



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA



VITÓRIA BRITO NASCIMENTO

**NORMAS ISO NA ENGENHARIA QUÍMICA: BENEFÍCIOS,
DESAFIOS E IMPACTOS.**

UBERLÂNDIA

2025

VITÓRIA BRITO NASCIMENTO

NORMAS ISO NA ENGENHARIA QUÍMICA: BENEFÍCIOS, DESAFIOS E IMPACTOS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos exigidos para aprovação na disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientadora: Profa. Dra. Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros.

UBERLÂNDIA

2025

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar os desafios, impactos e benefícios das normas ISO, trazendo uma análise da sua influência para o contexto da engenharia química e dos processos industriais. Logo, foram escolhidas as principais normas em áreas essenciais, como de gestão ambiental (ISO 14001), gestão de qualidade (ISO 9001), gestão de saúde e segurança (ISO 45001), dentre outras, pontuando seus objetivos principais e suas aplicações, dando ênfase para a indústria química. Além disso, alguns estudos de caso foram escolhidos para evidenciar a implementação de algumas dessas normas e os benefícios proporcionados por elas, entre eles a melhoria contínua nos processos. Esses estudos demonstram o quanto as normas são integradas com diversas áreas e adaptáveis a diversas realidades, além da otimização de recursos e redução de resíduos e desperdícios, aumento da eficiência e segurança, tanto do processo quanto dos colaboradores. Apesar de apresentarem custos iniciais significativos e desafios para uma implementação completa e hábil, os benefícios obtidos ao final são motivadores para manter o empenho no momento dos obstáculos, resultando em empresas mais competitivas, com boa imagem e com maior facilidade para expandir suas operações seja nacional ou internacionalmente, de acordo com os objetivos de cada negócio. Dessa forma, esse trabalho busca reforçar para os engenheiros químicos o quanto importante é conhecer e adotar essas normas para quem deseja estar sempre atualizado de novas tendências tecnológicas, além de segurança, qualidade, sustentabilidade e melhoria de processos para desenvolver novos conhecimentos e auxiliar na adoção das melhores práticas no ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Gestão de qualidade, Indústria 4.0, sustentabilidade, processos, melhoria contínua.

ABSTRACT

This work aims to identify the challenges, impacts, and benefits of ISO standards, analyzing their influence on chemical engineering and industrial processes. Key standards in essential areas were selected, such as environmental management (ISO 14001), quality management (ISO 9001), and occupational health and safety (ISO 45001), highlighting their objectives and applications, particularly in the chemical industry. Case studies were used to demonstrate the implementation of these standards and the benefits achieved, including continuous process improvement, resource optimization, waste reduction, and increased efficiency and safety for both processes and employees. Although implementation may involve significant initial costs and challenges, the long-term benefits encourage perseverance, resulting in more competitive companies with improved reputation and greater potential for national and international expansion. This study emphasizes the importance for chemical engineers of understanding and adopting ISO standards to stay updated with technological trends and best practices, while promoting safety, quality, sustainability, and process improvement in the workplace.

Keywords: Quality management, Industry 4.0, sustainability, processes, continuous improvement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo PDCA. Fonte: Saffi, 2021.....	17
Figura 2 - Comparativo de indicadores antes e após certificação. Fonte: a autora, baseado em informações de Martinkoski, 2007.....	21
Figura 3 - Comparativo do consumo energético e do custo anual antes e após implementação da ISO 50001. Fonte: a autora, baseado em informações de Cavalho, 2016.	24
Figura 4 - Etapas do processo de gestão de riscos segundo a ISO 45001. Fonte: a autora, baseado em informações de Figueiredo, 2024.	25
Figura 5 - Exemplo de sala limpa. Fonte: ASMONTEC, 2025.....	31
Figura 6 - Exemplo de diagrama P&ID. Fonte: RAMOS et al., 2019.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de certificados e locais por norma ISO. Fonte: Adaptado de ISO, 2024 ..	13
Tabela 2: Resumo das normas ISO abordadas. Fonte: a autora, com base nas informações do texto, 2025 ..	37
Tabela 3: Principais benefícios e desafios da implementação de normas ISO. Fonte: a autora, com base nas informações do texto, 2025 ..	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. METODOLOGIA.....	11
4. FUNDAMENTAÇÃO E IMPORTÂNCIA GERAL	12
5. ANÁLISE DAS PRINCIPAIS NORMAS ISO PARA ENGENHARIA QUÍMICA	16
5.1 NORMAS CERTIFICÁVEIS.....	16
5.1.3 ISO 50001 – Sistemas de Gestão de Energia	21
5.1.4 ISO 45001 – Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional	24
5.1.5 ISO 17025 – Requisitos para a Competência de Laboratórios de Teste e Calibração	27
5.1.6 ISO 22716 – Boas Práticas de Fabricação para Produtos Cosméticos	29
5.1.7 ISO 14644 – Salas Limpas e Ambientes Controlados.....	31
5.2 NORMAS NÃO CERTIFICÁVEIS	32
5.2.1 ISO 31000 – Gestão de Riscos	32
5.2.2 ISO 10628 – Diagramas de Fluxo de Processos (PFD) e Diagramas de Engenharia de Processos (P&ID)	34
6. BENEFÍCIOS E DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DAS NORMAS ISO	38
7. CONTRIBUIÇÕES FUTURAS DAS NORMAS ISO PARA A ENGENHARIA QUÍMICA.....	42
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
9. REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

As normas da *International Organization for Standardization* (ISO) têm enorme importância para a engenharia química, pois buscam garantir a qualidade e a segurança dos processos industriais (KOPPELL, 2011).

Então, essas normas têm como principal objetivo estabelecer diretrizes claras para a padronização desses processos, promovendo a compatibilidade global de produção, o aumento da eficiência e a redução de desperdícios (KOPPELL, 2011). Além de que, com padrões bem definidos, há menor ocorrência de erros e retrabalho, o que leva a redução de custos e ao melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, o que está diretamente relacionado a função do engenheiro químico ((RAMOS; SBRAGIA, 2006).

Além disso, como as normas ISO são constantemente atualizadas e revisadas, elas têm um papel importante na promoção da melhoria contínua dos processos, incentivando o uso de novas tecnologias e estratégias ao mercado e indústrias, contribuindo para a busca por excelência, inovações e competitividade no setor industrial. Ainda vale ressaltar que, por se tratar de certificações internacionais, empresas que as adotam encontram maior facilidade para expandir suas operações em novos mercados internacionalmente (DELMAS; MONTES-SANCHO, 2011; KOPPELL, 2011)

Desse modo, há algumas principais ISOs que, além de terem enorme relevância para a indústria, são de admirável importância para a engenharia química. Dentre elas, destaca-se a ISO 9001, voltada para gestão de qualidade. Ela assegura que os processos produtivos mantenham padrões consistentes em qualidade e eficiência, minimizando desvios que impactem diretamente o produto e promovendo maior confiabilidade para os consumidores (PRIEDE, 2012).

Além desta, há também algumas voltadas para a sustentabilidade ambiental, que incentiva o uso eficiente dos recursos naturais e a redução dos impactos ambientais, promovendo a sustentabilidade e redução da poluição (DELMAS; MONTES-SANCHO, 2011). Outro grupo relevante são as normas voltadas para a gestão de saúde e segurança ocupacional. Elas visam reduzir os riscos de ocorrência de acidentes no trabalho e doenças acarretadas por escopos de cargo, promovendo melhores condições aos trabalhadores e um ambiente de trabalho mais agradável, seguro e motivador (STANDARDIZATION, 2014).

Embora esse tema ainda receba pouca atenção nas disciplinas da graduação, o domínio das normas ISO é cada vez mais exigido no mercado de trabalho, especialmente em setores industriais que buscam excelência operacional, redução de custos e sustentabilidade. Logo, este trabalho busca não apenas aprofundar o conhecimento técnico, mas também contribuir para a formação de engenheiros químicos mais preparados para atuar em ambientes industriais complexos, com uma visão sistêmica e alinhada às exigências do mercado em questões como qualidade e inovação. Portanto, sua leitura é relevante tanto para estudantes que desejam se destacar, quanto para profissionais que buscam compreender melhor a aplicação e a importância dessas normas na indústria química moderna.

Dessa forma, ao fim desse trabalho, espera-se que o leitor consiga compreender o papel estratégico das normas ISO na engenharia química e perceba seu potencial para a transformação de processos e geração de inovações. Este estudo apresenta uma o histórico, os principais conceitos e as tendências relativas ao tema, para capacitar estudantes e profissionais a aplicarem esse conhecimento de forma assertiva e se destacarem em um cenário industrial cada vez mais competitivo e globalizado.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os benefícios, desafios e impactos da implementação das normas ISO levando em consideração o contexto da engenharia química, destacando as suas contribuições para a qualidade, segurança, eficiência dos processos e sustentabilidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar o histórico das normas ISO e sua importância para o setor industrial.
- Identificar as normas ISO de maior relevância para a engenharia química.
- Investigar os impactos práticos da adoção das normas ISO em indústrias, por meio da análise de estudos de caso.
- Exibir os principais desafios enfrentados pelas organizações durante a implementação e certificação dessas normas.
- Avaliar as possíveis contribuições futuras das normas ISO para a atuação do engenheiro químico, principalmente diante das tecnologias da Indústria 4.0.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, adotou-se uma abordagem qualitativa, de caráter bibliográfico, com o propósito de analisar os impactos, benefícios e desafios da implementação das normas ISO no âmbito da engenharia química.

O levantamento de informações foi realizado em bases acadêmicas reconhecidas, como *Google Scholar*, *ResearchGate*, *ScienceDirect* e repositórios institucionais, utilizando referências bibliográficas entre os anos de 2000 e 2025, priorizando materiais mais recentes para garantir que fossem apresentadas informações atualizadas, embora em alguns casos publicações mais antigas tenham sido utilizadas devido à ausência de atualizações recentes.

A escolha das normas contempladas baseou-se em sua pertinência para o setor, na frequência de aplicação em processos industriais e em seus efeitos sobre qualidade, segurança, eficiência e sustentabilidade, resultando na seleção das seguintes: ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 31000, ISO 50001, ISO 10628, ISO 17025, ISO 22716 e ISO 14644.

Para exemplificar sua aplicação prática, foram analisados estudos de caso obtidos em artigos científicos e publicações acadêmicas, que descreveram processos de implementação, resultados qualitativos e quantitativos e desafios enfrentados, permitindo validar as análises teóricas e fortalecer a compreensão acerca do papel das certificações no setor.

4. FUNDAMENTAÇÃO E IMPORTÂNCIA GERAL

Durante a Segunda Guerra Mundial, com o aumento da produção de suprimentos e munições para os países envolvidos na guerra, um novo problema entrou em evidência: a falta de padronização dos processos industriais (CHAVES; CAMPELLO, 2016).

Além disso, com o aumento da globalização, empresas multinacionais, que fabricavam produtos para diversos países, perceberam que as normas de qualidade em cada país eram muito distintas. Assim, passa a existir a necessidade de criar padrões e normas técnicas para associar os sistemas e aumentar a produtividade industrial (SOARES; OLIVEIRA; MENELAU, 2020).

Principalmente com o aumento da competitividade dentro do mercado global, a busca por alcançar uma excelência de produção contínua, procurando vantagens perante seus concorrentes, fez com que as empresas sentissem que era necessário se organizarem de um novo jeito para atingirem esses novos objetivos. Então, surge a ideia de criar uma organização universal que coordenasse e desenvolvesse essas normas de maneira unificada (RAMOS; SBRAGIA, 2006).

Por conta dessa necessidade, em 1947, representantes de mais de 20 países se reuniram na capital do Reino Unido para estabelecer normas que pudessem ser utilizadas globalmente. A partir disso, ocorreu a criação oficial das *International Organization for Standardization* (ISO), que se trata de um organização internacional não-governamental criada com o objetivo de unificar os padrões industriais internacionalmente, para facilitar a maneira em que estes eram coordenados e, também, a forma como seriam feitas as trocas de bens e serviços entre os países (CHAVES; CAMPELLO, 2016; SOARES; OLIVEIRA; MENELAU, 2020).

