as equipes visualizem o andamento dos processos de forma preditiva, antecipando problemas e conflitos antes que ocorram no ambiente físico do canteiro de obras.

Dessa forma, o *Lean Construction* deixa de ser apenas uma filosofia de gestão e passa a se consolidar como um sistema integrado e inteligente de produção. A transparência e a rastreabilidade dos dados possibilitam maior controle sobre os processos construtivos, contribuindo para a redução da variabilidade, o aumento da confiabilidade do planejamento e a melhoria da qualidade final do empreendimento.

Além disso, a integração entre *Lean*, BIM e Gêmeos Digitais favorece a colaboração entre os diferentes agentes do projeto, promovendo maior alinhamento entre as etapas de projeto, planejamento e execução. Esse cenário reforça o potencial dessas tecnologias para impulsionar ganhos de produtividade, sustentabilidade e competitividade no setor da construção civil.

2.5 Gestão de Desperdícios e Eficiência de Fluxo na Construção

No ambiente da construção civil, diversas atividades podem ser caracterizadas como desperdício, comprometendo diretamente a eficiência dos processos produtivos e a geração de valor. Campos e Azevedo (2021) destacam que as principais fontes de perdas no setor incluem retrabalho, execução ineficiente das atividades e tempos de espera relacionados à indisponibilidade de materiais, equipamentos ou mão de obra.

Sob a perspectiva do *Lean Construction*, o conceito de desperdício é ampliado, abrangendo não apenas falhas operacionais, mas também todas as atividades que não agregam valor ao produto final. Nesse sentido, são identificadas categorias clássicas de perdas, como superprodução, estoques excessivos, transporte desnecessário, movimentação ineficiente, processamento inadequado e defeitos, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Tipos básicos de desperdícios na construção enxuta

Categoria do Desperdício	Descrição
Defeitos	Erros que devem ser corrigidos. Refere-se a problemas de qualidade, como a necessidade de retrabalho ou trabalhos de reparação.
Excesso de Produção	Produzir mais ou realizar mais do que é necessário. Inclui o excesso de produção de resíduos.
Inventário	Excesso de estoque, pois o estoque não é considerado valioso e é visto como desperdício. Inclui o extravio de materiais.
Processamento Desnecessário	Etapas desnecessárias no processamento ou na cadeia de produção. Inclui processos ineficientes e desnecessariamente complexos.
Transporte	Transporte de materiais sem propósito ou longos tempos de transporte. Na construção, inclui o manuseio excessivo de materiais.
Movimento Desnecessário	Movimento de funcionários sem propósito. Na construção, engloba movimentos excessivos para o trabalho.
Espera	Espera de funcionários pelo término do trabalho de equipamentos ou pela conclusão de uma atividade anterior. Inclui períodos de espera de materiais e mão de obra, além de atrasos no cronograma e interrupção de trabalhos.
Não Atender às Necessidades do Cliente	Bens e serviços que não satisfazem as necessidades do cliente.

Fonte: NOVAES, 2025.

Além disso, a gestão eficiente do fluxo de trabalho torna-se um elemento central para a redução dessas perdas. A organização das atividades de forma contínua e sincronizada contribui para minimizar interrupções, reduzir tempos improdutivos e aumentar a previsibilidade dos processos. Dessa forma, ferramentas e práticas do *Lean*, como planejamento colaborativo e controle do fluxo, auxiliam na identificação de gargalos e na melhoria contínua das operações.

A adoção do *Lean Construction* promove a transição de uma estratégia focada na eficiência de recursos para uma abordagem orientada à eficiência de fluxo. Segundo Simu e Lidelow (2019), essa mudança permite maior integração entre as etapas produtivas, priorizando o valor percebido pelo cliente.

De acordo com Ferng e Price (2005), o *Lean Construction* também se complementa com outras metodologias de gestão, contribuindo para a melhoria contínua e a otimização dos processos na construção civil.

Dessa forma, a gestão de desperdícios, aliada à otimização do fluxo produtivo, configura-se como um dos pilares fundamentais do *Lean Construction*, sendo essencial para o alcance de melhores resultados operacionais e maior competitividade no setor da construção civil.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa e natureza exploratória. O seu desenvolvimento, foi baseado

no levantamento detalhado em fontes secundárias, incluindo artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros técnicos, teses de doutorado, dissertações de mestrado e monografias correlacionadas ao tema.

A coleta de dados concentrou-se na evolução da filosofia *Lean Construction* até o cenário de 2026, com foco na integração da gestão enxuta com as tecnologias da Construção 4.0. Para isso, foram considerados estudos que abordam a aplicação de ferramentas digitais, como *Building Information Modeling* (BIM), Internet das Coisas (IoT) e Gêmeos Digitais, no contexto da gestão enxuta na construção civil.

Além das bases acadêmicas, também foram consultados documentos técnicos e relatórios institucionais de organizações de referência no setor, como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, o Project Production Institute e o Lean Construction Institute, bem como materiais provenientes de plataformas de inteligência de mercado. Essas fontes contribuíram para a ampliação da análise, incorporando perspectivas práticas e tendências recentes do setor.

Dessa forma, a metodologia adotada permitiu investigar como a convergência entre a filosofia enxuta e as novas ferramentas digitais influencia a eficiência operacional, a produtividade e o cumprimento às metas de sustentabilidade no cenário global contemporâneo da construção civil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos por meio da análise bibliográfica indicam que a evolução do *Lean Construction* em 2026 está fortemente ligada à digitalização no setor da construção civil, especialmente no contexto dos canteiros de obras. Observou-se que a integração entre a filosofia enxuta e o *Building Information Modeling* (BIM) contribui para a redução significativa na variabilidade dos processos, promovendo maior alinhamento entre o planejamento e a execução das atividades.

De acordo com os estudos analisados, a adoção conjunta de ferramentas digitais e metodologias enxutas tem proporcionado melhorias operacionais significativas, com reduções de custos reportadas por 76,4% das empresas e um aumento de 86,3% no cumprimento de prazos. Esses resultados mostram que o setor está migrando de métodos artesanais para uma abordagem

mais industrializada e orientada por dados, com destaque para a modularização e a padronização dos processos construtivos.

A interpretação desses dados permite compreender o *Lean Construction 4.0* como um sistema integrado de gestão, no qual a informação assume papel estratégico. Esse fenômeno ocorre porque o uso de tecnologias como Gêmeos Digitais e Inteligência Artificial possibilita reduzir o desperdício de informação, acelerando e tornando a tomada de decisão mais ágil e assertiva.

Os resultados apresentados estão de acordo com a literatura clássica de Koskela (1992), que já defendia a visibilidade dos processos e a redução do tempo de ciclo como pilares da produtividade. Entretanto, a evolução atual amplia essa abordagem ao incorporar práticas como o *Takt Planning* e a logística *Just-in-Time* para componentes modulares. Essas estratégias contribuem para a redução do chamado “efeito chicote” na cadeia de suprimentos, minimizando variações na demanda e reduzindo a ocorrência de retrabalhos no canteiro.

Além disso, verifica-se que a consolidação do *Lean Construction* está diretamente relacionada à sua incorporação como um modelo de gestão estratégica. Nesse sentido, os resultados indicam que a abordagem enxuta deixou de ser apenas uma alternativa metodológica, passando a configurar-se como um requisito cada vez mais presente em contratos, normas e diretrizes do setor, especialmente no que se refere ao atendimento de critérios de desempenho, eficiência e sustentabilidade alinhados aos princípios ESG.

Por fim, destaca-se que, embora os benefícios da integração entre *Lean* e tecnologias digitais sejam amplamente reconhecidos, sua implementação ainda enfrenta desafios, como a necessidade de capacitação profissional, mudanças culturais nas organizações e investimentos em infraestrutura tecnológica. Assim, o avanço do *Lean Construction 4.0* depende não apenas da adoção de ferramentas, mas também da transformação da gestão e da cultura organizacional no setor da construção civil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou que a evolução do *Lean Construction* tem se consolidado como uma estratégia fundamental para o aumento da resiliência

e da competitividade no setor da construção civil em escala global. A integração entre os princípios da construção enxuta e tecnologias digitais, como Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT), tem possibilitado avanços significativos na superação de desafios estruturais, tais como a escassez de mão de obra qualificada e o aumento dos custos de insumos.

A análise realizada evidenciou que o sucesso da implementação do *Lean* está diretamente relacionado à capacidade das lideranças em integrar essa cultura organizacional aliando-os ao nível de maturidade digital. O principal ganho identificado não é apenas a eficiência produtiva, mas a entrega de valor real ao cliente final através de obras mais rápidas, seguras e com desperdício reduzido.

Além disso, verificou-se que a incorporação de práticas como a industrialização da construção, a modularização e o uso intensivo de dados tem contribuído para a transformação do setor, posicionando o *Lean Construction* como um elemento estratégico na gestão de empreendimentos. Dessa forma, a abordagem enxuta deixa de ser apenas uma ferramenta operacional e passa a atuar como um modelo integrado de gestão, alinhado às demandas contemporâneas por desempenho, sustentabilidade e inovação.

Por fim, os objetivos propostos foram alcançados uma vez que foi possível analisar a evolução do *Lean Construction* e identificar as principais tendências e inovações que impactam o setor. Observou-se que a convergência entre industrialização, digitalização e conectividade tem transformado a construção enxuta em uma vantagem competitiva relevante no cenário atual.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a análise sobre a aplicação de tecnologias emergentes, especialmente no que se refere ao uso da robótica e da automação em tarefas de maior complexidade e risco nos chamados *Smart Sites*. Além disso, sugere-se investigar os desafios relacionados à implementação dessas inovações, como a capacitação profissional e a adaptação cultural das organizações, aspectos essenciais para a consolidação do *Lean Construction 4.0*.

REFERÊNCIAS

BÚSSOLA (plataforma de conteúdo da Exame) - Em 2026, construção civil priorizará processos industrializados, 20 de janeiro de 2026. Disponível em:

<https://exame.com/bussola/em-2026-construcao-civil-priorizara-processos-industrializados/>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (Agência CBIC) - Tecnologia e IA impulsionam produtividade e industrialização da construção, 14 de abril de 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/tecnologia-e-ia-impulsionam-produtividade-e-industrializacao-da-construcao/>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

CAMPOS, V.; AZEVEDO, R. Lean construction e desperdícios na construção civil. 2021. Disponível em:

<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4173> >Acesso em: 09 de abril de 2026.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Lean Construction: metodologia leva eficiência e resultados para o setor de construção civil brasileiro. 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/artigo-lean-construction-metodologia-leva-eficiencia-e-resultados-para-o-setor-de-construcao-civil-brasileiro/>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

DELOITTE AUSTRALIA, The state of digital adoption in the construction industry. February 27, 2025. Disponível em: <https://kaizen.com/pt/insights-pt/tendencias-globais-construcao-2026/>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

FERNG, J.; PRICE, A. An exploration of the synergies between Six Sigma, total quality management, lean construction and sustainable construction. International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, 2005. Disponível em: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJSSCA.2005.007954>. >Acesso em: 09 de abril de 2026.

KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. Stanford: Stanford University, 1992. Disponível em:

<https://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. Waste in construction. Disponível em: (<https://www.leanconstruction.org/>>Acesso) em: 09 de abril de 2026.

RAGAN, Jenny - 2026 Construction Trends: 25+ Experts Share Insights, 5 de fevereiro de 2026. Disponível em:

<https://www.autodesk.com/blogs/construction/2026-construction-trends-25-experts-share-insights/>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

SACKS, Rafael et al. Construction with digital twin information systems. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 2023. Disponível em:

<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/JCEMD4.COENG-16588>.>Acesso em: 09 de abril de 2026.

SANTOS, Luiz Gustavo - Artigo: Lean Construction, metodologia leva eficiência e resultados para o setor de construção civil brasileiro, 16 de abril de 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/artigo-lean-construction-metodologia-leva-eficiencia-e-resultados-para-o-setor-de-construcao-civil-brasileiro/>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

SEEL Engenharia e Construção - Conexão SEEL Edição 64, outubro de 2025. Disponível em: <https://seel.com.br/wp-content/uploads/2025/10/Conexao-SEELEdicao-64.pdf>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

SIMU, K.; LIDELOW, H. Value-based management vs. cost-based management Disponível em: <https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:1268369/FULLTEXT01.pdf>> Acesso em: 09 de abril de 2026.

