

## LIMITES DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A AGENTES QUÍMICOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE CRÍTICA

*Kelvin Franklin Almeida Silva, Universidade Federal de Sergipe (UFS)*

*kelvin.franklin@gmail.com*

### RESUMO

Este estudo analisa criticamente a defasagem dos limites de exposição ocupacional a agentes químicos estabelecidos pela Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) do Brasil em comparação aos padrões internacionais da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH). Justifica-se pela urgência em discutir os riscos à saúde dos trabalhadores e pesquisadores sujeitos à riscos químicos, uma vez que a norma brasileira mantém valores ultrapassados de limites de exposição permissíveis, enquanto a ACGIH atualiza seus *Threshold Limit Values* (TLVs) anualmente com base em evidências toxicológicas recentes. O objetivo central foi comparar os Limites de Tolerância (LTs) da NR-15 com os *TLVs* da ACGIH (2025), identificando discrepâncias e seus impactos na saúde ocupacional. Adotou-se uma abordagem qualitativa e exploratória, com análise documental de normas brasileiras (NR-15, Decreto 3.048/99), diretrizes da ACGIH e dados epidemiológicos do DATASUS e Fiocruz. Os documentos foram categorizados em: (1) limites normativos, (2) fundamentação científica e (3) dados de saúde, seguindo metodologia proposta por Gil (2019), Bardin (2011) e Cellard (2008). Os resultados mostraram discrepâncias críticas. Para carcinógenos como amianto e benzeno, os LTs brasileiros são 20 e 50 vezes superiores aos da ACGIH, respectivamente. Neurotoxinas, como o manganês e agentes irritantes, como o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), apresentam limites cerca de 200 vezes mais permissivos. Concluiu-se que a NR-15, ao ignorar evidências científicas recentes, expõe trabalhadores a riscos elevados de doenças ocupacionais, sobrecregendo o sistema de saúde. Urge sua harmonização com padrões internacionais (ACGIH, UE-OSHA) e revisões periódicas baseadas em evidências científicas recentes e políticas de fiscalização eficazes.

**Palavras-chave:** agentes químicos, limites de exposição ocupacionais, riscos ocupacionais.

## INTRODUÇÃO

As substâncias químicas, em seus diversos estados físicos, sempre estiveram disponíveis na natureza para utilização humana. Contudo, foi apenas com a Revolução Industrial, no século XVIII, que seu processamento em larga escala se consolidou. No Reino Unido, o surgimento das primeiras indústrias trouxe consigo a aplicação sistemática de compostos como a soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) no tratamento de tecidos de algodão e a substituição de métodos tradicionais de branqueamento — baseados em fermentação — pelo uso de substâncias clareadoras como o hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ), marcando uma transição tecnológica que inseriu a utilização de agentes químicos nos processos industriais (HIPPEL, 2020; KIRK-OTHMER, 2004).

Nos últimos 250 anos, a necessidade da utilização de produtos químicos permeou todas as atividades industriais, fazendo com que a indústria química se consolidasse como um dos pilares da economia global, mas seu crescimento acelerado nem sempre considerou os riscos associados sobre os efeitos adversos que eles teriam sobre os organismos vivos. (LE COUTEUR; BURRESON, 2006).

Até a primeira metade do século XX, em termos globais, não era difícil ver acidentes de trabalho causados pela negligência patronal no uso de substâncias químicas. Um dos exemplos mais marcantes ocorreu em 1917 na cidade de Nova Jérsei (Estados Unidos), onde funcionárias de uma fábrica de relógios que trabalhavam no setor de pintura manual de mostradores utilizavam uma tinta luminosa e atraente, que lhes foi dita ser inofensiva e segura. Mais tarde, fora demonstrado que essa tintura utilizava o Rádio (elemento químico radioativo para o qual não havia proteção adequada na época). O resultado tornou-se conhecido como o destino trágico das “Garotas do Radium”, que atingiu cerca de quatro mil mulheres, muitas das quais morreram em anos posteriores sem saber as razões específicas dos males que sofriam e que deixaram outras tantas com sequelas permanentes (NOGUEIRA, 2020).

