

Análise crítica sobre os limites de tolerância de agentes químicos do anexo 11 da NR-15 - atividades e operações insalubres**Critical analysis about of limits of tolerance of chemical agents of annex 11 of nr-15 - unhealthy activities and operations**

DOI: 10.34115/basrv3n5-013

Recebimento dos originais: 17/09/2019

Aceitação para publicação: 11/10/2019

Jayson Pereira Godinho

Doutorando em Engenharia de Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), câmpus Curitiba. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UTFPR, câmpus Curitiba.

Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Estácio de Sá (UNESA), câmpus Curitiba. Engenheiro Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Campo Mourão (UTFPR-CM).

Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR), Laboratórios de Materiais e Estruturas (LAME), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC).

Endereço: Av. Coronel Francisco Heráclito dos Santos, nº 210, Jardim das Américas, Centro Politécnico da UFPR, Curitiba – PR, Brasil.

E-mail: jayson.godinho.eng@gmail.com

Vanessa Piffer

Mestranda do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Administração PPGMAD/Fundação Universidade Federal de Rondônia. Pós-graduada em Engenharia e Segurança do trabalho pela Faculdade Santo André. Pós-graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Faculdade Panamericana de Ji-Paraná. Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Rondônia. Engenheira de Segurança do Trabalho no Instituto Federal de Rondônia IFRO, Brasil.

Endereço: Av. Tiradentes, 3009 - Setor Industrial, Porto Velho - RO, 76821-001.

E-mail: eng.vanessapiffer@gmail.com

Valéria Costa de Oliveira

Engenheira Civil pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade CHRISTUS. Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Faculdade São Lucas. Mestre em estruturas e construção civil pela Universidade de Brasília (UNB). Doutoranda em Engenharia civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Docente EBTT do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) câmpus Porto Velho Calama.

Endereço: Av. Tiradentes, 3009 - Setor Industrial, Porto Velho - RO, 76821-001.

E-mail: valeria.oliveira@ifro.edu.br

Rafael Luiz Neves de Oliveira

Engenheiro de Produção Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) câmpus Curitiba. Especialista em Gerenciamento e Execução de Obras pelo Instituto de Educação Tecnológica De Luca Daher (IDD) câmpus Curitiba. Especialista em Sistemas Estruturais de Concreto pelo Instituto de Educação Tecnológica De Luca Daher (IDD)

câmpus Curitiba. Mestrando em Engenharia de Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) câmpus Curitiba.

Instituição: Tribunal de Justiça do Estado do Paraná.

Endereço: Rua Ivo Leão, 651 – Centro Cívico, Curitiba/PR.

E-mail: rafaell_neves@hotmail.com

Rosana Cláudia Smék Batista

Mestranda do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Administração PPGMAD/Fundação Universidade Federal de Rondônia. Pós-graduada em Marketing e Negócios pela Fundação Municipal Centro Universitário da Cidade de União da Vitória - UNIUV em convênio com o INBRAPE, graduada em Administração pela Fundação Faculdade Municipal de Administração e Ciências Econômicas de União da Vitória, graduada em Direito pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Atua como administradora na Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Endereço: Rua Alvani Martins Cunha, 117, Porto Velho - RO, 76804-632.

E-mail: rosana@unir.br

RESUMO

A implantação das normas regulamentadoras, relativas à segurança e medicina do trabalho, em 1978 no Brasil foi um marco histórico, porém desde então, a maioria das NRs não passaram por atualizações técnicas de seus conteúdos, se demonstrando atualmente defasadas em relação a outras normas internacionais que tratam do assunto. Diante do exposto, o presente artigo teve por objetivo realizar uma análise crítica dos principais pontos falhos da NR-15, em especial de seu anexo 11, realizando um comparativo deste com as principais normas internacionais que tratam sobre limites de exposição ocupacional e também com estudos da comunidade científica a respeito dos efeitos de diversos agentes químicos na saúde humana. A metodologia utilizada para o presente estudo foi a pesquisa bibliográfica nas bases de dados governamentais e da comunidade científica. Observou-se que existem muitas informações que necessitam ser acrescentadas ou atualizadas no texto da NR-15 como um todo, para que está melhor desempenhe a função para qual foram criadas as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores no ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Limites de exposição. Riscos químicos. Insalubridade.

ABSTRACT

The introduction of regulatory norms related to occupational safety and medicine in Brazil in 1978 was a historical milestone, but since then most of the NRs have not undergone technical updates of their contents and are currently out of line with other international standards that deal with the subject. In view of the above, this article aimed to perform a critical analysis of the main flaws of NR-15, especially its Annex 11, comparing it with the main international standards dealing with occupational exposure limits and also with studies of the scientific community regarding the effects of various chemical agents on human health. The methodology used for the present study was the bibliographic research in the governmental databases and the scientific community. It was noted that there is a great deal of information that needs to be added or updated in the text of NR-15 as a whole, so that it is better to play the role for which

the regulatory standards of the Ministry of Labor and Employment have been created, to ensure health and safety of workers in the work environment.

Key-words: Exposure limits. Chemical hazards. Unhealthiness.

