

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ESCOLA DE QUÍMICA

**Paulo Ricardo Rastoldo Barbosa**



ANÁLISE CRÍTICA DAS MUDANÇAS DAS NORMAS  
REGULAMENTADORAS: ESTUDO SOBRE A DESATUALIZAÇÃO  
DA NORMA REGULAMENTADORA 15.

RIO DE JANEIRO

2023

Paulo Ricardo Rastoldo Barbosa

Análise crítica das mudanças das Normas Regulamentadoras: Estudo sobre a  
desatualização da Norma Regulamentadora 15.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Orientador: Kese Pontes Freitas Alberton, DSc.

Rio de Janeiro

2023

R238a Rastoldo Barbosa, Paulo Ricardo  
ANÁLISE CRÍTICA DAS MUDANÇAS DAS NORMAS  
REGULAMENTADORAS: ESTUDO SOBRE A DESATUALIZAÇÃO DA  
NORMA REGULAMENTADORA 15 / Paulo Ricardo Rastoldo  
Barbosa. -- Rio de Janeiro, 2023.  
53 f.

Orientadora: Kese Pontes Freitas Alberton.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de  
Química, Bacharel em Engenharia Química, 2023.

1. Controle e instrumentação de proc. e  
equipamentos industriais.. 2. Elaboração de normas e  
procedimentos.. 3. Higiene e segurança.. I. Freitas  
Alberton, Kese Pontes, orient. II. Título.

## CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Paulo Ricardo Rastoldo Barbosa

Análise crítica das mudanças das Normas Regulamentadoras: Estudo sobre a  
desatualização da Norma Regulamentadora 15.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Química da Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do grau de Engenheiro  
Químico.

Aprovado em 20 de agosto de 2022.

---

Nome (**COMPLETO**) do Orientador 1, titulação, instituição

---

Nome (**COMPLETO**) do Avaliador 1, titulação, instituição

---

Nome (**COMPLETO**) do Avaliador 2, titulação, instituição

Rio de Janeiro  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais que me apoiaram e motivaram por todo percurso deste trabalho, incentivando meu esforço e possibilitando que este trabalho fosse completado. Agradeço a minha irmã que me ajudou a encontrar as palavras certas para melhor explicar minhas ideias. A minha orientadora que sempre soube quais argumentos colocar para a coerência deste trabalho. Por fim, agradeço ao meu avô que nos seus momentos finais me ajudou a enxergar o melhor na humanidade.

## RESUMO

BARBOSA, Paulo Ricardo Rastoldo. **Análise crítica das mudanças das Normas Regulamentadoras: Estudo sobre a desatualização da Norma Regulamentadora 15**. Rio de Janeiro, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

No Brasil, a área de segurança e saúde ocupacional é regida pelo conjunto de normas regulamentadoras (NR's), que determinam as ações que empresas e trabalhadores devem realizar para manter um ambiente saudável de trabalho. Com este objetivo, a norma regulamentadora 15 serve como um guia para atividades insalubres, definindo seus agentes e parâmetros limites. Contudo, a revisão da literatura aponta que esta norma se encontra desatualizada, quando comparada com os estudos contemporâneos, como os feitos regularmente pela Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais (ACGIH). Neste sentido, este trabalho tem por objetivo apresentar uma análise crítica da harmonização das NR's, a fim de identificar precariedades da legislação trabalhista de acordo com os perigos químicos presentes nas indústrias, além de propor mudanças e adições na norma regulamentadora para que essa se encaixe melhor na segurança ocupacional atual. Para elaborar esta análise, foram estudados os conceitos de saúde e segurança ocupacional, insalubridade, normas reguladoras, principais aspectos da NR-15 e a estruturação da ACGIH, utilizados como base para comparação de índices, análise de conteúdo e possíveis resoluções. Além de uma análise de insalubridade por agentes físicos, como ruídos e radiação. Como resultado, os comparativos demonstram a desatualização dos valores presentes na norma regulamentadora ao longo dos anos e o desfalque dos agentes químicos cadastrados em relação a guias científicos internacionais. Vale ressaltar a diferença de valores limites dos índices, na qual a NR-15 sofreu somente 19 alterações em 45 anos, enquanto os valores da ACGIH são atualizados anualmente. Além disso, a ACGIH possui 740 agentes químicos categorizados e atualizados, enquanto a NR-15 contém apenas 147 agentes químicos com seus limites de tolerância definidos. Como conclusão, nota-se uma desatualização sistemática da NR-15, o que dificulta e muitas das vezes impede a caracterização adequada da insalubridade, levando a uma gestão de risco em ambiente de trabalho inconsistente e acarretando prejuízos financeiros e danos à saúde do trabalhador.

Palavras-chave: Norma Regulamentadora; insalubridade; ACGIH

## ABSTRACT

BARBOSA, Paulo Ricardo Rastoldo. **Análise crítica das mudanças das Normas Regulamentadoras: Estudo sobre a desatualização da Norma Regulamentadora 15.** Rio de Janeiro, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

In Brazil, the area of occupational health and safety is governed by a set of regulatory standards (NR's), which determine the actions that companies and workers must take to maintain a healthy work environment. With this objective, regulatory standard 15 serves as a guide for unhealthy activities, defining their agents and limit parameters. However, the literature review indicates that this standard is outdated when compared to contemporary studies, such as those carried out regularly by the American Government Conference of Industrial Hygienists (ACGIH). In this sense, this work aims to present a critical analysis of the harmonization of NR's, in order to identify precariousness in labor legislation in accordance with the chemical hazards present in industries, in addition to proposing changes and additions to the regulatory standard so that it fits better in current occupational safety. To prepare this analysis, the concepts of occupational health and safety, unhealthy conditions, regulatory standards, main aspects of NR-15 and the structuring of ACGIH were studied, used as a basis for comparing indices, content analysis and possible resolutions. In addition to an analysis of unhealthy conditions due to physical agents, such as noise and radiation. As a result, the comparisons demonstrate the outdated values present in the regulatory standard over the years and the lack of registered chemical agents in relation to scientific guide. It is worth highlighting the difference in the limit values of the indices, in which the NR-15 has undergone only 19 changes in 45 years, while the ACGIH values are updated annually. Furthermore, the ACGIH has 740 chemical agents categorized and updated, while the NR-15 contains only 147 chemical agents with defined tolerance limits. In conclusion, there is a systematic outdatedness of the NR-15, which makes it difficult and often prevents the adequate characterization of unhealthy conditions, leading to risk management in an inconsistent work environment and causing financial losses and damage to the worker's health.

Keywords: Regulatory Norms; unhealthy; ACGIH.

## LISTA DE TABELAS

Figura 1: Linha do Tempo com fatos históricos da área de SSO no Brasil.

Tabela 1: Normas Regulamentadoras em vigor no Brasil.

Tabela 2: Relação entre o grau de insalubridade e compensação salarial de trabalhadores.

Tabela 3: Anexos da NR-15 em vigor

Tabela 4 - Alterações no texto da NR-15

Figura 2: Linha do tempo das alterações no texto da NR-15.

Tabela 5 – Valores de limite de tolerância da NR-15 e da ACGIH.

Gráfico 1: Número de agentes químicos presentes na ACGIH e NR-15

Gráfico 2 – Gráfico de comparação dos limites de tolerância entre NR-15 e ACGIH em escala até 200 ppm.