Em solo brasileiro, os casos de acidentes de trabalho envolvendo produtos químicos ganharam intensidade a partir da segunda metade do século XX com o desenvolvimento industrial da nação. Lacaz (2017) e Mendes (2024) citam como exemplos de acidentes envolvendo agentes químicos: o caso de trabalhadores de fábricas de tecidos, couro e borracha do bairro da Mooca (SP) expostos ao benzeno sem proteção; o acidente com Ácido Sulfúrico no Porto de Santos

em 1959 que queimou estivadores; o vazamento e morte de trabalhadores por inalação de gás sulfídrico ( $H_2S$ ) na refinaria da Petrobrás de Duque de Caxias no RJ em 1971; e a explosão da fábrica de fertilizantes nitrogenados no RJ em 1972. Estes casos, somados a tantos outros notificados e subnotificados, levaram a publicação das Normas Regulamentadoras (NR) de higiene e segurança do trabalho no ano de 1978 pelo Ministério do Trabalho.

Dentre os 28 atos normativos criados pela Portaria 3.214/78, a Norma Regulamentadora nº15 (NR-15), trata especificamente da utilização de agentes químicos em um contexto amplificado de condições de insalubridade, as quais, garantem ao trabalhador um adicional pecuniário que varia entre 10% e 40%, aplicados sobre o salário-mínimo, a depender das condições laborativas encontradas nestas atividades econômicas (BRASIL, 1978). A referida norma é composta de uma parte geral, com definições e orientações, e quatorze anexos, os quais definem os Limites de Tolerância (LT) para agentes físicos, químicos e biológicos (quando é possível quantificar a contaminação do ambiente), ou listando atividades e operações em que o trabalho é considerado insalubre qualitativamente.

Os Limites de Tolerância para agentes químicos, determinados no anexo nº 11 da norma, tiveram como base os valores de *Threshold Limits Values* (TLVs) do texto da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), em versão definida no ano de 1976. Como os limites estadunidenses diziam respeito a jornadas semanais de 40 horas, os valores foram adaptados para a jornada oficial brasileira vigente à época (48 horas semanais), por meio da interpolação de cálculos matemáticos (BRASIL, 1978).

Ainda no ano de 2025, a Norma Regulamentadora nº 15 utiliza os mesmos limites estabelecidos na época da sua elaboração, o que afeta diretamente milhares de trabalhadores e pesquisadores que fazem utilização destes produtos químicos. Da década de 1970 aos dias atuais, avanços significativos nas pesquisas toxicológicas e epidemiológicas demonstraram que muitos desses limites estão defasados e são significativamente menos rigorosos do que os padrões internacionais atuais, como os propostos pela própria ACGIH em suas atualizações recentes.

Essa defasagem em relação aos padrões internacionais, sobretudo àqueles impostos pela ACGIH, traz a problemática dos riscos adicionais que os trabalhadores brasileiros enfrentam devido a essa discrepância e a importância da atualização periódica dos limites de exposição

com base em novas evidências toxicológicas. Diante desse cenário, questiona-se qual o impacto da defasagem normativa brasileira na saúde dos trabalhadores expostos a agentes químicos e como a harmonização com padrões internacionais poderia mitigar esses riscos.

## METODOLOGIA

Este estudo configura-se como uma pesquisa de natureza exploratória e qualitativa, seguindo os pressupostos teóricos de Gil (2019) e Creswell (2010). A opção pelo caráter exploratório justifica-se pela necessidade de mapear e compreender o panorama normativo brasileiro sobre limites de exposição ocupacional a agentes químicos, sem, contudo, pretender esgotar a complexidade do tema. A abordagem qualitativa foi eleita por permitir uma análise crítica aprofundada dos documentos normativos, possibilitando a comparação sistemática com a literatura científica internacional e a identificação de possíveis divergências e consonâncias (CRESWELL, 2010).

Como técnica principal de investigação, adotou-se a análise documental, entendida como "o exame sistemático de documentos escritos, audiovisuais ou digitais para extrair informações relevantes sobre um tema" (CELLARD, 2008, p. 295). A análise documental nesta pesquisa foi realizada em três etapas principais: pré-análise, análise temática e interpretação crítica, seguindo os referenciais propostos por Gil (2019), Bardin (2011) e Cellard (2008). O objetivo desta análise foi examinar criticamente os limites de exposição ocupacional a agentes químicos no Brasil, confrontando as normas nacionais (NR-15, decretos nacionais e publicações da Fundacentro), diretrizes internacionais (ACGIH) e dados epidemiológicos oriundos da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e do Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