1. INTRODUÇÃO

A boa gestão dos produtos químicos a qual os colaboradores estão expostos é essencial devido ao aumento crescente da produção e utilização das mais diversas substâncias químicas, e também pelo fato do surgimento de inúmeras doenças e acidentes relacionados a estes agentes no ambiente de trabalho, que tem ocorrido pela falta de informações sobre a toxicidade destas substâncias (Bittar et al., 2009).

Della Rosa et al. (2003) define a exposição ocupacional como sendo própria das atividades profissionais nas quais os trabalhadores estão em contato direto ou indireto com algum tipo de agente químico, físico ou biológico, podendo vir acarretar efeitos adversos à saúde, podendo ser estes efeitos locais, sistêmicos de curto, médio ou longo prazo.

A higiene ocupacional tem por objetivo a prevenção dos efeitos adversos à saúde causados por contaminantes químicos ou outros presentes no ambiente laboral, fazendo com que os níveis desta exposição sejam os mínimos possíveis (Pedroza et al., 2011).

São inúmeras as legislações que tratam da exposição de forma segura dos trabalhadores a agentes químicos, por meio de limites de exposição com base em resultados de pesquisas em trabalhos científicos em revistas e periódicos de alto fator de impacto.

2. HISTÓRICO DAS NORMAS DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

Um dos marcos históricos para a evolução das normas de saúde, segurança e meio ambiente voltadas para o trabalho foi a Conferência Nacional Governamental de Higienistas Industriais (NCGIH)⁴, convocada em 27 de junho de 1938, em Washington/DC, originalmente limitada a sua plena adesão para dois representantes de cada agência governamental de higiene industrial (Machado, 2013).

Em 1946, a NCGIH mudou seu nome para a Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais (ACGIH) com sede em Cincinnati nos EUA. A ACGIH tem a adesão de todos os representantes de higiene industrial dentro das agências governamentais, bem como aos profissionais de higiene industrial governamental de outros países. Na atualidade, a participação é aberta a todos os profissionais em saúde ocupacional, ambiental e segurança industrial (ROCHA; BASTOS, 2017).

Nos dias atuais a ACGIH possui 11 comitês e a variedade de tópicos a seguir: segurança e saúde agrícola, instrumentos de amostragem de ar, bio-aerossóis, limites de exposição biológica, computação, ventilação industrial, agentes infecciosos, empresas de pequeno porte, TLVs das substâncias química, limites de exposição ocupacional dos agentes químicos – TLVs e físicos (ROCHA; BASTOS, 2017).

A ACGIH é referência mundial nas pesquisas sobre os limites de exposição ocupacional, do inglês *The threshold limit value (TLV)*, para substâncias químicas, agentes físicos e índices de exposição biológicos (BEIs). Um dos trabalhos mais conhecidos, são os limites de exposição para as substâncias químicas (TLV- CS), estabelecidos pelo Comitê em 1941, que é uma comissão permanente (ROCHA; BASTOS, 2017).

Em 1943 a ACGIH aprovou a sua primeira lista com 148 limites de exposição, então citadas como concentrações máximas admissíveis. Em 1956 o termo “valores limite (TLVs)” passou a ser utilizado. A primeira documentação dos valores-limite foi publicada em 1962, e uma nova edição é publicada a cada ano. A lista de TLVs de hoje inclui mais de 600 substâncias químicas e agentes físicos, bem como mais de 30 índices de exposição biológicos (BEIs) para produtos químicos importantes na indústria.

Os limites de exposição foram criados para proteger a saúde dos trabalhadores expostos no ambiente de trabalho, prevenindo doenças ocupacionais e outros agravos à saúde, como irritação nos olhos, secação e efeitos narcóticos (Gunnar; Steinar, 2008).

No cenário brasileiro o que concerne a legislação ligada ao tema saúde e segurança no trabalho, o Congresso Nacional editou a Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, alterando todo o Capítulo V, do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), que trata da Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho, desta forma foram criadas as Normas Regulamentadoras (NRs) redigidas pela equipe técnica da FUNDACENTRO, estas foram aprovadas pela Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho e Emprego- MTE, em 08 de junho de 1978 (ROCHA; BASTOS, 2017).

A criação das NRs foi um grande avanço jurídico brasileiro na área da saúde e segurança no trabalho, pois toda a matéria jurídica está concentrada em uma única normatização legal, da mesma forma que é feito nos códigos ou na própria CLT, com uma estrutura que permite uma atualização dentro do seu próprio corpo (Soto et al., 2010).

Os TLVs utilizados como base para a NR 15 - Atividades e Operações Insalubres foram os disponibilizados no livro da ACGIH de 1976, e destes deveriam ser revisados a cada dois anos. Os valores fixados pela ACGIH tinham como parâmetro jornada de trabalho de 40 horas semanais, no entanto, de 1978 até a edição da Constituição de 1988, a jornada normal de

trabalho no Brasil era de 48 horas semanais. Diante do exposto, houve a necessidade da redução de limites, a fim de adequá-los à jornada de trabalho praticada no país. Utilizou-se para essa redução o critério de Brief e Scala (1975), que já era indicado pela ACGIH para uso em jornadas diferentes de 40 horas semanais (Soto et al., 2010; Brasil, 1978b).