Gráfico 3 – Gráfico de comparação dos limites de tolerância entre NR-15 e ACGIH em escala logarítmica

Gráfico 4 – Gráfico de comparação dos limites de tolerância entre NR-15 e ACGIH em  $\text{mg}/\text{m}^3$

Tabela 6 – Limite de exposição aos ruídos contínuos pela NR-15 e ACGIH

Gráfico 5 – Limites de exposição dos ruídos contínuos do Anexo 2 da NR-15 e da ACGIH

Tabela 7: Comparação dos limites de exposição ocupacional entre a CNEN-NN-3.01 e ACGIH

Tabela 8: Limites de exposição para radiação microondas pela ACGIH

Tabela 9: Limites de exposição por radiação ultravioleta na pele pela ACGIH

Tabela 10: Limites de exposição na pele por radiação laser pela ACGIH



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NR	Normas Regulamentadoras
NR-15	Norma Regulamentadora 15
ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
OSHA	Occupational Health and Safety Administration
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
OIT	Organização Internacional do Trabalho
CTPP	Comissão Tripartite Paritária Permanente
TLV	<i>Thersold Limit Value</i>
BEI	<i>Biological Exposure Indices</i>
TWA	<i>Time Weight Average</i>
ppm	Partes de vapor por milhão de partes de ar contaminado, em volume
mg/m <sup>3</sup>	Miligrama de substância por metro cúbico
MHz	Mega hertz
GHz	Giga hertz
dB	Decibéis
mSv	MiliSievert
W/m <sup>2</sup>	Watts por metro quadrado
s	Segundos
nm	Nanometros
J/m <sup>2</sup>	Joule por metro quadrado
TRI	Trato Respiratório Inferior
TRS	Trato Respiratório Superior

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
2.1 SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL .....	13
2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS .....	15
2.3 INSALUBRIDADE.....	17
2.4 NORMA REGULAMENTADORA 15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES .....	19
2.5 AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH).....	23
2.6 LIMITE DE TOLERÂNCIA DE AGENTES QUÍMICOS E ÍNDICES DE EXPOSIÇÃO DE AGENTES BIOLÓGICOS .....	24
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade a necessidade de sobrevivência impulsionou o ser humano a se agrupar em grupos de trabalhos, gerando especializações e nichos produtivos. Ao longo dos anos, a aplicação profissional de muitos trabalhadores levaram a exposição a situações e fatores que podiam colocar em risco sua saúde e integridade física. No Brasil, por meio do Ministério do Trabalho criou-se as Normas Regulamentadoras (NR's), que tem como objetivo determinar procedimentos e cuidados que precisam ser aplicados pelas empresas com intuito de salvaguardar a vida humana, Camisassa (2020) discute a importância das normas regulamentadoras e a parte técnica envolvida em cada norma.

Tipicamente o perigo tóxico é uma característica inerente de processos produtivos, visto que as plantas processam, armazenam e manuseiam componentes químicos que podem causar danos à saúde humana e ambiental, reversíveis ou não reversíveis, em maior ou menor grau, de acordo com o nível de exposição. Ao longo dos anos a necessidade de garantir a segurança dos trabalhadores deu partida no processo de atribuir valores limites aceitáveis para exposição, a curto, médio e longo prazo.

Dentre os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos, surge a insalubridade, que consiste em ambientes de trabalho nocivos ao trabalhador com potencial de provocar danos a sua saúde. De acordo com o artigo 189 da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), pela redação de 1977, as atividades insalubres são aquelas que expõem os empregados a agentes nocivos à saúde acima dos limites de tolerância fixados. Estes limites de tolerância são considerados os limites seguros para exposição contínua de trabalhadores em jornadas de trabalho, as quais são padronizadas em termos de número de horas/semanais. Assim, o trabalhador fica ciente e assegurado de danos reversíveis ou não reversíveis, que possam ser causados pela exposição a agentes nocivos inerentes a sua atividade laboral.

Em 1977, ao serem estabelecidos os parâmetros iniciais de insalubridade, foi utilizada como referência a Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH*). A ACGIH é uma organização científica de filantrópica que promove avanços na saúde ocupacional e ambiental, através da publicação anual de limites de tolerância e limites de exposição biológica, com informações científicas e suas referências. Propondo

atualizações regulares aos limites de tolerância, além de adicionar novos agentes químicos que podem vir a causar danos à saúde.

No entanto, alguns críticos, Fleck (2017), Godinho (2019), Formigoni (2015) e Baptista (2018), alertam para o fato de que a Norma Regulamentadora 15 (NR-15), que trata dos parâmetros e limites de tolerância na caracterização da insalubridade, encontra-se desatualizada, quando comparada a legislações e estudos de outros países, nota-se incoerências, falta de evolução dos limites de tolerância nas indústrias e falta de inclusão de novos agentes químicos que apresentam perigo tóxico, além de uma análise de agentes físicos, como ruídos e radiação.

Assim, essa pesquisa teve como objetivo principal analisar a versão em vigor da NR-15 evidenciando os padrões que possam ser considerados desatualizados por meio da comparação com os valores limites empregados em regulações internacionais e verificando os agentes químicos que não foram listados na norma, além de uma análise de agentes físicos, ruídos, radiação ionizante e radiação não-ionizante. Para atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (i) analisar os parâmetros da NR; (ii) analisar os parâmetros da ACGIH; (iii) comparar as prescrições estabelecidas em ambas as normativas analisadas; e (iv) investigar como os parâmetros analisados afetam a integridade do trabalhador na indústria química.

Manter as normas regulamentadoras atualizadas com padrões modernos, seguindo estudos recentes, é uma das formas eficazes de garantir a integridade física e segurança das pessoas, e especialmente levando em consideração que a NR-15 tem por objetivo proteger a saúde e segurança do trabalhador, é também uma forma de determinar seus direitos compensatórios em caso de exposição junto a seus empregadores.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SAÚDE E SEGURANÇA OCUPACIONAL

Durante a história, o homem sempre teve uma relação de perigo com o trabalho, que neste contexto a definição de perigo dada por condição que ameaça à integridade de uma pessoa, sendo este tema não necessariamente atual. De acordo com Barsano (2018), desde o Egito antigo são reportadas análises em papiros sobre os riscos no trabalho dos ferreiros e das lavadeiras no Rio Nilo. Mas foi com a revolução industrial, tendo mais pessoas trabalhando em minerações e indústrias, que os riscos envolvidos na realização do trabalho cotidiano obtiveram maior atenção social, aumentando a quantidade de estudos sobre as condições limites de trabalho das pessoas, sem sacrifício de saúde, como horários de descanso e revezamento em atividades perigosas (BARSANO, 2018).

No Brasil, somente em 1943 foi decretada a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), com direitos do trabalho e legislação sobre a saúde do empregado. Esta data representa um marco na história de um país, tradicionalmente rural, que solidifica sua constituição e amadurece novos conceitos na sociedade brasileira, como a garantia de uma qualidade de vida e saúde. Inicialmente, tais leis só eram medidas de referência para indenização dos imprevistos, ou seja, tratavam de medidas mitigadoras e não estavam associadas a medidas preventivas de acidentes, mas somente uma compensação para os feridos e aqueles afetados pelos riscos no trabalho, transformando o Brasil num recordista de acidentes no trabalho na época.