Na primeira etapa (pré-análise) foi realizada a seleção e organização do corpo documental adaptando-se a metodologia proposta por Gil (2019), a qual se traduziu através da busca sistemática de limites de tolerância à agentes químicos em fontes oficiais do Ministério do Trabalho, decretos do Poder Executivo, publicações da Fundacentro e referências dos *Threshold Limit Values* (TLVs) propostos pela ACGIH. Utilizou-se como critérios de inclusão os documentos mais recentes acerca do tema (Decreto 3.048/99, NR-15 e *ACGIH Data Hub*

2025) com os dados desagregados por agente químico. As exclusões à seleção documental foram feitas com base em normas revogadas, dados incompletos ou dados sem base toxicológica declarada. Os documentos foram catalogados em tabelas, registrando-se: a classificação e descrição do agente químico (conforme a ACGIH) e os limites de tolerância adotados pelas normas brasileira e norte-americana em miligramas por metro cúbico ( $\text{mg/m}^3$ ) ou partes por milhão (ppm).

A análise temática (segunda fase), compreendeu a organização dos dados em categorias pré-definidas conforme Bardin (2011). As categorias criadas para este estudo foram:

1. Limites normativos: comparação entre os Limites de Tolerância (LTs) da NR-15 e os TLVs da ACGIH através de elementos quantitativos descritivos (contagem simples e porcentagens) secundários à análise interpretativa;
2. Fundamentação científica: verificação se as normas brasileiras citam estudos toxicológicos mais recentes que os estabelecidos em 1976 para a NR-15;
3. Dados epidemiológicos: cruzamento de notificações de doenças (ex.: silicose no DATASUS) com os limites legais estabelecidos;

A última etapa da análise documental envolveu a triangulação de fontes e a interpretação crítica, conforme proposta por Cellard (2008), que objetivou validar as conclusões do estudo utilizando o cruzamento dos dados normativos nacionais com os dados epidemiológicos relacionados ao agente químico estudado e a diretriz internacional relacionada ao mesmo agente para possibilitar a apreensão do mesmo fenômeno sob diferentes níveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise comparativa entre os Limites de Tolerância (LT) estabelecidos pela NR-15 e os *Threshold Limit Values (TLVs)* da ACGIH revela, em sua maior parte, uma defasagem significativa na legislação brasileira com relação à norte-americana no que se refere aos limites de exposição a agentes químicos. As Tabelas de 1 a 5 mostraram os efeitos comparativos dos agentes químicos analisados com seus respectivos LT e TLVs divididos de acordo com a classificação para agentes químicos proposta pela ACGIH (2025):

- A1 - Carcinogênico humano confirmado;

- A2 - Suspeito de ser carcinogênico para humanos;
- A3 - Carcinogênico animal confirmado com relevância desconhecida para humanos;
- A4 - Não classificável como carcinogênico humano;
- A5 - Não suspeito de ser carcinogênico para humanos.

Ainda, com relação aos agentes químicos classificados como A4, foi proposta a seguinte subclassificação, de acordo com o *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* (GHS, 2021):

- a) Agente irritante: Substância ou mistura que causa inflamação reversível (não destrutiva) em tecidos (pele, olhos ou trato respiratório) após contato direto;
- b) Agente neurotóxico (com toxicidade aguda ou efeitos específicos de toxicidade): Substância ou mistura que causa inflamação reversível (não destrutiva) em tecidos (pele, olhos ou trato respiratório) após contato direto.

Esta subclassificação fora adotada pois o Sistema de Informação de Agravo de Notificação (SINAN/SUS) define agentes químicos para os quais a notificação por intoxicações é obrigatória (considerando intoxicações exógenas com base na Classificação Internacional de Doenças, CID-10, e na Portaria MS 204/2016).

A Tabela 1 apresenta a comparação de Limites de Exposição Permissíveis (LEPs) para agentes químicos A1, considerados carcinogênicos.

Tabela 1 – LEPs: NR-15 e Decreto 3.048/99 *versus* ACGIH

Classificação ACGIH	Agente Químico	NR-15 (LT - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	ACGIH (TLV- TWA - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	Diferença Percentual
A1	Asbestos (amianto)	2,0 fibra/cm <sup>3</sup>	0,1 fibra/cm <sup>3</sup>	1900%
A1	Arsênio (compostos inorgânicos)	Atividades e operações*	0,01 ppm	—
A1	Benzeno	VRT- 1,0 ppm**	0,02 ppm	4900%
A1	Berílio (compostos)	Atividades e operações	0,00005mg/m <sup>3</sup>	—
A1	Cádmio (compostos)	Atividades e operações	0,01mg/m <sup>3</sup>	—
A1	Cloreto de vinila	156 ppm	1ppm	15500%

(continua...)