Para Vasconcelos (1995), a adaptação dos TLVs para o Brasil enfocou apenas a diferença de jornada semanal de trabalho americana de 40 horas e a brasileira de 48 horas. Já Formigoni (2015) comenta que não existe um consenso entre as diferentes agências e associações no estabelecimento de valores para os limites de exposição ocupacional e potencial carcinogênico para uma mesma substância química.

O ajuste dos limites de exposição a agentes químicos estabelecidos pela ACGIH para jornadas de trabalho de 40 horas fez com que ocorresse uma redução de 22% destes, por exemplo, para o tolueno que possuía na época um TLV de 100 ppm na ACGIH, a NR-15 indicou uma concentração máxima de 78 ppm. Desta forma, muitas pessoas, principalmente da área empresarial não muito familiarizadas com “Limites de Exposição”, diziam que o Brasil queria ser mais rigoroso que os Estados Unidos, esquecendo-se de que a ACGIH utilizava para o cálculo dos seus limites a jornada semanal de 48 horas (ACGIH, 2017; Soto et al., 2010).

Apenas os limites que tinham por base a jornada diária, como os de ruído, e os limites de agentes químicos com efeito irritante sobre o organismo não sofreram nenhuma redução, pois independiam da jornada semanal (Soto et al., 2010).

De acordo com Soto et al. (2010) apesar da ACGIH contar com mais de 500 substâncias listadas na época, a equipe técnica da FUNDACENTRO decidiu citar no anexo 11 da NR 1510 apenas as substâncias que eram possíveis de serem mensuradas no Brasil, com os recursos e equipamentos disponíveis no país, tornando o anexo 11 da NR 15 desde o início de sua criação desatualizado.

Por meio da NR 15 os trabalhadores expostos aos agentes agressivos a saúde, obtiveram o direito de receber adicional de insalubridade, podendo este ser de grau máximo, médio ou mínimo, cada um deles originando um percentual, respectivamente, de 40, 20 ou 10% sobre o salário mínimo (Soto et al., 2010).

Desde a elaboração e publicação da NR 15 várias pesquisas científicas quanto aos danos dos diversos agentes químicos na saúde humana foram realizadas, e vários limites de tolerância nas principais normas internacionais e principalmente da ACGIH foram atualizados, no entanto mesmo depois de mais de 40 anos, o anexo 11 da NR 15 não sofreu alteração e/ou atualização, a não ser por dois agentes químicos: o benzeno, que em 1995 foi transferido para o Anexo 13, que trata dos agentes químicos mensuráveis de forma qualitativa, e o negro de fumo, transferido

do Anexo 13 para o Anexo 11, para o qual foi estabelecido um limite de tolerância (Rebelo et al., 2011).

Desta forma as atualizações das NRs não fizeram com que as mesmas evoluíssem cientificamente no que diz respeito à proteção da saúde humana e a prevenção de acidentes, pois não consideraram as atualizações dos principais estudos da comunidade científica e nem a incorporação na norma de novos agentes nocivos à saúde (LAZARO; HAJEL FILHO, 2014).

Deste modo o objetivo do presente trabalho é realizar uma análise crítica dos principais pontos falhos da NR-15, em especial de seu anexo 11, realizando um comparativo deste com as principais normas internacionais que tratam sobre limites de exposição ocupacional e também com estudos da comunidade científica a respeito dos efeitos de diversos agentes químicos na saúde humana.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

O procedimento metodológico utilizado para o desenvolvimento deste trabalho foi a revisão bibliográfica por meio de artigos científicos publicados em periódicos, trabalhos de conclusão de curso, base de dados acadêmicos e principalmente nos portais de leis e normas do governo federal.

Este levantamento possibilitou uma comparação entre as normas, nacionais e internacionais, vigentes e os principais estudos relacionados a saúde e segurança no trabalho, realizando-se assim um confronto das informações deste modo possibilitando fazer uma análise crítica de suas incongruências e também um apontamento de possíveis melhorias que poderiam ser aplicadas a NR 15 em especial a seu anexo 11.

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE CRÍTICA

Como mencionado anteriormente, a NR 15 foi elaborada para assegurar que os trabalhadores expostos a agentes químicos não sofressem danos à saúde devido exposição a estes. Desta forma foram criadas várias definições para valores limites de exposição derivados da denominação americana *The threshold limit value* (TLV).

As principais denominações relacionadas aos TLVs nas normas de exposição ocupacional brasileiras são: a) Valores limites de tolerância; b) Níveis aceitáveis de exposição; c) Níveis de exposição permitidos; d) Limites de exposição; e) Concentrações máximas aceitáveis.

Para Colacioppo (1989), a denominação a) citada anteriormente não deixa claro o que significa tolerância, já a b) pretende controlar somente a exposição e não o ambiente, c) é mais voltada à ação fiscalizatória de órgãos governamentais, a d) tem um objetivo misto de controlar a exposição e também adequar o ambiente, e por final a e) destaca uma proposta diferente dos demais, pois refere-se ao máximo valor de exposição em qualquer momento do dia de trabalho, não adotando, como nos outros casos, o uso de médias, sendo desta forma, geralmente, mais conservador.

