



PLANOS DE CONTROLE E PREVENÇÃO DE RISCOS EM INVENTÁRIOS DE PRODUTOS QUÍMICOS NA AMÉRICA LATINA

Control and risk prevention plans in chemical product inventories in Latin America

Planes de control y prevención de riesgos en inventarios de productos químicos en América Latina

Laís Libanori da Silva¹ & Murilo Henrique Tank Fortunato²

¹ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz (Esalq) - Universidade de São Paulo (USP). ² Instituto Pecege

¹ lais.libanori@hotmail.com ² mtank6691@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido: 24.10.2025

Aprovado: 15.12.2025

Disponibilizado: 19.03.2026

PALAVRAS-CHAVE: Ishikawa; melhoria contínua; riscos; segurança química; stakeholder.

KEYWORDS: *Ishikawa; continuous improvement; risks; chemical safety; stakeholder.*

PALABRAS CLAVE: *Ishikawa; mejora continua; riesgos; seguridad química; parte interesada.*

*Autor Correspondente: Fortunato, M. H. T.

RESUMO

Contexto. O uso indiscriminado de substâncias químicas tem causado sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente. Nesse contexto, a criação e a gestão eficaz de inventários químicos tornaram-se estratégias fundamentais para que os governos se alinhem às diretrizes da ONU e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, fortalecendo o controle e a proteção ambiental e da saúde pública. **Objetivo.** Assim, este trabalho teve como objetivo identificar os impactos e riscos enfrentados pelas organizações em relação aos inventários químicos recentemente implementados no Chile e na Colômbia. Esses dois países foram escolhidos como referência no projeto, a fim de avaliar os riscos associados a seus inventários químicos nacionais sob a perspectiva tanto governamental quanto industrial. **Método.** A metodologia utilizada envolveu uma revisão bibliográfica e a aplicação de questionários a diferentes stakeholders, com o propósito de analisar os efeitos das regulamentações em vigor. **Resultados.** Com base nos resultados, foi proposto o uso do Diagrama de Ishikawa para identificar as causas dos principais problemas encontrados, possibilitando uma gestão de riscos mais consistente e o aprimoramento contínuo das práticas da Indústria e dos Governos avaliados. Essa abordagem favorece uma análise sistemática das causas e contribui para o fortalecimento da gestão regulatória e do setor químico na região.

ABSTRACT

Context. The indiscriminate use of chemical substances has caused serious harm to human health and the environment. In this context, the creation and effective management of chemical inventories have become fundamental strategies for governments to align with UN guidelines and the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda, strengthening control and the protection of both the environment and public health. **Objective.** Thus, this study aimed to identify the impacts and risks faced by organizations regarding the recently implemented chemical inventories in Chile and Colombia. These two countries were chosen as references in the project to assess the risks associated with their national chemical

inventories from both governmental and industrial perspectives. **Method.** The methodology involved a literature review and the application of questionnaires to different stakeholders to analyze the effects of the current regulations. **Results.** Based on the results, the use of the Ishikawa Diagram was proposed to identify the causes of the main problems found, enabling more consistent risk management and the continuous improvement of practices within the evaluated industries and governments. This approach promotes a systematic analysis of causes and contributes to strengthening regulatory management and the chemical sector in the region.

RESUMEN

Contexto. El uso indiscriminado de sustancias químicas ha causado graves daños a la salud humana y al medio ambiente. En este contexto, la creación y la gestión eficaz de inventarios químicos se han convertido en estrategias fundamentales para que los gobiernos se alineen con las directrices de la ONU y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, fortaleciendo el control y la protección ambiental y de la salud pública. **Objetivo.** Así, este trabajo tuvo como objetivo identificar los impactos y riesgos que enfrentan las organizaciones en relación con los inventarios químicos recientemente implementados en Chile y Colombia. Estos dos países fueron seleccionados como referencia en el proyecto, con el fin de evaluar los riesgos asociados a sus inventarios químicos nacionales desde una perspectiva tanto gubernamental como industrial. **Método.** La metodología utilizada incluyó una revisión bibliográfica y la aplicación de cuestionarios a diferentes stakeholders, con el propósito de analizar los efectos de las regulaciones vigentes. **Resultados.** Con base en los resultados, se propuso el uso del Diagrama de Ishikawa para identificar las causas de los principales problemas encontrados, lo que permite una gestión de riesgos más coherente y la mejora continua de las prácticas de la Industria y los Gobiernos evaluados. Este enfoque favorece un análisis sistemático de las causas y contribuye al fortalecimiento de la gestión regulatoria y del sector químico en la región.

INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado de substâncias químicas, aliado à desinformação, pode gerar sérios impactos à saúde da população mundial e ao meio ambiente. Nas décadas de 1950 e 1960, por exemplo, a talidomida era amplamente prescrita por médicos a gestantes para aliviar os sintomas de enjoo. No entanto, o aumento expressivo de casos de malformações congênitas levou a *Food and Drug Administration* (FDA) a estabelecer diretrizes rigorosas para os ensaios clínicos voltados ao registro de medicamentos. Estudos posteriores demonstraram que a talidomida contém compostos teratogênicos, agentes capazes de alterar a estrutura ou a função do desenvolvimento fetal (Moro e Invernizzi, 2016).

Além dos riscos à saúde global, o meio ambiente também exige uma análise criteriosa e restrições quanto ao uso de substâncias químicas. Um dos maiores desastres ambientais da história ocorreu em 1986, nas proximidades de Pripjat, com as explosões nucleares na Usina de Chernobyl. O evento, que se estendeu por cerca de dez dias, causou impactos ambientais profundos, afetando a fauna e a flora locais. Esses efeitos continuam sendo estudados e monitorados por especialistas de diversos países, na tentativa de restabelecer um equilíbrio ecológico. Contudo, é inegável que o desastre alterou permanentemente o ecossistema da região e o sequenciamento genético de várias espécies, provocando casos de esterilidade e a migração de animais contaminados para outras áreas da Ásia e da Europa (Mousseau, 2021).

A efetividade na criação e na gestão de projetos é fundamental para prevenir tragédias relacionadas ao uso inadequado de substâncias químicas. Por meio de um gerenciamento de projetos voltado a ações governamentais, é possível estabelecer uma gestão de riscos eficiente, que mitigue práticas industriais prejudiciais e promova a proteção ambiental e a saúde pública (Tonussi e Forte, 2023).

De acordo com o Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONU, 1993), foi elaborado um Acordo da Convenção para as Mudanças Climáticas, o qual incorporou a Convenção de Viena e o Protocolo de Montreal. Esse acordo propôs a proteção da camada de ozônio por meio da redução, até sua completa eliminação, de substâncias como os hidrofluorcarbonos (HFCs) e seus derivados químicos, criando obrigações específicas para os Estados-Partes e novas demandas nas esferas científica, econômica e social. Assim, estabeleceram-se marcos regulatórios voltados à saúde pública e à restrição do uso de produtos contendo substâncias químicas nocivas.

No contexto econômico, o modelo de negócio *business to consumer* (B2C) já se encontra amplamente regulamentado pelas autoridades competentes, o que faz com que os governos concentrem agora seus esforços no mercado *business to business* (B2B). A União Europeia, por exemplo, possui um Inventário Químico reconhecido internacionalmente como referência. O *Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals* (REACH) constitui sua principal regulamentação, determinando que toda substância química comercializada seja devidamente registrada.

A implementação de um inventário químico requer a cooperação entre a indústria e o governo de determinado país ou região. Tal processo demanda uma gestão eficiente que envolva todas as etapas da cadeia produtiva, desde a notificação e comunicação dos perigos com base em critérios predefinidos, até a aplicação e o descarte adequado dos resíduos. O objetivo central é garantir o bem-estar da população e a preservação ambiental (Wang et al., 2020). A gestão de projetos voltada à regulamentação de inventários químicos nacionais pode otimizar recursos, tempo e custos, gerando impactos positivos para o meio ambiente e para a sociedade. Essa abordagem deve ser

tratada como um projeto completo, com objetivos claros, prazos e orçamentos realistas, engajamento de *stakeholders* e alocação estratégica de recursos. Uma gestão eficiente assegura a conformidade das empresas com as regulamentações, promovendo sustentabilidade e saúde pública, além de trazer benefícios significativos à coletividade e ao setor produtivo.