TOMMELEIN, Iris D. What is your rationale and approach for investing in industrialized construction? Project Production Institute. Disponível em: <https://projectproduction.org/journal/what-is-your-rationale-and-approach-for-investing-in-industrialized-construction/>>Acesso em: 09 de abril de 2026.

TOMMELEIN, Iris D. [artigo no Journal of Construction Engineering and Management]. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002398](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002398)>Acesso em: 09 de abril de 2026.

ANÁLISE DO INDICADOR OEE PARA A MEDIÇÃO DO DESEMPENHO EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS EM PATROCÍNIO PAULISTA/SP

Matheus Silva Garcia de Andrade
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
matheusjussara@gmail.com

Caio Gabriel Teixeira Andrade
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
caio@advocaciaoabsp.com.br

Davi Pereira da Silveira
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
davipereira@gmail.com

Gian Rafael Santana da Cruz
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
Giancruz01@gmail.com

Matheus Borges Carneiro
Mestre em Engenharia de Produção – UFSCar
matheuscarneiro@facef.br

1. INTRODUÇÃO

Em um ambiente industrial caracterizado por elevada competitividade, constantes avanços tecnológicos e crescente exigência por produtividade, as organizações buscam continuamente ferramentas capazes de aprimorar o desempenho de seus processos produtivos. Nesse contexto, a mensuração do desempenho operacional torna-se um fator estratégico, pois fornece informações essenciais para a identificação de perdas, eliminação de desperdícios e aumento da eficiência dos sistemas de produção. Entre os diversos indicadores utilizados pela Engenharia de Produção, destaca-se o Overall Equipment Effectiveness (OEE), reconhecido por avaliar de forma integrada a disponibilidade, o desempenho e a qualidade dos equipamentos.

A indústria de alimentos, especialmente o segmento de laticínios, apresenta processos produtivos contínuos e altamente dependentes da confiabilidade de seus equipamentos. Paradas não planejadas, redução da

velocidade de produção e defeitos nos produtos podem gerar impactos significativos sobre os custos operacionais, a produtividade e a qualidade dos produtos finais. Dessa forma, torna-se fundamental monitorar continuamente a eficiência dos equipamentos, permitindo aos gestores identificar as principais causas das perdas produtivas e implementar ações voltadas à melhoria contínua.

O indicador OEE, desenvolvido no contexto da Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM), consolidou-se como uma das principais métricas para avaliação da eficiência global dos equipamentos industriais. Ao integrar os índices de disponibilidade, desempenho e qualidade em um único indicador, o OEE fornece uma visão abrangente da utilização dos recursos produtivos, permitindo que gestores e engenheiros identifiquem oportunidades de melhoria e fundamentem decisões relacionadas ao aumento da capacidade produtiva e da competitividade organizacional.

Na Engenharia de Produção, a utilização do OEE representa uma importante ferramenta de apoio à gestão das operações, pois possibilita avaliar o desempenho dos processos de forma quantitativa, identificar gargalos produtivos e direcionar ações para redução das chamadas "Seis Grandes Perdas" da produção. Além disso, seu acompanhamento sistemático favorece o desenvolvimento de estratégias de manutenção, melhoria contínua e otimização dos recursos industriais.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar o indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) na indústria de laticínios Jussara S.A., localizada no município de Patrocínio Paulista, interior do estado de São Paulo, buscando avaliar a eficiência, a disponibilidade e a qualidade dos equipamentos produtivos em determinado período, bem como identificar perdas que impactam o desempenho operacional. Para atingir esse objetivo, foi desenvolvido um estudo de caso, fundamentado em revisão bibliográfica e na coleta de dados realizada por meio de visitas técnicas à empresa, possibilitando a análise da realidade operacional e a proposição de oportunidades de melhoria.

O artigo está estruturado em cinco seções. Após esta introdução, apresenta-se o referencial teórico sobre indicadores de desempenho, produtividade e o indicador OEE. Na sequência, são descritos os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. Posteriormente, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação do indicador na empresa estudada. Por fim, são

apresentadas as considerações finais, destacando as principais contribuições da pesquisa, suas limitações e sugestões para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

A crescente busca pela excelência operacional tem levado as organizações industriais a adotarem indicadores capazes de avaliar o desempenho dos seus processos produtivos de forma objetiva e quantitativa. Entre esses indicadores, destaca-se o *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, ou Eficiência Global dos Equipamentos, considerado uma das principais ferramentas para mensurar a eficiência dos recursos produtivos e identificar perdas que comprometem a produtividade industrial.

O indicador OEE foi desenvolvido por Seiichi Nakajima no contexto da Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance – TPM*), sendo amplamente difundido a partir da década de 1980. Seu principal objetivo consiste em avaliar o aproveitamento real dos equipamentos produtivos, permitindo identificar oportunidades de melhoria por meio da redução das perdas relacionadas à disponibilidade, desempenho e qualidade.

Segundo Martins e Laugeni (2005), a mensuração do desempenho operacional é essencial para que as organizações possam controlar seus processos produtivos e desenvolver ações voltadas ao aumento da produtividade. Nesse sentido, o OEE fornece uma visão integrada da eficiência dos equipamentos, permitindo que gestores e engenheiros compreendam de maneira precisa onde estão ocorrendo as principais perdas da produção.

O cálculo do OEE baseia-se na combinação de três indicadores fundamentais: disponibilidade, desempenho e qualidade. A disponibilidade mede o tempo em que o equipamento permaneceu efetivamente disponível para produzir em relação ao tempo programado de operação. Esse indicador considera perdas decorrentes de paradas planejadas e não planejadas, como falhas mecânicas, ajustes, setups e atividades de manutenção.

O indicador de desempenho avalia a velocidade real de produção em comparação com a velocidade ideal prevista para o equipamento. Sua finalidade é

identificar perdas relacionadas à redução da velocidade operacional, pequenas interrupções e microparasadas que, embora muitas vezes passem despercebidas, comprometem significativamente a produtividade ao longo do tempo.

Já o indicador de qualidade mede a proporção de produtos conformes em relação ao total produzido, considerando perdas ocasionadas por defeitos, retrabalhos e refugos. Quanto maior o percentual de produtos aprovados na primeira passagem pelo processo produtivo, maior será o índice de qualidade e, conseqüentemente, o valor do OEE.

Esses três fatores são multiplicados entre si para determinar a Eficiência Global dos Equipamentos, fornecendo uma visão abrangente do desempenho produtivo. Dessa forma, um equipamento somente apresentará elevado índice de OEE quando operar com alta disponibilidade, elevada velocidade de produção e baixa incidência de defeitos.

Outro aspecto importante associado ao OEE refere-se às chamadas Seis Grandes Perdas, conceito desenvolvido no âmbito da TPM. Essas perdas representam as principais causas da redução da eficiência dos equipamentos e são classificadas em: falhas dos equipamentos, setups e regulagens, pequenas paradas, redução da velocidade de operação, defeitos de qualidade e perdas no início da produção. A identificação dessas perdas permite que as organizações priorizem ações corretivas e preventivas voltadas à melhoria do desempenho operacional.

Na Engenharia de Produção, o OEE constitui uma ferramenta estratégica para o gerenciamento dos processos industriais, pois fornece informações que subsidiam decisões relacionadas à manutenção, planejamento da produção, utilização da capacidade produtiva e investimentos em equipamentos. Além disso, o indicador favorece a implementação de programas de melhoria contínua, contribuindo para o aumento da produtividade, redução de desperdícios e fortalecimento da competitividade organizacional.

Diversos autores sugerem valores de referência para interpretação do OEE. De maneira geral, índices inferiores a 65% indicam oportunidades significativas de melhoria; valores entre 65% e 75% representam desempenho considerado aceitável; índices entre 75% e 85% demonstram bom desempenho operacional; enquanto valores superiores a 85% são frequentemente classificados

como padrão de excelência ou *world class*, refletindo elevado nível de eficiência produtiva.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto organizacional, utilizando diversas fontes de evidências para justificar a tomada de decisão (YIN, 2015).

Para Yin (2015), a condução da pesquisa a partir do método do estudo de caso deve seguir as seguintes fases: (a) definição da questão da pesquisa, (b) seleção dos casos, (c) criação do instrumento de pesquisa e protocolo, (d) condução da pesquisa de campo, (e) análise dos dados, (f) formulação da hipótese, (g) comparação com a literatura e (h) conclusão da pesquisa.

A questão que norteia esta pesquisa, apresentada na seção de Introdução deste artigo, é: “o OEE pode contribuir para melhoria de processos em indústria de laticínios?”. Logo, o caso selecionado foi uma indústria de laticínios localizada em Patrocínio Paulista-SP.

Nesse sentido, a busca por fornecedores sustentáveis permitirá não apenas o atendimento aos requisitos dos clientes, assim como a criação de diferenciais competitivos perante os concorrentes diretos. Assim, foi feita uma reunião com o sócio da organização, no qual foi apresentado o escopo da pesquisa e a metodologia a ser trabalhada.

A coleta de dados foi feita mediante reunião estruturada com 05 colaboradores da Indústria O, considerados especialistas na seleção de fornecedores por terem um olhar multidisciplinar. Primeiro, foram apresentados os conceitos de desempenho sustentável, as características de cada fornecedor e, assim, foi solicitado que eles avaliassem cada um dos critérios segundo a avaliação no método de gestão de estoques.

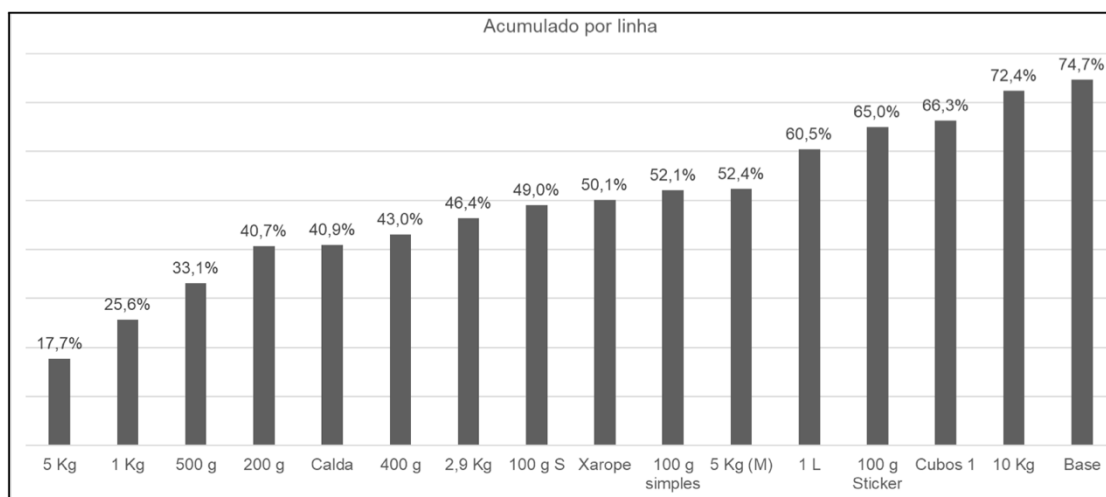
Assim que os critérios foram avaliados, e ranqueados, foi possível solicitar que os especialistas avaliassem cada um dos fornecedores segundo os critérios avaliados para cada um dos objetivos de desempenho sustentáveis, nos pilares econômico, social e ambiental. Além da avaliação, foram entregues documentos que corroboraram para justificar a avaliação dada a cada um dos fornecedores.

A análise de conteúdo foi feita mediante a compilação da avaliação dos especialistas, assim como a análise dos dados apresentados em conjunto, como custo de cada fornecedor, prazo de entrega, taxa de qualidade, avaliações ambientais e relatórios de saúde e segurança do colaborador.

4. ESTUDO DE CASO

A indústria de laticínios foi analisada criteriosamente a fim de evidenciar os resultados da pesquisa. A Figura 1, a seguir, destaca os principais resultados da produção ao longo dos dias de um mês.

Figura 1 – Desempenho da linha durante um mês



Fonte: Autores (2026).

Na Figura 3, podemos ver a porcentagem individual dos fatores que compõem o cálculo do OEE referente ao mês de Janeiro e identificar qual apresentou a menor porcentagem, neste mês em questão foi a disponibilidade apresentando um valor de 60,9%.

De acordo com Slack et al. (2009), indicadores de desempenho constituem instrumentos fundamentais para apoiar a gestão das operações, pois transformam dados produtivos em informações relevantes para o processo de tomada de decisão. Dessa forma, o acompanhamento sistemático do OEE possibilita avaliar a utilização da capacidade instalada, identificar gargalos produtivos e direcionar esforços para a melhoria contínua dos processos industriais.