Uma forma de contornar a defasagem da atualização dos limites de exposição do anexo 11 da NR 15 é o que é citada no item 9.3.5.1 da NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais-PPRA aprovada pela Portaria MTE nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Este item faz menção de que na ausência de limites de tolerância previstos na legislação brasileira para algum agente químico presente no local de trabalho, deve se observar os valores de limites da ACGIH (Brasil, 1978a).

Quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites previstos na NR-15 ou, na ausência destes os valores limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos (Alínea C, Item 9.3.5.1 da NR 9).

Porém, a NR 15 permite a adoção dos parâmetros da ACGIH quando da ausência dos limites do anexo 11, assim demonstra falha ao não realizar a citação no respectivo texto.

Para as substâncias químicas que são mencionadas no anexo 11 da NR 15 e que estão com os limites desatualizados e muito superiores aos da ACGIH atualmente, nada muda e não se pode aplicar os valores da ACGIH, pois mesmo que desatualizados, existem limites na legislação brasileira.

Soto et al. (2010) realizaram um estudo para verificar a defasagem dos limites do anexo 11 da NR 15, em relação aos limites adotados já em 2010 pela ACGIH, e os autores puderam verificar que vários limites de agentes químicos utilizados no Brasil estavam em mais de 100 vezes acima dos limites estabelecidos pela organização americana.

Ainda segundo Soto et al. (2010), 52,3% dos limites de tolerância (LTs) da NR 15 estavam acima dos TLVs da ACGIH de 2010, sendo que destes, 2% estava 100 vezes acima, 11% entre 30 e 99 vezes, 3% entre 10 a 30 vezes, 8% entre 3 a 10 vezes e 28% entre 1 a 3 vezes acima dos limites internacionalmente (TLVs) aceitos para a proteção da saúde dos trabalhadores.

Rocha et al. (2011) também realizou um estudo sobre os limites de exposição a agentes químicos no Brasil (BR), comparando com as normas dos Estados Unidos da América (EUA), Inglaterra (UK) e Suécia (SE) para as substâncias químicas: 1,3 Butadieno, Cloreto de vinila e Óxido de etileno (Figura 1).

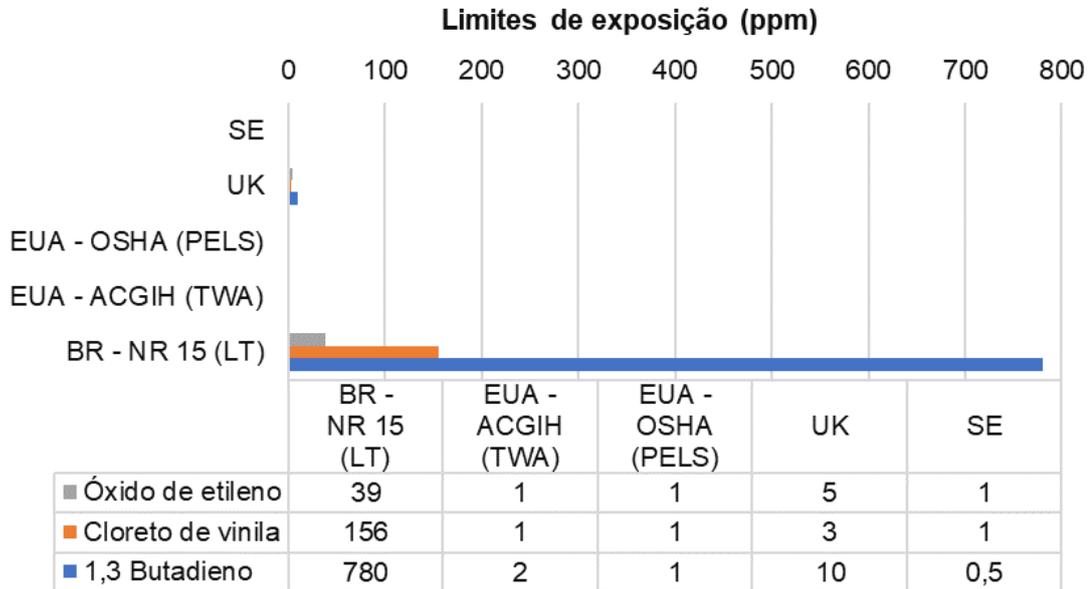


Figura 1: Comparação dos limites de exposição em diferentes países.

Fonte: Adaptado de Rocha et al. (2011)

De acordo com Rocha et al. (2011) e como pode ser constatado na Figura 1, substâncias de reconhecido efeito cancerígeno para seres humanos como, por exemplo, o Cloreto de vinila e o 1,3 Butadieno apresentam limites de tolerância no Brasil, respectivamente, 150 vezes e 780 vezes superiores aos valores recomendados pelas agências internacionais credenciadas.

Pedroza et al. (2011) também realizaram uma comparação dos limites de exposição para substância químicas do anexo 11 da NR-15 e os com limites da ACGIH (Tabela 1).

Tabela 1: Limites de exposição da NR15 e ACGIH.