Somente em 1977, meados da ditadura militar, que houve uma alteração da CLT para que medidas preventivas fossem implementados, levando a formação das Normas Regulamentadoras (NR's) a fim de manter uma orientação das leis no chão de fábrica (CAMISASSA, 2020).

Segundo Barsano (2018), a Organização Internacional do Trabalho (OIT) atua em nível internacional para propor tratados que servem de referência para serem implementados à legislação. Assim, estas convenções formam uma estrutura para qualquer país participante adotar e ratificar sua constituição nestes assuntos. As NR's são parte da legislação federal usadas pelos profissionais da saúde e segurança ocupacional para nortear as operações realizadas no trabalho de forma a proteger os trabalhadores, geralmente utilizando dos conselhos oferecido pela OIT, bem como o que deve ser feito para manter a segurança e saúde no trabalho.

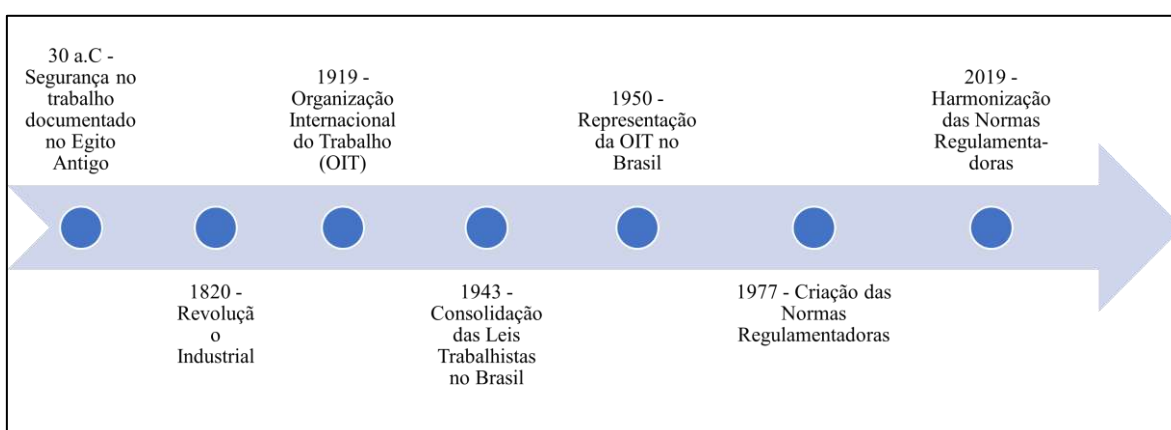
Alves (2021) discute que o ambiente seguro, incluindo a prevenção de riscos, é uma responsabilidade da empresa que somente foi adicionada na legislação a algumas décadas. Entretanto, no seu texto, este autor explica que a longo prazo, um local de trabalho em que os trabalhadores se sintam seguros aumenta o desempenho produtivo da empresa, além de promover uma boa imagem da organização.

Nesse contexto, a saúde e segurança ocupacional (SSO) surge como uma área de estudo de segurança que estuda as medidas que devem ser implementadas para evitar ou controlar os fatores de risco envolvidos com a saúde do trabalhador (GASQUES, 2019). Esta área relaciona vários aspectos de saúde, higiene e medicina do trabalho (BARSANO,2018). Por Da Silva (2018), as leis trabalhistas atuais sobre insalubridade não incentivam a implementação de um sistema de controle de segurança, relatando que muitas atividades insalubres não são controladas com seu devido mérito após ser pago o adicional salarial de insalubridade.

Outro aspecto relativo à saúde e segurança ocupacional por Marinelli (2016), é o gerenciamento de riscos que ganhou relevância nos últimos anos, a empresa que possui um bom Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) consegue reduzir significativamente a probabilidade de acidentes no trabalho.

A Figura 1 apresenta uma linha do tempo com os principais fatos históricos da área de SSO no Brasil.

Figura 1: Linha do Tempo com fatos históricos da área de SSO no Brasil.



Fonte: Dados adaptados de Barsano (2018)

## 2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS

Pelo ministério do trabalho e previdência, as Normas Regulamentadoras são disposições complementares ao Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, tendo sua redação dada pela Lei nº 6.514, em 1977. As normas abrangem direitos e deveres dos empregadores e trabalhadores, garantindo um ambiente de trabalho mais seguro e propondo formas de prevenir riscos de acidentes e doenças. Desde sua criação, novas normas são criadas e adaptadas para as mudanças, sendo que, o gerenciamento das normas é feito por um sistema tripartite paritário, representando o governo, os empregadores e os trabalhadores, a fim de que todos os grupos envolvidos na segurança e saúde ocupacionais tenham voz participante nas discussões, chamada de Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP).

No Brasil, a partir da Consolidação das Leis do Trabalho é definido as Normas Regulamentadoras, em 1978, estabelecendo as condições de trabalho que devem ser proporcionadas aos trabalhadores para manter a segurança. Muitas das NR determinam deveres que as empresas precisam cumprir para com seus funcionários, tendo atualmente 35 normas em vigor. Garantindo um ambiente seguro para o trabalho nos mais diferentes setores do mercado, desde os exames médicos que devem ser feitos até medidas de segurança que devem existir em plataformas de petróleo (MAAS, 2018).

A Tabela 1 é uma lista as normas regulamentadoras em vigor no Brasil.

Tabela 1: Normas Regulamentadoras em vigor no Brasil.

<b>Código</b>	<b>Título da Norma</b>
NR-1	Disposições Gerais
NR-3	Embargo ou Interdição
NR-4	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho -SESMT
NR-5	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA
NR-6	Equipamentos de Proteção Individual – EPI
NR-7	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO
NR-8	Edificações
NR-9	Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos

NR-10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
NR-11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
NR-12	Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
NR-13	Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento
NR-14	Fornos
NR-15	Atividades e Operações Insalubres
NR-16	Atividades e Operações Perigosas
NR-17	Ergonomia
NR-18	Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção
NR-19	Explosivos
NR-20	Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis
NR-21	Trabalho a Céu Aberto
NR-22	Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração
NR-23	Proteção Contra Incêndios
NR-24	Condições de Higiene e Conforto nos Locais de Trabalho
NR-25	Resíduos Industriais
NR-26	Sinalização de Segurança
NR-28	Fiscalização e Penalidades
NR-29	Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
NR-30	Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
NR-31	Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
NR-32	Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde
NR-33	Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados
NR-34	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval
NR-35	Trabalho em Altura
NR-36	Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados
NR-37	Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo

*Fonte: Adaptado de Camisassa, 2020*

Em 2018 foi publicada, a Portaria 787 que disponibilizou regras de aplicação, interpretação e estruturação das NR's, classificando em normas gerais, específicas e setoriais. As NR's são administradas por um sistema tripartite, composta do Governo, Empregadores e Trabalhadores, desta forma as discussões das NR são formadas por todos os envolvidos no que tange as suas aplicações. Em 2019, pelo decreto 9.679, o Ministério da Economia passou a ser responsável pela fiscalização do trabalho, política na modernização do trabalho, formação profissional e segurança ocupacional (CAMISASSA, 2020).