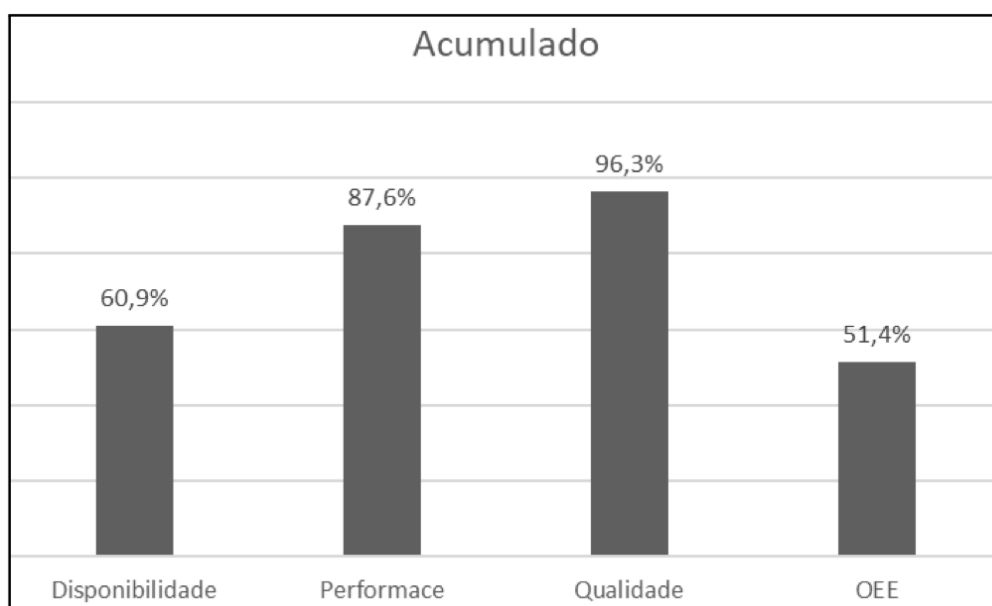
Assim, a utilização sistemática do OEE permite que as organizações monitorem continuamente o desempenho dos seus equipamentos, identifiquem as

principais fontes de perdas e implementem ações voltadas ao aumento da eficiência operacional. Por esse motivo, o indicador tornou-se uma das ferramentas mais utilizadas na Administração da Produção e Operações, especialmente em ambientes industriais que buscam elevar seus níveis de produtividade e competitividade por meio da melhoria contínua de seus processos.

A busca pela excelência operacional tem levado as organizações industriais a adotarem indicadores capazes de mensurar, de forma objetiva, o desempenho de seus processos produtivos. Entre essas ferramentas, o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) destaca-se por proporcionar uma avaliação integrada da disponibilidade, do desempenho e da qualidade dos equipamentos, permitindo identificar perdas produtivas que muitas vezes não são percebidas apenas pela análise dos volumes produzidos.

Em um ambiente industrial caracterizado por elevada competitividade, constantes avanços tecnológicos e crescente exigência por produtividade, as organizações buscam continuamente ferramentas capazes de aprimorar o desempenho de seus processos produtivos. Nesse sentido, o OEE fornece uma visão integrada da eficiência dos equipamentos, permitindo que gestores e engenheiros compreendam de maneira precisa onde estão ocorrendo as principais perdas da produção.

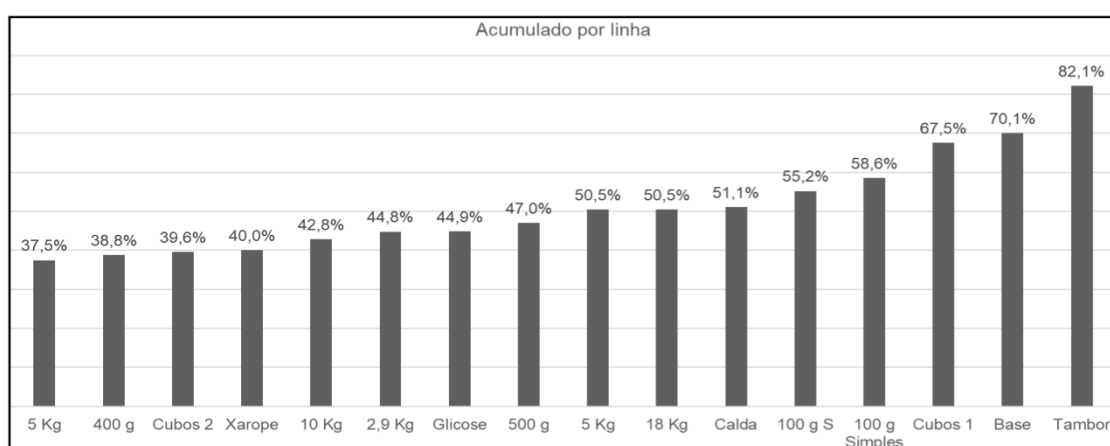
Figura 2 – Desempenho da linha durante um mês



Fonte: Autores (2026).

Os resultados obtidos demonstraram que a utilização do OEE constitui uma ferramenta eficaz para apoiar a gestão da produção, fornecendo informações relevantes sobre as principais fontes de perdas relacionadas à disponibilidade dos equipamentos, ao desempenho operacional e à qualidade dos produtos fabricados. A análise desses fatores possibilitou identificar oportunidades de aperfeiçoamento nos processos produtivos, contribuindo para a tomada de decisões mais fundamentadas e orientadas por indicadores de desempenho.

Figura 3 – Desempenho da linha durante um mês



Fonte: Autores (2026).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar a aplicação do indicador OEE em uma indústria de laticínios localizada no município de Patrocínio Paulista, interior do estado de São Paulo, buscando compreender o desempenho dos equipamentos produtivos e identificar oportunidades de melhoria nos processos industriais. A realização do estudo de caso permitiu conhecer a dinâmica operacional da empresa e compreender a importância do monitoramento sistemático dos indicadores para o aumento da eficiência produtiva.

Os resultados obtidos demonstraram que a utilização do OEE constitui uma ferramenta eficaz para apoiar a gestão da produção, fornecendo informações relevantes sobre as principais fontes de perdas relacionadas à disponibilidade dos equipamentos, ao desempenho operacional e à qualidade dos produtos fabricados. A análise desses fatores possibilitou identificar oportunidades de aperfeiçoamento

nos processos produtivos, contribuindo para a tomada de decisões mais fundamentadas e orientadas por indicadores de desempenho.

Embora a pesquisa ainda esteja em andamento, os resultados preliminares indicam que a adoção do OEE pode favorecer a implantação de ações de melhoria contínua, aumentar a confiabilidade dos equipamentos, reduzir tempos de parada e otimizar a utilização dos recursos produtivos. Consequentemente, espera-se que a empresa obtenha ganhos em produtividade, redução de custos operacionais e fortalecimento de sua competitividade no mercado de laticínios.

Além das contribuições práticas para a organização estudada, este trabalho evidencia a relevância do indicador OEE como ferramenta de gestão para a Engenharia de Produção, reforçando sua importância na avaliação do desempenho industrial e no apoio às estratégias de melhoria contínua. A utilização sistemática desse indicador permite transformar dados operacionais em informações gerenciais capazes de orientar ações corretivas e preventivas, promovendo maior eficiência dos sistemas produtivos.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a aplicação do OEE por meio da integração com outras ferramentas de gestão, como Manutenção Produtiva Total (TPM), Lean Manufacturing, Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM) e sistemas de monitoramento em tempo real, permitindo uma análise mais abrangente do desempenho industrial e contribuindo para o desenvolvimento de operações cada vez mais eficientes e competitivas.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.R.X.; ALVES, J.M. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). *Production*, 2015, v. 25, n. 1, pp. 13 – 26.

BRAGA FILHO, H. A reorganização da indústria de calçados de Franca. Franca: Uni-FACEF, 2000.

CANUTO, P.; CAVALCANTI, M.F. O Planejamento Estratégico como Ferramenta de Gestão nas Pequenas Empresas: uma abordagem sistêmica. In: 11º Congresso Brasileiro de Sistemas, 2015, Franca-SP. O pensamento sistêmico e a interdisciplinariedade: debates e discussões. Franca-SP: Uni-FACEF, 2015.

CARVALHO NETO, S. Competência para exportar: alternativa de crescimento para a indústria calçadista de Franca. FACEF Pesquisa, v. 12, n. 2, Franca: 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2019. 690p.

ENGLER, H.B.R. Mentalidades e Trabalho: do Local ao Global, Panorama do Calçado Francano. Franca: Unesp, 2009.

GUIDOLIN, S.M.; COSTA, A.C.R. da; ROCHA, R.P. da. Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 31, 2010.

MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P.A.C. (Org.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 1.ed. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, p. 5-29, 2010.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 624p.

SCHENATTO, F.J.A. Estratégia tecnológica para arranjos produtivos locais: uma metodologia baseada na elaboração de estudos prospectivos. 2012. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração de Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703p.

YIN, R. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANÁLISE DO PROCESSO DE MANIPULAÇÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA VETERINÁRIA

Bruna da Mata Oliveira
Graduanda em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
brunamataoliv@gmail.com

Guilherme Ferreira Faria
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
guilhermefaria@gmail.com

Matheus Borges Carneiro
Mestre em Engenharia de Produção – UFSCar
matheuscarneiro@facef.br

1. INTRODUÇÃO

A crescente competitividade entre as organizações, aliada ao aumento das exigências dos consumidores e à necessidade de conformidade com normas de qualidade, tem impulsionado as empresas a aperfeiçoarem continuamente seus processos produtivos. Nesse contexto, a análise de processos constitui uma importante ferramenta da Engenharia de Produção, permitindo identificar desperdícios, gargalos e oportunidades de melhoria que contribuam para o aumento da eficiência operacional e da qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

No segmento farmacêutico veterinário, a eficiência dos processos assume papel ainda mais relevante, uma vez que a manipulação de medicamentos envolve atividades que exigem elevado nível de precisão, rastreabilidade e controle de qualidade. Diferentemente da produção em larga escala, as farmácias de manipulação produzem medicamentos personalizados, desenvolvidos de acordo com as necessidades específicas de cada animal e da prescrição do médico-veterinário. Essa característica torna o processo produtivo mais complexo e dependente da integração entre pessoas, equipamentos e informações.

A identificação de gargalos produtivos representa uma etapa fundamental para o gerenciamento das operações, pois permite compreender quais atividades limitam o desempenho do sistema e comprometem o fluxo de produção. Segundo os princípios da Administração da Produção e Operações, a eliminação desses gargalos possibilita reduzir tempos de processamento, aumentar a

produtividade, melhorar a utilização dos recursos disponíveis e elevar o nível de serviço prestado aos clientes.

Nesse sentido, a análise dos tempos de execução das atividades, associada à observação direta dos processos, fornece informações relevantes para subsidiar a tomada de decisão gerencial e orientar a implementação de ações de melhoria contínua. Ferramentas como mapeamento de processos, estudo de tempos, análise de fluxo e indicadores de desempenho permitem compreender o comportamento das operações e identificar oportunidades para otimização dos processos produtivos.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar o processo de manipulação de medicamentos em uma farmácia veterinária localizada no município de Franca, interior do estado de São Paulo, buscando identificar possíveis gargalos que comprometam a eficiência operacional e propor alternativas para sua melhoria. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso na empresa Fórmula Animal, fundamentado em revisão bibliográfica e na coleta de dados realizada por meio da observação direta das atividades e da análise dos tempos de execução das diferentes etapas do processo produtivo.

O artigo está estruturado em cinco seções. Após esta introdução, apresenta-se o referencial teórico sobre análise de processos, gestão da produção, estudo de tempos e melhoria contínua. Em seguida, são descritos os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Posteriormente, apresenta-se o relato do caso e a análise dos resultados obtidos. Por fim, são apresentadas as considerações finais, destacando as principais contribuições da pesquisa e sugestões para estudos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Análise de Processos

A análise de processos consiste na identificação, descrição e avaliação das atividades que compõem determinado sistema produtivo, permitindo compreender como os recursos são transformados em produtos ou serviços. Segundo Slack et al. (2009), todo processo é composto por um conjunto de atividades inter-relacionadas que agregam valor ao cliente e devem ser continuamente monitoradas para garantir elevados níveis de desempenho.