(continuação)

Classificação ACGIH	Agente Químico	NR-15 (LT - ppm ou mg/m³)	ACGIH (TLV-TWA - ppm ou mg/m³)	Diferença Percentual
A1	Cromo (VI)	Atividades e operações	0,0002 mg/m³	—
A1	Formaldeído	1,6 ppm	0,1 ppm	1500%
A1	Níquel (compostos)	Atividades e operações	Máximo de 1,5 mg/m³	—
A1	Sílica Livre	Fórmula própria***	0,025 mg/m³	—
A1/A2	Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs)	Não existe (Anexo 13/NR15)	Conforme agente	—

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brasil (2025); ACGIH (2025).

\* “Atividades e operações” referem-se à exposição que é considerada insalubre de forma qualitativa, ou seja, quando não há limite quantificado (numérico) permitível para a exposição ao determinado agente químico na normativa brasileira.

\*\* Valor de Referência Tecnológico (VRT) – refere-se à concentração de benzeno no ar considerada exequível do ponto de vista técnico, definido em processo de negociação tripartite (BRASIL, 1995).

\*\*\* O Limite de exposição permitível para a Sílica livre é calculado com base em uma fórmula própria, definida pelo Anexo XII (Poeiras Minerais) da NR-15.

A tabela comparativa entre os limites de tolerância da NR-15 (Brasil) e os valores da ACGIH (referência internacional) para agentes carcinogênicos (A1) revela que a legislação brasileira é significativamente mais permissiva, expondo os trabalhadores a riscos maiores. Por exemplo, no Brasil o LEP para amianto (crisólita) é 20 vezes superior ao estabelecido pela ACGIH. Para o benzeno, embora a legislação nacional reconheça que não existem valores seguros, o valor considerado exequível e pactuado entre o governo, empresas e trabalhadores (VRT) chega a ser 50 vezes mais alto ao estabelecido pelo organismo internacional (BRASIL, 1995).

Estas diferenças mostram uma desconexão entre as normas nacionais e os padrões internacionais de segurança, aumentando o risco de doenças ocupacionais graves, como câncer e fibroses pulmonares. Segundo o DATASUS (2024), dos 1.822 casos investigados de câncer ocupacional no Brasil, 126 casos – cerca de 7% do total – tinham relação com o agente químico benzeno, representando ainda uma fatia importante dos agravos ocupacionais, mesmo após a normativa que envolve este agente químico ser alterada no ano de 2022.

Além disso, a compilação dos dados mostra que a NR-15 não estabelece limites claros para vários agentes químicos perigosos, como arsênio e berílio, apenas citando no corpo do texto

"atividades e operações que envolvem o uso" utilizada para o enquadramento e caracterização da insalubridade (BRASIL, 1978). Enquanto isso, a ACGIH define valores precisos e extremamente restritivos, baseados em evidências científicas recentes. Essa falta de parâmetros específicos na legislação brasileira dificulta a fiscalização, uma vez que estabelece apenas as atividades citadas no Decreto 3.048/99 e Anexo 13 da NR-15, deixando trabalhadores e pesquisadores desprotegidos ou com dificuldade de interpretar a faixa de tolerância a qual possam estar expostos sem causar danos à sua saúde.

Segundo Santana e Almeida Filho (2014) e Filgueiras (2017) as implicações da discrepância entre os LEPs brasileiros e os dados toxicológicos mais recentes são graves para a saúde pública, uma vez que flexibilidade nos critérios definidos na NR-15 aliada à dificuldade de comprovação do nexo causal entre agente químico e doença ocupacional tem sido apontada como um fator que contribui para a subnotificação dessas doenças em solo nacional. A adoção de limites mais rigorosos, alinhados às diretrizes internacionais torna-se urgente para reduzir os danos à saúde dos trabalhadores.