De acordo com Camisassa (2020), desde a publicação das NR's, nunca houve um compromisso de harmonização, com as informações espalhadas por diferentes partes do texto, levando a discussões sobre interpretação e decisões jurídicas no âmbito da SSO. Tendo somente em 2019 uma releitura das normas por auditores fiscais, médicos do trabalho e pesquisadores sobre informações técnicas e tramites burocráticos que estão ambíguos. Com esta atualização e padronização as normas começam a referenciar problemas mais modernos, que não existiam na sua criação, como práticas médicas, utilização de meios digitais e compostos químicos tóxicos.

### 2.3 INSALUBRIDADE

O conceito de insalubridade, por Pantaleão (2021), é dado por uma atividade que expõe o trabalhador a riscos para sua saúde, podendo causar doenças e danos ao corpo do indivíduo, dependendo dos agentes nocivos que estiverem presentes, como agente físico, químico e biológico. A atividade insalubre é um termo usado para determinar as atividades realizadas durante a jornada de trabalho que se encaixam com os parâmetros que a CLT determina, por meio de limites de tolerância e tempo de exposição. Entretanto, não se deve confundir com periculosidade, que expõe o trabalhador ao risco de morte.

De acordo com a CLT é caracterizada como atividade insalubre a atividade desenvolvida pelo trabalhador que há a exposição do empregado a agentes nocivos à saúde acima dos limites de tolerância, limites considerados seguros a sua exposição. Para manter uma segurança mínima foi criado pela CLT o adicional de insalubridade, um valor financeiro compensatório aos trabalhadores que atuam nas situações de risco juntamente com ações de promoção de segurança que são de responsabilidade das empresas em ajustar o ambiente de trabalho.

De acordo com Marinelli (2016), o Artigo 191 da CLT explica que se caracterizado uma extrapolação dos limites determinados pelas NR's a atividade deve ser declarada como insalubre e o trabalhador deve receber o adicional salarial. Para um meio de controle, a NR 15 foi criada para definir e tabelar os limites de tolerância, desta forma, passou a existir determinações qualitativas e quantitativas para categorizar atividades insalubres. Daí tornou-se possível diferenciar os graus de insalubridade, juntamente as variações de compensação salarial que devem ser adicionados ao salário do trabalhador, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Relação entre o grau de insalubridade e compensação salarial de trabalhadores.

<b>Grau de insalubridade</b>	<b>Percentual de adicional de insalubridade</b>
Mínimo	10 %
Médio	20 %
Máximo	40 %

*Fonte: Adaptado de MARINELLI, 2016*

Não devendo se confundir com periculosidade, que é uma atividade que expõe a pessoa a risco direto para sua vida. Atualmente a insalubridade deve ser caracterizada por um perito médico com registro em órgãos governamentais, tendo o dever de criar um laudo de inspeção com os dados e resultados da avaliação, na qual determina condição de risco a saúde e segurança do trabalhador (SALIBA,2022)

Estes peritos precisam seguir os aspectos técnicos providenciados pelo Ministério do Trabalho e Previdência, disponível em sites governamentais, que é regido pelas NR's, disposições complementares da própria CLT. Na NR-15 existem 13 anexos que estabelecem as atividades consideradas insalubres, os limites de tolerância para os agentes, de forma qualitativa e quantitativa. Desta forma, a lei só determina o que é atividade insalubre se estiver caracterizado na NR-15. Por este motivo, a falta de atualização e revisão sistemática desta norma é considerado um problema de SSO, tendo em vista que os limites de tolerância possuem praticamente os mesmos valores que foram definidos em 1977, na redação das normas para a CLT.

Os anexos da NR-15 tratam da exposição dos trabalhadores a ruído, variações de temperatura, radiações ionizantes, pressões anormais, vibrações, agentes químicos, poeiras minerais. Sendo cada anexo relatando sobre os limites, áreas e níveis de exposição

referentes ao agente, podendo ser dividido pelos agentes capazes de uma análise quantitativa e análise qualitativa, acessível no site do ministério do trabalho.

Como mencionado pela própria CLT: “*Art.189 - Serão consideradas atividades ou operações insalubres aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados a agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos*” (Redação dada pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977).

Alves (2021) explica que a prevenção de riscos é responsabilidade do empregador, mesmo que tenha sido adicionada na legislação a pouco tempo, entretanto, tal dever a longo prazo não se mostra como um aumento de custo para a empresa, uma vez que a conservação do ambiente de trabalho saudável, ou seja, o emprego das NR's pode gerar aumento de produtividade. Esta melhora de produção pode ser observada pela imagem e reputação exemplar que a empresa deseja passar aos investidores, além de que estas melhoras se tornam visíveis no momento de uma inspeção fiscal ou análise de desempenho.

#### 2.4 NORMA REGULAMENTADORA 15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

A NR-15 estabelece todos os parâmetros, os limites de tolerância vigentes empregados para a caracterização da insalubridade e quais agentes químicos, físicos e biológicos serão considerados ao analisar um espaço de trabalho. Assim sendo, se uma atividade não estiver de acordo com as condições delimitadas pela NR-15 ou não estiver incluída por esta norma, não haverá confirmação de atividade insalubre.

No Brasil, a NR-15, criada pela Portaria MTb n. 3.214 em 1978, tem por objetivo garantir melhores condições no ambiente ocupacional aos trabalhadores expostos a condições insalubres, sendo responsável por caracterizar atividades insalubres e definir os limites de tolerância para que os trabalhadores não adquiram doenças proveniente da realização do trabalho. A Tabela 3 é uma lista dos anexos em vigor na NR-15.

Tabela 3: Anexos da NR-15 em vigor

Anexo	Título do anexo
-------	-----------------

1	Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente
2	Limites de tolerância para ruídos de impacto
3	Limites de tolerância para exposição ao calor
5	Radiações ionizantes
6	Trabalho sob condições hiperbáricas
7	Vibração
8	Radiações não-ionizantes
9	Frio
10	Umidade
11	Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho
12	Limites de tolerância para poeiras minerais
13	Agentes químicos
13A	Benzeno
14	Agentes biológicos

*Fonte: Adaptado da Norma Regulamentadora 15, 2023.*

Além de ser um parâmetro de proteção aos trabalhadores, a norma também regula o adicional de insalubridade, uma compensação salarial ao trabalhador por exercer função em condição de risco, sendo exigido pelas leis trabalhistas que o empregador pague essa compensação. Assim, a NR-15 visa discernir os graus de risco, a proporção percentual que deve ser paga na condição de insalubridade e um relatório técnico de formas de controle para o funcionário. Porém, uma vez que eliminada a condição de insalubridade e feito a vistoria técnica, este adicional compensatório deixa de existir (SALIBA, 2022).

Na sua criação em 1978, a NR-15 se baseou na *American Conderence of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), a partir de publicações sobre os limites de exposição química e biológica. Entretanto, diferente da ACGIH que atualiza anualmente os valores limites, historicamente a NR-15 passou por poucas mudanças ao longo dos anos, levando ao descompasso da norma brasileira com esta referência. Por exemplo, o benzeno, componente químico que apresenta comprovadamente efeitos cancerígenos a indivíduos continuamente expostos, foi incorporado apenas em 1995 na NR-15, em contrapartida os Estados Unidos decretam limites de exposição do benzeno, baseados na ACGIH, em 1946. Os limites previstos pelos anexos da NR-15 não passam por revisão

sistemática e periódica o que a dificulta acompanhar os estudos científicos e descobertas no ramo da medicina (CAMISASSA, 2020).