Dessa maneira, promovendo a normatização de produtos e serviços a nível global, isso é, estabelecer parâmetros que auxiliem na redução de problemas possíveis ou recorrentes, através da utilização de normas, buscando garantir a ordem, qualidade, segurança e eficiência dos produtos, serviços e sistemas, facilitando as trocas comerciais globais e protegendo o consumidor, dando a eles padrões que podem ser conferidos para averiguar a qualidade dos serviços e produtos (SOARES; OLIVEIRA; MENELAU, 2020).

A partir de então, as normas ISO têm crescido consideravelmente desde o seu surgimento, graças a ampla aceitação que obtiveram em diversos países, se tornando referência no mercado, ampliando a quantidade de normas publicadas e expandindo o leque de temas

abordados nesta organização. Atualmente, as normas técnicas desenvolvidas incluem diversas áreas, como saúde, segurança, meio ambiente, qualidade, engenharia, tecnologias, comércio internacional, entre outras (KOPPELL, 2011).

A relevância das normas ISO pode ser observada também por sua ampla adoção mundial. A Tabela 1 estão apresentados os dados oficiais da ISO Survey 2024, evidenciando o número de unidades certificadas pelas três principais normas, reforçando sua importância estratégica para o setor industrial.

Normas ISO	Unidades certificadas
ISO 9001	1.250.243
ISO 14001	526.046
ISO 45001	309.056

Tabela 1 - Número de locais certificados pelas principais normas ISO. **Fonte:** Adaptado de ISO, 2024.

Vale ressaltar que essas normas são feitas baseadas em consensos internacionais e não são obrigatórias, sendo adotadas de maneira voluntária pelos países que são membros da organização, mas que em vários casos são utilizadas como referência em regulamentações específicas de cada país e até incluídas em partes das legislações nacionais (CHAVES; CAMPELLO, 2016).

Além disso, houve um aumento significativo na quantidade de países membros, e cada um destes possuem representantes que são responsáveis por desenvolver novas normas e revisar as existentes a cada cinco anos, seguindo um protocolo, para determinar se precisam sofrer alterações, juntamente com uma equipe de especialistas em suas respectivas áreas. Desta maneira uma equipe mais heterogênea é formada, sendo capaz de garantir maior abrangência, coerência e integração das normas desenvolvidas (CHAVES; CAMPELLO, 2016).

Então, desde o seu surgimento, a ISO tem se tornado uma grande referência em todo o mundo, o que tem facilitado a operação e sintonia entre os mais variados sistemas, melhorando o controle gerencial e eficiência dos processos, a partir da implementação de rotinas operacionais mais específicas em toda a cadeia produtiva (RAMOS; SBRAGIA, 2006). Além de ser um grande pilar para a promoção do comércio internacional e melhoria na qualidade e eficácia não somente dos processos, mas também dos produtos e serviços disponíveis no mercado internacional, protegendo os consumidores e usuários das indústrias

que possuem essas normas implementadas, o que demonstra que os padrões da ISO são positivos para a sociedade como um todo (CHAVES; CAMPELLO, 2016).

Além dos benefícios já citados, muitos outros foram notados por empresas que adotaram alguma das normas em seu processo, como a redução tanto no tempo de ciclo quanto no de *setup* das máquinas, o que causou uma melhoria na produtividade e nos tempos de entrega. Ainda assim foi mitigado as paradas e etapas desnecessárias, juntamente com a taxa de defeitos e, por consequência, de reclamações externas. Também foi verificado que a partir do momento em que a implementação foi concluída, houve um aumento na previsibilidade do produto, o que gerou uma ampliação na eficiência e redução de desperdícios e variabilidade, assim amortizando a taxa de retrabalho e a emissão de resíduos e, todos esses pontos, acarretaram um aumento na lucratividade da empresa (MAEKAWA; MONTEIRO DE CARVALHO; JOSÉ DE OLIVEIRA, 2013).

É importante frisar que não somente o processo passa por mudanças na implementação das ISOs, porque toda a parte documental, armazenamento de informações e padrões que devem ser seguidos no descritivo dos procedimentos operacionais sofrem alterações. Portanto, melhorias na parte de gestão da empresa também são notadas, como uma maior clareza no sistema de documentações e melhoria na distribuição de responsabilidades e, por consequência, no ambiente de trabalho como um todo, o que demonstra como as normas são muito importantes para diversos âmbitos dentro da empresa (MAEKAWA; MONTEIRO DE CARVALHO; JOSÉ DE OLIVEIRA, 2013).

Dentre as inúmeras contribuições positivas das normas ISO também está o auxílio ao trabalho do engenheiro químico, tendo em vista que entre as funções desse profissional na indústria está o desenvolvimento de processos, elaborando novos métodos de produção buscando minimizar a utilização de recursos e desperdício com a maior eficiência possível, aperfeiçoando tecnologias e sempre procurando a melhoria contínua durante os processos produtivos e, esse escopo está muito alinhado com a função das normas dentro das empresas (CHAGAS; TEDESCHI, 2022).

Assim, um engenheiro químico que trabalhe em uma empresa que possua implementação de algumas delas tende a ter maior facilidade em reduzir alguns dos riscos operacionais e tornar o processo mais seguro, organizado e com menores impactos ambientais. Além de ser uma forma para esse profissional se guiar em novas regulamentações, tecnologias

e inovações que sempre estão sendo atualizadas no mercado global (CHAGAS; TEDESCHI, 2022).

Portanto, o surgimento da Organização Internacional para Padronização foi um enorme avanço para o setor industrial em todo o mundo, facilitando o comércio internacional e melhorando muitas condições de processo, utilização de recursos e redução de impactos ambientais em todo o mundo. Além de ser uma ótima maneira de tornar os padrões de qualidade de produtos melhores e mais confiáveis para os consumidores, tornando-se referência mundial.

5. ANÁLISE DAS PRINCIPAIS NORMAS ISO PARA ENGENHARIA QUÍMICA

Antes de começar destacar as principais normas ISO, é importante esclarecer alguns conceitos essenciais. As normas podem ser divididas em certificáveis e não certificáveis. As certificáveis são aquelas que precisam de auditorias externas e a obtenção de um certificado de conformidade, como a ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 50001, ISO 17025, ISO 22716 e ISO 14644. Já as não certificáveis servem apenas como guias de boas práticas, sem gerar certificação formal, como a ISO 31000 e a ISO 10628 (SANTOS, 2021; SARTI, 2013). Outro conceito fundamental é o de não conformidade, que se refere ao não atendimento de um requisito previsto pela norma, identificado em auditorias ou verificações internas. Assim é necessário o tratamento de cada uma delas, por meio de ações corretivas para garantir a melhoria contínua (SÁ, 2012; SCHEID et al., 2013). A partir desses esclarecimentos, torna-se possível compreender melhor a aplicação e os impactos das normas que serão analisadas a seguir.

5.1 NORMAS CERTIFICÁVEIS

5.1.1 ISO 9001 – Sistemas de Gestão de Qualidade

Pensando nas principais normas ISO, a mais conhecida e utilizada pelas empresas é a ISO 9001, que é um padrão de certificação relacionado aos requisitos básicos de um sistema de gestão de qualidade (SGQ). Esse sistema está relacionado com a maneira que é feita a gestão para que a padronização dos processos, requisitos de qualidade e melhoria contínua sejam obtidos, podendo ser aplicadas em empresas de qualquer porte, tipo ou nacionalidade, com o objetivo principal de gerenciá-las para atingir a satisfação do cliente e os requisitos regulamentares necessários (MAEKAWA; MONTEIRO DE CARVALHO; JOSÉ DE OLIVEIRA, 2013).

Logo, essa ISO tem como objetivo estabelecer processos mais estruturados se baseando no ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), que em resumo é dividido em quatro partes: “*plan*” (planejar), ou seja, propor os objetivos e a metodologia necessários para obter resultados que vão de encontro com os requisitos de qualidade e do cliente. A segunda parte está relacionada ao “*do*” (fazer), sendo o momento de implementar os processos que foram estruturados durante a primeira etapa. Já o “*check*” (checar) é o momento de acompanhar e

metrificar para entender se os resultados e requisitos estão sendo alcançados com as mudanças realizadas no processo ou nos produtos. Para finalizar, é realizado o “act” (agir) para promover ações que possibilitem que haja a melhoria contínua do processo, que é o principal objetivo da ISO 9001 (MAEKAWA; MONTEIRO DE CARVALHO; JOSÉ DE OLIVEIRA, 2013). Esse ciclo pode ser melhor visualizado na Figura 1, que apresenta graficamente as etapas do PDCA.

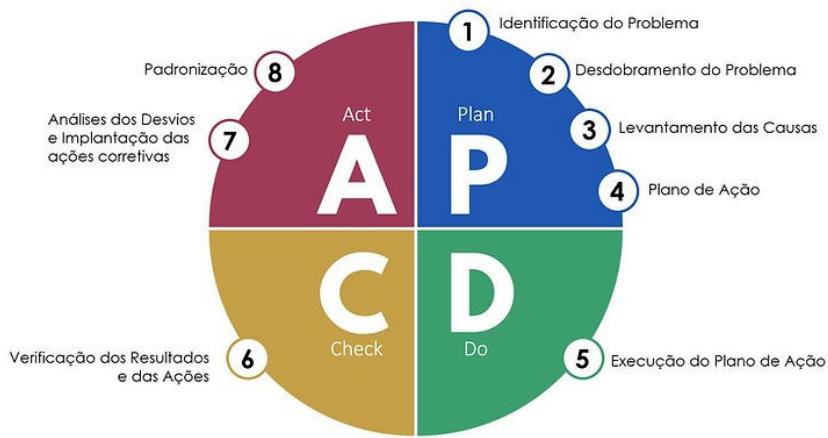


Figura 1 - Ciclo PDCA. Fonte: Saffi, 2021.

Com base nisso, os processos industriais são muito beneficiados com a implementação da certificação ISSO 9001, porque ao promover a melhoria contínua na indústria o processo se torna mais controlado, organizado e com melhores especificações, o que aumenta a produtividade e eficiência e causa uma redução em incidentes. Além de reduzir retrabalhos, tempo de paradas de equipamentos, etapas dispensáveis e desperdícios que, por consequência, gera uma amortização nos custos gerais e incremento nos lucros (RAMOS; SBRAGIA, 2006).

Além disso, essa padronização do processo como um todo contribui de forma significativa na qualidade do produto. Isso garante não somente a satisfação do cliente com o resultado, mas também aumenta a competitividade e melhora a imagem e reputação da empresa. Sendo uma ótima maneira para alcançar novos negócios e facilitar a sobrevivência no mercado, que está cada dia mais concorrido, porque uma certificação reconhecida internacionalmente facilita as negociações globalmente (MAEKAWA; MONTEIRO DE CARVALHO; JOSÉ DE OLIVEIRA, 2013; RAMOS; SBRAGIA, 2006).

Ainda vale ressaltar que as vantagens da certificação ISO 9001 não estão ligadas somente ao processo, tendo em vista que também auxilia na organização interna, com documentos e procedimentos mais claros e bem definidos, tornando o sistema de documentação e gestão mais preciso. Além de trazer mais clareza na distribuição de responsabilidades dentro

do ambiente de trabalho, o que diminui a sobrecarga, redundância de funções e gera maior satisfação dos colaboradores, tornando o ambiente mais agradável para o trabalho (CHAGAS; TEDESCHI, 2022; MAEKAWA; MONTEIRO DE CARVALHO; OLIVEIRA, 2013)

Para ilustrar a aplicação prática do conceito acima, será utilizado o estudo de caso de duas empresas do setor automobilístico que implementaram a ISO 9001. A primeira empresa, de origem alemã, já possuía a certificação há cerca de dez anos, e foi um diferencial competitivo para fortalecer sua credibilidade com os clientes, o que auxiliou sua expansão no mercado nacional (GONZALEZ; MARTINS, 2007).