Na Engenharia de Produção, a análise de processos representa uma das principais ferramentas para a melhoria da eficiência operacional, pois possibilita identificar desperdícios, eliminar atividades que não agregam valor e promover maior integração entre as etapas produtivas.

2.2 Estudo de Tempos e Movimentos

O estudo de tempos e movimentos surgiu com os trabalhos de Frederick Taylor e Frank e Lillian Gilbreth, tornando-se uma importante ferramenta para o aumento da produtividade industrial. Seu objetivo consiste em medir o tempo necessário para execução das atividades, identificar desperdícios de movimentos e estabelecer métodos de trabalho mais eficientes.

Segundo Martins e Laugení (2005), o estudo de tempos permite determinar padrões de execução das tarefas, subsidiando o planejamento da capacidade produtiva, o balanceamento das operações e a identificação de gargalos.

Na manipulação de medicamentos, o acompanhamento dos tempos de cada etapa possibilita identificar atividades que limitam o fluxo produtivo e direcionar ações voltadas à redução do tempo de processamento e aumento da produtividade.

2.3 Gargalos Produtivos

Os gargalos correspondem às etapas do processo cuja capacidade produtiva é inferior à demanda recebida, restringindo o desempenho global do sistema produtivo. De acordo com Goldratt (1990), toda organização possui pelo menos uma restrição que limita seu desempenho, sendo sua identificação essencial para a melhoria contínua.

Em processos de manipulação farmacêutica, gargalos podem estar relacionados ao preparo das fórmulas, conferência técnica, pesagem, encapsulamento, rotulagem ou inspeção final, dependendo da organização do fluxo produtivo.

A identificação dessas restrições permite direcionar investimentos e melhorias para os pontos que efetivamente limitam a capacidade da operação.

2.4 Melhoria Contínua

A melhoria contínua consiste na busca permanente pelo aperfeiçoamento dos processos organizacionais por meio da eliminação de desperdícios, padronização das atividades e desenvolvimento de soluções para os problemas identificados.

Segundo Corrêa e Corrêa (2019), organizações que adotam práticas sistemáticas de melhoria contínua apresentam maior capacidade de adaptação às mudanças do ambiente competitivo e conseguem elevar seus níveis de produtividade e qualidade.

Ferramentas como PDCA, análise de processos, indicadores de desempenho e gestão por processos constituem importantes instrumentos para promover melhorias sustentáveis nas operações produtivas.

3. MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois busca gerar conhecimentos voltados para a solução de problemas reais relacionados ao processo de manipulação de medicamentos em uma farmácia veterinária.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, uma vez que procura analisar o funcionamento do processo produtivo, identificar gargalos e compreender fatores que influenciam a eficiência operacional da empresa.

Em relação aos procedimentos técnicos, foi adotado o estudo de caso, realizado na empresa Fórmula Animal, localizada no município de Franca, interior do estado de São Paulo.

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre Administração da Produção e Operações, análise de processos, estudo de tempos e melhoria contínua, utilizando livros, artigos científicos e trabalhos publicados em eventos acadêmicos.

Na etapa empírica, realizaram-se visitas técnicas à empresa, observação direta do ambiente produtivo e acompanhamento das principais etapas do processo de manipulação de medicamentos. Durante as visitas foram coletados dados referentes aos tempos de execução das atividades, fluxo de produção, sequência operacional e utilização dos recursos disponíveis.

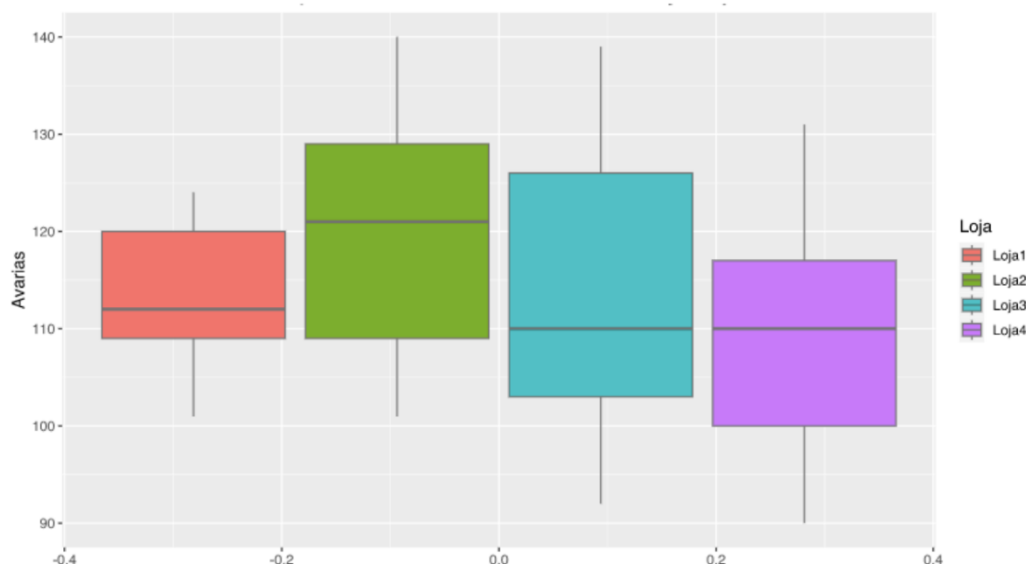
Posteriormente, os dados foram organizados e analisados de forma descritiva, permitindo identificar gargalos, atividades críticas e oportunidades de melhoria capazes de aumentar a eficiência operacional da empresa.

4. RELATO DO CASO

A empresa analisada foi a Fórmula Animal, farmácia especializada na manipulação de medicamentos veterinários localizada no município de Franca, estado de São Paulo. A organização atua na produção personalizada de medicamentos destinados a diferentes espécies animais, desenvolvendo formulações prescritas individualmente por médicos-veterinários.

Durante as visitas técnicas, observou-se que o processo produtivo inicia-se com o recebimento da prescrição médica e o cadastramento do pedido no sistema de gestão. Em seguida, ocorre a conferência da receita, separação das matérias-primas, pesagem dos componentes, manipulação da formulação, encapsulamento ou preparação da forma farmacêutica correspondente, controle de qualidade, rotulagem, embalagem e expedição.

Figura 1 – Box plot do processo

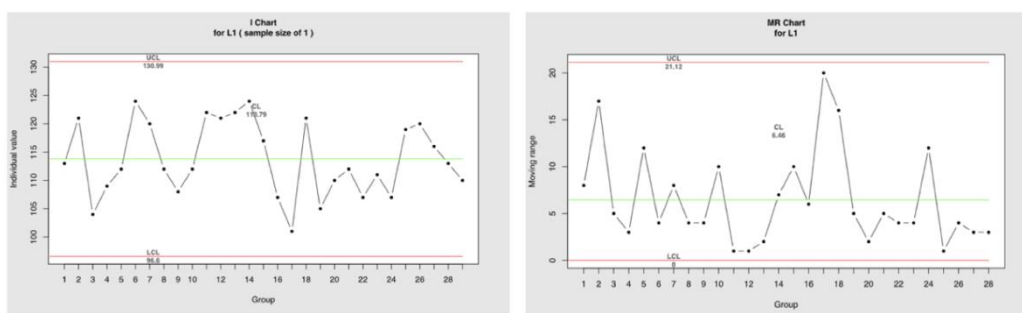


Fonte: Autores (2026).

A análise dos tempos revelou diferenças significativas entre algumas etapas do processo, indicando a existência de atividades que limitam o fluxo produtivo. Verificou-se que as operações de conferência técnica das prescrições e

de manipulação propriamente dita concentram grande parte do tempo total de fabricação, principalmente em fórmulas com maior número de componentes ativos ou que exigem procedimentos específicos de preparo.

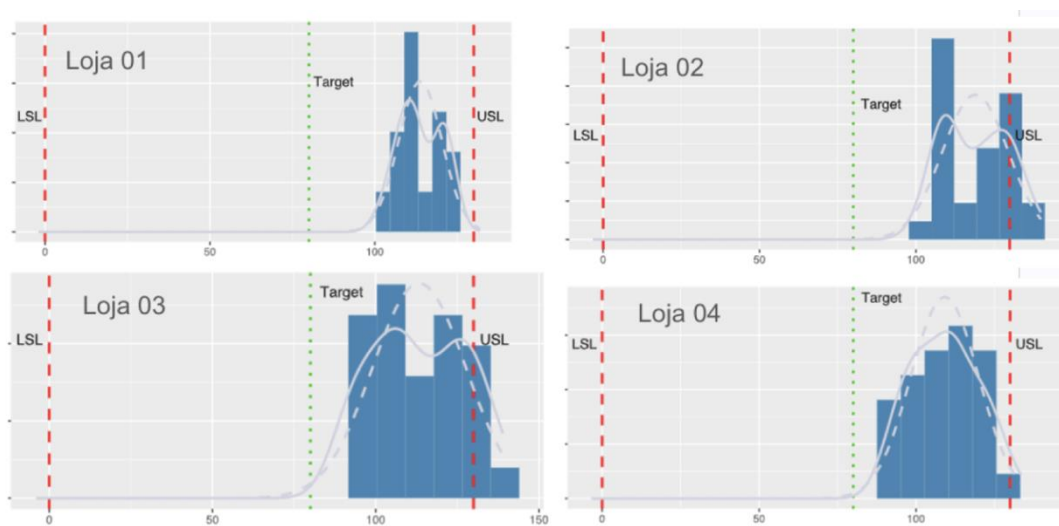
Figura 2 – Cartas de controle



Fonte: Autores (2026).

Também foi observado que, em determinados períodos do dia, ocorre acúmulo de ordens de produção aguardando liberação para manipulação, gerando formação de filas internas e aumento do tempo de permanência dos pedidos no sistema produtivo. Outro aspecto identificado refere-se à movimentação frequente dos operadores entre diferentes setores para obtenção de matérias-primas e materiais auxiliares, ocasionando perdas de tempo relacionadas ao deslocamento. Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre Administração da Produção e Operações, análise de processos, estudo de tempos e melhoria contínua, utilizando livros, artigos científicos e trabalhos publicados em eventos acadêmicos.

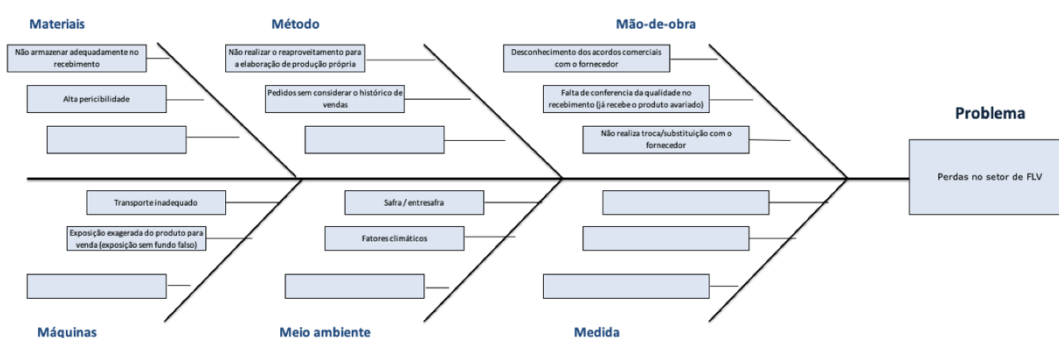
Figura 3 – Análise de capacidade



Fonte: Autores (2026).

Com base nas análises realizadas, foram propostas algumas oportunidades de melhoria, como reorganização do layout de armazenamento das matérias-primas, padronização das etapas de conferência, elaboração de instruções operacionais para atividades recorrentes, implantação de indicadores de desempenho relacionados ao tempo de processamento dos pedidos e monitoramento sistemático dos gargalos produtivos.

Figura 4 – Ishikawa



Fonte: Autores (2026).

Além disso, recomendou-se a utilização de técnicas de balanceamento das atividades e redistribuição das tarefas entre os colaboradores, buscando reduzir a concentração de trabalho nas etapas críticas e melhorar o fluxo geral da produção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de processos constitui uma importante ferramenta para a Engenharia de Produção, pois permite compreender o funcionamento das operações, identificar restrições e desenvolver soluções voltadas ao aumento da eficiência organizacional. No contexto das farmácias de manipulação veterinária, onde a personalização dos medicamentos exige elevado controle das atividades, o gerenciamento eficiente dos processos torna-se fundamental para garantir produtividade, qualidade e segurança.