De acordo com Piffero (2020), se torna necessário que a NR-15 seja atualizada com novos limites e agentes nocivos para evitar que o trabalhador se encontre em risco, e que este risco seja desconhecido por ele, já que é dever das normas regular a SSO. Até porque, para condições não descritas pela NR-15, a lei não considera a função/atividade desempenhada como insalubre, mesmo mediante as normas internacionais com dados atualizados anualmente. Esta falha leva a duas consequências: (i) não compensação do trabalho insalubre; e (ii) possibilidade de danos reversíveis e até mesmo irreversíveis, sem a ciência e anuência do trabalhador.

Uma das partes controladas pelo gerenciamento de riscos é a insalubridade no local de trabalho, sendo que, vale lembrar que a atividade insalubre é uma condição que coloca em risco a saúde das pessoas durante a jornada de trabalho. Para mitigar tais riscos a Consolidação das Leis do Trabalho inclui uma compensação financeira que paga aos empregados em situação de risco e alivia as empresas da responsabilidade de modificar suas atividades (SALIBA,2022). Contudo, os critérios que determinam as atividades consideradas insalubres, bem como os limites de tolerância, se encontram discriminados na NR-15, sendo que, devido a falta de atualizações, os limites de tolerância são, praticamente, os mesmos que foram definidos originariamente em 1978 (CAMISASSA,2020).

Entretanto, é importante salientar que a instituição estadunidense de proteção ao trabalhador OSHA (2023) declara abertamente que reconhece que muitos dos seus limites de exposição são desatualizados e inadequados para garantir a segurança da saúde do trabalhador, tendo sido determinados a partir da ACGIH de 1968. No Brasil se utiliza dos limites de exposição para caracterizar a insalubridade para proteger a saúde dos trabalhadores, tendo certas vantagens quando comparado a situação inicial da legislação estadunidense. Além de que a OSHA (2023) afirma que a utilização dos limites de exposição estabelecidos pela ACGIH (2021) podem promover um ambiente de trabalho mais seguro, porém adverte que a instituição que deseja implementar tais limites reconheça as restrições e dificuldades à utilização adequada e assumir a responsabilidade por tal utilização. Atualmente, o padrão de comunicação de perigos da OSHA exige que as fichas de dados de segurança listem também os limites da ACGIH e qualquer outro limite de exposição usado ou recomendado pelo fabricante, importador ou empregador do produto químico que prepara a ficha de dados de segurança.

A Tabela 4 é uma lista de alterações realizadas na NR-15 desde sua criação.

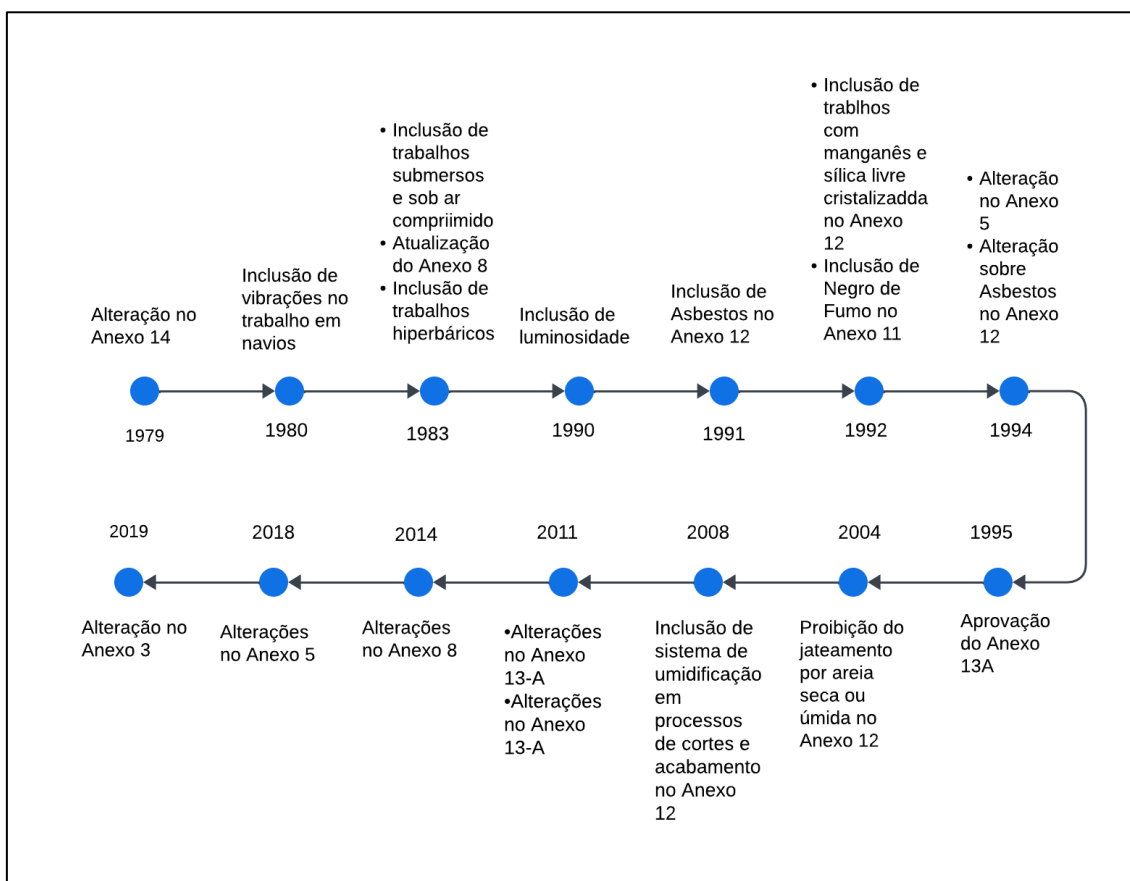
Tabela 4 - Alterações no texto da NR-15

<b>Ano</b>	<b>Mudança no texto</b>
1979	Alterações no Anexo 14
1980	Inclusão de vibrações no trabalho em navios
1983	Inclusão de trabalhos submersos e sob ar comprimido
1983	Atualização no Anexo 8
1983	Trabalho sob condição hiperbárica
1990	Inclusão de iluminação no trabalho
1991	Inclusão do Asbestos no Anexo 12
1992	Inclusão de trabalhos com manganês e sílica livre cristalizada no Anexo 12
1992	Inclusão do Negro de Fumo no Anexo 11
1994	Alterações no Anexo 5
1994	Alterações sobre Asbestos no Anexo 12
1995	Aprovação do Anexo 13-A
2004	Proibição de jateamento por areia seca ou úmida no Anexo 12
2008	Inclusão de que processo de cortes e acabamento devem possuir sistema de umidificação no Anexo 12
2011	Alterações no Anexo 13-A
2011	Alterações no Anexo 13-A
2014	Alterações no Anexo 8
2018	Alterações no Anexo 5
2019	Alterações no Anexo 3

*Fonte: Adaptado da Norma Regulamentadora 15, 2023.*

A Figura 2 apresenta uma linha do tempo das mudanças feitas no texto da NR-15.