Com a nova abordagem da ISO, a organização procurou alinhar as áreas produtivas e administrativas por meio de procedimentos padronizados, a fim de atingir uma maior integração interna e consistência nos resultados. Nesse contexto, ferramentas de qualidade e melhoria contínua, como o “Kaizen”, foram utilizadas, e não somente no contexto operacional, mas também para sustentar o planejamento estratégico e a definição de metas organizacionais, permitindo respostas mais rápidas às demandas do mercado e consolidando a certificação como um instrumento estratégico de gestão (GONZALEZ; MARTINS, 2007).

Já a segunda empresa, de origem francesa, possuía certificação ISO 9001 há cerca de oito anos, mas enfrentava maiores desafios na adaptação da revisão da norma, visto que sua gestão era marcada por uma postura reativa, ou seja, os problemas eram tratados somente após a ocorrência, ao invés de serem antecipados e prevenidos. Por esse motivo, havia uma dificuldade na consolidação de melhorias contínuas e deixava a organização em desvantagem perante as novas exigências do mercado (GONZALEZ; MARTINS, 2007).

Deste modo, para reverter esse quadro, a empresa criou um departamento destinado à gestão da qualidade, para coordenar as ações corretivas e preventivas, monitorar indicadores de desempenho e estimular uma nova cultura voltada ao aprendizado organizacional. Dessa forma, a certificação deixou de ser utilizada apenas como requisito formal, e passou a ser tratada como um mecanismo para mudança cultural e de fortalecimento da gestão, incentivando práticas voltadas à prevenção de falhas (GONZALEZ; MARTINS, 2007).

A partir das exigências para obtenção da certificação, ambas as empresas implementaram programas de melhoria contínua que não apenas permitiram respostas mais ágeis às demandas dos clientes e às mudanças do mercado, mas também ampliaram a abrangência e a eficácia de seus sistemas de gestão da qualidade (GONZALEZ; MARTINS,

2007). No entanto, vale ressaltar que os resultados obtidos com essa norma podem variar significantemente de acordo com a motivação da empresa e com o grau de comprometimento com a implementação. Além da forma como irão utilizá-la como instrumento estratégico, seja para promover uma mudança cultural voltada à excelência operacional ou para reforçar a credibilidade perante o mercado, devido sua grande abrangência.

5.1.2 ISO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental

A ISO 14001 é uma norma de enorme relevância para o sistema de gestão ambiental (SGA) de uma empresa, e assim como a ISO 9001, ela também não apresenta requisitos de setor, tipo ou porte de organização para ser aplicada. Mas, diferente da ISO 9001 que estava relacionada a gestão de qualidade, essa está ligada a melhoria do desempenho ambiental e traz para empresa uma maior consciência e melhor relação com o meio ambiente (POMBO; MAGRINI, 2008).

Assim sendo, essa norma tem como principal objetivo a padronização da linguagem das normas ambientais, além de buscar desenvolver nas empresas valores ambientais de produção ecologicamente correta, juntamente com a sustentabilidade na utilização de recursos naturais. Ademais, a ISO 14001 está muito alinhada com a busca por uma melhor relação entre as atividades produtivas e o meio ambiente, incentivando as empresas a se desenvolverem economicamente em paralelo ao desenvolvimento sustentável (CAGNIN, 2000; DELMAS; MONTES-SANCHO, 2011; POMBO; MAGRINI, 2008)

Por esse motivo, alguns requisitos básicos são necessários para que a empresa consiga obter a certificação, sendo eles a implementação de um sistema de gestão ambiental, haver a regulamentação de um sistema de melhoria contínua e, por último, ter descrito em sua política interna questões que demonstrem o comprometimento da empresa com a legislação ambiental vigente. Esses pontos são muito importantes para garantir que a perspectiva da empresa esteja realmente alinhada com a norma ISO 14001 em busca de conseguir reduzir os impactos ambientais (CAGNIN, 2000).

Apesar do esforço para obter a certificação, há muitas vantagens para as empresas que a possuem, como a melhoria de imagem, o que as tornam mais reconhecidas e competitivas no mercado, além de facilitar com que se adaptem e cumpram as legislações ambientais vigentes. Além destas vantagens, destaca-se ainda a melhoria contínua do processo e do desempenho

ambiental, que gera uma redução de custos para a empresa (DELMAS; MONTES-SANCHO, 2011; POMBO; MAGRINI, 2008)

Agora pensando nas vantagens como um todo para o meio ambiente das empresas adotarem a ISO 14001 há muitas questões importantes, como a gestão de resíduos que é uma enorme pauta dentro da norma e busca minimizar os poluentes, lixo e desperdícios dentro do processo produtivo. Além de incentivar a diminuição e otimização da utilização de recursos naturais, como água, energia e matérias-primas, promovendo a reutilização e reciclagem dentro da empresa. Vale destacar ainda a contribuição dessa norma no controle de emissões para a atmosfera e na redução de poluentes sólidos, líquidos e gasosos, reduzindo a descarga destes no meio ambiente (CAGNIN, 2000; POMBO; MAGRINI, 2008).

Dessa forma, para garantir que as empresas estão de dedicando para cumprir com as questões presentes na norma, monitoramentos e medições são exigidos para verificar a performance da indústria, bem como a realização de auditorias internas que visam averiguar se a empresa está em conformidade ao sistema de gestão ambiental. Logo, são estabelecidas metas para que esta apresente um progresso em seu desempenho e implemente maneiras de controle para que os objetivos da norma sejam obtidos. E, por conta desse acompanhamento realizado, essa certificação é considerada um importante diferencial no ambiente comercial, porque possuí-la é uma maneira de demonstrar que realmente está empenhado em preservar os recursos naturais e meio ambiente (CAGNIN, 2000; POMBO; MAGRINI, 2008).

Para exemplificar as informações apresentadas, um estudo de caso foi realizado em uma indústria petroquímica no Rio Grande do Sul. A empresa resolveu buscar a certificação ISO 14001 não apenas para atender às pressões regulatórias e às procuras crescentes do mercado por práticas sustentáveis, mas também para estimar se os investimentos necessários trariam retorno financeiro a médio e longo prazo. Assim, foi necessário um investimento de cerca de vinte milhões de reais, incluindo a parte de despesas com treinamento e auditorias e, também, destinado a modernização de processos produtivos, tecnologias para tratamento de resíduos e sistemas de controle ambiental. Logo, o objetivo dessa organização foi entender se esses gastos seriam compensados por benefícios econômicos e ambientais após a certificação (MARTINKOSKI, 2007).

Após obter a certificação e realizar as mudanças necessárias, a empresa apresentou uma redução significativa no consumo de água e, também, de mais de 50% no seu volume de

cinzas provenientes da queima de carvão, além de reduzir consideravelmente o volume de emissões atmosféricas, não apenas das cinzas citadas, mas de outros diversos componentes. Ademais, essa indústria ainda conseguiu reduzir os efluentes líquidos gerados e aumentar a taxa de recuperação de resíduos sólidos e reciclagem, gerando um maior aproveitamento de materiais utilizados (MARTINKOSKI, 2007). Destarte, alguns dos principais retornos obtidos pela empresa após a certificação estão apresentados na Figura 2.

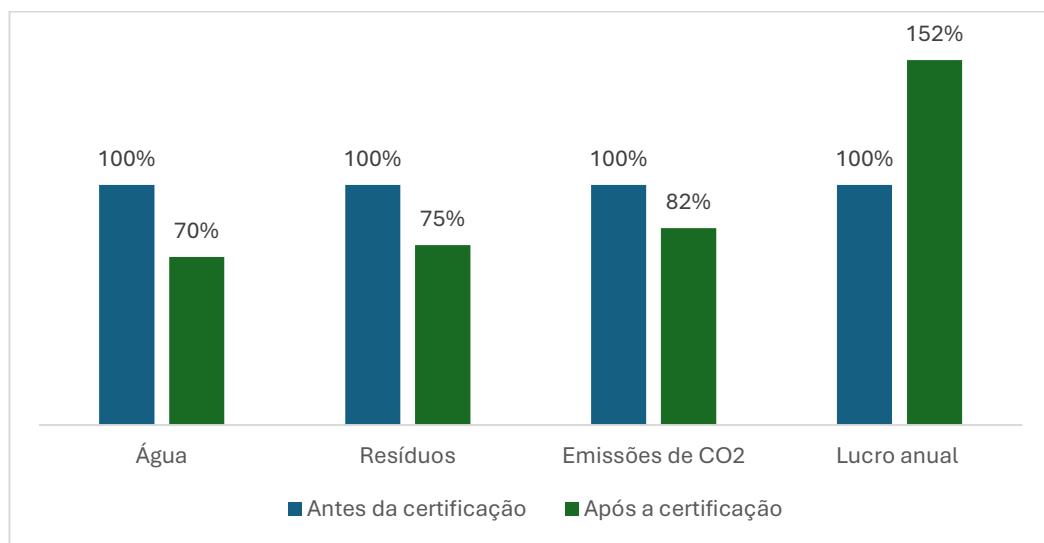


Figura 2 - Comparativo de indicadores antes e após certificação. **Fonte:** a autora, baseado em informações de Martinkoski, 2007.

Após cerca de dez anos de certificação, foram levantados dados financeiros que mostraram que a empresa obteve um lucro de mais de 2,5 bilhões de reais com a implementação das normas de gestão ambiental (MARTINKOSKI, 2007). E, a partir desses dados é possível perceber que adotar a ISO 14001, além de trazer muitos benefícios ao planeta, tornando a relação entre as indústrias e o meio ambiente mais saudável, ainda pode trazer retornos financeiros positivos, o que evidencia o porquê dessa norma ter grande destaque no mercado industrial.

5.1.3 ISO 50001 – Sistemas de Gestão de Energia

A ISO 50001 é uma norma voltada a gestão de energia e seu principal objetivo é auxiliar as empresas a constituírem melhorias em seus processos e sistemas, que ajudem a aumentar o seu desempenho e eficiência energética, para possibilitar a redução no consumo de energia. Além disso, também buscam reduzir os impactos ambientais relacionados a energia,

como a emissão de gases, através de uma boa gestão energética (FROZZA et al., 2012; GONÇALVES, 2017).

Destarte, essa norma foi desenvolvida para servir como ferramenta de apoio às tomadas de decisão relacionadas à gestão energética nas organizações, considerando que a energia representa, muitas vezes, um dos principais custos empresariais e influencia diretamente suas operações. Por isso, a busca por estratégias eficazes de gestão energética torna-se um forte incentivo para a adoção dessa norma (FROZZA et al., 2012; GONÇALVES, 2017).

Para uma empresa obter a certificação da ISO 50001 deve-se estabelecer uma política e objetivos voltados para gestão energética, e para alcançá-los é necessário implementar o ciclo PDCA, como explicado na ISO 9001, que busca promover a melhoria contínua do processo. Dessa forma, primeiramente deve ser feito uma avaliação da situação atual do estabelecimento, para entender o consumo de energia e listar quais são os pontos de melhoria, seguindo para definição dos objetivos e metas energéticas, que vão de acordo com as políticas da organização, gerando ações que auxiliem a alcançar o que foi proposto (FROZZA et al., 2012; GONÇALVES, 2017).

Em seguida, as ações que foram montadas anteriormente, devem ser colocadas em prática: realizando as alterações no processo, treinando e conscientizando os colaboradores com as mudanças, para alcançar os objetivos e melhorar o desempenho energético da empresa. Além disso, é muito importante criar documentos e procedimentos que apresentem as mudanças feitas para a adequação a norma, para facilitar o acompanhamento dos resultados e de como está a eficiência atual (FROZZA et al., 2012; GONÇALVES, 2017).