O presente estudo teve como objetivo analisar o processo de manipulação de medicamentos em uma farmácia veterinária, buscando identificar possíveis gargalos que limitassem o desempenho operacional da empresa. A realização do estudo de caso permitiu compreender o fluxo produtivo, avaliar os

tempos das principais atividades e identificar oportunidades de melhoria relacionadas à organização dos processos.

As análises realizadas demonstraram que a utilização de ferramentas da Engenharia de Produção possibilita compreender de forma objetiva as restrições existentes no sistema produtivo e subsidiar decisões voltadas ao aumento da eficiência operacional. As propostas apresentadas, como reorganização do fluxo de materiais, padronização dos procedimentos, monitoramento dos tempos de processamento e utilização de indicadores de desempenho, representam alternativas capazes de reduzir desperdícios, melhorar a produtividade e aumentar a confiabilidade do processo de manipulação.

Além das contribuições práticas para a empresa estudada, esta pesquisa evidencia a importância da integração entre os conhecimentos de Administração da Produção, análise de processos e melhoria contínua na solução de problemas reais encontrados nas organizações. A aplicação dessas ferramentas permite que decisões sejam fundamentadas em dados objetivos, reduzindo a subjetividade na gestão das operações.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a análise utilizando técnicas como o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), cronoanálise, simulação de processos, Teoria das Restrições (TOC) e Lean Healthcare, ampliando as possibilidades de otimização dos processos produtivos em farmácias de manipulação veterinária e contribuindo para níveis ainda mais elevados de eficiência operacional e qualidade dos serviços prestados.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2019. 690p.

ENGLER, H.B.R. Mentalidades e Trabalho: do Local ao Global, Panorama do Calçado Francano. Franca: Unesp, 2009.

GUIDOLIN, S.M.; COSTA, A.C.R. da; ROCHA, R.P. da. Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 31, 2010.

MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P.A.C. (Org.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 1.ed. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, p. 5-29, 2010.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 624p.

SCHENATTO, F.J.A. Estratégia tecnológica para arranjos produtivos locais: uma metodologia baseada na elaboração de estudos prospectivos. 2012. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração de Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703p.

YIN, R. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APLICAÇÃO DA EFICIÊNCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTOS (OEE) NA PRODUÇÃO DE OLÉO DE SOJA BRUTO DEGOMADO

Ana Carolina de Sousa
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
Anacarol01@sojamais.com

Sabrina dos Santos Andrade
Graduanda em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
sabrinaandrade@gmail.com

Marina Andrade Pires
Graduanda em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
marinapires@gmail.com

Matheus Borges Carneiro
Mestre em Engenharia de Produção – UFSCar
matheuscarneiro@facef.br

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objetivo avaliar a aplicação das ferramentas de gestão em uma indústria de esmague de soja localizado no interior de São Paulo, no município de São Joaquim da Barra. Para a realização deste artigo, foi feita uma revisão da literatura com base em autores fundamentais a área de administração de produção e operações, Ferreira (2016), Corrêa e Corrêa (2000),

Foram feitas leituras de artigos científico relacionado ao tema. O procedimento metodológico para a realização desta pesquisa se deu por meio de um estudo de caso, com visitas presenciais a empresa estudada e coleta de dados necessários para atingir o objetivo do artigo. Um dos principais subprodutos oriundos da soja é o óleo bruto degomado utilizado para produção de biodiesel. Atualmente, o setor agroindustrial de processamento de soja enfrenta desafios constantes para otimizar a produtividade frente às variações de qualidade da matéria-prima e demandas de mercado.

Este artigo analisa a aplicação do indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) em uma linha de esmagamento de soja focando na linha de produção de óleo bruto degomado. A metodologia consistiu na coleta e monitoramento de dados dos três pilares do OEE: disponibilidade, desempenho e qualidade, considerando os índices de retrabalho a partir da produção de óleo bruto não degomado. O presente artigo tem como objetivo a utilização do OEE para medir a eficiência na produção em uma fábrica de forros para calçados na cidade de Franca, no interior do estado de São Paulo.

Em um mercado onde existe uma alta competitividade, como no mercado de dublagem de forros para calçados, ter um processo altamente eficiente se torna fundamental. Dentre as ferramentas para a análise de eficiência se destaca a análise de eficiência global de equipamento (OEE) que se mostra bastante eficaz na identificação de problemas que reduzem o desempenho e disponibilidade dos equipamentos. Para a realização deste artigo, realizamos uma visão da literatura com base nos principais autores da área de Administração da Produção e Operações, como Corrêa e Corrêa (2019), Moreira (2009), Stack et al.(2009), Batalha et al.(2019). Além do uso de artigos relacionados ao tema.

O processo metodológico para a realização desta pesquisa se deu por meio de um estudo de caso, com visitas presenciais à empresa estudada e coleta de dados necessários para atingir o objetivo do artigo. Esta pesquisa foi realizada na disciplina de Administração da Produção e Operações no curso de Engenharia de Produção do UNI-FACEF Centro Universitário Municipal de Franca. Assim, trata-se de uma pesquisa em andamento com resultados preliminares obtidos por meio das visitas iniciais do estudo.

Sabe-se que a gestão de estoque tem como objetivo principal regular as taxas de suprimento e consumo para garantir que os materiais certos estejam disponíveis no momento exato, sem faltas ou excessos que prejudiquem a saúde financeira da empresa, assim sendo muito importante para qualquer tipo de processo.

A busca por melhorias em marketplace é fundamental para que ele se mantenha no mercado e no nível da concorrência, visando tal objetivo surgiu o desejo de produzir o artigo. Um marketplace que não se atualiza no mercado está condenado a ser ultrapassado pelos semelhantes que se atentaram as mudanças e

melhorias pedidas e apreciadas pelo público. O presente artigo tem como finalidade avaliar a eficiência do índice de entregas realizadas com sucesso em um marketplace situado no município de Franca, no interior do estado de São Paulo.

A busca por diferenciais competitivos não se restringe apenas a critérios econômicos, mas outros critérios que satisfaçam as pressões dos consumidores e stakeholders, e permitam crescimento das organizações acima dos concorrentes. Logo, as organizações buscam uma abordagem sistêmica que permitam o crescimento empresarial. Neste contexto, surge a gestão de estoques como essencial para o controle e gerenciamento de estoques no pequeno e médio prazo.

A metodologia adotada baseou-se em um estudo de caso, conduzido por meio de visitas presenciais à empresa analisada e da coleta de dados necessários para o alcance dos objetivos da pesquisa. Este trabalho foi desenvolvido na disciplina de Administração da Produção e Operações, do curso de Engenharia de Produção do Uni-FACEF – Centro Universitário Municipal de Franca. Ressalta-se que a pesquisa ainda está em andamento, apresentando, até o momento, resultados preliminares obtidos a partir das visitas realizadas e das análises iniciais do estudo.

Diante disso, encontram-se as Pequenas e Médias Empresas (PMEs), que buscam o crescimento, sobrevivência no mercado, e atendimento às necessidades dos consumidores, porém com menos recursos do que as grandes empresas, o que limita seu crescimento. A busca pela sustentabilidade corporativa, então, deve ser feita de forma estruturada, a fim de se implementar com eficácia toda a abordagem holística.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo aplicar o método AHP na seleção de fornecedores sustentáveis para a indústria de calçados. Para tanto, o presente artigo utilizou a abordagem do estudo de caso, realizado em uma indústria de calçados de médio porte, localizada no município de Franca, interior do estado de São Paulo.

O artigo encontra-se estruturado em cinco seções, a partir desta introdução (Seção 1). O referencial teórico, que apresenta conceitos de gestão de estoques, o conceito de sustentabilidade corporativa e a cadeia da indústria calçadista (Seção 2). O método de pesquisa, com o detalhamento dos

procedimentos utilizados nesta pesquisa (Seção 3), seguida pelos resultados e discussão do método AHP na indústria calçadista para seleção de fornecedores (Seção 4), e finalizando com as considerações finais (Seção 5).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

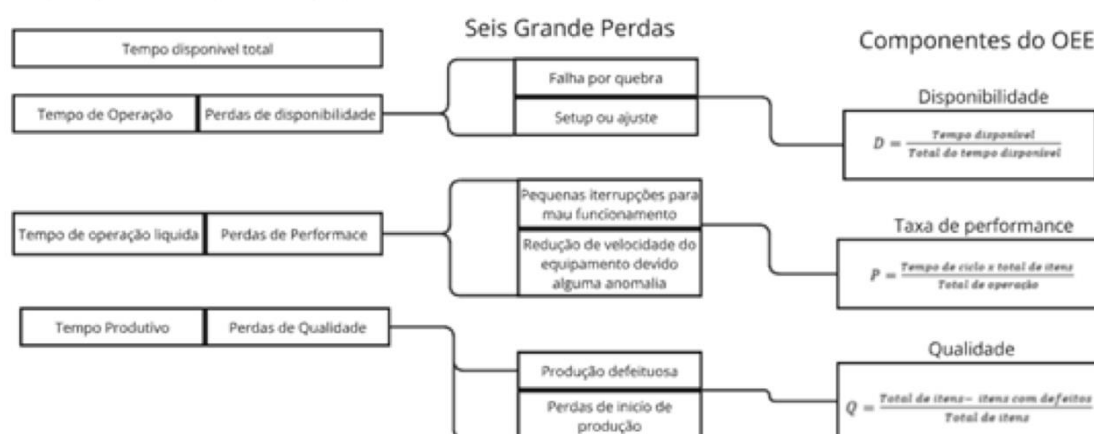
2.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

A crescente busca pela excelência operacional tem levado as organizações industriais a adotarem indicadores capazes de avaliar o desempenho dos seus processos produtivos de forma objetiva e quantitativa. Entre esses indicadores, destaca-se o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), ou Eficiência Global dos Equipamentos, considerado uma das principais ferramentas para mensurar a eficiência dos recursos produtivos e identificar perdas que comprometem a produtividade industrial.

O indicador OEE foi desenvolvido por Seiichi Nakajima no contexto da Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance* – TPM), sendo amplamente difundido a partir da década de 1980. Seu principal objetivo consiste em avaliar o aproveitamento real dos equipamentos produtivos, permitindo identificar oportunidades de melhoria por meio da redução das perdas relacionadas à disponibilidade, desempenho e qualidade.

Figura 1 – Seis grandes perdas

Composição de tempos de equipamento



Fonte: Martins e Laugení (2005).

Segundo Martins e Laugeni (2005), a mensuração do desempenho operacional é essencial para que as organizações possam controlar seus processos produtivos e desenvolver ações voltadas ao aumento da produtividade. Nesse sentido, o OEE fornece uma visão integrada da eficiência dos equipamentos, permitindo que gestores e engenheiros compreendam de maneira precisa onde estão ocorrendo as principais perdas da produção.

O cálculo do OEE baseia-se na combinação de três indicadores fundamentais: disponibilidade, desempenho e qualidade. A disponibilidade mede o tempo em que o equipamento permaneceu efetivamente disponível para produzir em relação ao tempo programado de operação. Esse indicador considera perdas decorrentes de paradas planejadas e não planejadas, como falhas mecânicas, ajustes, setups e atividades de manutenção.

O indicador de desempenho avalia a velocidade real de produção em comparação com a velocidade ideal prevista para o equipamento. Sua finalidade é identificar perdas relacionadas à redução da velocidade operacional, pequenas interrupções e microparadas que, embora muitas vezes passem despercebidas, comprometem significativamente a produtividade ao longo do tempo.

Já o indicador de qualidade mede a proporção de produtos conformes em relação ao total produzido, considerando perdas ocasionadas por defeitos, retrabalhos e refugos. Quanto maior o percentual de produtos aprovados na primeira passagem pelo processo produtivo, maior será o índice de qualidade e, consequentemente, o valor do OEE.

Esses três fatores são multiplicados entre si para determinar a Eficiência Global dos Equipamentos, fornecendo uma visão abrangente do desempenho produtivo. Dessa forma, um equipamento somente apresentará elevado índice de OEE quando operar com alta disponibilidade, elevada velocidade de produção e baixa incidência de defeitos.

Outro aspecto importante associado ao OEE refere-se às chamadas Seis Grandes Perdas, conceito desenvolvido no âmbito da TPM. Essas perdas representam as principais causas da redução da eficiência dos equipamentos e são classificadas em: falhas dos equipamentos, setups e regulagens, pequenas paradas, redução da velocidade de operação, defeitos de

qualidade e perdas no início da produção. A identificação dessas perdas permite que as organizações priorizem ações corretivas e preventivas voltadas à melhoria do desempenho operacional.