A Tabela 2 também traz discrepâncias significativas entre os limites de exposição para agentes químicos suspeitos de serem cancerígenos no Brasil comparado ao organismo internacional, como pode ser observado no caso do 1,3-butadieno, cujo LEP brasileiro é cerca de 390 vezes (38900%) superior ao padrão internacional.

Tabela 2 – LEPs de agentes suspeitos de ser cancerígenos em humanos: NR-15 *versus* ACGIH

Classificação ACGIH	Agente Químico	NR-15 (LT - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	ACGIH (TLV- TWA - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	Diferença Percentual
A2	Acrilonitrila	16 ppm	2 ppm	700%
A2	Álcool n-butílico	40 ppm	20 ppm	100%
A2	1,3-Butadieno	780 ppm	2 ppm	38900%
A2	Chumbo	0,10 ppm	0,05 mg	100%
A2	Cloreto de metileno	156 ppm	50 ppm	212%
A2	Clorofórmio	94 mg/m <sup>3</sup>	49 mg/m <sup>3</sup>	92%
A2	1,2-Dicloroetano	39 ppm	40 ppm	-3%
A2	Hidrazina	0,08 ppm	0,01 ppm	700%
A2	Sulfato de dimetila	0,08 ppm	0,10 ppm	-25%
A2	Tetracloreto de carbono	5 ppm	5 ppm	0%
A2	Tricloroetileno	78 ppm	10 ppm	680%

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brasil (2025); ACGIH (2025).

A adoção de limites de exposição ocupacional menos rigorosos pela NR-15, em comparação com padrões internacionais como os da ACGIH, não se traduz em apenas um descompasso técnico, mas reflete, em parte, a pressões econômicas e lobistas de setores industriais, que priorizam a redução de custos em detrimento da saúde dos trabalhadores. Santana *et al.* (2016) afirma que a disparidade encontrada na diferença entre os limites de exposição dos dois organismos, especialmente em setores industriais que manuseiam agentes químicos como acrilonitrila e tricloroetileno, estão associadas ao desenvolvimento de doenças como câncer, neuropatias e toxicidade hepática.

Outros setores industriais, como os de plásticos, resinas, fibras têxteis, fabricação de espumas e automotivo são os que mais empregam estes tipos de agentes listados na Tabela 2. Mendes (2024) traz como pressuposto que a regulamentação brasileira frequentemente sofre influência de grupos de interesse que argumentam que LEPs mais restritivos elevariam custos produtivos, inviabilizando economicamente setores como o químico, petroquímico e de manufatura. Essa dinâmica é corroborada por Lacaz (2017), que destaca também como a flexibilização de normas trabalhistas no Brasil, especialmente após a reforma ocorrida em 2017, tende a privilegiar a produtividade em vez da segurança ocupacional.

Em contraste com a tabela anterior, a Tabela 2 revela uma divergência nos padrões de regulamentação: enquanto alguns compostos, como o Tetracloreto de Carbono, apresentam valores alinhados entre as normas, outros, como o 1,2-Dicloroetano e a Sulfato de dimetila, possuem limites mais restritivos na legislação brasileira. A literatura não oferece uma explicação definitiva para essa variação, mas nota-se que, nos dois últimos casos, a diferença é mínima (apenas 1 ppm e 0,02 ppm, respectivamente), aproximando-se significativamente dos limites estabelecidos pela ACGIH.

A Tabela 3 apresenta a comparação de LEPs para agentes químicos considerados carcinogênicos para animais (A3), porém com potencial cancerígeno desconhecido para humanos.

Tabela 3 – LEPs para agentes químicos considerados cancerígenos para animais com potencial cancerígeno desconhecido para humanos (NR-15 *versus* ACGIH)

Classificação ACGIH	Agente Químico	NR-15 (LT - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	ACGIH (TLV- TWA - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	Diferença Percentual
A3	Brometo de etila	156 ppm	5 ppm	3020%
A3	Cloreto de metila	78 ppm	50 ppm	56%
A3	Cloropreno	70 mg/m <sup>3</sup>	3,6 mg/m <sup>3</sup>	1844%

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brasil (2025); ACGIH (2025).

Excetuando-se os dados relativos aos agentes comprovadamente carcinogênicos para humanos (Tabela 1), os dados dos agentes químicos da Tabela 3 foram os que apresentaram maiores diferenças percentuais. Brometo de etila, Cloreto de etila e Cloropreno resgatam valores toxicológicos atribuídos no ano de 1976 pela Norma Regulamentadora nº 15 (publicada em 1978). Já na ACGIH, esses valores foram revisados nos anos de 1991 (Brometo de etila) e 2010 (Cloreto de etila e Cloropreno).