Substâncias	TLV-TWA (ACGIH, 2010) (ppm)	LT (NR-15, 1978) (ppm)
Acrilonitrila	2	16
Metil cellosolve	0,1	20
Óxido de etileno	1	39
Cloreto de etila	100	780
Cloreto de vinila	1	156
Brometo de etila	5	156
2-etoxietanol	5	78
1,3-butadieno	2	780

FONTE: Pedroza et al. (2011).

De acordo com Pedroza et al. (2011) há bastante divergência entre os limites das duas normas, pois enquanto a ACGIH trazia em sua listagem oficial de 2010 aproximadamente 700 substâncias, a NR 15 apresenta apenas 202 agentes químicos. Outro ponto, além da quantidade de substâncias listadas, são os valores dos limites em si, que são muito superiores na norma brasileira.

Formigoni (2015) ressalta que a defasagem entre os valores adotados em 1978 para valores limites de exposição e aqueles atualizados anualmente pela ACGIH é grande para alguns casos, a somar-se ainda a falta da abordagem mais recente a agentes químicos não listados na NR 15 – anexo 11.

No caso do cromo, por exemplo, o anexo 11 da NR-15 prevê somente o ácido crômico (cromo VI) com LT de 0,04 mg/m³ (Silva et al. 2008), contudo, os autores citam que o cromo III são compostos irritantes e corrosivos e quando atingem o sistema respiratório humano podem causar ulcerações e até perfuração do septo nasal e a intoxicação torna-se grave quando há adsorção pelo trato intestinal.

Barros e Moraes (2017) realizaram uma comparação para os limites máximos toleráveis aplicados na NR 15 e na ACGIH (Tabela 2) e verificaram elementos não previstos na norma brasileira.

Tabela 2: Limites máximos toleráveis.

Substâncias	NR-15 (mg/m ³)	ACGIH, Técnica NIOSH, Método 7303 (mg/m ³)
Chumbo	0,10	0,004405
Óxido de magnésio	-	8,81
Mangânes total	1	0,01762
Óxido de zinco	-	1,762
Cádmio	-	0,00881
Cromo	-	0,4405; 0,04405; 0,00881*
Dióxido de carbono	7020	7926,3
Monóxido de carbono	43	25,23
Dióxido de nitrogênio	7	0,3316
Ozônio	0,16	0,08651; 0,1384; 0,1730**

*Cr metal e compostos Cr III, compostos de Cr VI solúveis em água e insolúveis, respectivamente; **trabalho pesado, moderado e leve, respectivamente.

FONTE: Adaptado de Barros e Morais (2017).

Os fumos metálicos de cromo podem ser gerados na forma de trivalente (Cromo III) e hexavalente (Cromo VI), sendo este último bastante tóxico e é classificado como carcinogênico humano confirmado pela ACGIH. Os mesmos autores citam que tanto o cádmio quanto o manganês são classificados como aerodispersóides sistêmicos, agentes químicos que têm a capacidade de atacar órgãos internos, enquanto que o chumbo é classificado como aerodispersóide mutagênico/teratogênicos, caracterizando por causar alterações celulares e genéticas (Barros, Morais, 2017).

Gioda e Aquino Neto (2003) estudaram sobre poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil e compararam Limites sugeridos por órgãos nacionais e internacionais para qualidade do ar em ambientes industriais e não industriais e as concentrações médias obtidas a partir do levantamento bibliográfico da situação no Brasil (Tabela 3) e observaram que em muitos casos, principalmente para compostos orgânicos voláteis totais (COVsT), foram ultrapassados os limites sugeridos nacionais (500 µg/m³) e internacionais (300 µg/m³), além do formaldeído, tolueno e xilenos que ultrapassaram os limites recomendados.

Tabela 3: Limites sugeridos por órgãos nacionais e internacionais para qualidade do ar em ambientes industriais e não industriais e as concentrações médias obtidas a partir do levantamento bibliográfico da situação no Brasil.

Poluente	NR-15	Conama	Resolução Nº176	Aquino Neto	NIOSH	OSHA	Faixa de concentrações encontradas (µg/m ³)	
							Interno	Externo
Acetaldeído	140	-	-	-	180	360	0,6-44,1	0-33,8
COVsT	NS	-	-	500	-	-	48,3- 15192,1	17,3- 216,3
Formaldeído	2,3	-	-	100	0,02	0,93	2,2-105,7	2,9-14,5
Nicotina	-	-	-	-	3,37	3,37	0,3-1,7	0-0,06
Tolueno	290	-	-	250	375	766	208,0- 2921,4	37,6-79,3
Xilenos	340	-	-	250	435	435	18,7- 496,3	5,2-14,3

FONTES: Adaptada de Gioda e Aquino Neto (2003).

Observou-se até o momento que a NR 15 é falha, pois os valores de limites de exposição apresentados em seu Anexo 11, estão muito acima dos valores que os estudos da comunidade científica atuais determinam como ideais para a manutenção da qualidade de vida do trabalhador. Desta forma a própria legislação se condena ao estabelecer valores fixos de limites de exposição que põem em risco a vida e a saúde dos trabalhadores.