Por último, a ISO 51000 exige que seja feito um monitoramento recorrente de como está o desempenho energético da empresa, sendo indispensável criar indicadores que possam realizar esse acompanhamento, para que a organização possa tomar medidas de controle, caso os parâmetros estejam fora do esperado. Isso é necessário para que a empresa mantenha sua certificação, pois periodicamente são realizadas auditorias para garantir que tudo está em acordo com os objetivos, políticas e adequações propostos pela norma (FROZZA et al., 2012; GONÇALVES, 2017).

Apesar das adequações necessárias para atender aos requisitos da norma, sua implementação traz inúmeros benefícios, como o aumento da eficiência energética, que resulta na redução de custos e na diminuição dos impactos ambientais causados pela empresa,

incluindo a menor emissão de gases poluentes. Esses resultados contribuem para melhorar a imagem corporativa e aumentar a competitividade no mercado. Além disso, a gestão de energia possibilita identificar com maior precisão onde a energia está sendo consumida e detectar eventuais perdas de desempenho em equipamentos, por meio do acompanhamento contínuo dos parâmetros operacionais (FROZZA et al., 2012; GONÇALVES, 2017).

Para exemplificar a aplicação da ISO 50001, um estudo de caso apresenta uma planta industrial de carbeto de silício que estava disposta a implantar a norma em busca de obter melhorias no seu desempenho energético. Assim, foi percebido que a planta atendia em partes aos requisitos para implementação da norma em questão, como já possuir indicadores de desempenho e políticas internas voltadas para energia, mas havia alguns pontos que deveriam ser estruturados, como a revisões periódicas dos documentos e processos, e avaliação das conformidades e suas correções, caso estivessem fora do padrão necessário (CAVALHO, 2016).

Logo, as modificações foram realizadas e criaram metas de melhoria contínua para a performance energética da planta e, então obtiveram a certificação. Após a empresa conseguir se estruturar e aplicar a norma, obtiveram diversos impactos positivos, como a definição do uso da energia nas áreas, uma política energética mais bem estruturada e com objetivos concretos, e utilizaram os dados obtidos como parâmetros para tomar melhores decisões em projetos e investimentos, como matérias-primas e equipamentos novos, para conseguirem otimizar o uso da energia em seu processo (CAVALHO, 2016). A organização obteve uma significativa redução nos custos com energia, como pode ser observado na Figura 4.

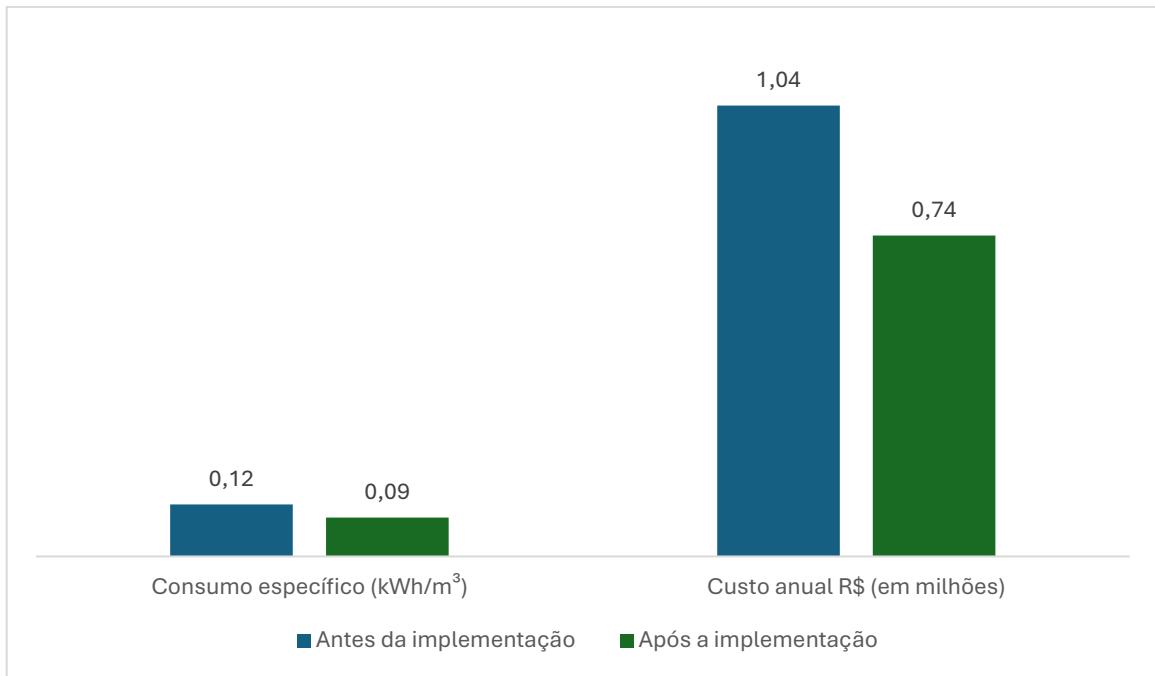


Figura 3 - Comparativo do consumo energético e do custo anual antes e após implementação da ISO 50001. **Fonte:** a autora, baseado em informações de Cavalho, 2016.

Logo, houve uma redução de cerca de 25% dos custos com energia elétrica, e o retorno do valor investido foi obtido com cerca de seis anos e meio após a implementação (CAVALHO, 2016). Destarte, a ISO 50001 não apenas é responsável por ajudar na redução do consumo de energia nas empresas, mas também a tornar a gestão desses processos mais sólidos e em constante aprimoramento.

5.1.4 ISO 45001 – Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional

A ISO 45001 é a primeira norma internacional voltada para a gestão de saúde e segurança ocupacional dentro das empresas, sendo criada em 2018. E, diferente das outras normas citadas acima que possuíam um foco maior para a gestão da empresa e como melhorar sua eficiência tanto em questões ambientais quanto de qualidade, a ISO 45001 é focada nos colaboradores. Dessa forma, seu principal objetivo é buscar maneiras de tornar o ambiente de trabalho mais saudável e seguro para os funcionários, focando na redução de riscos e obtenção de condições mais seguras de trabalho, sem depender do tamanho, tipo ou origem da empresa (FIGUEIREDO, 2024; MASSENA, 2019).

Para obtenção dessa certificação algumas adequações são necessárias, começando por uma análise inicial que deve ser feita pela empresa levando em conta o seu contexto atual. Nesse contexto, é fundamental avaliar se a companhia já possui recursos humanos, técnicos e materiais indispensáveis para obter a certificação, como uma equipe capacitada em saúde e segurança, infraestrutura e equipamentos adequados para proteção dos colaboradores. Em seguida o campo que o sistema deverá abranger deve ser definido, estabelecendo os seus objetivos e planos de ações para que seja implementado, documentando os procedimentos que devem ser realizados no tratamento dos riscos e oportunidades (FIGUEIREDO, 2024).

Posteriormente a realização das etapas iniciais de levantamento de riscos e oportunidades, é importante entender quais são as principais lacunas tanto de recursos quanto de competências que devem ser sanadas antes de dar início a implementação da norma. Desse jeito, após essa checagem, é possível começar a realizar os processos e ações, que devem ser feitos utilizando o ciclo PDCA, como na ISO 9001, para atingir a melhoria contínua, e devem ser monitorados para entender se a maneira como foi pensado está funcionando e de acordo com o sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho, para assim obter a certificação da ISO 45001 (FIGUEIREDO, 2024).

Para facilitar a compreensão do processo de gestão de riscos, na Figura 3 estão ilustradas as etapas principais envolvidas, desde a identificação até a obtenção dos resultados esperados.



Figura 4 - Etapas do processo de gestão de riscos segundo a ISO 45001. **Fonte:** a autora, baseado em informações de Figueiredo, 2024.

Vale ressaltar que a maneira como é possível evidenciar que os requisitos da norma estão sendo seguidos é através das informações documentadas e registros realizados pela organização. Por esse motivo é importante que sejam mantidas atualizadas e em acordo com os requisitos de controle documental determinados, tendo em vista que auditorias são realizadas

periodicamente para a checagem dos dados e verificação da conformidade com as exigências estabelecidas (FIGUEIREDO, 2024).

Apesar dos esforços para obter a certificação da ISO 45001, há muitos benefícios tanto para os colaboradores quanto para a empresa que a possuem, incluindo a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e saudável que apresenta menos riscos e condições mais seguras aos funcionários, assim reduzindo os acidentes e doenças causadas por condições inapropriadas e, por consequência, o controle de custos provenientes dessas causas e de processos trabalhistas (FIGUEIREDO, 2024).

Além disso, através do aumento da qualidade de vida dos colaboradores, eles se tornam pessoas mais satisfeitas em seus locais de trabalho, o que gera uma melhoria na produtividade destes. Por último, ainda é necessário ressaltar que essa certificação é importante para causar uma boa imagem para organização, o que aumenta a sua competitividade e participação no mercado (FIGUEIREDO, 2024).

Para fins de demonstração do impacto da ISO 45001 nas empresas um estudo de caso foi realizado em uma empresa multinacional do ramo de óleo e gás, que possuía outra certificação na área de saúde e segurança, mas que gostaria de aprimorar o desempenho do seu atual sistema de gestão, utilizando requisitos da ISO 45001. Para isso, foi feita uma lista de verificação das condições e aplicada na organização, que identificou a presença de oportunidades de melhoria em áreas operacionais, como a revisão de procedimentos críticos e de preparação para emergências, gestão de riscos operacionais e adequação no uso de equipamentos de proteção, de forma a atender aos requisitos da norma (MASSENA, 2019).

A partir disso, com os resultados da lista, a empresa conseguiu eleger planos de ações para que o sistema de gestão conseguisse se adequar a nova norma, realizando modificações tanto nos processos, quanto nos procedimentos e documentações. Dessa maneira, após as mudanças terem sido feitas, a certificação foi obtida, demonstrando o compromisso da organização com o bem-estar de seus colaboradores (MASSENA, 2019).

Após obter a certificação, a empresa notou um aprimoramento da melhoria contínua do sistema de gestão de saúde e segurança, e uma redução de custos com acidentes na empresa. Cabe ressaltar, entretanto, que o estudo em questão não apresenta valores quantitativos dessa redução, apenas evidenciando esses ganhos de forma qualitativa. Vale destacar ainda o fato de ser uma ótima vantagem competitiva, tendo em vista que muitos clientes exigem essa

certificação, como foi o caso dessa empresa, que um dos seus principais clientes requisitou a norma para que o contrato fosse mantido. Além disso, a ISO 45001 facilitou a integração com os outros sistemas de gestão da empresa, como da qualidade (ISO 9001) e de meio ambiente (ISO 14001), portanto a organização se beneficiou de diversas vantagens após aderir essa norma (MASSENA, 2019).

5.1.5 ISO 17025 – Requisitos para a Competência de Laboratórios de Teste e Calibração

A ISO 17025 é uma norma voltada para o sistema de gestão de laboratórios estabelecendo os requisitos para que estes ambientes comprovem suas competências técnicas e proporcionem análises com resultados confiáveis e válidos, que é o principal objetivo dessa norma. Esta é muito importante no mercado laboratorial, sendo vista como essencial para a imagem da empresa, pois geralmente é um requisito que os laboratórios tenham certificação desta ISO para conseguir prestar serviços de ensaios químicos, por ser uma maneira de garantir que está sendo feita uma boa manutenção da gestão de qualidade do local (SÁ, 2012; SCHEID et al., 2013)

Pensando nisso, alguns requisitos são necessários para obter a certificação e garantir a confiabilidade do laboratório começando por fazer uma avaliação da situação atual do laboratório para entender quais os pontos da norma ainda não estão sendo atendidos. Em seguida, um sistema de gestão de qualidade deve ser desenvolvido e implementado contemplando os dados levantados, fazendo a padronização de todas as atividades realizadas pelo laboratório e os procedimentos para cada uma delas. Vale ressaltar que, na maioria das vezes, para estabelecer um sistema de gestão é necessário fazer um investimento em novos equipamentos e tecnologias, que podem ser um fator a ser considerado no momento de tomar a decisão de implementação (SÁ, 2012; SCHEID et al., 2013).