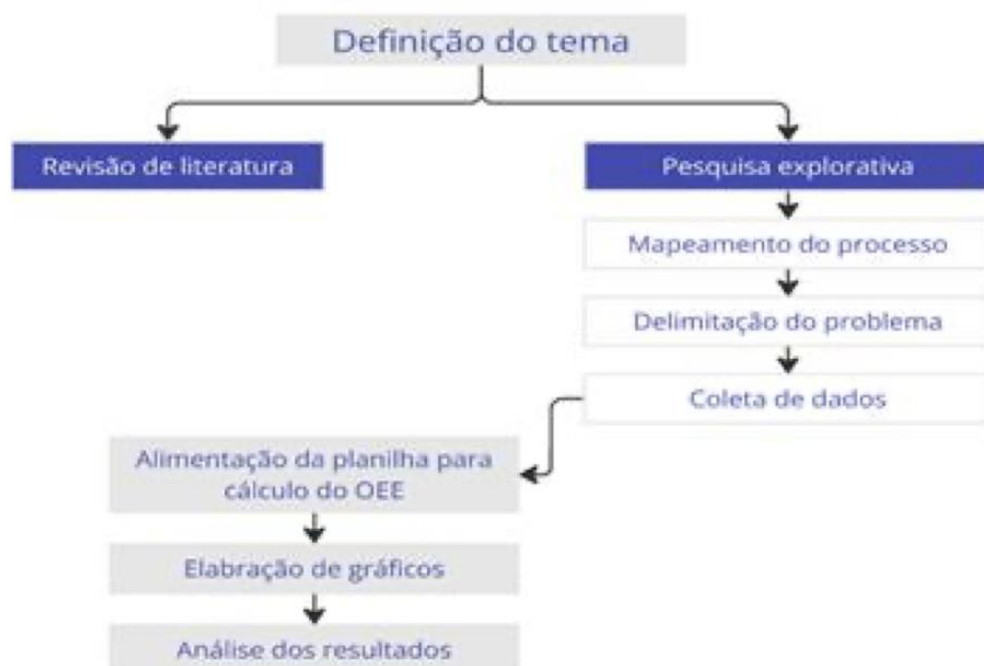
Na Engenharia de Produção, o OEE constitui uma ferramenta estratégica para o gerenciamento dos processos industriais, pois fornece informações que subsidiam decisões relacionadas à manutenção, planejamento da produção, utilização da capacidade produtiva e investimentos em equipamentos. Além disso, o indicador favorece a implementação de programas de melhoria contínua, contribuindo para o aumento da produtividade, redução de desperdícios e fortalecimento da competitividade organizacional.

Diversos autores sugerem valores de referência para interpretação do OEE. De maneira geral, índices inferiores a 65% indicam oportunidades significativas de melhoria; valores entre 65% e 75% representam desempenho considerado aceitável; índices entre 75% e 85% demonstram bom desempenho operacional; enquanto valores superiores a 85% são frequentemente classificados como padrão de excelência ou *world class*, refletindo elevado nível de eficiência produtiva.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto organizacional, utilizando diversas fontes de evidências para justificar a tomada de decisão (YIN, 2015).

Para Yin (2015), a condução da pesquisa a partir do método do estudo de caso deve seguir as seguintes fases: (a) definição da questão da pesquisa, (b) seleção dos casos, (c) criação do instrumento de pesquisa e protocolo, (d) condução da pesquisa de campo, (e) análise dos dados, (f) formulação da hipótese, (g) comparação com a literatura e (h) conclusão da pesquisa.

Figura 2 – Método

Fonte: Martins e Laugen (2005).

A coleta de dados foi feita mediante reunião estruturada com 05 colaboradores da Indústria O, considerados especialistas na seleção de fornecedores por terem um olhar multidisciplinar. Primeiro, foram apresentados os conceitos de desempenho sustentável, as características de cada fornecedor e, assim, fora solicitado que eles avaliassem cada um dos critérios segundo a avaliação no método de gestão de estoques.

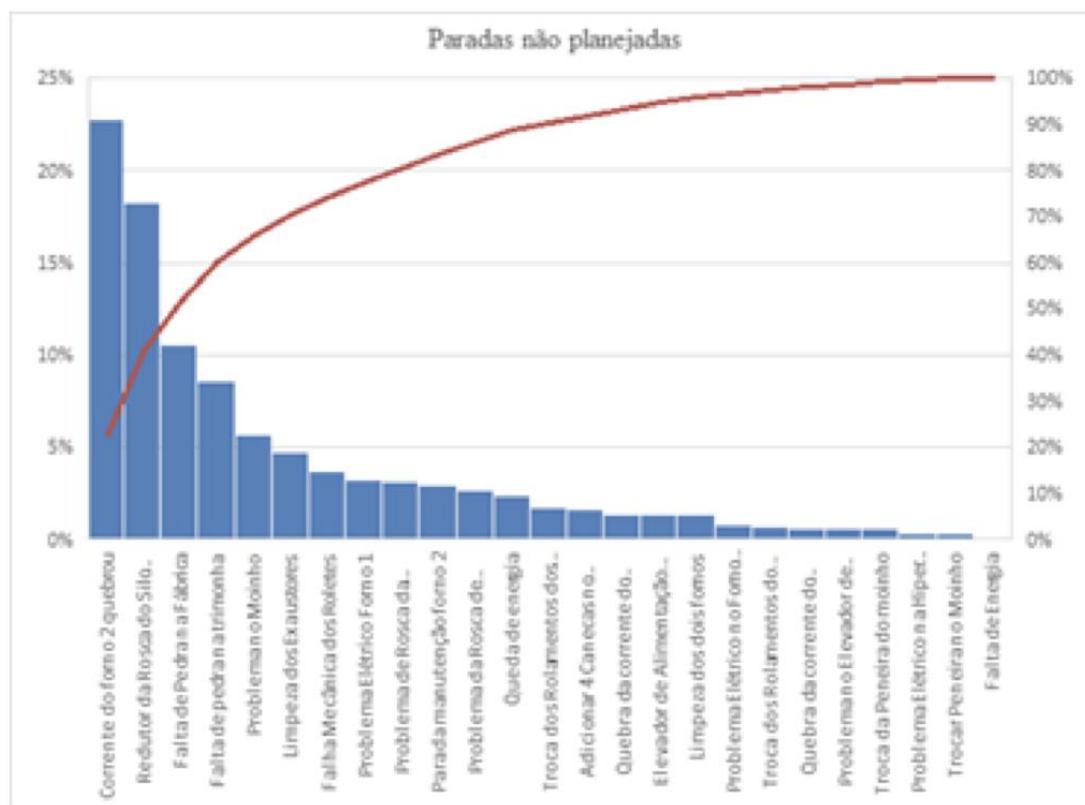
Assim que os critérios foram avaliados, e ranqueados, foi possível solicitar que os especialistas avaliassem cada um dos fornecedores segundo os critérios avaliados para cada um dos objetivos de desempenho sustentáveis, nos pilares econômico, social e ambiental. Além da avaliação, foram entregues documentos que corroboraram para justificar a avaliação dada a cada um dos fornecedores.

A análise de conteúdo foi feita mediante a compilação da avaliação dos especialistas, assim como a análise dos dados apresentados em conjunto, como custo de cada fornecedor, prazo de entrega, taxa de qualidade, avaliações ambientais e relatórios de saúde e segurança do colaborador.

4. ESTUDO DE CASO

A indústria de laticínios foi analisada criteriosamente a fim de evidenciar os resultados da pesquisa. A Figura 3, a seguir, destaca os principais resultados da produção ao longo dos dias de um mês.

Figura 3 – Pareto



Fonte: Autores (2026).

Na Figura 3, podemos ver a porcentagem individual dos fatores que compõem o cálculo do OEE referente ao mês de Janeiro e identificar qual apresentou a menor porcentagem, neste mês em questão foi a disponibilidade apresentando um valor de 60,9%.

De acordo com Slack et al. (2009), indicadores de desempenho constituem instrumentos fundamentais para apoiar a gestão das operações, pois transformam dados produtivos em informações relevantes para o processo de tomada de decisão. Dessa forma, o acompanhamento sistemático do OEE possibilita avaliar a utilização da capacidade instalada, identificar gargalos produtivos e direcionar esforços para a melhoria contínua dos processos industriais.

Assim, a utilização sistemática do OEE permite que as organizações monitorem continuamente o desempenho dos seus equipamentos, identifiquem as principais fontes de perdas e implementem ações voltadas ao aumento da eficiência operacional. Por esse motivo, o indicador tornou-se uma das ferramentas mais utilizadas na Administração da Produção e Operações, especialmente em ambientes industriais que buscam elevar seus níveis de produtividade e competitividade por meio da melhoria contínua de seus processos.

A busca pela excelência operacional tem levado as organizações industriais a adotarem indicadores capazes de mensurar, de forma objetiva, o desempenho de seus processos produtivos. Entre essas ferramentas, o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) destaca-se por proporcionar uma avaliação integrada da disponibilidade, do desempenho e da qualidade dos equipamentos, permitindo identificar perdas produtivas que muitas vezes não são percebidas apenas pela análise dos volumes produzidos.

Em um ambiente industrial caracterizado por elevada competitividade, constantes avanços tecnológicos e crescente exigência por produtividade, as organizações buscam continuamente ferramentas capazes de aprimorar o desempenho de seus processos produtivos. Nesse sentido, o OEE fornece uma visão integrada da eficiência dos equipamentos, permitindo que gestores e engenheiros compreendam de maneira precisa onde estão ocorrendo as principais perdas da produção.

Figura 4 – Desempenho da linha durante um mês

Meses	Disponibilidade	Produtividade	Qualidade	OEE
Agosto	74,45 %	84,34 %	98,71 %	62,81 %
Setembro	68,59 %	90,06 %	98,53 %	60,86 %
Outubro	69,05 %	83,16 %	98,40 %	56,50 %
Total	70,70 %	85,79 %	98,36 %	57,83 %

Fonte: Autores (2026).

Os resultados obtidos demonstraram que a utilização do OEE constitui uma ferramenta eficaz para apoiar a gestão da produção, fornecendo informações relevantes sobre as principais fontes de perdas relacionadas à disponibilidade dos equipamentos, ao desempenho operacional e à qualidade dos produtos fabricados.

A análise desses fatores possibilitou identificar oportunidades de aperfeiçoamento

nos processos produtivos, contribuindo para a tomada de decisões mais fundamentadas e orientadas por indicadores de desempenho.

Figura 5 – Plano de Ação 5W2H

O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?
Implementação da manutenção preventiva	Para prevenir falhas inesperadas e garantir a operação contínua do forno.	Equipe de Manutenção	Fábrica de Gesso	A partir do mês de novembro, de modo ininterrupto.
Treinamento de Operadores	Para capacitar a equipe a identificar e solucionar problemas rapidamente.	Gerente de Produção	Sala de Reunião	Nos meses de Novembro e dezembro de 2024.
Redução de Tempo de Setup (SMED)	Para minimizar o tempo de parada entre as fornadas e aumentar a disponibilidade produtiva.	Equipe de Operação	Área de Produção	A partir do mês de novembro, de modo ininterrupto.
Monitoramento em Tempo Real dos Indicadores	Para ter uma visão clara do desempenho da operação e agir rapidamente em caso de problemas.	Gerente de Produção	Sala de Controle	A partir do mês de novembro, de modo ininterrupto.

Fonte: Autores (2026).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a pesquisa ainda esteja em andamento, os resultados preliminares indicam que a adoção do OEE pode favorecer a implantação de ações de melhoria contínua, aumentar a confiabilidade dos equipamentos, reduzir tempos de parada e otimizar a utilização dos recursos produtivos. Consequentemente, espera-se que a empresa obtenha ganhos em produtividade, redução de custos operacionais e fortalecimento de sua competitividade no mercado de laticínios.

Além das contribuições práticas para a organização estudada, este trabalho evidencia a relevância do indicador OEE como ferramenta de gestão para a Engenharia de Produção, reforçando sua importância na avaliação do desempenho industrial e no apoio às estratégias de melhoria contínua. A utilização sistemática desse indicador permite transformar dados operacionais em informações gerenciais capazes de orientar ações corretivas e preventivas, promovendo maior eficiência dos sistemas produtivos.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a aplicação do OEE por meio da integração com outras ferramentas de gestão, como Manutenção Produtiva Total (TPM), Lean Manufacturing, Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM) e sistemas de monitoramento em tempo real, permitindo uma análise mais abrangente do desempenho industrial e contribuindo para o desenvolvimento de operações cada vez mais eficientes e competitivas.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.R.X; ALVES, J.M. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). *Production*, 2015, v. 25, n. 1, pp. 13 – 26.