Buschinelli (2016) também realizou uma comparação das principais normas nacionais e internacionais quantos aos limites de exposição ocupacional (Tabela 4). O autor listou quatro entidades internacionais, dentre elas:

- *Association Advancing Occupational and Environmental Health (ACGIH)* dos EUA que define o *the threshold limit value (TLV)*;
- *Occupational Safety Health Administration (OSHA)* dos EUA que define o *permissible exposure limit (PEL)*;
- *European Agency for Safety and Health at Work (EASHW)*, através do *Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)* que define o *occupational exposure limits value (OELV)*;
- *Health and Safety Executive (HSE)* do Reino Unido (UK) que define o *workplace exposure limits (WEL)*.

Tabela 4: Comparativo das principais normas internacionais quantos aos limites de exposição ocupacional.

Substância - CAS	LT- MTE (Brasil)	TLV- ACGIH (EUA)	PEL-OSHA (EUA)	OELV (EU)	WEL (UK)
Benzeno -CAS-71-43-2	1 ppm	0,5 ppm	1ppm	1ppm	1ppm
Tolueno- CAS-108-88-3	78 ppm	20 ppm	100 ppm	50 ppm	50 ppm
Chumbo inorgânico - CAS 7439-92-1	0,1 mg/m ³	0,05 mg/m ³	0,05 mg/m ³	0,15 mg/m ³	0,10 mg/m ³
Cloroformio - CAS-67- 66-3	20 ppm	10 ppm	50 ppm	2 ppm	2 ppm
n-hexano - CAS 110-54- 3	-	50 ppm	500 ppm	20 ppm	20 ppm

FONTE: Adaptado de Buschinelli, 2016.

Estes dados da Tabela 4 evidenciam que os estudos da comunidade científica ao longo dos anos estão sempre evoluindo e demonstrando que as mínimas concentrações dos diversos tipos de substâncias químicas causam algum dano a saúde das pessoas expostas a estas substâncias. Desta forma a exposição as concentrações dos agentes químicos devem ser sempre mantidas, o mais baixo que as novas tecnologias de controle da poluição do ambiente permitirem (Schenk et al., 2008).

Os estudos a respeito dos efeitos nocivos dos agentes químicos ao corpo humano também demonstram que mesmo abaixo dos limites de tolerância impostos, até mesmo pelas normas internacionais, existem trabalhadores que podem sofrer agravos a saúde, por serem mais sensíveis a determinadas substâncias (Vasconcelos, 1995).

O benzeno é uma substância usada como solvente (de iodo, enxofre, graxas, ceras, etc.) e matéria-prima básica na produção de muitos compostos orgânicos importantes como fenol, anilina, trinitrotolueno, plásticos, gasolina, borracha sintética e tintas. Em concentrações altas, o benzeno é extremamente irritante para as mucosas, e se aspirado pode provocar edema pulmonar e hemorragia. A ingestão de alimentos ou água com níveis altos de benzeno pode causar vômitos, irritação gástrica, tonteira, convulsões, taquicardia, coma e morte (Rigotti, 2016).

Contudo, a NR 20, que trata sobre a segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis, não inclui dentre suas medidas protetivas, a exigência de utilização de equipamentos de proteção individual pelos trabalhadores de postos de combustíveis, e como já

foi afirmado, a gasolina contém benzeno, ele é extremamente volátil e não há um limite seguro de exposição a ele (Brasil, 2017; Rigotti, 2016).

As características fisiológicas individuais de cada trabalhador, tais como a fragilidade maior ou menor a alguma substância química, efeitos combinados de agentes químicos presentes no ambiente de trabalho e de outros agentes físicos como ruído, calor, umidade, devem ser levados em consideração, pois podem exercer efeitos nocivos maiores sobre a saúde do trabalhador do que a simples exposição a um tipo de agente químico não combinado com outros fatores (Breviigliero, Possebon, Spinelli, 2016).

Outro ponto a ser considerado é o tipo de trabalho exercido pelos colaboradores, pois irá influenciar na vazão respiratória, ou seja, se um trabalhador realiza as suas atividades de forma leve, sem esforços físicos, sua vazão respiratória será menor e a quantidade de produtos inalados juntamente com o ar será baixa, mas se o trabalhador realiza atividades pesadas, lhe exigindo alto grau de esforço físico, a sua vazão respiratória será alta e a quantidade de produtos inalados juntamente com o ar conseqüentemente será maior do que quando se realiza atividades leves. Desta forma concluiu-se que para atividades pesadas realizadas em exposição a agentes químicos, uma das medidas de prevenção a serem tomadas é a instalação de sistemas de ventilação eficientes (Waldhelm Neto, 2017).

Os limites de exposição não são uma garantia absoluta para a manutenção da qualidade de vida dos trabalhadores, como expõe a ACGIH em seu manual intitulado os Threshold Limits Values – TLVs, que é publicado anualmente com diversas atualizações dos limites, ao utilizar os termos “acredita-se” e “maioria” em sua introdução, como pode ser observado a seguir:

Os limites de exposição (TLVs) referem-se às concentrações das substâncias químicas dispersas no ar, e representam condições às quais, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, durante toda uma vida útil de trabalho, sem efeitos adversos à saúde (ACGIH, 2017).