Dando sequência as etapas para certificação, uma das etapas mais importantes é a de treinamento dos funcionários sobre os novos procedimentos e as mudanças que serão realizadas. Tendo em vista que, em um ambiente laboratorial a qualificação e comprometimento dos membros é essencial para que os resultados sejam confiáveis, pois os procedimentos devem ser seguidos de forma minuciosa e validados de acordo com as especificações da norma (SÁ, 2012; SCHEID et al., 2013).

Outros pontos que também são necessários são a implementação de ferramentas que auxiliem na organização do ambiente e a presença em programas de comparação entre laboratórios, para fazer um comparativo entre as eficiências de cada um, para garantir a confiabilidade de resultados. Além da realização periódica de auditorias internas, para verificar a conformidade com a norma e tomar ações corretivas caso alguma inconformidade seja observada (SÁ, 2012; SCHEID et al., 2013).

Apesar de apresentar difíceis pontos para obter a acreditação da ISO 17025, há várias vantagens que os laboratórios certificados podem conseguir, como a melhoria da confiabilidade e qualidade dos resultados, a partir do controle de procedimentos, calibração de equipamentos e treinamentos de equipe. Com essa melhoria, o laboratório é visto como referência em competências técnicas, o que proporciona uma ótima imagem para a empresa, uma maior confiabilidade em toda a sua estrutura organizacional e um aumento da competitividade em comparação com outros laboratórios, podendo aumentar o número de clientes e gerando a fidelização dos atuais (SÁ, 2012; SCHEID et al., 2013).

Além disso, como essa norma exige que haja um sistema de gestão sempre sendo aprimorado, proporciona uma melhoria contínua dos processos realizados pelo laboratório, incluindo a melhoria na padronização de procedimentos e documentações. Além de ser uma ótima maneira de tornar a equipe mais qualificada, devido as exigências de os treinamentos sempre serem renovados, o que contribui para a formação profissional de cada um e, por consequência, bons resultados para o laboratório (SÁ, 2012; SCHEID et al., 2013).

Um estudo de caso mostra três laboratórios de uma universidade que se certificaram na ISO 17025 para otimizar a sua gestão laboratorial. Durante a implementação diversos fatores que estavam impactando no resultado foram encontrados, como os custos elevados para se adequar ao sistema, a falta de organização do local e a alta resistência da equipe do laboratório em implementar uma nova metodologia e realizar a elaboração dos documentos necessários, o que era agravado pelo alto rodízio de membros e estudantes (SCHEID et al., 2013).

Assim, para que a implementação fosse bem-sucedida, primeiramente precisaram começar pela equipe, então foi necessário a contratação de especialistas e consultores nessa área e um trabalho por parte da coordenação para motivar e treinar os membros. Em seguida, com a contribuição de todos, os novos procedimentos foram desenvolvidos e a realização da padronização e melhoria das atividades e ambiente (SCHEID et al., 2013).

Após as adequações, diversas mudanças foram percebidas, como a melhoria da qualificação dos membros, tornando os resultados mais assertivos. Além de ter auxiliado para um progresso na organização e nos processos, reduzindo as não conformidades, o risco de contaminações cruzadas e atendimentos mais eficazes. Por esses motivos, se adequar a norma foi um marco muito importante para a Universidade e acarretou impactos muito positivos para sua imagem (SCHEID et al., 2013).

5.1.6 ISO 22716 – Boas Práticas de Fabricação para Produtos Cosméticos

A ISO 22716 é muito utilizada nas indústrias de cosméticos, trazendo uma especificação das boas práticas de fabricação para proteção da saúde humana e elevação do nível dos cosméticos no momento da sua produção. Essa norma é muito ampla, pois em suas diretrizes inclui os passos necessários para garantir a qualidade dos cosméticos em toda a cadeia de produção, desde o processo até a armazenagem e transporte para os fornecedores, além de abranger as etapas organizacionais, como gestão administrativa e humana que também podem afetar o produto (COSTA; MAURÍCIO BARBOSA, 2021; HENRIQUES; WLLIANA; DA ROCHA, 2023).

Por esse motivo, é necessário o atendimento de uma sequência de requisitos ao adotar essa norma. O primeiro passo é implementação de um sistema de gestão de qualidade, estruturado de forma a contemplar inspeções em todas as etapas do processo produtivo e a definição de procedimentos que estabeleçam, de maneira padronizada, as especificações de cada produto, incluindo as propriedades físicas e químicas a serem seguidas. Além disso, é necessário investir em equipamentos e matérias-primas adequados para a produção de cosméticos e estabelecer parâmetros bem definidos dos processos, de modo que o treinamento de equipe reduza a margem de erros decorrentes da falta de entendimento. Vale destacar, ainda, a necessidade de que todos os funcionários sejam qualificados para atuar conforme os requisitos estabelecidos pela norma (COSTA; MAURÍCIO BARBOSA, 2021; HENRIQUES; WLLIANA; DA ROCHA, 2023).

Por último, qualquer mudança realizada no processo deve ser avaliada para entender como pode impactar a qualidade do produto e em caso de desvios, a organização deve ter um sistema de *recall*, para recolher os produtos que possam representar risco aos clientes e

investigar o que ocorreu para tratar as causas. Por esse motivo, é interessante realizar auditorias internas periódicas para avaliar a qualidade do processo e a gestão de qualidade, se estão cumprindo com os requisitos e se não há desvios (COSTA; MAURÍCIO BARBOSA, 2021; HENRIQUES; WLLIANA; DA ROCHA, 2023).

Apesar das dificuldades para que a empresa consiga cumprir todos os requisitos da norma, as vantagens estabelecidas são um incentivo para elas. Um bom exemplo disso é o fato de que, por ter diretrizes bem detalhadas em diversos quesitos, como já citado acima, o resultado disso é um sistema de gestão de qualidade muito bem estruturado, gerando processos mais controlados, que reduz desvios, perdas e ineficiência (COSTA; MAURÍCIO BARBOSA, 2021; HENRIQUES; WLLIANA; DA ROCHA, 2023).

Ademais, ainda facilita alguns processos obrigatórios para empresas de cosméticos, como o fato de ser certificada já contar como comprovação para o cumprimento das boas práticas de fabricação, pela ANVISA, e a preparação do ficheiro com a descrição do processo de fabricação do produto e suas especificações, que já são informações presentes nas documentações da norma. Além disso, possibilita a rastreabilidade de maneira mais eficiente, pelo fato de um dos pontos principais da ISO ser o controle dos produtos e seus ingredientes (COSTA; MAURÍCIO BARBOSA, 2021; HENRIQUES; WLLIANA; DA ROCHA, 2023).

A aplicação prática da norma ISO 22716 pode ser observada por meio de um estudo de caso, no qual os resultados foram apresentados a partir da implementação em uma empresa de pequeno porte que, por ser fornecedora para uma indústria de cosméticos teve que passar por algumas adequações, por exigência do seu cliente. A metodologia aplicada foi muito semelhante a citada acima, com algumas particularidades, como a separação da relação entre a área de produção com a de qualidade, para evitar o conflito de interesses e o mapeamento dos processos para entender quais os novos procedimentos que deveriam ser criados ou modificados, após as mudanças, e conseguir padronizar as etapas (GABRIEL et al., 2019).

Após a fábrica passar por todas as etapas de implementação, observou-se uma mudança significativa na cultura organizacional, principalmente em relação à adesão das boas práticas de fabricação e à padronização da rotina e dos processos produtivos. Essa transformação resultou na redução de erros operacionais, devido a padronização entre os turnos de produção e a melhoria na execução das atividades. Em decorrência disso, houve uma diminuição significativa nas reclamações dos clientes, chegando a ser zerado após apenas um

mês da implementação do procedimento de inspeção de recebimento, atingindo o que mais buscavam: maior controle, qualidade e satisfação dos clientes (GABRIEL et al., 2019). Isso mostra o quanto importante essa ISO é para o estabelecimento de padrões de produção de cosméticos, para a confiabilidade do produto e para a saúde e segurança dos clientes, o que deve ser a maior motivação para a implementação.

5.1.7 ISO 14644 – Salas Limpas e Ambientes Controlados

A ISO 14644 é uma norma muito utilizada em indústrias alimentícias e farmacêuticas para auxiliar no controle de condições ideais para salas limpas e ambientes controlados, evitando contaminações. Ela é dividida em algumas partes, abordando diversos temas voltados para limpeza, como a especificação de como deve ser o design das salas limpas e a forma como a limpeza deve ser feita para manter a eficiência do ambiente, além de estabelecer critérios para avaliar a limpeza do ar, com base na concentração de partículas (APOLINÁRIO, 2022). Um exemplo prático de sala limpa pode ser observado na Figura 6.



Figura 5 - Exemplo de sala limpa. **Fonte:** ASMONTEC, 2025.

Dessa forma, para aderir a norma é necessário que a organização estude o documento para entender as especificações estabelecidas pela norma, principalmente sobre as diferentes classes de limpeza do ar, com base nas partículas suspensas no ar, por isso um dos requisitos é a realização de ensaios para medir essa concentração, seguindo um procedimento definido pela ISO. Em seguida, a empresa deve investigar e entender quais são as classes de limpeza de ar

que são apropriadas para a sua necessidade, que irá depender dos processos realizados e da sensibilidade do produto (APOLINÁRIO, 2022).

Após a finalização da parte inicial, é importante que a organização comece a documentar os ensaios realizados, os resultados e os critérios que utilizaram para classificar a sala em questão, porque será necessário comprovar que realmente está em acordo com os requisitos estabelecidos. Para finalizar a implementação, um programa de monitoramento dos locais controlados deve ser realizado, definindo procedimentos para averiguação dos parâmetros de limpeza, os limites que estão em conformidade com a norma e um plano de ação caso ocorra algum desvio, para garantir a qualidade do produto (APOLINÁRIO, 2022).

Dessa forma, essa norma é uma ótima maneira de estabelecer um padrão de limpeza econômico e de atender os requisitos regulatórios das boas práticas de fabricação, que são questões muito cobradas nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos, por exemplo. Além disso, o controle de limpeza do ambiente é um fator muito determinante para garantir a segurança e qualidade do produto, reduzindo os riscos de contaminação no processo produtivo e aumentando, por consequência, sua eficiência, podendo ajudar a reduzir gastos desnecessários com retrabalho, descarte de lotes comprometidos e uso excessivo de insumos (APOLINÁRIO, 2022). Portanto, a ISO 14644 é de grande importância para empresas que deve possuir condições muito bem definidas de limpeza, estruturando desde legislações a procedimentos de esterilização em sua abrangência.

5.2 NORMAS NÃO CERTIFICÁVEIS

5.2.1 ISO 31000 – Gestão de Riscos

A ISO 31000 é voltada para o gerenciamento de riscos, buscando auxiliar as empresas a fazerem isso de forma hábil e coesa, sendo aplicável em qualquer tipo de organização e riscos. Assim, apesar de não ser uma norma certificável, as suas diretrizes são uma ótima maneira para servir como base para a construção de um modelo de gestão de riscos, levando em conta a sua eficiência e coerência para essa tarefa (SANTOS, 2021)

Dessa forma, essa norma estrutura a gestão de riscos dividindo-a em etapas, começando pela elaboração do contexto, determinando quais são os objetivos que a organização deseja alcançar e quais os fatores externos e internos que poderiam influenciar com que as metas

não sejam bem-sucedidas, assim são estabelecidos parâmetros e critérios para o processo. Em seguida os riscos devem ser identificados, fazendo uma lista muito abrangente de qualquer risco que possa impactar a realização das atividades, buscando entender o que pode ocorrer, quando, como, por que e quais impactos gerados pela ocorrência (MENDES ROSA; CARLOS DE TOLEDO, 2015).