Na América Latina, a regulamentação de inventários químicos nacionais ainda está em fase inicial, sendo esta a última região do mundo a avançar nesse tema. Chile e Colômbia são pioneiros na criação de inventários nacionais, enquanto outros países, como Brasil e Argentina, ainda analisam propostas de legislação.

De forma geral, a criação de um inventário químico nacional contribui para o cumprimento de diversos objetivos das Nações Unidas. Em 2015, foi lançada a Agenda 2030, que instituiu os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), voltados à promoção do equilíbrio entre sociedade, meio ambiente e política (Breuer et al., 2019).

Além disso, a gestão de projetos constitui um instrumento essencial para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), pois assegura que as iniciativas sejam avaliadas quanto aos seus impactos ambientais, sociais e econômicos, bem como garante transparência na superação de desafios ao longo de sua execução. Nesse contexto, destaca-se o ODS 12, Consumo e Produção Responsáveis, que estabelece diretrizes para o manejo sustentável de produtos químicos, visando minimizar impactos adversos à saúde humana e ao meio ambiente.

No caso em estudo, a motivação para adaptar o Last Planner System (LPS) à engenharia industrial fundamenta-se na necessidade de integrar práticas consolidadas de planejamento colaborativo e controle da produção a um contexto ainda pouco explorado na literatura, evidenciando o caráter original da pesquisa ao aplicar essa abordagem à gestão de inventários químicos na América Latina. Assim, este estudo teve como objetivo geral identificar e analisar os impactos e riscos enfrentados pelas organizações diante da implementação recente de inventários químicos no Chile e na Colômbia, bem como propor estratégias estruturadas de gestão de riscos para mitigar desafios futuros.

Como objetivos específicos, buscou-se: (i) mapear e classificar os principais riscos regulatórios, operacionais e estratégicos associados aos inventários químicos; (ii) avaliar, de forma quantitativa, indicadores de desempenho relacionados à implementação, tais como a variação percentual de atrasos no cumprimento de prazos e o nível de conformidade regulatória alcançado; (iii) analisar a percepção dos gestores quanto às dificuldades enfrentadas; e (iv) propor um conjunto de diretrizes práticas baseadas na adaptação do LPS, com vistas à redução mensurável de falhas de planejamento e à melhoria da previsibilidade dos processos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento industrial e tecnológico trouxe inúmeros benefícios à sociedade moderna, mas também intensificou a dependência de substâncias químicas potencialmente nocivas à saúde humana e ao meio ambiente. O uso indiscriminado desses compostos está associado a doenças crônicas, contaminação de ecossistemas e desequilíbrios ambientais que se acumulam ao longo do tempo. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), milhões de pessoas são expostas anualmente a produtos químicos perigosos, o que reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à prevenção e ao controle de riscos químicos (WHO, 2018).

A literatura científica aponta que os impactos das substâncias químicas ultrapassam os limites locais, apresentando caráter transfronteiriço. Vazamentos, emissões atmosféricas e descarte inadequado podem comprometer a biodiversidade e alterar ciclos biogeoquímicos essenciais (Silva et al., 2020). Esses efeitos evidenciam que a gestão das substâncias químicas não é apenas uma questão técnica, mas também ética, social e política.

O debate internacional sobre segurança química ganhou força a partir da segunda metade do século XX, quando desastres industriais e ambientais despertaram a necessidade de uma governança global mais rigorosa. Nesse contexto, acordos multilaterais, como a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (2001) e o Protocolo de Montreal (1987), estabeleceram marcos regulatórios para restringir ou eliminar substâncias que ameaçam a saúde humana e o equilíbrio ecológico (UNEP, 2019).

Entre os modelos de referência, destaca-se o sistema europeu REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals), que propõe uma abordagem preventiva baseada na responsabilidade do produtor. Esse modelo exige que empresas provem a segurança de suas substâncias antes de sua comercialização, promovendo a transparência e a rastreabilidade em toda a cadeia produtiva (ECHA, 2022). Essa política tem servido de inspiração para outras regiões, incluindo a América Latina, que busca desenvolver seus próprios inventários químicos nacionais.