BRAGA FILHO, H. A reorganização da indústria de calçados de Franca. Franca: Uni-FACEF, 2000.

CANUTO, P.; CAVALCANTI, M.F. O Planejamento Estratégico como Ferramenta de Gestão nas Pequenas Empresas: uma abordagem sistêmica. In: 11º Congresso Brasileiro de Sistemas, 2015, Franca-SP. O pensamento sistêmico e a interdisciplinariedade: debates e discussões. Franca-SP: Uni-FACEF, 2015.

CARVALHO NETO, S. Competência para exportar: alternativa de crescimento para a indústria calçadista de Franca. *FACEF Pesquisa*, v. 12, n. 2, Franca: 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2019. 690p.

ENGLER, H.B.R. Mentalidades e Trabalho: do Local ao Global, Panorama do Calçado Francano. Franca: Unesp, 2009.

GUIDOLIN, S.M.; COSTA, A.C.R. da; ROCHA, R.P. da. Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 31, 2010.

MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P.A.C. (Org.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 1.ed. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, p. 5-29, 2010.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 624p.

SCHENATTO, F.J.A. Estratégia tecnológica para arranjos produtivos locais: uma metodologia baseada na elaboração de estudos prospectivos. 2012. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração de Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703p.

YIN, R. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GESTÃO DE OPERAÇÕES EM UMA EMPRESA DE CALHAS: Um estudo de caso no Município De Franca-SP

Lucas Barbosa Pires
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
Lucasbp2001@gmail.com

Leonardo Tasso Santos
Graduando em Engenharia de Produção – Uni-FACEF
leonardotassosantos@gmail.com

Matheus Borges Carneiro
Mestre em Engenharia de Produção – UFSCar
matheuscarneiro@facef.br

1. INTRODUÇÃO

As empresas fabricantes de calhas e rufos possuem características produtivas particulares, uma vez que grande parte de seus produtos é fabricada sob encomenda, atendendo às especificações de cada cliente. Essa condição exige elevado nível de flexibilidade operacional, planejamento adequado da produção e controle rigoroso dos materiais utilizados. A ausência de processos estruturados pode ocasionar desperdícios de matéria-prima, atrasos na entrega dos pedidos, retrabalhos e aumento dos custos operacionais, comprometendo a eficiência da organização.

Nesse cenário, a Administração da Produção e Operações oferece um conjunto de ferramentas e métodos capazes de apoiar o gerenciamento dos processos produtivos. Aspectos como planejamento e controle da produção (PCP), gestão de estoques, organização do fluxo produtivo, redução de desperdícios, melhoria contínua e monitoramento por indicadores de desempenho tornam-se essenciais para assegurar a utilização eficiente dos recursos disponíveis e elevar o nível de serviço prestado aos clientes.

Sob a perspectiva da Engenharia de Produção, a análise dos processos produtivos permite identificar gargalos operacionais, desperdícios e oportunidades de melhoria que contribuem para aumentar a eficiência do sistema

produtivo. Dessa forma, a aplicação dos princípios da gestão de operações possibilita integrar pessoas, processos, materiais e informações, promovendo maior sincronização entre as atividades e melhor desempenho organizacional.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo avaliar a eficiência dos processos operacionais de uma empresa fabricante de calhas e rufos localizada no município de Franca, interior do estado de São Paulo, identificando oportunidades de melhoria relacionadas ao planejamento da produção, utilização dos recursos produtivos e atendimento aos clientes. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso, fundamentado em revisão bibliográfica e na coleta de dados realizada por meio de visitas técnicas à empresa, buscando compreender sua realidade operacional e propor ações que contribuam para o aumento da competitividade.

O artigo encontra-se estruturado em cinco seções. Após esta introdução, apresenta-se o referencial teórico sobre gestão de operações e planejamento da produção. Na sequência, são descritos os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. Posteriormente, é apresentado o relato do caso e discutidas as principais oportunidades de melhoria identificadas na empresa estudada. Por fim, são apresentadas as considerações finais, destacando as contribuições da pesquisa e sugestões para estudos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de Operações

A Gestão de Operações corresponde ao conjunto de atividades responsáveis pelo planejamento, organização, direção e controle dos recursos utilizados na produção de bens e serviços. Segundo Slack et al. (2009), todas as organizações possuem operações que transformam insumos em produtos ou serviços, sendo a eficiência desse processo um dos principais fatores para o sucesso empresarial. A Administração da Produção busca garantir que essa transformação ocorra de forma eficaz, atendendo aos requisitos de qualidade, custo, velocidade, flexibilidade e confiabilidade.

Para Corrêa e Corrêa (2019), a gestão de operações deve ser compreendida como uma função estratégica, uma vez que influencia diretamente a competitividade da organização. Processos produtivos bem estruturados permitem reduzir desperdícios, aumentar a produtividade, melhorar a utilização dos recursos e elevar o nível de serviço oferecido aos clientes.

2.2 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) constitui uma das principais funções da Administração da Produção, sendo responsável por coordenar os recursos produtivos para atender à demanda de maneira eficiente. Seu objetivo é definir o que produzir, quanto produzir, quando produzir e quais recursos serão necessários para a execução das operações.

Segundo Moreira (2009), o PCP busca sincronizar materiais, mão de obra, equipamentos e informações, evitando atrasos, desperdícios e ociosidade dos recursos produtivos. Em empresas que trabalham predominantemente sob encomenda, como fabricantes de calhas e rufos, um planejamento eficiente torna-se indispensável para garantir o cumprimento dos prazos de entrega e a utilização racional da capacidade produtiva.

2.3 Desperdícios nos Processos Produtivos

A eliminação de desperdícios constitui um dos princípios fundamentais da filosofia Lean Manufacturing. Desperdícios podem ser definidos como todas as atividades que consomem recursos, mas não agregam valor ao produto final sob a perspectiva do cliente.

No processo produtivo de calhas e rufos, um dos desperdícios mais frequentes refere-se às perdas de matéria-prima decorrentes de cortes inadequados das chapas metálicas. Além disso, movimentações desnecessárias, retrabalhos, esperas e falhas de comunicação também impactam negativamente a produtividade e os custos operacionais.

A identificação sistemática dessas perdas permite desenvolver ações de melhoria contínua voltadas ao aumento da eficiência operacional e à redução dos custos de produção.

2.4 Comunicação com Clientes e Gestão das Operações

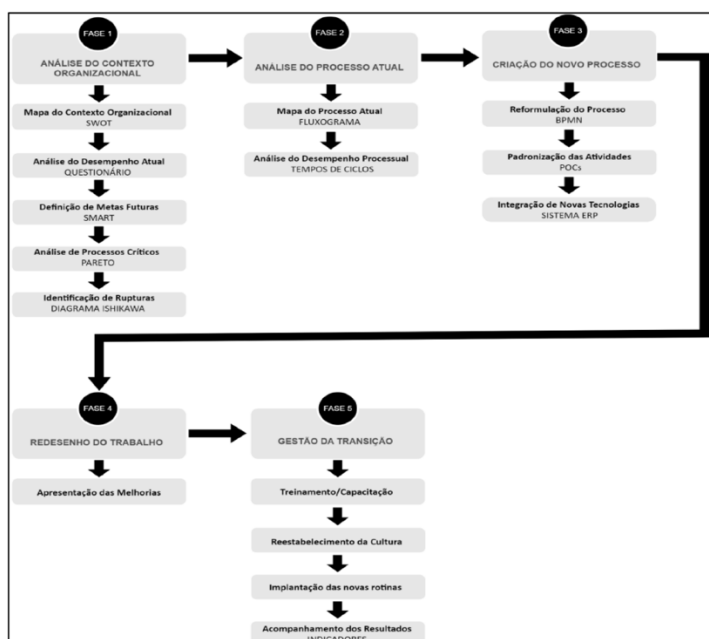
Outro aspecto relevante da gestão de operações refere-se ao fluxo de informações entre empresa e cliente. Informações incompletas ou incorretas sobre medidas, especificações técnicas e prazos de entrega podem gerar retrabalhos, atrasos e insatisfação dos consumidores.

Segundo Corrêa e Corrêa (2019), a integração entre os processos produtivos e os processos de atendimento constitui um importante fator para o aumento da confiabilidade operacional. Dessa forma, o gerenciamento adequado das informações torna-se tão importante quanto o gerenciamento dos recursos físicos da produção.

3. MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois busca gerar conhecimentos direcionados à solução de problemas práticos relacionados à gestão das operações de uma empresa fabricante de calhas e rufos.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, uma vez que procura compreender e analisar os processos produtivos existentes na organização, identificando oportunidades de melhoria capazes de aumentar sua eficiência operacional.

Figura 1 – Método adotado

Fonte: Autores (2026).

Em relação aos procedimentos técnicos, adotou-se o estudo de caso, desenvolvido em uma empresa localizada no município de Franca, interior do estado de São Paulo. Essa estratégia permitiu analisar detalhadamente a realidade operacional da organização, possibilitando compreender seus processos produtivos, fluxo de materiais e práticas gerenciais.

Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica sobre Administração da Produção e Operações, Planejamento e Controle da Produção, Lean Manufacturing e gestão de processos. Posteriormente foram realizadas visitas técnicas à empresa, observação direta das operações, entrevistas informais com gestores e colaboradores e coleta de informações referentes ao fluxo produtivo, utilização de materiais e relacionamento com os clientes.

Os dados obtidos foram organizados e analisados qualitativamente, buscando identificar gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria nos processos produtivos.

Por tratar-se de uma pesquisa em andamento, os resultados apresentados correspondem às análises preliminares realizadas durante as visitas técnicas.

4. RELATO DE CASO

A análise dos processos logísticos do marketplace permitiu identificar oportunidades de melhoria relacionadas à gestão dos pedidos, ao fluxo de informações e ao acompanhamento das entregas. Embora a empresa apresentasse um bom nível de serviço, verificou-se que algumas atividades eram executadas de forma predominantemente manual, aumentando o tempo de processamento dos pedidos e a possibilidade de erros operacionais. Com base nos princípios da Engenharia de Produção e da Administração da Produção e Operações, foram propostas e implementadas melhorias voltadas à padronização dos processos, redução de desperdícios e aumento da confiabilidade das entregas.

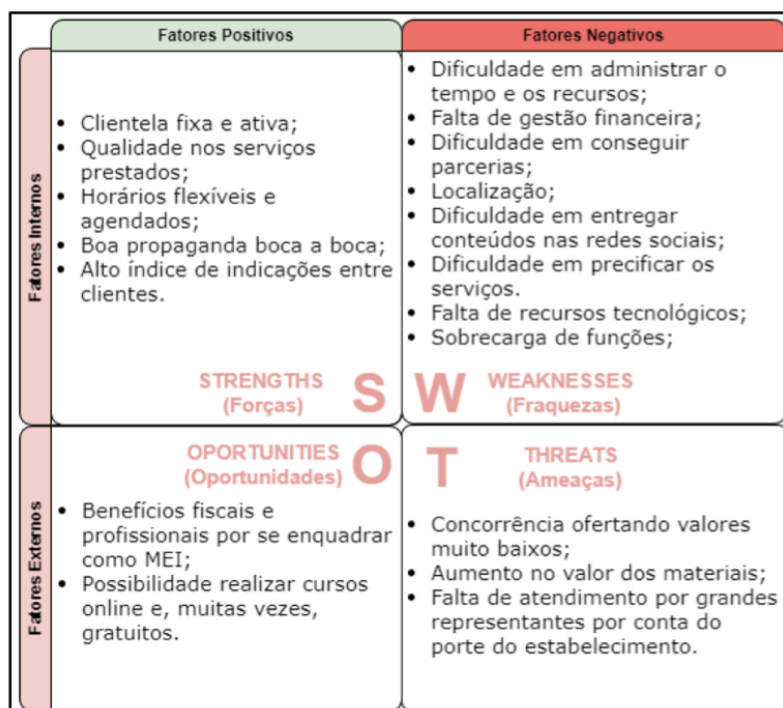
A primeira melhoria consistiu na padronização do fluxo operacional dos pedidos. Antes da intervenção, cada colaborador seguia procedimentos próprios para separar, conferir e liberar os pedidos para expedição, ocasionando diferenças no tempo de processamento e aumentando a probabilidade de falhas. A solução adotada foi o mapeamento completo do processo logístico e a elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP), definindo todas as etapas desde a confirmação do pagamento até a entrega da mercadoria à transportadora. Essa padronização reduziu retrabalhos, facilitou o treinamento de novos colaboradores e tornou o processo mais previsível.