A ACGIH revisa seus TLVs com base em novas evidências científicas, mas nem todos os agentes são atualizados anualmente. O processo de atualização, segundo a ACGIH (2025), se dá quando existem evidências científicas atualizadas, como estudos toxicológicos, epidemiológicos e classificações de carcinogenicidade divulgados pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer e pelo Programa Nacional de Toxicologia estadunidense (IARC/NTP). Além disto, o processo de atualização envolve a participação de comitês técnicos independentes, consulta pública e ajustes rigorosos para garantir a proteção dos trabalhadores, priorizando agentes com novos riscos comprovados (ACGIH, 2025). A Figura 1 traz a sistemática resumida do processo anual de atualização dos bancos de dados sobre os limites de exposição propostos pelo órgão (TLVs).



Figura 1 – Sistemática anual do processo de reavaliação de LEPs para agentes químicos

Fonte: ACGIH (2025)

As Tabelas 4 e 5 apresentam a comparação dos LEPs para agentes químicos não considerados carcinogênicos para humanos (A4), estes, que foram subclassificados em agentes irritantes e neurotóxicos (substâncias de notificação compulsória pelo SINAN/SUS). Os agentes químicos listados nas duas tabelas são advindos da Lista B do Anexo II do Decreto 3.048/99, a qual traz agentes patogênicos causadores de doenças profissionais ou do trabalho.

Tabela 4 – LEPs para agentes químicos “A4” considerados irritantes

Classificação ACGIH	Agente Químico	NR-15 (LT - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	ACGIH (TLV-TWA - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	Diferença Percentual
A4/Irritante	1,1-Dicloro-1-nitroetano	8 ppm	2 ppm	300%
A4/Irritante	Ácido Clorídrico	4 ppm	2 ppm	100%
A4/Irritante	Bromo	0,08 ppm	0,10 ppm	-25%
A4/Irritante	Cianeto de hidrogênio	8,0 ppm	10 ppm	-25%
A4/Irritante	Cloro (gás)	0,8 ppm	0,1 ppm	700%
A4/Irritante	Diclorobenzeno	39 ppm	25 ppm	56%
A4/Irritante	Diisocianato de tolueno	0,016 ppm	0,001 ppm	1500%
A4/Irritante	Dióxido de nitrogênio	4 ppm	0,2 ppm	1990%
A4/Irritante	Fósforo	Atividades e operações	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—
A4/Irritante	n-Butilamina	4 ppm	5 ppm	-25%

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brasil (2025); ACGIH (2025).

Tabela 5 – LEPs para agentes químicos “A4” considerados neurotóxicos

Classificação ACGIH	Agente Químico	NR-15 (LT - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	ACGIH (TLV-TWA - ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	Diferença Percentual
A4/Neurotóxico	Dissulfeto de carbono	16 ppm	1 ppm	1500%
A4/Neurotóxico	Estireno	78 ppm	10 ppm	680%
A4/Neurotóxico	Manganês (fumos/inalável)	5 mg/m <sup>3</sup>	0,02mg/m <sup>3</sup>	24900%
A4/Neurotóxico	Mercúrio	0,328 mg/m <sup>3</sup>	0,025 mg/m <sup>3</sup>	1212%
A4/Neurotóxico	Monóxido de carbono	39 ppm	25 ppm	56%
A4/Neurotóxico	n-Hexano	não definido	50 ppm/176mg	—
A4/Neurotóxico	Sulfeto de hidrogênio	8ppm/12	1 ppm	700%
A4/Neurotóxico	Tolueno	78/290	20 ppm	290%

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Brasil (2025); ACGIH (2025).

A exposição ocupacional a agentes químicos irritantes e neurotóxicos com limites permissíveis elevados, como os estabelecidos pela NR-15 em comparação aos padrões da ACGIH, representam riscos potenciais à saúde dos trabalhadores. Estudos como os de Omland *et al.* (2014) e Roio *et al.* (2021) demonstraram que a utilização de substâncias como o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), com limite na NR-15 mil e novecentas vezes acima do TLV da ACGIH, estão associados ao desenvolvimento de bronquite crônica ocupacional e redução da função pulmonar, inclusive, mesmo em exposições abaixo dos níveis permitidos no Brasil.