Após a etapa inicial de listagem de riscos, cada um deles deve ser analisado separadamente, para entender quais as causas, fontes, possibilidades de ocorrência e suas consequências caso ocorra, levantando ações tratativas que englobem quais devem ser as estratégias e metodologia que melhor se adequam para minimizar os riscos. Com o levantamento das informações anteriores, é possível comparar o nível de gravidade dos riscos analisados para elencar a prioridade de cada um. Isso auxilia na tomada de decisão no momento de tratar os riscos, realizando a aplicação dos controles e aprimoramentos necessários para conseguir reduzir a probabilidade da ocorrência destes (MENDES ROSA; TOLEDO, 2015).

Por último, é imprescindível que a empresa realize um monitoramento periódico para garantir que não ocorreu o surgimento de novos riscos ou mudanças nos existentes, e caso tenha ocorrido criar ações que consigam controlar essas variações, por esse motivo que é muito importante que ocorra esse acompanhamento na gestão de riscos (MENDES ROSA; TOLEDO, 2015).

Dessa forma, para facilitar esse acompanhamento é interessante que sejam feitos documentos com todas as informações obtidas ao longo da estruturação do sistema de gestão de risco, que devem ser atualizados juntamente com o monitoramento realizado. Além disso, uma boa prática após o estabelecimento do sistema é promover treinamentos voltados para o tema, juntamente com atividades que demonstrem a importância deste e as vantagens que são geradas a partir da sua implementação, deixando claro que a colaboração dos funcionários é fundamental para que o sucesso da iniciativa seja obtido, de tal modo que estimule a participação destes (FERREIRA et al., 2013; MENDES ROSA; TOLEDO, 2015).

Para exemplificar os benefícios que a aplicação da ISO 31000 pode gerar, os resultados foram apresentados por meio de um estudo de caso realizado em uma empresa responsável pelo desenvolvimento de *software*. Essa organização enfrentava dificuldades devido à diferença entre as metodologias utilizadas para a gestão de riscos em projetos de desenvolvimentos dos

seus programas. Com o objetivo de reduzir os diferentes procedimentos e tornar o processo mais eficaz, foi realizada a integração da norma (GAFFO; DE BARROS; BRANCHER, 2012).

Assim, a organização criou uma atividade para o gerenciamento de riscos, estruturada em cinco principais etapas: comunicação e consulta, estabelecimento de contexto, avaliação dos riscos, tratamento e monitoramento. Além de utilizarem simulações e análises de causa e efeito para identificar e categorizar o risco, elaborando planos para o tratamento e buscando formas de mitigar as ocorrências (GAFFO; DE BARROS; BRANCHER, 2012).

Em reflexo disso, maior segurança foi oferecida para o projeto e para a equipe responsável, além da minimização de erros durante a etapa de especificação e maior comunicação entre todos os níveis da equipe, reduzindo os retrabalhos e atrasos. Ademais, a aplicação da norma encorajou os colaboradores a gerirem os riscos de maneira mais proativa, gerando o aprimoramento de métodos de detecção de problemas em diversas áreas, o que minimizou as perdas. Todos esses pontos tornaram o *software* mais seguro e com maior potencial de sucesso (GAFFO; DE BARROS; BRANCHER, 2012).

Vale ressaltar ainda alguns benefícios que não foram obtidos nesse exemplo, mas que podem ser alcançados através da ISO 31000, como o aumento da probabilidade de as metas serem alcançadas, a garantia de que a empresa está em conformidade com os requisitos legais, a melhoria contínua do processo e da eficiência operacional. Além de proporcionar um melhor uso aos recursos destinados ao tratamento de riscos, o que reduz gastos desnecessários, e, por último, gera uma base mais confiável para planejamentos e decisões, o que impacta na confiança depositada pelos clientes na empresa e no desempenho geral da empresa em várias áreas, como segurança e meio ambiente (FERREIRA et al., 2013). Portanto, tende a ser muito vantajoso para as empresas adotarem a ISO 31000 como guia no momento da criação de um sistema de gestão de riscos.

5.2.2 ISO 10628 – Diagramas de Fluxo de Processos (PFD) e Diagramas de Engenharia de Processos (P&ID)

A ISO 10628 está muito presente no cotidiano dos engenheiros químicos e de processos, pois é utilizada nas empresas para estabelecer as regras para a produção de fluxogramas (PFDs) e diagramas de instrumentação (P&IDs), determinando os parâmetros para

cria-los, como a padronização dos símbolos, utilizando significados já previamente definidos pela norma. Além de definir modelos de fluxograma com uma estrutura que garanta a compreensão do processo, apresentando claramente as etapas envolvidas no processo e o fluxo com que elas ocorrem, como pode ser observado na Figura 5, mas não é necessário que todas as normas sejam seguidas sem exceção, pois as organizações podem adequá-las de acordo com suas necessidades (SARTI, 2013).

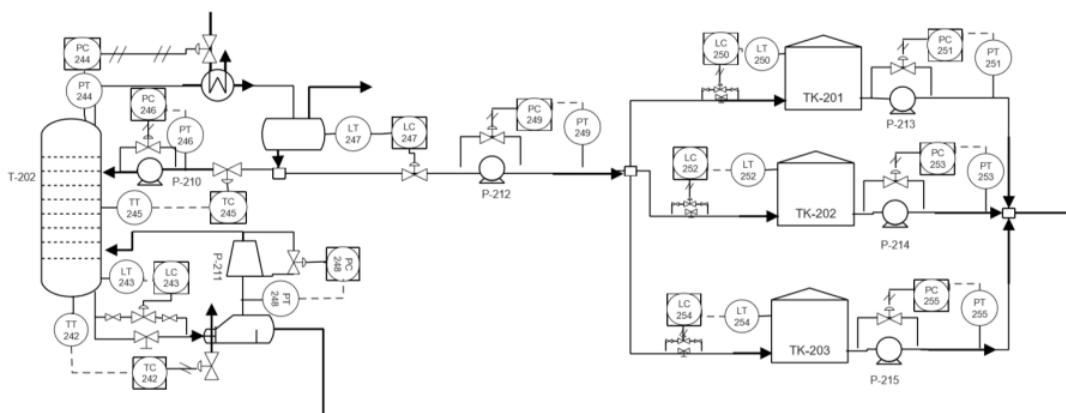


Figura 6 - Exemplo de diagrama P&ID. Fonte: RAMOS et al., 2019.

Dessa forma, essa ISO é muito utilizada nas indústrias de processos, apesar disso, essa não é uma norma certificável, pois não propõe requisitos que podem ser auditados. Ela tem como objetivo principal padronizar a forma como os processos industriais são representados, para descomplicar o entendimento dos fluxogramas, servindo como guia na montagem deles, garantindo que desde os engenheiros aos operadores e diferentes áreas consigam entender o processo, facilitando a comunicação entre todos (SARTI, 2013).

Através da implementação da ISO 10628 há diversos benefícios que podem ser obtidos, como a padronização dos diagramas, que auxiliam na melhoria da interpretação e comunicação entre os mais variados níveis hierárquicos dentro da empresa. Além disso, ao seguir as sugestões da norma, a tendência é que seja obtido um fluxograma mais organizado, que facilite a identificação das etapas e melhore as tomadas de decisão em relação a projetos realizados, o que auxilia tanto no controle do processo, quanto segurança dos colaboradores (SARTI, 2013).

Vale ressaltar ainda que a partir dessa estruturação fica mais fácil a identificação de pontos de melhoria, partes do processo que apresentam gargalos ou estão com eficiência abaixo

do esperado, além de reduzir a ocorrência de contradições ou omissões no layout, reduzindo os erros e chances de ocorrer falhas no processo que, por consequência, geram um aumento da eficiência. Por último, essa padronização torna as documentações da empresa muito mais comprehensíveis, o que é muito importante em momentos de manutenções, auditorias ou treinamentos (SARTI, 2013).

Estudos sobre padronização visual de processos industriais apontam ganhos consideráveis em termos de eficiência e desempenho. O uso de fluxogramas bem estruturados pode reduzir cerca de 20% dos erros operacionais e em 30% o tempo de treinamento de novos operadores, o que reforça a importância de estabelecer parâmetros visuais objetivos, que os torne mais acessíveis e menos suscetíveis a falhas (STOCCO; KURUMOTO, 2023).

Outro ponto relevante é a redução de desperdícios quando as ferramentas de padronização e mapeamento são aplicadas de maneira consistente. Assim, em diferentes setores e empresas, foram observadas reduções superiores a 40% no tempo de processo após as representações gráficas se tornarem mais claras (STOCCO; KURUMOTO, 2023). Logo, há muitas vantagens que devem ser levadas em conta pelas empresas no momento de tomar a decisão se vale a pena adotar a norma ISO 10628 em seu ambiente fabril, pois é um recurso de grande impacto no apoio a clareza operacional e eficiência produtiva.

Após detalhar cada norma ISO abordada, na Tabela 2 é apresentado um consolidado da área, objetivos e benefícios de cada uma delas:

Normas ISO	Área de aplicação	Objetivos	Principais benefícios
ISO 9001	Gestão da Qualidade	Garantir a qualidade dos processos e produtos	Redução de retrabalhos, maior satisfação do cliente e aumento da competitividade.
ISO 14001	Gestão Ambiental	Estabelecer práticas de sustentabilidade e reduzir impactos ambientais.	Redução de emissões, menor consumo recursos naturais e melhor imagem corporativa.

ISO 50001	Gestão de Energia	Aumentar a eficiência energética e reduzir custos com energia.	Redução no consumo de energia, menor emissão de gases e otimização de processos.
ISO 45001	Saúde e Segurança Ocupacional	Promover ambientes de trabalho seguros, prevenindo acidentes e doenças ocupacionais.	Menor índice de acidentes, aumento da produtividade e redução de custos com questões trabalhistas.
ISO 17025	Laboratórios de Teste e Calibração	Garantir confiabilidade e rastreabilidade de análises laboratoriais.	Resultados mais precisos, maior credibilidade e conformidade regulatória.
ISO 22716	Fabricação de Cosméticos	Definir boas práticas de fabricação para produtos cosméticos.	Maior controle de qualidade, redução de reclamações e melhor rastreabilidade.
ISO 14644	Salas Limpas	Estabelecer requisitos para ambientes controlados e limpos.	Redução de contaminações, conformidade regulatória e segurança do produto.
ISO 31000	Gestão de Riscos	Estruturar processos de identificação, análise e tratamento de riscos.	Maior previsibilidade, prevenção de falhas e tomada de decisão mais assertiva.
ISO 10628	Diagramas de Processos	Padronizar fluxogramas para facilitar comunicação.	Melhor interpretação dos processos, mais segurança e identificação de gargalos.

Tabela 2 - Resumo das normas ISO abordadas. **Fonte:** a autora, com base nas informações do texto, 2025.

6. BENEFÍCIOS E DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DAS NORMAS ISO

As normas ISO proporcionam benefícios significativos para as organizações e são uma ótima maneira de conseguirem suprir algumas necessidades, como a garantia de qualidade dos produtos, eficiência operacional, conformidade regulatória e padronização dos processos, de forma mais eficaz. Nesse sentido, funcionam como ferramentas estruturadas para obter padronização, melhoria contínua e boas práticas globais. Apesar disso, para que a sua implementação seja bem-sucedida, desafios precisam ser vencidos, com apoio e comprometimento de todos os setores da empresa (FONSECA et al., 2022).

As normas proporcionam a empresa uma maior chance de sucesso para implementar melhorias a longo prazo, pois possuem diretrizes e padrões muito bem estabelecidos, que são revisados periodicamente por um amplo grupo de especialistas, o que reduz as chances de serem mal elaborados ou incompletos. Logo, é muito mais vantajoso adotar uma ou mais ISOs para suprir as necessidades da empresa do que ter que estruturar uma área, documentações ou procedimentos do zero (FONSECA et al., 2022; PEDRICALI et al., 2020).

Além disso, apesar de englobarem uma ampla gama de setores e temas, há muitos benefícios que não são exclusivos de uma única norma, pois elas buscam estabelecer padrões parecidos nas mais distintas áreas, como qualidade, meio ambiente, tecnologia, processos, segurança, mas não deixando de entender e abranger as particularidades de cada uma delas. Por esse motivo, esses padrões são um recurso muito versátil e global, que deve ser valorizado e aproveitado pelas empresas, para que usufruam de diversos benefícios (PEDRICALI et al., 2020; VIEIRA; DA COSTA FILHO, 2017).