A aplicação dos princípios da gestão de projetos à área regulatória tem se mostrado uma estratégia eficaz para estruturar políticas públicas e processos industriais sustentáveis. O gerenciamento de projetos permite alinhar objetivos ambientais, econômicos e sociais, além de facilitar o monitoramento de resultados e a mitigação de riscos (Kerzner, 2021).

No caso específico dos inventários químicos, o uso de metodologias de gestão auxilia na coordenação entre órgãos governamentais, setor produtivo e sociedade civil, assegurando que as informações sobre substâncias perigosas sejam coletadas, avaliadas e comunicadas de forma eficiente. Essa abordagem possibilita não apenas o cumprimento de normas internacionais, mas também o fortalecimento institucional dos países na governança ambiental (Tonussi & Forte, 2023).

O controle do uso de substâncias químicas se relaciona diretamente a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, sobretudo o ODS 12 “Consumo e Produção Responsáveis”. Este objetivo propõe padrões sustentáveis de produção e consumo, visando reduzir a liberação de produtos químicos perigosos em ar, água e solo (ONU, 2015). Além disso, a gestão química eficaz contribui para os ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e 15 (Vida Terrestre), ao proteger ecossistemas e populações humanas vulneráveis.

A implementação de inventários químicos, quando articulada com os princípios da sustentabilidade, representa um avanço estratégico rumo à economia verde e à governança responsável. A integração entre ciência, políticas públicas e gestão de projetos torna-se, assim, um eixo essencial para o cumprimento das metas globais de desenvolvimento sustentável (Breuer et al., 2019).

Embora regiões como a Europa já disponham de marcos regulatórios consolidados, a América Latina ainda se encontra em processo de estruturação de suas políticas químicas. Países como Chile e Colômbia têm liderado iniciativas pioneiras de inventários nacionais, demonstrando que a cooperação entre Estado e setor produtivo é um caminho viável para reduzir riscos e promover o uso responsável de substâncias químicas (Wang et al., 2020). Essa experiência pode servir de modelo para outras nações da região, como o Brasil, que se encontram em estágios iniciais de formulação legislativa.

METODOLOGIA

O modelo de gestão adotado neste estudo foi direcionado a todas as etapas do projeto, iniciando-se pelo planejamento estratégico, que definiu o objetivo central e os recursos necessários para sua execução. Também foram desenvolvidas uma pesquisa qualiquantitativa e a elaboração de um Diagrama de Ishikawa, ambos utilizados como base para a análise de potenciais problemas e riscos enfrentados pelas organizações durante a implementação de inventários químicos na região. As duas técnicas de gerenciamento de risco estão descritas a seguir.

Para alcançar os objetivos propostos, o projeto foi estruturado em duas fases principais: a realização de uma pesquisa do tipo *survey* e a aplicação do Diagrama de Ishikawa, que representou graficamente os principais problemas identificados. A pesquisa teve início com um levantamento bibliográfico realizado em plataformas acadêmicas, como o Google Acadêmico, e em sites de organizações internacionais, entre elas a Organização das Nações Unidas (ONU). Foram analisadas, especialmente, as legislações recentes sobre inventários químicos do Chile e da Colômbia, utilizadas como referência regulatória e comparativa para o contexto brasileiro.

Na etapa de coleta de dados, foi elaborado um questionário qualiquantitativo, fundamentado em princípios do método científico e inspirado em abordagens consolidadas, como o REACH, da União Europeia, e o TSCA, dos Estados Unidos. O questionário foi distribuído por meio de diferentes canais digitais, incluindo redes profissionais como o LinkedIn, além do envio por e-mail e WhatsApp, com o objetivo de alcançar um público amplo de profissionais atuantes na indústria química.

O período de coleta ocorreu entre julho e setembro de 2024, garantindo tempo adequado para a participação dos respondentes. Utilizou-se a plataforma SurveyMonkey®, que facilitou o acesso, a sistematização dos dados e o anonimato dos participantes. Ao todo, foram obtidas quinze respostas válidas, provenientes de profissionais dos setores petroquímico, químico e correlatos, representando um conjunto diversificado de *stakeholders*.