Figura 2: Linha do tempo das alterações no texto da NR-15.



Fonte: Dados adaptados pelo autor.

## 2.5 AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH)

A *ACGIH* é uma organização científica focada em SSO gerando conteúdo atualizado por meio de edições anuais de livros e guias práticos. Desde sua fundação em 1938 a organização tem crescido e produzido projetos com o objetivo de avançar mundialmente a saúde ocupacional e ambiental por meio de programas educacionais e a geração de dados científicos que possam ser usados por profissionais da área de SSO.

Pela *ACGIH* (2021) as publicações feitas são vendidas como guias informativos e materiais profissionais para apoiar novas pesquisas, como por exemplo a documentação

do valor limite (TLV) e índice de exposição biológica (BEI) que servem respectivamente como índices limítrofes para exposição de indivíduos a agentes químicos e biológicos, devendo ser usado como um guia de apoio para controle de riscos ocupacionais. A ACGIH dispõe de limites de tolerância definidos para mais de 740 agentes químicos, além de informações como número de identificação CAS, peso molecular e principais sintomas quando há exposição além dos limites.

De acordo com Camisassa (2020) a ACGIH foi utilizada como base para definição dos limites de tolerância quando a NR-15 foi criada em 1978. Ainda de acordo com este autor, deste período até o atual, a legislação brasileira não acompanhou as atualizações de valores dos índices limítrofes para exposição de indivíduos, sendo, portanto, considerada uma norma desatualizada para os padrões internacionais.

## 2.6 LIMITE DE TOLERÂNCIA DE AGENTES QUÍMICOS E ÍNDICES DE EXPOSIÇÃO DE AGENTES BIOLÓGICOS

De acordo com a NR-15, o Anexo 11 utiliza de limites de tolerância de agentes químicos para a caracterização de insalubridade, sendo válidos para uma jornada de trabalho de 48 horas por semana. O quadro apresentado pelo Anexo 11 possui duas unidades de medidas, partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado (ppm) e miligramas por metro cúbico de ar (mg/m<sup>3</sup>), e quando o valor medido em local de trabalho ultrapassar os limites estabelecidos neste anexo, se caracteriza a condição de insalubridade. Alguns dos agentes químicos listados apresentam o limite teto, mas a condição de insalubridade é dada com relação ao limite de tolerância, não importa quais forem as quantidades excedentes.

Por outro lado, a ACGIH (2021) é composta de diferentes índices para calcular o valor do limite de tolerância, sendo o TLV, por definição, a concentração de agentes químicos no ar sob a qual a maior parte dos trabalhadores expostos diariamente durante a jornada de trabalho não terão efeitos sobre a sua saúde. Este valor limite pode ainda ser classificado como *Time-Weighted Average* (TLV-TWA), definida pela ACGIH (2021) como a concentração média ponderada em um dia de trabalho de 8 horas ou uma semana de trabalho de 40 horas que todos os trabalhadores podem ser expostos sem condições adversas. Também pode ser classificado como *Short-Term Exposure Limit* (STEL), sendo definida pela ACGIH (2021) como a concentração em curto período de tempo que os trabalhadores podem ser expostos sem que apresentem irritações, danos no tecido ou efeitos tóxicos. Além de uma classificação de *Ceiling* (TLV-C), definida pela ACGIH

(2021) como a concentração que não pode ser excedida em nenhum momento do trabalho. Assim, para questões de comparação, a TLV-TWA é a medida que mais se iguala a medida utilizada pelo Anexo 11 da NR-15. A TLV-STEL considera a concentração sem efeitos à saúde por um tempo de 15 minutos, sendo relevante para operações curtas. A TLV-C é o valor teto que uma concentração de agente químico pode alcançar, sendo que, se o valor limite for ultrapassado, não importa o tempo de exposição, a atividade é considerada insalubre.

Além dos limites de tolerância de agentes químicos, a ACGIH (2021) utiliza de índices de exposição biológica, que são valores de orientação para avaliar os resultados do monitoramento biológico. Ou seja, indicam concentrações de agentes no qual não há efeito adverso para o trabalhador, podendo variar de agentes químicos encontrados no corpo humano até metabólitos, sendo identificados em exames médicos como por exemplo exames de sangue e urina, além de servir como uma medição de um determinante químico no meio biológico das pessoas expostas e é um indicador da absorção de uma substância. Entretanto, a própria ACGIH explica que os índices de exposição biológica são métodos mais efetivos para prever efeitos adversos no corpo humano que uma caracterização de insalubridade, sendo utilizada como complemento no processo de monitoramento da saúde dos trabalhadores e na manutenção dos processos de segurança estabelecidos. Para a determinação de agentes biológicos nocivos e causadores de atividades insalubres a NR-15 e a ACGIH possuem uma lista de atividades que são consideradas insalubres.

Para os agentes físicos, cada agente possui uma forma de medição de limites, pois cada agente físico afeta o corpo humano de uma forma diferente, assim, a ACGIH (2021) utiliza de limites que representam valores que os trabalhadores podem ser expostos repetidas vezes sem que haja efeitos adversos na sua saúde, como decibéis para ruídos e J/m<sup>2</sup> para radiações.

### 3 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, sendo encontrados livros, artigos, trabalhos de conclusão de curso, estudos de caso e documentação teórica que explicassem como funciona as Normas Regulamentadoras, a segurança ocupacional e a insalubridade, para analisar o comportamento atual da legislação brasileira para com atividades insalubres e como poderia ser se houvesse engajamento. Para isso foram utilizadas ferramentas de busca como Periódicos CAPES e Google Artigos com critérios de busca entre o ano de 2007 e 2022 visando obter dados atualizados, além de palavras chaves como, insalubridade, desatualização e ocupacional, para identificar estudos que referenciam este problema.

As informações extraídas dos artigos foram estudos realizados por profissionais para fins de comparação e entendimento da problemática existente na desatualização da Norma Regulamentadora 15. Os critérios de inclusão foram trabalhos sobre segurança ocupacional, estudos que relacionam atividades insalubres e a legislação brasileira, estudos atualizados sobre as mudanças das Normas Regulamentadoras e trabalhos com objetivos semelhantes a este estudo. Os critérios de exclusão foram os estudos que não atendem aos critérios de inclusão.

Sendo os dados analisados para formar tanto uma base teórica para este trabalho, tanto como uma explicação de como a situação atual reflete os resultados adquiridos. Em seguida foi realizada uma análise comparativa entre a NR-15 (2022) e a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH, 2021). Para este estudo comparativo, foram utilizados os valores limites presentes em ambas as normas, como um limite de tolerância para jornada de trabalho de 40 horas semanais e uma jornada de trabalho de 48 horas semanais, tendo maior consideração para agentes químicos que quando descobertos e acima do limite de tolerância geram grau máximo de insalubridade, ou seja, uma atividade que traz risco direto à saúde e componentes químicos presentes nas duas fontes, uma vez que a NR-15 possui menos compostos cadastrados.