Dentre os benefícios, vale ressaltar o aumento da produtividade e eficiência dos processos industriais. Visto que, a aplicação do ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir) que está presente em diversas normas, incentiva a melhoria contínua nos processos, que acaba englobando diversas áreas, como a organização dos processos, documentações e distribuição de responsabilidades, o que impacta tanto na gestão de pessoas quanto equipamentos. Dessa maneira, além de aumentar a produtividade e senso de dono dos colaboradores através da melhor definição das atividades, ainda melhora o ambiente de trabalho, tornando-o mais organizado, seguro e motivador (FERREIRA; SARAIVA; CASAS NOVAS, 2011; FONSECA et al., 2022; RIBEIRO, 2012; VIEIRA; DA COSTA FILHO, 2017).

Além disso, voltado para os processos produtivos, as ISOs estão muito relacionadas ao incentivo a gestão apropriada de recursos, com o objetivo de aumentar a eficiência dos processos, sempre buscando reduzir a utilização de recursos naturais e matérias-primas, para tornar mais sustentável a relação entre as empresas e o meio ambiente. E, a partir disso, minimizar os desperdícios, geração de resíduos e gastos desnecessários, otimizando o processo e reduzindo os custos operacionais, que proporcionam um impacto positivo para a organização e para o meio ambiente. (FERREIRA; SARAIVA; CASAS NOVAS, 2011; PEDRIALI et al., 2020; RIBEIRO, 2012).

Vale ressaltar ainda outro benefício das normas: a melhoria na gestão de riscos das indústrias. A gestão assertiva dos processos facilita na identificação de possíveis riscos, aumentando a segurança do processo para os funcionários e reduzindo a quantidade de acidentes. Além disso, elas não são importantes apenas para segurança das pessoas, mas também para o produto, que sua qualidade é muito impactada por uma boa gestão de qualidade (FONSECA et al., 2022; PEDRIALI et al., 2020).

Por outro lado, ao ser considerado os benefícios que vão além do âmbito interno da empresa, é importante destacar alguns dos impactos positivos que a implementação das normas pode ter externamente. Destacando o fato de serem um guia para que as empresas consigam atender as exigências regulamentares e requisitos legais. Ademais, o sistema de gestão de qualidade é uma maneira de aumentar a qualidade e reduzir desvios do produto, que afetam positivamente a satisfação dos clientes e melhoram a reputação e imagem da empresa para o público (COELHO; TOLEDO, 2017; FERREIRA; SARAIVA; CASAS NOVAS, 2011; PEDRIALI et al., 2020; RIBEIRO, 2012).

Ainda é necessário destacar como empresas que possuem certificações das normas ISO se destacam no mercado internacional. Empresas certificadas são vistas como confiáveis, organizadas e comprometidas com questões de sustentabilidade e qualidade. Assim, essas normas podem auxiliar as organizações a se tornarem mais competitivas e conseguirem maior visibilidade para novos mercados e clientes, seja dentro do seu próprio país ou internacionalmente. E, como resultado disso, há uma melhoria da imagem institucional e valorização da marca (FERREIRA; SARAIVA; CASAS NOVAS, 2011; FONSECA et al., 2022; PEDRIALI et al., 2020; VIEIRA; DA COSTA FILHO, 2017).

Portanto, há uma série de benefícios que podem ser citados tanto interna quanto externamente para as empresas que decidem implementar uma ou mais normas, de acordo com a sua necessidade e objetivos. Contudo, é importante destacar que a implementação das normas ISO não está isenta de entraves. Logo, no momento de decidir pela implementação dessas normas, é fundamental compreender plenamente os desafios previamente mencionados e reconhecer que o processo de adequação exige não apenas esforço contínuo, mas também um planejamento estratégico cuidadosamente estruturado (FONSECA et al., 2022).

Um desafio a ser considerado é a dificuldade para unificar os sistemas de gestão e melhorar a comunicação entre eles. A implementação de diferentes sistemas de gestão acaba gerando um afastamento entre as áreas, devido a diferença de objetivos, o que acaba dificultando a comunicação. Isso pode demandar um aumento na equipe de recursos humanos para suportar os diversos sistemas e buscar maneiras de interligá-los (PEDRÍALI et al., 2020).

Ademais, outro desafio que pode ser encontrado é a forte resistência à mudança por parte dos colaboradores, que inicialmente podem enxergar as exigências das normas como mais uma burocracia desnecessária. Para superar essa barreira é importante que haja uma boa comunicação e envolvimento deles desde as etapas iniciais dos processos. Além de ser necessário que eles sejam treinados para que estejam qualificados a tomarem decisões seguindo os novos procedimentos e gestão, o que demanda tempo, podendo afetar os rendimentos iniciais da empresa. Mas, sem a qualificação, apoio e comprometimento de todos com o sistema não há como manter os padrões necessários (FONSECA et al., 2022; VIEIRA; DA COSTA FILHO, 2017).

Outro desafio está relacionado aos custos de implementação, que podem ser elevados, variando, em média, entre cinco mil e cinquenta mil dólares apenas com taxas, consultorias e auditorias, dependendo do porte da empresa e da certificação almejada. Além disso, esse valor não contempla investimentos adicionais em tecnologias, aquisição de equipamentos ou reestruturações internas, que também podem ser necessários para adequação às normas. Ainda é válido ressaltar que a manutenção das certificações exige acompanhamento contínuo e atualização constante de práticas, o que requer uma cultura organizacional orientada à excelência operacional. Por esse motivo, a obtenção da certificação pode se tornar um grande desafio, sobretudo para pequenas empresas ou novos empreendimentos, devendo ser cuidadosamente considerada no processo de decisão (COELHO; TOLEDO, 2017; FERREIRA; SARAIWA; CASAS NOVAS, 2011).

Apesar dessas dificuldades, os resultados obtidos pelas empresas que investem na implementação das normas ISO são, na maioria dos casos, compensadores. Dessa forma, essas normas podem se consolidar como fortes aliadas para o desenvolvimento de organizações mais competitivas, seguras, eficientes e sustentáveis. Mas, é importante que tanto os benefícios quanto os desafios sejam avaliados de maneira equilibrada para entender se as normas são o melhor caminho para a empresa, pois essa análise é muito particular, dependendo da situação e ambições de cada negócio (FERREIRA; SARAIVA; CASA NOVAS, 2011; RIBEIRO, 2012).

Caso o caminho escolhido seja a implementação de uma ISO, é importante fazer um planejamento cuidadoso. Destacar os pontos que a organização quer aprimorar para escolher a norma que melhor atende suas necessidades e entender que os retornos demandam tempo, empenho e compromisso de todos os níveis da organização, mas que traz benefícios para a empresa, para as pessoas e para o planeta (PEDRIALI et al., 2020; VIEIRA; DA COSTA FILHO, 2017).

Na Tabela 3 é apresentado um resumo dos principais benefícios e desafios encontrados na implementação das normas ISO:

Benefícios	Desafios
Melhoria contínua dos processos	Custos iniciais de implementação
Redução de desperdícios e otimização de recursos	Resistência dos colaboradores às mudanças
Aumento da competitividade e credibilidade	Necessidade de integração entre diferentes sistemas de gestão
Redução de impactos ambientais	Custos de manutenção e de atualização da certificação
Redução de acidentes e aumento na segurança dos processos	Demandas de treinamento e tempo de adaptação

Tabela 3 - Principais benefícios e desafios da implementação de normas ISO. **Fonte:** a autora, 2025.

7. CONTRIBUIÇÕES FUTURAS DAS NORMAS ISO PARA A ENGENHARIA QUÍMICA

Como visto anteriormente, as normas ISO são fundamentais para diversas questões, como a garantia de qualidade e padronização de processos em inúmeras áreas, e isso inclui a engenharia química. Destarte, elas são uma forma de estabelecer requisitos que garantam tanto a eficiência quanto a segurança e sustentabilidade nas mais variadas indústrias. Logo, é importante que com as novas demandas globais essas normas também evoluam para atendê-las, e conseguirem integrar questões importantes, como novas tecnologias e processos mais inovadores em suas diretrizes, para garantir a permanência de sua relevância no cenário industrial global.

Dessa forma, futuramente as normas ISO poderão contribuir para a engenharia química em algumas vertentes, começando por um tema muito importante que é a sustentabilidade. A expectativa é que as normas consigam integrar questões como eficiência energética, redução de resíduos e, principalmente, a economia circular, buscando promover nos sistemas industriais maior regeneração e sustentabilidade, através da utilização de recursos por maior tempo possível e matérias-primas renováveis, para minimizar os impactos ambientais. Assim, é possível que a norma ISO 14001 evolua para trazer a integração das novas vertentes, ou que surjam novas ISOs que tratem especificamente da gestão industrial na indústria química (ISO, 2015).

Outra demanda que deve ser suprida pelas normas é a integração de diversas tecnologias para utilização e gerenciamento de dados em tempo real, que é o ponto central da Indústria 4.0, sendo inevitável que algumas metodologias digitais sejam integradas as normas ISO. Uma dessas tecnologias é a inteligência artificial (IA), que pode ser utilizada tanto para a otimização de processos industriais quanto para prever falhas operacionais, o que é uma ótima maneira de estimular a melhoria contínua. Logo, o papel das normas, nesse caso, é incluir diretrizes que possam garantir as empresas a confiabilidade e segurança de aplicar a inteligência artificial como aliada em seus processos, criando protocolos de validação para averiguar sua eficiência (ISO, 2018, 2022).

Outra tecnologia promissora para ser incorporada nas normas ISO é o *Big Data*, que pode ser utilizado como aliado na coleta de dados em grandes volumes e alta velocidade nos processos industriais, o que auxilia na análise de desempenho, tomada de decisões e otimização desses processos, ajudando a melhorar a eficiência e reduzir custos, que são pontos alinhados

aos objetivos das normas. Além dessa, a automação também apresenta grande potencial para auxiliar as demandas da engenharia e indústria química, pois é uma maneira de automatizar tanto os sistemas operacionais quanto laboratoriais. Então, o papel das normas ISO é buscar a adaptação das suas diretrizes para que consigam integrar as principais tecnologias, a fim de suprir as novas necessidades das organizações, além de terem papel importante na criação de padrões que garantam que essas tecnologias sejam utilizadas de maneira semelhante entre os setores, auxiliando na transferência dessas ferramentas entre os países e empresas (ISO, 2022).

À medida que novas tecnologias surgem, crescem também novos desafios na segurança dos processos industriais. Dessa forma, as normas ISO devem ter como foco a criação de novos protocolos e procedimentos de segurança cibernética para integrar, juntamente a adoção das novas tecnologias, pois é preciso garantir que elas não comprometam a segurança das operações e não sejam um alvo fácil para ataques cibernéticos que impactem tanto a segurança quanto integridade da empresa (ISO, 2022).

Por último, uma área que impacta e tem a tendência de continuar contribuindo para a engenharia química é as ISOs voltadas para a qualidade e eficiência dos processos industriais, pois a busca pela melhoria contínua tanto dos produtos quanto dos processos é constante. Dessa forma, as próximas revisões das normas podem trazer um foco maior na otimização de processos mais voltados para a área da engenharia química, incorporando as tecnologias citadas acima e, também, focando na redução dos impactos ambientais nesses processos e em metodologias que consigam obter resultados superiores (ISO, 2015).

Portanto, a expectativa é que nas próximas décadas os interesses da engenharia química e das normas ISO estejam cada vez mais alinhados, promovendo a integração de diversas áreas e novas tecnologias, com a busca contínua de processos que entreguem maior resultados com menos recursos naturais e mais sustentabilidade, trazendo uma garantia nos padrões de segurança, para que todos esses fatores se alinhem e consigam atender as novas necessidades do mundo, dos clientes e dos processos. Assim, essas normas são fundamentais para a melhor adaptação dos engenheiros químicos com as novas demandas do mercado.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, o objetivo principal foi avaliar os benefícios, desafios e impactos encontrados na implementação das principais normas ISO no contexto da engenharia química. Destacando como essas normas influenciam a segurança, eficiência e qualidade dos processos industriais.