A análise dos dados coletados envolveu métodos estatísticos descritivos, a fim de identificar tendências e padrões nas respostas. Os resultados foram apresentados por meio de gráficos e tabelas, permitindo uma visualização clara dos achados e das relações entre as variáveis investigadas.

Na segunda etapa, foi aplicado o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943 como ferramenta de análise da qualidade em processos industriais. Essa metodologia permite visualizar de forma estruturada as causas potenciais de um problema e suas inter-relações, favorecendo a identificação de soluções e a prevenção de recorrências (Silva et al., 2019).

Visualmente semelhante a uma espinha de peixe, o diagrama apresenta o problema principal na “cabeça” e suas causas distribuídas em ramificações, classificadas segundo o método dos 6Ms: *Material, Método, Máquina, Medida, Mão de Obra e Meio Ambiente*. A partir dos dados coletados no questionário, o diagrama foi utilizado para organizar e estruturar as problemáticas identificadas pelas organizações, possibilitando a identificação de soluções eficazes para mitigar riscos e impactos, sempre com base em diretrizes e legislações internacionais, como o REACH e o TSCA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O início do questionário concentrou-se na análise do portfólio de substâncias químicas dos *stakeholders* potencialmente impactados pelo Inventário Químico Nacional do Chile. Os resultados indicaram que aproximadamente 73% dos participantes possuem até 25% de seu portfólio sujeito

ao cumprimento da legislação. Adicionalmente, cerca de 14% informaram que até metade (50%) de suas substâncias será impactada. Por outro lado, 6,6% declararam não possuir substâncias abrangidas pela norma (0%) ou indicaram que mais de 76% de seu portfólio estará sujeito às exigências regulatórias.

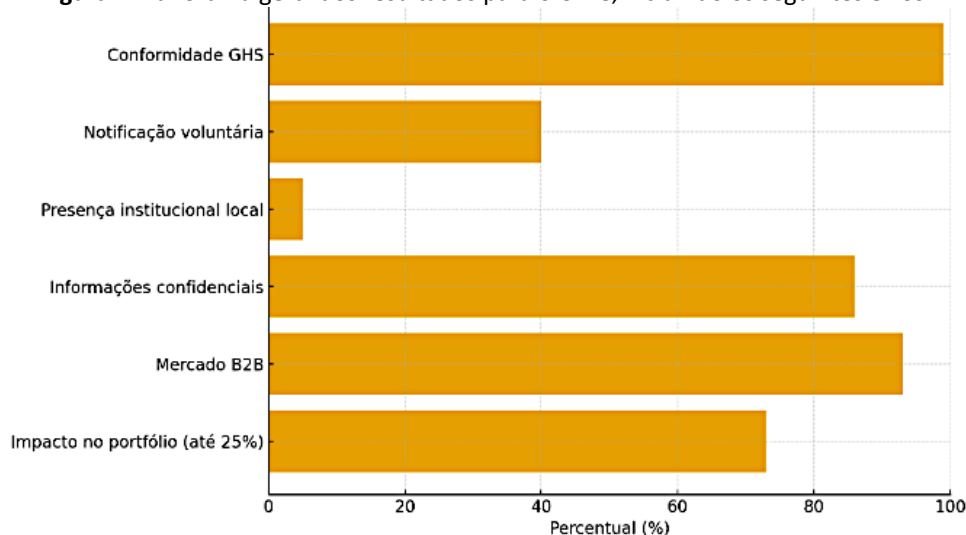
No que se refere à atuação de mercado, constatou-se que mais de 93% dos *stakeholders* operam predominantemente no segmento industrial (B2B), enquanto aproximadamente 7% atuam no mercado voltado ao consumidor final (B2C). Esse panorama revela um perfil majoritariamente industrial entre as empresas participantes, diferindo parcialmente da referência apresentada pela Health and Safety Authority (HSA, 2019), que descreve uma distribuição mais equilibrada entre os segmentos B2B e B2C.

No tocante à confidencialidade, aproximadamente 86% dos respondentes afirmaram possuir informações consideradas confidenciais que não são contempladas pela legislação chilena, enquanto 13% indicaram não possuir esse tipo de informação. Essa ausência de respaldo legal reforça a necessidade de aprimoramento regulatório no Chile, conforme apontado pela HSA (2012), que destacou a importância de maior clareza sobre a proteção de dados empresariais.