Da mesma forma, neurotoxinas como o manganês, cujo limite na NR-15 é cerca de 250 vezes mais alto que o recomendado internacionalmente, causam parkinsonismo ocupacional e danos neurológicos irreversíveis (GUILARTE 2011; WHO, 2010). Segundo Santana e Almeida Filho (2014) essas discrepâncias normativas aumentam o risco de doenças ocupacionais, dificultam o reconhecimento do nexo causal entre agente químico e sua respectiva moléstia, e, ainda, majoram a subnotificação dos agravos ocupacionais no SINAN/SUS, uma vez que, com os limites estabelecidos normativamente muito mais altos do que o padrão internacional, torna-se mais difícil o reconhecimento de que determinada doença profissional originou-se de um estabelecimento cujo laudo ambiental apresentado encontra-se dentro dos limites de exposição permissíveis pela legislação brasileira.

Destaca-se, a partir da interpretação das cinco tabelas, que a defasagem dos limites de exposição ocupacionais da NR-15 em relação às evidências toxicológicas mais recentes é um problema crônico, como ilustrado por Filgueiras (2017) e Godinho *et al.* (2019). Enquanto a associação norte-americana atualiza seus limites de exposição regularmente com base em novos estudos toxicológicos, a norma nacional permanece desatualizada, resultando na exposição exacerbada de trabalhadores, pesquisadores e até alunos acadêmicos da área de química a concentrações perigosas destes agentes.

Para além deste fato, a lacuna expressiva existente entre os LEPs comparados neste estudo podem gerar custos significativos para o sistema de saúde pública, já que doenças ocupacionais crônicas causadas por agentes químicos demandam tratamentos prolongados e muitas vezes incapacitantes, impactando não apenas os indivíduos, mas também a produtividade e a economia (OIT, 2018).

Diante desse cenário, torna-se urgente a revisão periódica dos limites de exposição ocupacional no Brasil, alinhando-os à padrões internacionais como os da ACGIH e UE-OSHA (norma europeia), como defendem a OIT (2018) Bonilha (2019) e Godinho *et al.* (2019). A harmonização das normas brasileiras com as evidências científicas mais recentes torna-se, portanto, um passo essencial para garantir ambientes de trabalho seguros e proteger a saúde dos trabalhadores e pesquisadores da área de química a longo prazo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa entre os limites de exposição ocupacional da NR-15 e os TLVs da ACGIH revela uma defasagem crítica na legislação brasileira, expondo trabalhadores e pesquisadores a riscos químicos significativamente maiores. Enquanto a ACGIH atualiza continuamente seus padrões com base em evidências toxicológicas recentes, a NR-15 mantém valores ultrapassados, alguns estabelecidos na década de 1970, sem revisão sistemática.

O presente estudo demonstra que essa discrepância é especialmente alarmante para agentes carcinogênicos (como benzeno e amianto), neurotóxicos (como manganês) e irritantes (como dióxido de nitrogênio), cujos limites no Brasil chegam a ser centenas de vezes superiores aos internacionais. A resistência à atualização das normas reflete pressões econômicas setoriais, que priorizam a produtividade e custos em detrimento da segurança, podendo resultar em inconsistências e subnotificação de doenças ocupacionais, além da sobrecarga do sistema de saúde, com custos humanos e econômicos evitáveis.

Urge, portanto, a revisão periódica da NR-15, harmonizando-a à padrões internacionais como os da ACGIH e UE-OSHA (europeu), além da implementação de políticas de fiscalização rigorosas e educação em reconhecimento de riscos químicos para trabalhadores, pesquisadores e acadêmicos que trabalham diretamente com esses agentes.

## REFERÊNCIAS

ACGIH. **Threshold Limit Values (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs).** Cincinnati: ACGIH, 2025. Disponível em <<https://www.acgih.org/data-hub/>>. Acesso em 04 mai. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978.** Aprova as Normas Regulamentadoras (NR) do Capítulo V da CLT. Diário Oficial da União, Brasília, 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Decreto nº 3.048, de 6 de maio de 1999.** Regulamenta a Previdência Social. Diário Oficial da União, Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 15** (e anexos). Brasília, 2025. Disponível em <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>>. Acesso em 15 mai.. 2025

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa.** Petrópolis: Vozes, 2008. p. 295-316.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DATASUS. Ministério da Saúde. **Doenças e agravos de notificação – 2007 em diante.** Brasília, 2024. Disponível em <<https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/doencas-e-agravos-de-notificacao-de-2007-em-diante-sinan>> Acesso em 26 de mai. 2025.