Outra melhoria relevante foi a implantação de indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar continuamente a operação logística. Até então, a empresa analisava apenas a quantidade de pedidos expedidos, sem avaliar a eficiência do processo. Foram então estabelecidos indicadores como percentual de entregas realizadas com sucesso, tempo médio entre aprovação do pedido e expedição, índice de pedidos devolvidos, percentual de reentregas e taxa de pedidos expedidos dentro do prazo. A utilização desses indicadores permitiu acompanhar o desempenho logístico em tempo real, identificar desvios e direcionar ações corretivas antes que os problemas afetassem um número maior de clientes.

Também foi implementado um processo de classificação das ocorrências de entrega, substituindo a prática anterior de registrar apenas que determinado pedido havia sido entregue ou devolvido. As ocorrências passaram a ser categorizadas conforme sua causa, como endereço incorreto, ausência do

destinatário, atraso da transportadora, avaria no transporte, erro na separação do pedido ou falha documental. Essa classificação possibilitou identificar as causas mais frequentes dos insucessos e priorizar ações de melhoria sobre os problemas de maior impacto, seguindo o princípio da melhoria contínua.

Figura 2 – Fluxograma



Fonte: Autores (2026).

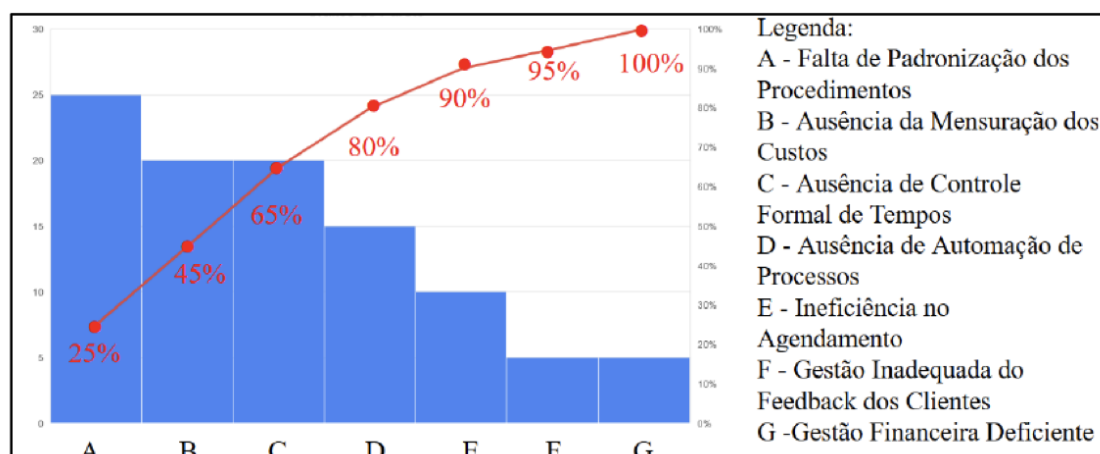
No processo de separação dos produtos, verificou-se que muitos operadores percorriam trajetos desnecessários dentro da área de armazenagem devido à disposição inadequada dos itens. Como melhoria, foi realizada uma reorganização do layout do estoque utilizando critérios de frequência de vendas. Produtos de maior giro passaram a ocupar posições mais próximas da área de expedição, enquanto itens de menor demanda foram alocados em regiões mais afastadas. Essa alteração reduziu o tempo de deslocamento dos operadores, aumentou a produtividade da separação dos pedidos e diminuiu o tempo total de preparação para expedição.

Outra ação importante foi a implementação de um processo de dupla conferência antes da expedição. Inicialmente, apenas um colaborador realizava a separação e liberava o pedido para envio. Com a nova metodologia, um segundo operador passou a verificar a correspondência entre nota fiscal, etiqueta logística e

itens separados. Embora essa etapa acrescente poucos minutos ao processo, ela reduz significativamente a probabilidade de envio de produtos incorretos, evitando custos relacionados à logística reversa, reentregas e insatisfação dos clientes.

Além disso, foi criado um sistema de monitoramento preventivo das entregas em trânsito. Anteriormente, a empresa somente atuava quando o cliente registrava uma reclamação sobre atraso. Com a melhoria implantada, os pedidos passaram a ser acompanhados diariamente por meio das informações disponibilizadas pelas transportadoras. Sempre que identificado um pedido com risco de atraso, a equipe logística realiza contato antecipado com a transportadora para verificar a situação e, quando necessário, informa o cliente sobre o andamento da entrega. Essa postura proativa reduz reclamações e aumenta a confiança do consumidor na empresa.

Figura 3 – Pareto



Fonte: Autores (2026).

Outra iniciativa consistiu na realização de reuniões periódicas de análise dos indicadores logísticos, envolvendo representantes dos setores de atendimento, expedição e gestão. Nessas reuniões são avaliados os principais resultados do período, as causas das ocorrências registradas e as ações necessárias para eliminar problemas recorrentes. Essa prática fortalece a integração entre os departamentos e promove uma cultura de melhoria contínua baseada em dados.

Sob a perspectiva da Engenharia de Produção, essas melhorias estão alinhadas aos princípios da gestão por processos, da tomada de decisão baseada em indicadores e da eliminação de desperdícios. Embora muitas das ações

implementadas apresentem baixo custo financeiro, elas produzem impactos significativos sobre o desempenho operacional, aumentando a produtividade da equipe, reduzindo falhas nas entregas e elevando o nível de serviço oferecido aos clientes.

Figura 4 – Ishikawa

EFEITO: FALTA DE PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS		
CAUSAS:		
Métodos:	Mão de obra:	Materiais
Falta de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs).	Treinamento inadequado da funcionária.	Falta de documentação das melhores práticas.
Variabilidade na execução dos serviços.		
EFEITO: AUSÊNCIA DA MENSURAÇÃO DOS CUSTOS		
CAUSAS:		
Métodos:	Mão de obra:	Medidas:
Falta de um sistema de controle financeiro.	Dificuldade em identificar os custos fixos e variáveis.	Não acompanhamento da margem de lucro por serviço.
Ausência de registros detalhados de gastos.		
EFEITO: AUSÊNCIA DA MENSURAÇÃO DOS TEMPOS		
CAUSAS:		
Métodos:	Mão de obra:	Materiais:
Execução informal dos serviços sem cronômetros.	Dependência da experiência pessoal para estimativas.	Pouca visibilidade sobre a duração dos procedimentos.
Falta de um sistema de monitoramento de tempo.		
EFEITO: AUSÊNCIA DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS		
CAUSAS:		
Métodos:	Mão de obra:	Medidas:
Uso de métodos manuais para agendamento e controle.	Falta de conhecimento sobre ferramentas de automação.	Restrições financeiras para investir em tecnologia.
	Sobrecarga da funcionária com tarefas administrativas.	

Fonte: Autores (2026).

Outro aspecto observado refere-se à inexistência de indicadores de desempenho que permitam acompanhar a eficiência da produção. Indicadores como tempo médio de fabricação, índice de retrabalho, percentual de desperdício de chapas, cumprimento dos prazos de entrega e produtividade por colaborador forneceriam informações importantes para apoiar a tomada de decisão e o processo de melhoria contínua.

Com base nas análises realizadas, propõem-se como principais melhorias a implantação de um sistema simplificado de PCP, padronização do processo de recebimento dos pedidos, otimização do plano de corte das chapas metálicas, implantação de indicadores de desempenho operacional e realização de reuniões periódicas para acompanhamento dos resultados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de operações desempenha papel fundamental no desempenho das organizações industriais, pois possibilita integrar recursos, processos e informações para alcançar maior eficiência operacional e competitividade. No caso de empresas fabricantes de calhas e rufos, cuja produção ocorre predominantemente sob encomenda, a qualidade do planejamento e do controle das operações torna-se decisiva para reduzir desperdícios, cumprir prazos e atender às necessidades dos clientes.

O desenvolvimento deste estudo permitiu compreender o funcionamento dos processos produtivos da empresa analisada e identificar oportunidades de melhoria relacionadas ao planejamento da produção, ao aproveitamento da matéria-prima e à gestão das informações. As análises evidenciaram que a ausência de procedimentos padronizados e de indicadores de desempenho limita o potencial de eficiência da organização e pode gerar custos desnecessários.

As propostas apresentadas, como a implantação de um sistema de Planejamento e Controle da Produção, a otimização do corte das chapas metálicas, a padronização da comunicação com os clientes e a utilização de indicadores de desempenho, representam alternativas viáveis para aumentar a produtividade, reduzir desperdícios e melhorar a qualidade dos serviços prestados.

Embora a pesquisa ainda esteja em andamento, os resultados preliminares demonstram que pequenas mudanças na organização dos processos podem produzir impactos significativos sobre o desempenho operacional da empresa. Espera-se que a implementação das melhorias propostas contribua para fortalecer a competitividade da organização, aumentar sua capacidade de atendimento e consolidar uma cultura de melhoria contínua.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a aplicação de ferramentas da Engenharia de Produção, como Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), 5S, Lean Manufacturing, programação da produção, indicadores de desempenho (KPIs) e técnicas de otimização de corte (*nesting*), ampliando as possibilidades de aperfeiçoamento da gestão de operações em empresas do setor metalúrgico.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.R.X; ALVES, J.M. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). *Production*, 2015, v. 25, n. 1, pp. 13 – 26.

BRAGA FILHO, H. A reorganização da indústria de calçados de Franca. Franca: Uni-FACEF, 2000.

CANUTO, P.; CAVALCANTI, M.F. O Planejamento Estratégico como Ferramenta de Gestão nas Pequenas Empresas: uma abordagem sistêmica. In: 11º Congresso Brasileiro de Sistemas, 2015, Franca-SP. O pensamento sistêmico e a interdisciplinariedade: debates e discussões. Franca-SP: Uni-FACEF, 2015.

CARVALHO NETO, S. Competência para exportar: alternativa de crescimento para a indústria calçadista de Franca. *FACEF Pesquisa*, v. 12, n. 2, Franca: 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2019. 690p.

ENGLER, H.B.R. Mentalidades e Trabalho: do Local ao Global, Panorama do Calçado Francano. Franca: Unesp, 2009.

GUIDOLIN, S.M.; COSTA, A.C.R. da; ROCHA, R.P. da. Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 31, 2010.

MARTINS, R. A. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, P.A.C. (Org.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 1.ed. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, p. 5-29, 2010.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 624p.

SCHENATTO, F.J.A. Estratégia tecnológica para arranjos produtivos locais: uma metodologia baseada na elaboração de estudos prospectivos. 2012. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração de Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703p.

YIN, R. Estudo de caso. Planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ÍNDICE**A**

Alfredo Teixeira Caetano da Fonseca, 8
Ana Carolina de Sousa, 84
Ana Clara da Silva Costa, 43
Ana Lúcia Bassi, 8, 52
Anderson Fabrício Mendes, 8

B

Bruna da Mata Oliveira, 75

C

Caio Gabriel Teixeira Andrade, 65
Camila Colombari Bomfim, 29
Carolina Barini Furini, 29
Cláudio Mayke Ferreira, 52

D

Davi Pereira da Silveira, 65

F

Flavio Costa, 52

G

Gian Rafael Santana da Cruz, 65
Guilherme Ferreira Faria, 75

J

João Gabriel Soares Ramalho, 29

K

Kaiky da Silva Melo, 52

L

Leonardo Tasso Santos, 95
Lucas Barbosa Pires, 95
Luigi Barbosa Borges, 52

M

Maria Ester Lopes de Castro, 8
Marina Andrade Pires, 84
Matheus Borges Carneiro, 65, 75, 84, 95
Matheus Silva Garcia de Andrade, 65
Murilo Carvalho Carrijo, 8

S

Sabrina dos Santos Andrade, 84

V

Viviane Rodrigues Esperandim
Sampaio, 43

ISBN VOLUME



ISBN COLEÇÃO



unifacef.com.br

Av. Dr. Ismael Alonso y Alonso, 2400

0800 940 4688 / (16) 3713-4688



I.C **Uni-FACEF**

Uni-FACEF
Centro Universitário Municipal de Franca