Em relação à presença institucional, cerca de 5% das empresas indicaram possuir fabricação local no Chile, enquanto 75% afirmaram ter unidades administrativas tanto no Chile quanto em outros países da América Latina. Além disso, 10% dependem de terceiros para compartilhar informações sobre seus portfólios, demonstrando a necessidade de maior alinhamento na comunicação regulatória.

Por fim, observou-se que 40% dos respondentes pretendem realizar notificações voluntárias de substâncias, mesmo sem obrigatoriedade legal, reforçando o compromisso com o cumprimento das normas (“compliance”). Em termos de regulamentações acessórias, mais de 99% dos participantes afirmaram estar em conformidade com o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS), enquanto apenas 1% ainda precisa se adequar (Figura 1).

Figura 1. Panorama geral dos resultados para o Chile, incluindo os seguintes eixos:



Fonte: Autores (2024).

No caso colombiano, verificou-se que 46% dos “stakeholders” possuem até 25% de seu portfólio sujeito à notificação obrigatória; 33% afirmaram que metade (50%) será impactada, e cerca de 7% das respostas se distribuíram entre as faixas de 0%, 51%-75% e acima de 76%. Tais dados confirmam que a Colômbia representa um mercado estratégico para as organizações, conforme indicado pela HSA (2019).

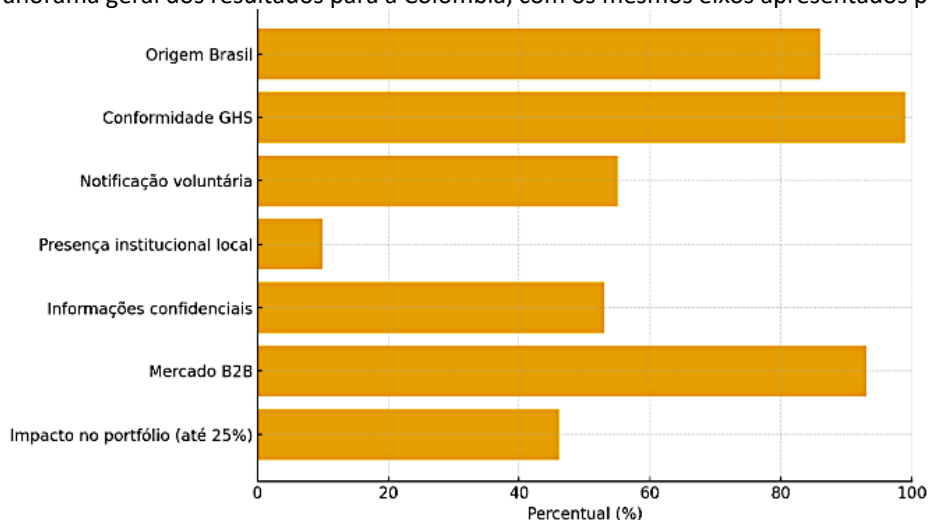
Assim, como no Chile, mais de 93% das empresas atuam predominantemente no mercado industrial (B2B), e apenas 7% no mercado B2C. Apesar de a legislação colombiana prever a inclusão de informações confidenciais, 53% dos respondentes afirmaram ainda possuir dados não contemplados pela lei, enquanto 47% declararam não ter informações adicionais a proteger.

A presença institucional na Colômbia mostrou-se superior à do Chile: 10% das empresas possuem fabricação local, e 75% indicaram manter unidades administrativas em ambos os países analisados, o que evidencia uma estrutura regional integrada. Cerca de 10% das companhias dependem de terceiros para o compartilhamento de dados, similar ao observado no caso chileno.

Quanto às notificações voluntárias, 55% das empresas afirmaram que notificarão seus volumes de importação e/ou fabricação, mesmo quando não atingirem os limites estabelecidos pela legislação. Apenas 5% declararam que não realizarão notificações em nenhum dos países, atuando apenas dentro das exigências obrigatórias.