## 4 RESULTADOS

Analisando os parâmetros descritos na NR-15 pode-se constatar que os valores de alguns anexos, como o Anexo 11 que possui tabelado agentes químicos e seus devidos limites, não sofreram atualizações desde 1979. Tal fato, gera uma defasagem em relação a legislações internacionais, além de incoerências frente a evolução dos processos. Vale mencionar que os parâmetros e limites estabelecidos pela NR-15 foram baseados na ACGIH em 1978. Embora as atualizações dos valores estabelecidos pela ACGIH sejam realizadas anualmente, a NR-15 sofreu poucas mudanças ao longo dos anos, resultando na desatualização da norma, o que motivou o presente estudo.

Pelo site do ministério do trabalho e previdência, percebe-se que durante os 45 anos desde a concepção da NR-15, esta sofreu somente 19 alterações, observado na Tabela 4, sendo que destas somente 5 são referentes a limites de tolerância ou inclusão de agentes tóxicos considerados insalubres. Não havendo, por parte governamental, nenhuma mudança nos valores dos limites de tolerância do Anexo 11. Nesse sentido, a ACGIH se mostrou diligente em suas atualizações através de sua documentação que a cada ano revisa seus limites e agentes químicos, tendo no mesmo período da NR-15 ocorrido 646 atualizações somente em seus índices publicados sobre os agentes químicos insalubres até 2021, com mais valores sendo colocados em discussão para uma análise de toxicidade e insalubridade, uma grande diferença da linha do tempo apresentada na Figura 2.

É importante mencionar o benzeno, um componente que apresenta perigo tóxico de risco elevado, pois somente em 1995 houve uma discussão sobre a regularização do benzeno no ambiente de trabalho brasileiro. Como explica Huff (2007), as primeiras teorias sobre a relação entre câncer e benzeno surgiram por volta de 1930, sendo que o benzeno que foi movido para o novo Anexo 13-A, no qual perdeu seus valores de limites de tolerância para ser caracterizado pelas operações que produzem, transportam, armazenam e utilizam benzeno. Desde então, este anexo passou por duas atualizações, em 2011, de caráter administrativo, sendo alterado o modelo de como se deve fazer o relatório técnico e requisitos de empresas estão aptas à análise. Assim, o benzeno é um exemplo de que sua atualização em 1995 deixou as atividades mais seguras, pelo fato que a simples passagem do benzeno na indústria se torna uma operação insalubre, sendo uma forma de implementar mais formas de proteção ao trabalhador, além de que o adicional de insalubridade é confirmado desde o início da atividade.

Realizando a análise sobre os limites de tolerância é dada maior importância ao Anexo 11 da NR-15, por possuir os valores numéricos de limite de tolerância, enquanto os Anexos 13 e 13A determinam a insalubridade de forma qualitativa. Entretanto não pode passar despercebido que o Anexo 13 determina diferentes agentes químicos que devem ser considerados insalubres, compreendendo os agentes químicos cancerígenos. Assim, para os agentes que a NR-15 considera cancerígeno não há um valor de limite de tolerância numérico, sendo que o simples manuseio destes agentes já classifica como atividade insalubre, sendo esses quatro agentes: 4-aminodifenil; Produção de Benzidina; Betanaftilamina; 4-nitrodifenil. O que evidencia, se comparado com a lista de agentes químicos cancerígenos da ACGIH, a ausência de uma grande quantidade de agentes cancerígenos na NR-15.

Piffero (2020) ressalta a necessidade da atualização da NR-15 com o estabelecimento de novos limites e a inclusão de novos agentes nocivos, de forma a evitar danos para a SSO. Há casos de atividades insalubres que não são contemplados pela NR-15, e acredita-se que esta falha pode gerar aumento de acidentes físicos, ou danos mentais no trabalhador. Um exemplo pode ser visto no endurecimento de aço com baixo teor de carbono, explicado por Dias (2015), em que no processo há liberação de gases tóxicos, sendo alguns citados na NR-15. O autor observou que os valores obtidos por cálculos estequiométricos desta reação são maiores que os valores limites descritos pela NR-15. Daí, se faz necessário a implementação de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) aos trabalhadores da indústria para mitigar o problema desta diferença de valores. Neste caso a NR-15 conseguiu cumprir seu objetivo de proteger, tornando claro a necessidade de limites bem definidos para assegurar a SSO.

Um estudo de caso que retrata o bom funcionamento da NR-15 foi realizado por Dio (2018), que explica sobre o risco sonoro em operadores de caldeira de biomassa. Neste estudo concluiu-se que os ruídos estavam dentro do limite de exposição pela NR-15, logo a atividade não era caracterizada como insalubre. Entretanto, os trabalhadores estavam expostos aos perigos de agentes nocivos, mas não estavam sendo empregadas todas as medidas protetivas exigidas pela NR-9.

Ennes (2019) estudou a insalubridade em uma empresa metalúrgica e verificou que os procedimentos e valores para a inspeção de insalubridade da NR-15 foram insuficientes. Adicionalmente, foram empregadas a norma britânica, *British Standard* 6841, e a diretiva europeia nº 2002/44/CE, que definem os procedimentos de avaliação e os valores tabelados para limites de tolerância que não trazem desconforto aos

trabalhadores. Para tal, diversos limites de tolerância obtidos foram comparados com os valores tabelados da ACGIH, por não constarem na NR-15, como por exemplo os agentes ferro, níquel, cromo e tungstênio. Um exemplo da falta de agentes químicos tabelados pela NR-15, que estão presentes na indústria e podem causar danos à saúde.

Cabe a esclarecer, que a ACGIH é utilizada como um guia para limites que determinam uma atividade ou operação como insalubre. Assim, os índices de exposição fornecidos pela ACGIH podem servir como uma base teórica para os limites de tolerância brasileiros, que atualmente servem principalmente para avaliar se as empresas devem pagar o adicional de insalubridade.

Nesta análise crítica da NR-15 foi observado que os agentes químicos são separados em 4 anexos: Anexo 11, Anexo 12, Anexo 13 e Anexo 13A. Sendo que somente o Anexo 11 da NR-15 possui valores numéricos de limites de tolerância, enquanto os outros anexos citados possuem somente uma explicação das atividades e agentes que são consideradas insalubres, de forma qualitativa. Este sistema pode se mostrar desfavorável à boa avaliação e caracterização adequada da insalubridade, uma vez que, se o empregador apresentar suas atividades de trabalho à inspeção de uma forma confusa e diferente do que está descrito na NR-15, não existe valor numérico que possa ser usado para obter uma conclusão mais segura. Outra situação plausível é que se uma atividade é caracterizada insalubre, não importando o grau de exposição, pois não há limite de tolerância, o empregador não gastará despesas em equipamentos de controle ou proteção, uma vez que sua implementação não acarreta ajuste obrigatório das condições do ambiente de trabalho. O inverso também pode ser considerado na análise, na falta de limites de exposição o trabalhador pode tentar argumentar atividade insalubre e requisitar um adicional salarial que em prática a empresa não precisaria pagar.

A Tabela 5 apresenta os valores limites da NR-15 e da ACGIH para fins de comparação, além dos efeitos adversos que se houver uma exposição excessiva.

Tabela 5 – Valores de limite de tolerância da NR-15 e da ACGIH.