Isso demonstra que com o avanço dos estudos na área, tem se chegado ao consenso de que as reduções dos limites de exposição são necessárias para assegurar a saúde e o bem-estar do trabalhador no ambiente laboral.

No entanto, a legislação brasileira, em especial a NR 15 do MTE, apresenta os limites de tolerância em seu texto como sendo seguros, ou seja, que não causará danos à saúde dos trabalhadores, em geral, expostos durante a sua vida laboral, como observa-se na citação a seguir:

Entende-se por Limite de Tolerância, para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição

ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral (NR-15).

Esse posicionamento se contrapõe a outras normas e estudos relacionados a matéria como citado anteriormente neste estudo.

Além das diversas pesquisas da comunidade científica que contribuem para a atualização dos limites de exposição, existem também motivos políticos, econômicos, sociais e tecnológicos que definem o quão rápido, detalhado e preciso serão essas atualizações no âmbito de determinados países. Porém mesmo estando estabelecidos em normas e sendo sancionado por portarias e leis, os limites de exposição não devem ser vistos como valores rígidos e exatos que separam quais concentrações são seguras e quais são perigosas e que causam efeitos deletérios a saúde ao longo de toda uma vida de trabalho (Rocha et al. 2011).

Para equilibrar o peso dos fatores políticos, econômicos e sociais na tomada de decisão sobre as normas brasileiras de segurança do trabalho e suas atualizações, foi estabelecida a Comissão Tripartite Partidária Permanente - CTPP pelo Ministério do Trabalho por meio da Portaria no 393, de 09 de abril de 1996. De acordo com esta portaria as decisões deveriam ser tomadas por representantes do governo, dos trabalhadores e empregadores, buscando assim, o consenso para discussão e elaboração dessas regulamentações (Rocha et al. 2011).

A regulamentação da CTPP foi realizada através da Portaria SSST nº 2, de 10 de abril de 1996, e estabeleceu a representatividade da comissão com cinco representantes do Ministério do Trabalho, cinco representantes dos empregadores e cinco representantes dos trabalhadores. Além desses representantes, participam das reuniões da CTPP representantes dos Ministérios da Saúde e da Previdência e Assistência Social como órgãos corresponsáveis pela implementação das ações sociais do governo (Rocha et al. 2011).

Mesmo com a CTPP tendo representatividade dos trabalhadores, que são os mais afetados pelos agentes químicos no ambiente laboral, e havendo várias discussões e estudos no Brasil sobre os efeitos deletérios a saúde causada por estas substâncias, ainda assim as atualizações das normas de segurança do trabalho referente a matéria caminham a passos lentos quando comparando aos países desenvolvidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na discussão realizada, podemos concluir que:

a) Apesar do Brasil contar com um conjunto de normas bem extenso, que visam a manutenção da saúde e segurança do trabalhador, muitas destas normas estão desatualizadas;

b) É necessário a revisão dos limites de exposição dos anexos 11 da NR 15, tornando-os mais rigorosos e assim garantindo um ambiente de trabalho mais saudável;

c) Sugerimos uma formalização de parceria mais estreitas com agências internacionais de regulamentação dos limites de exposição ocupacionais;

d) É necessário mais investimentos em estudos no Brasil a respeito dos principais efeitos deletérios que os agentes químicos utilizados com mais frequência na indústria nacional causam à saúde humana, em especial os efeitos combinados de vários agentes sejam químicos, físicos e/ou biológico em um mesmo ambiente;

e) Faz-se necessário o aumento do contingente de agentes que atuam na fiscalização acerca do cumprimento das normas regulamentadoras.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos a Universidade Federal do Paraná (UFPR) câmpus Curitiba, Centro Politécnico; ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO); a Universidade Federal de Rondônia (UNIR); ao Programa de Mestrado em Administração (PPGMAD) e ao Grupo de Pesquisa em Gestão de Inovação e Tecnologia (GEITEC).

REFERÊNCIAS

ACGIH - ASSOCIATION ADVANCING OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH. **Threshold Limit Values (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs)**. ISBN: 978-1-607260-09-7, Cincinnati /Ohio: USA, 288 p, 2017.

BARROS, J.P.A.A; MORAIS, M.V. G. **Identificação dos riscos químicos no processo de soldagem e suas medidas de proteção** Nucleus, v.14, n.2, out. 2017.

BITTAR, C. J. B.; ITANI, A.; UMBUZEIRO, G. **Riscos, limites de tolerância e a saúde do trabalhador**. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, v.4, n.3, Artigo 1, set./dez, 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. **Norma Regulamentadora N° 15 - Atividades e operações insalubres**. DOU (Diário Oficial da União), 1978b.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. **Norma Regulamentadora N° 09 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais**. DOU (Diário Oficial da União), 1978a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. **Norma Regulamentadora N° 20 - Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis**. Portaria MTb n.º 872, de 06 de julho de 2017.

BREVIIGLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional – Agentes Biológicos, Químicos e Físicos**. ISBN: 9788539612222, 9ª ed., 456 p, Editora SENAC, São Paulo/SP, 2016.