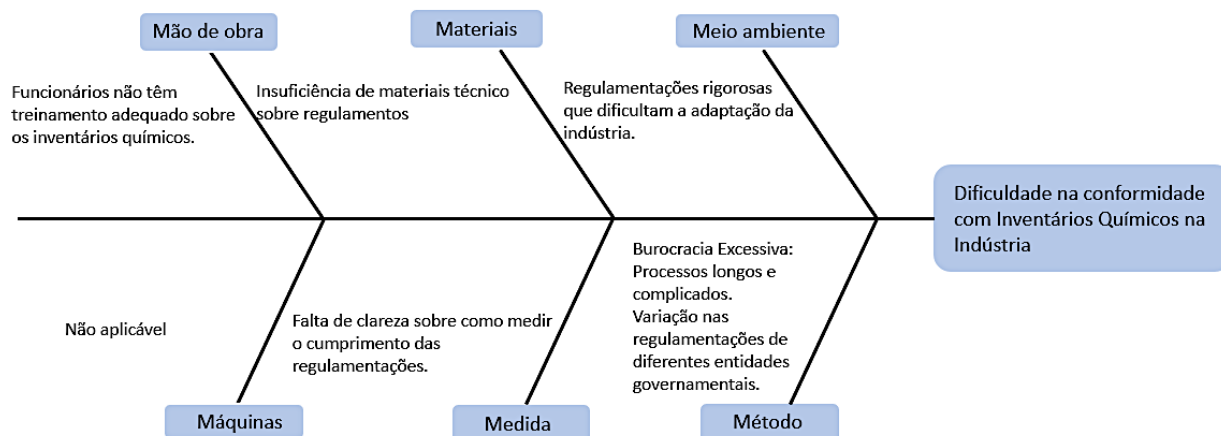
No tocante ao cumprimento das legislações acessórias, 99% dos “stakeholders” estão em conformidade com o GHS, confirmando o alinhamento das práticas regionais às diretrizes internacionais. Além disso, a análise do marco geográfico das empresas mostrou que 86% dos respondentes possuem sede ou operação no Brasil, e 13% são originários de outros países, reforçando o papel do Brasil como centro de coordenação das atividades químicas na América Latina. O Brasil, além de grande consumidor e exportador de produtos químicos, exerce papel estratégico na gestão regional dessas operações (Figura 2).

Figura 2. Panorama geral dos resultados para a Colômbia, com os mesmos eixos apresentados para o Chile:



Fonte: Autores (2024).

De acordo com as respostas do questionário, foi possível identificar um problema para as organizações para os dois problemas em ambas as visões da Indústria em cada país selecionado. Assim, a Figura 3 representa a problemática identificada pela primeira etapa deste projeto. A adaptabilidade de uma organização à legislação é complexa, principalmente devido à falta de novos processos e comunicação interna entre os departamentos afetados. É importante que os funcionários recebam treinamentos técnico-regulatórios sobre inventários químicos, garantindo que a análise seja clara e que os impactos e riscos específicos do portfólio em cada país sejam devidamente considerados. Além disso, a burocracia excessiva na apresentação de documentos aos governos pode atrasar a análise interna de uma organização, dificultando a conformidade com os requisitos de cada país. Assim, se faz necessário da organização implementar um sistema eficaz para monitorar o nível de “compliance” em relação às legislações recém-promulgadas, que, ainda apresentam incertezas em relação à complexidade exigida.

Figura 3. Diagrama de Ishikawa focando na problemática encontrada para as organizações

Fonte: Autores (2025).

Por fim, é essencial que os governos dos países selecionados forneçam instruções e orientações técnicas claras sobre as regulamentações, permitindo que as organizações estejam preparadas para enfrentar quaisquer contratempos na apresentação das informações químicas relevantes.