FILGUEIRAS, V. A. **Saúde e segurança do trabalho no Brasil.** Brasília: Gráfica Movimento, 2017. 474p. Disponível em <[www.sinttelba.com.br/spn-painel/midias/documentos/biblioteca/5\\_Saude%20e%20Seguranca%20do%20Trabalho%20no%20Brasil%20-%20MPT.pdf](https://www.sinttelba.com.br/spn-painel/midias/documentos/biblioteca/5_Saude%20e%20Seguranca%20do%20Trabalho%20no%20Brasil%20-%20MPT.pdf)>. Acesso 10 jun. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GODINHO, M. R.; OLIVEIRA, V. C.; PIFFER, V.; OLIVEIRA, R. Atualização dos limites de exposição ocupacional no Brasil: uma necessidade urgente. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 44, p. 1-12, 2019. DOI:10.34115/basrv3n5-013. Acesso 12 mai. 2025.

ROIO, L. C. D.; MIZUTANI, R. F.; PINTO, R. C.; TERRA-FILHO, M.; SANTOS, U. P. Work-related asthma. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 47, n. 4, p. 1-10, 2021. DOI: 10.36416/1806-3756/e20200577. Acesso 11 mai. 2025.

HIPPEL, F.A.V.H. **The Chemical Age: How Chemists Fought Famine and Disease, Killed Millions, and Changed Our Relationship with the Earth.** Chicago: University of Chicago Press, 2020.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION (OIT). **Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts:** a global review. Genebra: OIT, 2018. Disponível em <<https://www.ilo.org/publications/exposure-hazardous-chemicals-work-and-resulting-health-impacts-global>>. Acesso 11 mai.2018

KIRK-OTHMER. **Encyclopedia of Chemical Technology.** 5. ed. Hoboken: Wiley, 2004. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0471238961>>. Acesso 20 mai. 2025.

LACAZ, F. A. C. O campo Saúde do Trabalhador: resgatando conhecimentos e práticas sobre as relações trabalho-saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 4. Abr. 2017. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/csp/a/Dbjb9TcStGxFcbdZ3Fh3Mbg/>>. Acesso 14 mai. 2025.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006. Disponível em <<https://vequimica.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/10/os-botoes-de-napoleao-penny-le-couteur.pdf>>. Acesso 11 mai. 2025.

GUILLARTE, T. R. Manganês e doença de Parkinson: uma revisão crítica e novas descobertas. **Revista Ciência Saúde Coletiva**, v. 16, n. 11, p.4519-4566. DOI: 10.1590/S1413-81232011001200028. Acesso 14 jun. 2025.

MENDES, R. **Patologia do Trabalho:** o essencial, o novo e a prática. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2024.

OMLAND, Ø., WÜRTZ, E. T., AASEN, T. B., BLANC, P., BRISMAN, J. B., MILLER, M. R., PEDERSEN, O. F., SCHLÜNSSEN, V., SIGSGAARD, T., ULRIK, C. S., & VISKUM, S. Occupational chronic obstructive pulmonary disease: a systematic literature review. **Scandinavian journal of work, environment & health**, v. 40, n. 1, p. 19-35, 2014. DOI: 10.5271/sjweh.3400. Acesso: 18 mai. 2025.

NOGUEIRA, D. R. **As garotas do rádio: um legado de lutas por saúde ocupacional**. São Paulo: Elefante, 2020.

SANTANA, V. S.; ALMEIDA FILHO, N. **Relações trabalho-saúde:** padrões de desigualdade social. Salvador: EDUFBA, 2014.

SANTANA, V. S. et al. Exposição ocupacional e câncer: revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, p. 1-15, 2016. Disponível em <<https://www.medicina.ufmg.br/osat/wp-content/uploads/sites/72/2017/06/Livro-organização-do-trabalho-e-adoecimento-mpt21-06-2017.pdf>>. Acesso 01 jun. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Manganese and its compounds: environmental health criteria**. Genebra: WHO, 2010. Disponível em <<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/42184/924153012X.pdf>>. Acesso 05 jun. 2025.