BRIEF, R.S.; SCALA, R.A. **Occupational exposure limits for novel work schedules**. American Industrial Hygiene Association Journal, v. 36, n. 6, p. 467–469, 1975.

BUSCHINELLI, J. T. P. **Monitoramento de Exposição a Substâncias Químicas**. In 8º WSST Ipatinga/Minas Gerais, (2016) -. Disponível em <http://www.hideasystems.com.br/apamt/aulas/16_5.pdf>. Acesso em 09 de setembro de 2018.

COLACIOPPO, S. **Limites de exposição**. In: Tópicos de Saúde do Trabalhador (F. M. Fisher; J. R. Gomes & S. Colacioppo, org.), pp. 99-132, São Paulo: Hucitec, 1989.

DELLA ROSA, H. V.; SIQUEIRA, M. E. B.; COLACIOPPO, S. **Monitorização Ambiental e Biológica**. In. OGA, S. Fundamentos de Toxicologia. 2º ed., São Paulo: Atheneu, p. 148-161, 2003.

Brazilian Applied Science Review

FORMIGONI, L.P.A. **Avaliação da defasagem da norma regulamentadora 15 em relação aos principais agentes químicos atuantes na indústria de petróleo e gás.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Campo – SMS, PROMINP da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. Espírito Santo. 2015.

GIODA, A.; AQUINO NETO, F.R. **Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil.** Quim. Nova, Vol. 26, No. 3, 359-365, 2003.

GUNNAR, D. N.; STEINAR, O. **Background, approaches and recent trends for setting health-based occupational exposure limits: A minireview.** Regulatory Toxicology and Pharmacology, Volume 51, Issue 3, p 253-269, Agosto, 2008.

LAZARO, M. A.; HAJEL FILHO, R. A. B. **A Proposta de Revisão da Norma Regulamentadora nº 15 e as Implicações na Legislação Trabalhista e Saúde do Trabalhador.** Revista Jurídica, Rio Claro SP, p. 98 - 112, 10 dez. 2014.

MACHADO, C. **A ACGIH e Limites de Exposição Ocupacionais TLVs.** Material de Treinamento técnico, 2013. Disponível em <<http://breathe.com.br/a-acgih-e-limites-de-exposicao-ocupacionais-tlvs/>>. Acessado em 02 de setembro de 2018.

PEDROZA, A. C.; RODRIGUES, A. S.; SOUSA, C. F. DE.; PINHEIRO, F. **Limites de Exposição Ocupacional: estudo comparativo entre valores aplicados no Brasil e EUA.** RevInter -Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 4, n. 3, p. 20-29, outubro. 2011.

REBELO, P. A. P.; NASCIMENTO, E. S.; DELLA ROSA, H. V. **Mudanças na legislação federal relacionada à exposição ocupacional aos agentes químicos.** Boletim Técnico da Petrobras (Impresso), v. 54, p. 129-152, 2011.

RIGOTTI, C.R. **O meio ambiente do trabalho e os riscos da exposição ao benzeno na indústria e no comércio de petróleo e derivados.** Monografia Especialização. Pós-graduação em Direito Ambiental do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Paraná.2016.

ROCHA, J. R.; QUELHAS, O. L. G.; GOMES, R. S. **Análise crítica da legislação brasileira de segurança e saúde ocupacional. O caso da exposição a agentes químicos.** In VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, ISSN 1984-9354, Rio de Janeiro/RJ, 2011.

ROCHA, R.; BASTOS, M. **Higiene Ocupacional ao alcance de todos.** Editora RTX ambiental, ISBN: 9788551800133, volume único, 251 p., 2017.

SCHENK, L.; HANSSON, S. O.; RUDÉN, C.; GILEK, M. **Occupational exposure limits: A comparative study.** Regulatory Toxicology and Pharmacology, v. 50, n. 2, p. 261–270, 2008.

SILVA, E.; FRANÇA, L.P; NASCIMENTO, M.M.G.S.; ZOPELARO, R.M.; CHAVES NETO, O; SOARES, R.A.R; GENESTRA, M. **Propostas à prevenção de riscos ambientais relacionados ao tratamento de superfície com cromatos.** Cadernos UniFOA. Volta Redonda. Rio de Janeiro. 2008.

SOTO, J. M. O. G.; SAAD, I. F. S. D.; GIAMPAOLI, E.; FANTAZZINI, M. L. **Norma Regulamentadora (NR)-15, da Portaria n. 3.214, de 8. 6. 1978, do Ministério do Trabalho e Emprego): Um pouco de sua história e considerações do grupo que a elaborou.** Revista ABHO de higiene ocupacional, ano 9, n° 21, São Paulo/SP, 2010.

VASCONCELOS, F. D. **Uma visão crítica do uso de padrões de exposição na vigilância da saúde no trabalho.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, volume 11, n° 4, p 588-599, out/dez, 1995.

WALDHELM NETO, N. **O Limite de Tolerância é confiável? – Insalubridade é bom?**. (2017). Disponível em <<http://segurancadotrabalhonwn.com/o-limite-de-tolerancia-e-confiavel-insalubridade-e-bom/>>. Acesso em 09 de setembro de 2018.