De acordo com Health and Safety (2012), a análise determinou se as organizações estavam cientes de suas responsabilidades em relação ao REACH da União Europeia. Isso incluiu a preparação das informações a serem apresentadas, o nível de compreensão das empresas sobre a legislação e o envolvimento delas com suas obrigações. Assim, a referência utilizada corrobora com a problemática identificada no “survey” anteriormente apresentado, pois ficou evidente que as organizações necessitavam de tempo para se adaptar à regulamentação europeia. Isso envolveu a implementação de novos procedimentos, treinamentos para os funcionários afetados e a adequação da documentação para atender aos requisitos estabelecidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto evidenciou, a partir da análise dos dados obtidos no *survey*, perspectivas positivas acerca das percepções dos stakeholders em relação aos desafios e às oportunidades associados aos novos inventários químicos. Além disso, destacou-se a relevância de promover treinamentos técnico-regulatórios voltados aos colaboradores das organizações, reforçando que a adequação às novas legislações demanda uma compreensão aprofundada das responsabilidades e das práticas necessárias.

No que se refere às limitações da pesquisa, o número reduzido de participantes do *survey* pode não ter representado de forma abrangente todas as organizações impactadas pelos inventários químicos analisados. Ademais, o estudo pode não ter considerado de maneira suficiente as diferenças entre empresas de distintos portes micro, pequenas e grandes, que enfrentam capacidades e desafios variados na aplicação das regulamentações. Essa limitação decorre, em parte, das diversas definições de porte empresarial adotadas nos países avaliados, o que pode ter influenciado os resultados.

Para aprimorar futuras pesquisas sobre a adaptação às regulamentações químicas, seria recomendável ampliar o escopo geográfico, incluindo inventários químicos de outros países da América Latina que venham a ser estabelecidos, ou até mesmo de nações fora da região, possibilitando comparações internacionais mais amplas. Além disso, estudos de acompanhamento a longo prazo poderiam investigar a evolução das práticas de gestão de riscos nas organizações e identificar as medidas mais eficazes ao longo do tempo. Por fim, seria igualmente relevante examinar a percepção pública sobre temas relacionados à segurança química, à saúde e ao meio ambiente, uma vez que as opiniões e pressões sociais podem exercer influência significativa na adoção de melhores práticas pelas organizações.

REFERÊNCIAS

- Breuer, A., Janetschek, H., & Malerba, D. (2019). Translating Sustainable Development Goal (SDG) interdependencies into policy advice. *Sustainability*, 11(7), 2092. <https://doi.org/10.3390/su11072092>
- Costa, T. B. da S. & Mendes, M. A. (2018). Análise da causa raiz: utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. *Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe (SIMPROD)*, São Cristóvão, SE, Brasil, 1-11.
- Health and Safety Authority [HSA]. (2012). *2012 Survey of Chemical Usage in Irish Workplaces*. Recuperado de <https://niso.ie/survey-of-chemical-usage-in-irish-workplaces/>
- Health and Safety Authority [HSA]. (2019). *2018 Survey on chemical usage*. Recuperado de https://www.hsa.ie/eng/publications_and_forms/publications/chemical_and_hazardous_substances/?pageNumber=3
- Mousseau, T. A. (2021). The biology of Chernobyl. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52, 87-109. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-012121-083648>
- Moro, A. & Invernizzi, N. (2016). A tragédia da talidomida: a luta pelos direitos das vítimas e por melhor regulação de medicamentos [Tese de Doutorado em Políticas Públicas, *Universidade Federal do Paraná*]. Curitiba, PR, Brasil.
- Sampaio, T. B. (2022). Metodologia da pesquisa (1ª ed.). *UAB/CTE/UFSM*, Santa Maria, RS, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/26138>
- Silva, B. C. C., Trombine, J. C., & Corrêa, R. S. (2019). Aplicação das ferramentas Diagrama de Ishikawa e 5W2H: um estudo de caso em uma microempresa de móveis no sul de Minas. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, *Centro Universitário do Sul de Minas*, MG, Brasil.
- Tonussi, P. R. & Forte, L. A. (2023). A importância da gestão de riscos na indústria: uma revisão da literatura. Monografia de Graduação em Engenharia de Produção, *Centro Universitário UNINTER*, Santo André, SP, Brasil.
- United Nations [ONU]. (1993). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. Recuperado de <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>
- Wang, Z., Walker, G. W., Muir, D. C. G., & Nagatani-Yoshida, K. (2020). Toward a global understanding of chemical pollution: a first comprehensive analysis of national and regional chemical inventories. *Environmental Science & Technology*, 54(5), 2575-2584. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b06379>