Primeiramente, um breve histórico das normas ISO foi apresentado, com sua evolução e crescente importância ao longo do tempo para o cenário industrial. Em seguida, as principais normas aplicáveis à engenharia química foram discutidas, como a ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, ilustrando os seus objetivos, aplicações, requisitos e benefícios.

Para abrillantar a discussão, estudos de casos sobre as normas foram apresentados, como uma forma de trazer resultados que corroboram com as análises realizadas. Foram evidenciados os impactos reais da adoção dessas normas em algumas empresas dos mais variados setores. Vale salientar que nesses casos foram obtidos ganhos significativos de eficiência de processo, segurança e redução de riscos, desperdícios e custos, mas também foram apresentados os obstáculos iniciais, como a dificuldade de integração dos diferentes sistemas de gestão, o custo inicial elevado e a resistência da equipe.

Por último, esse trabalho mostrou as possíveis contribuições das normas ISO para a atuação do engenheiro químico no futuro, destacando o quanto importante é a adaptação nas diversas tecnologias que estão surgindo e sofrendo influência da Indústria 4.0, como automação, *Big Data* e inteligência artificial. A partir desses pontos, foi possível perceber como as mudanças tecnológicas são uma ótima maneira de guiar os profissionais das mais diversas profissões para uma nova perspectiva, que busca promover o desenvolvimento e melhoria contínua dos processos.

Dessa forma, todos os objetivos propostos para este trabalho foram concluídos, reforçando a importância das normas ISO como uma ferramenta estratégica para proporcionar constante desenvolvimento aos processos industriais e torná-los mais sustentáveis, eficientes, seguros e inovadores. Logo, o engenheiro químico que deseja ter um diferencial no mercado e busca constante desenvolvimento, conhecer e aplicar essas normas são uma boa maneira de alcançar esses objetivos.

9. REFERÊNCIAS

APOLINÁRIO, Matheus da Costa. Identificação dos microrganismos encontrados em salas limpas e ambientes controlados associados à manufatura de produtos farmacêuticos. **Repositório Institucional Pantheon**, 2022.

ASMONTEC. **Operação Turn Key: a importância em projetos de Salas Limpas**. Disponível em: <<https://asmontec.com.br/turn-key/>>. Acesso em: 3 set. 2025.

CAGNIN, Cristiano Hugo. Fatores relevantes na implementação de um sistema de gestão ambiental com base na norma ISO 14001. 2000.

CAVALHO, A. L. Análise da Auditoria Energética na Geração de Ar Comprimido: Estudo de caso em uma indústria química na região do Campo das Vertentes. **Universidade Federal de São João del Rei. São João del Rei, Minas Gerais**, 2016.

CHAGAS, Paôla Vargas; TEDESCHI, Victor Hugo Pancera. SUSTENTABILIDADE E GESTÃO AMBIENTAL: A RELEVÂNCIA DA IMPLANTAÇÃO DA NBR ISO NA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Revista Tecnológica da FATEC**, v. 14, n. 2, p. 55–77, 18 ago. 2022.

CHAVES, Silvana; CAMPELLO, Mauro. A qualidade e a evolução das normas série ISO 9000. **Gestão pela qualidade**, v. 3, p. 19–34, 2016.

COELHO, Raquel Pelicer; TOLEDO, José Carlos de. Programas para segurança na indústria de alimentos para animais: caracterização e benefícios percebidos com a implantação. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 4, p. 704–718, 2017.

COSTA, Marta; MAURÍCIO BARBOSA, Carlos. **Practical aspects of the regulation of cosmetic products in the European Union [ASPETOS PRÁTICOS DA REGULAMENTAÇÃO DOS PRODUTOS COSMÉTICOS NA UNIÃO EUROPEIA]**. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/349663033>>.

DELMAS, Magali A.; MONTES-SANCHO, Maria J. An institutional perspective on the diffusion of international management system standards: The case of the environmental management standard ISO 14001. **Business Ethics Quarterly**, v. 21, n. 1, p. 103–132, 2011.

DOS SANTOS, Thiago de Jesus. Gestão de riscos e a norma ISO 31000: uma abordagem literária. **Management Journal**, v. 3, n. 1, p. 1–14, 2021.

FERREIRA, Bilmar Angelis De Almeida *et al.* Gestão de Riscos em Projetos: Uma Análise Comparativa da Norma ISO 31000 e o Guia PMBOK®, 2012. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 4, n. 3, p. 46–72, 1 dez. 2013.

FERREIRA, Osvaldo; SARAIVA, Margarida; CASAS NOVAS, Jorge. Motivações, obstáculos e benefícios da qualidade. 2011.

FIGUEIREDO, Cátia Alexandra da Silva Amado de. Desenvolvimento de uma ferramenta para o plano estratégico de implementação da ISO 45001: uma revisão da literatura. 2024.

FONSECA, Bianca Santos *et al.* Benefícios de um sistema de implementação da ISO 13485: 2016: estudo de caso para o setor de saúde. **Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN: 2236-9171)**, v. 12, n. 1, p. 51–64, 2022.

FROZZA, J. *et al.* Metodologia de implantação de um sistema de gestão de energia utilizando ABNT NBR ISO 50001. *In:* 2012.

GABRIEL, Lais Gabriel Leandro Marilene Souza *et al.* Elaboração de procedimentos para uma empresa de pequeno porte com base na iso 22716: 2007. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 32834–32850, 2019.

GAFFO, Fernando Henrique; DE BARROS, Rodolfo Miranda; BRANCHER, Jacques Duílio. Aplicação da Proposta da ISO 31000 em Ambientes de Desenvolvimento de Software. **Cairu em Revista**, v. 32, 2012.

GONÇALVES, Vítor António da Silva. Sistema de gestão da energia ISO 50001: 2011 e desenvolvimento sustentável energético. 2017.

GONZALEZ, Rodrigo Valio Dominguez; MARTINS, Manoel Fernando. Melhoria contínua no ambiente ISO 9001: 2000: estudo de caso em duas empresas do setor automobilístico. **Production**, v. 17, p. 592–603, 2007.

HENRIQUES, CINTHIA VICTORINO; WLLIANA, MANUELA KROKER LOURENÇO E.; DA ROCHA, FELIPE. ESTUDO DA VIABILIDADE DA HARMONIC EMPRESA DE COSMÉTICOS ORGÂNICOS COM FOCO EM ESG. 2023.

ISO. **ISO - Família ISO 14000 — Gestão ambiental.** Disponível em: <<https://www.iso.org/standards/popular/iso-14000-family>>. Acesso em: 25 mar. 2025a.

ISO. **ISO - Família ISO 9000 — Gestão da qualidade.** Disponível em: <<https://www.iso.org/standards/popular/iso-9000-family>>. Acesso em: 25 mar. 2025b.

ISO. **ISO 45001:2018(en), Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use.** Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 25 mar. 2025.

ISO. **ISO/IEC 27001:2022(en), Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements.** Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:27001:ed-3:v1:en>>. Acesso em: 25 mar. 2025.

ISO. **THE ISO SURVEY OF MANAGEMENT SYSTEM STANDARD CERTIFICATIONS-2023-EXPLANATORY NOTE The ISO Survey.** [S.l.: S.n.]. Disponível em: <<https://www.iso.org/the-iso-survey.html>>.

KOPPELL, Jonathan. International organization for standardization. **Handb Transnatl Gov Inst Innov**, v. 41, p. 289, 2011.

LUCAS SAFFI. **Ciclo PDCA.** Disponível em: <<https://www.canalsonhogrande.com.br/post/ciclo-pdca>>. Acesso em: 4 set. 2025.

MAEKAWA, Rafael; MONTEIRO DE CARVALHO, Marly; JOSÉ DE OLIVEIRA, Otávio. **Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil: mapeamento de motivações, benefícios e dificuldades Study on ISO 9001 certification in Brazil: mapping the motivations, benefits, and difficulties.** [S.l.: S.n.].

MARTINKOSKI, Débora Cristina. Análise do desempenho ambiental e avaliação dos resultados econômicos em uma organização certificada com a ISO 14001: estudo de caso realizado em indústria do Pólo Petroquímico do Sul. 2007.

MASSENA, Bernardo de Paula. Proposta de método para a melhoria do desempenho do sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho: ISO 45001: 2018. Estudo de caso em empresa multinacional do setor óleo e gás. 2019.

MENDES ROSA, Germano; CARLOS DE TOLEDO, José. **Gestão de riscos e a norma ISO 31000: importância e impasses rumo a um consenso.** [S.l.: S.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/301653243>>.

PEDRICALI, Diogo *et al.* Similaridades entre normas ISO que abordam sistemas de gestão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e49922031–e49922031, 2020.

POMBO, Felipe Ramalho; MAGRINI, Alessandra. Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. **Gestão & Produção**, v. 15, p. 1–10, 2008.

PRIEDE, Jānis. Implementation of quality management system ISO 9001 in the world and its strategic necessity. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 58, p. 1466–1475, 2012.

RAMOS ALMEIDA, Alessandro; LINO, Doutor; SANTOS, Oliveira. **ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA DE PROCESSO: INTRODUÇÃO AO AUTOCAD PLANT 3D** Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Química, orientada pelo Professor Doutor Nuno Manuel Clemente de Oliveira e pelo. [S.l.: S.n.].

RAMOS, Milena Yumi; SBRAGIA, Roberto. IMPACTOS ORGANIZACIONAIS DA ADOÇÃO DE NORMAS ISO 9000: ESTUDOS DE CASOS NA CADEIA DE EMBALAGENS PET PARA BEBIDAS. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 3, 1 nov. 2006.

RIBEIRO, Sandra Isabel Maximiano Coelho Pereira. **Os benefícios e as dificuldades na certificação da qualidade: Norma NP EN ISO 9001: 2008.** [S.l.]: Instituto Politecnico do Porto (Portugal), 2012.

SÁ, Ingrid Suelen Costa. Implementação da ISO 17025: 2005 (Requisitos Gerais para a Competência de laboratórios de Ensaio e Calibração) no Laboratório de Pesquisas e Ensaios em Combustíveis (LAPEC). 2012.

SARTI, Danilo Augusto. **Gerenciamento de incertezas por análise de decisões: aplicações à otimização da produção e demandas incertas.** [S.l.]: Universidade de São Paulo, 2013.

SCHEID, Jane de Fátima Foliatti *et al.* Utilização do sistema de gestão ABNT NBR ISO/IEC 17025 em laboratórios de ensaio: aplicação na gestão universitária. **Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias**, v. 3, n. 11, p. 75–84, 2013.

SOARES, M. M. C.; OLIVEIRA, I. C. S.; MENELAU, S. PANORAMA HISTÓRICO-CONCEITUAL DA ISO 9001: UMA ANÁLISE A PARTIR DE SUAS REVISÕES. **Revista SODEBRAS**, v. 15, n. 178, p. 27–33, out. 2020.

STANDARDIZATION, International Organization for. **ISO/CD 45001: Occupational Health and Safety Management Systems-Requirements with Guidance for Use.** [S.l.]: ISO, 2014.

STOCCO, Paula Vasconcelos; KURUMOTO, Juliana Sayuri. Análise AS-IS do processo produtivo de uma pequena empresa: aplicações do mapa de fluxo de valor e indicadores de desempenho. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 4, p. 4615–4630, 6 abr. 2023.

VIEIRA, Josué Da Silva; DA COSTA FILHO, Bento Alves. ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS E DIFICULDADES RELACIONADOS À IMPLANTAÇÃO DA NORMA ISO 14001 EM EMPRESA INDUSTRIAL NO ESTADO DE GOIÁS—ESTUDO DE CASO. 2017.