<b>Agente Químico</b>	<b>NR-15</b> (até 48 h/semana)	<b>ACGIH</b> (até 40 h/semana)	<b>Efeitos adversos</b>
Acetonitrila	30 ppm	20 ppm	Irritação no TRI
Ácido fluorídrico	2,5 ppm	0,5 ppm	Irritação nos olhos, pele, TRI e TRS; Fluorose

Acrilato de metila	8 ppm	2 ppm	Irritação nos olhos, pele e TRS; Perda de visão
Acrylonitrila	16 ppm	2 ppm	Irritação no TRI; Dano ao sistema nervoso central
Álcool metílico	156 ppm	200 ppm	Dano nos olhos; Dor de cabeça, náusea e tontura
Álcool n-butílico	40 ppm	20 ppm	Irritação no olho e TRS
Anilina	4 ppm	2 ppm	Metemoglobinemia
Arsina	0,04 ppm	0,005 ppm	Dano ao sistema nervoso periférico, sistema vascular, rins e fígado
Brometo de etila	156 ppm	5 ppm	Dano no sistema nervoso central e fígado
Brometo de metila	156 ppm	5 ppm	Irritação na pele e TRS
Bromo	0,08 ppm	0,1 ppm	Irritação no TRI e TRS; Dano aos pulmões
n-Butilamina	4 ppm	5 ppm	Irritação no TRS e olho; Dor de cabeça
Chumbo	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,05 mg/m <sup>3</sup>	Dano ao sistema nervoso central e periférico
Ciclohexanol	40 ppm	50 ppm	Dano no sistema nervoso central; Irritação no olho
Ciclohexilamina	8 ppm	10 ppm	Irritação no olho e TRS
Cloreto de metila	78 ppm	50 ppm	Dano ao fígado, rim, testículo e sistema nervoso central
Cloreto de metileno	156 ppm	50 ppm	Carboxihemoglobina; Dano ao sistema nervoso central
Cloreto de vinila	156 ppm	1 ppm	Dano aos pulmões; Câncer pulmonar
Cloreto de vinilideno	8 ppm	5 ppm	Dano ao fígado e rins
Cloro	0,8 ppm	0,1 ppm	Irritação no trato respiratório

Clorobromometano	156 ppm	200 ppm	Dano no fígado e sistema nervoso central
Clorofórmio	20 ppm	10 ppm	Dano ao sistema nervoso central, fígado e embrião
1-Cloro-1-nitropropano	16 ppm	2 ppm	Irritação no TRS e olhos; Edema pulmonar
Cloropreno	20 ppm	1 ppm	Irritação TRS e olhos; Câncer pulmonar
Cumeno	39 ppm	5 ppm	Tumor no TRS
Demeton	0,08 mg/m <sup>3</sup>	0,05mg/m <sup>3</sup>	Inibição de Colinesterase
Decaborano	0,04 ppm	0,05 ppm	Convulsão no sistema nervoso central
Diborano	0,08 ppm	0,1 ppm	Dor de cabeça; Irritação no TRS
Orto-Diclorobenzeno	39 ppm	25 ppm	Irritação no TRS e olho; Dano ao fígado
1,2-Dicloroetano	39 ppm	10 ppm	Dano ao fígado; Náusea
1,1-Dicloro-1-nitroetano	8 ppm	2 ppm	Irritação TRS
1,2-Dicloropropano	59 ppm	10 ppm	Dano ao sistema nervoso periférico; Náusea
2,4-Diisocianeto de tolueno	0,016 ppm	0,01 ppm	Irritação no olho; Asma
Diisopropilamina	4 ppm	5 ppm	Dano no olho; Irritação no TRS
Dimetilacetamida	8 ppm	10 ppm	Dano no fígado e embrião
1,1-Dimetil hidrazina	0,4 ppm	0,01 ppm	Irritação no TRS; Câncer nasal
Dióxido de carbono	3900 ppm	5000 ppm	Asfixia
Dióxido de nitrogênio	4 ppm	0,2 ppm	Irritação TRI
Dissulfeto de carbono	16 ppm	1 ppm	Dano ao sistema nervoso periférico

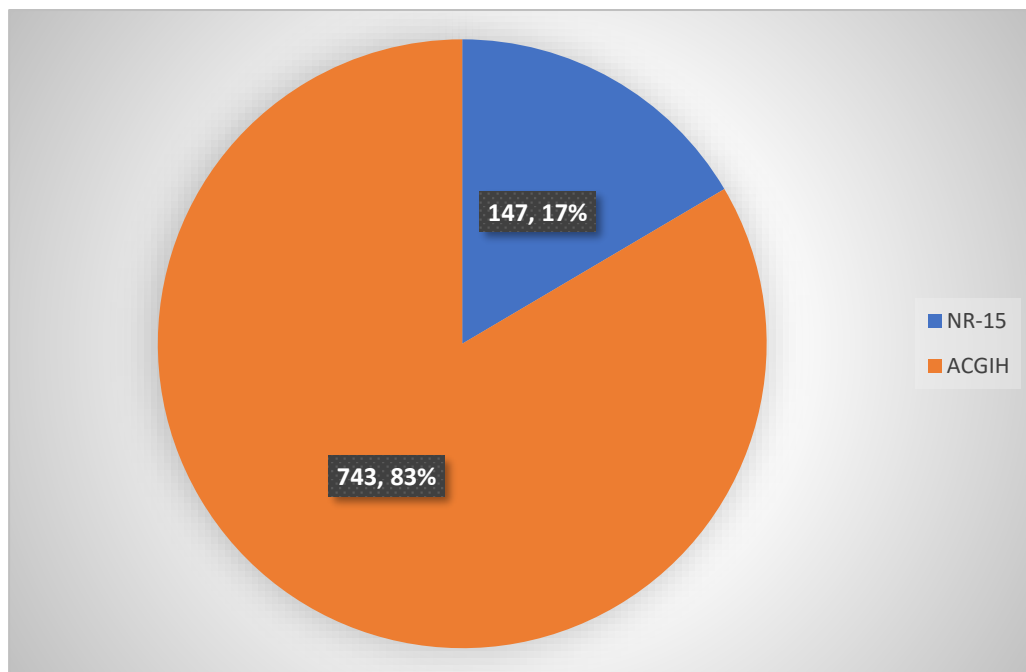
Estibina	0,08 ppm	0,1 ppm	Hemólise; Dano nos rins; Irritação no TRI
Éter dicloroetílico	4 ppm	5 ppm	Irritação no olho e TRS; Náusea
Etilamina	8 ppm	5 ppm	Irritação no TRS
Etilenoimina	0,4 ppm	0,05 ppm	Irritação no TRS; Dano ao fígado e rins
Fenol	4 ppm	5 ppm	Irritação no TRS; Dano nos pulmões e sistema nervoso central
Formaldeído	1,6 ppm	0,1 ppm	Irritação no TRS e olho; Câncer no TRS
Fosfina	0,23 ppm	0,05 ppm	Irritação no trato respiratório; Edema pulmonar
Fosgênio	0,08 ppm	0,1 ppm	Irritação no TRS; Edema pulmonar
Gás sulfídrico	8 ppm	1 ppm	Irritação no TRS; Dano ao sistema nervoso central
Hidrazina	0,08 ppm	0,01 ppm	Câncer no TRS
Mercúrio	0,04 mg/m <sup>3</sup>	0,01 mg/m <sup>3</sup>	Dano aos rins, sistema nervoso central e periférico
Metilamina	8 ppm	5 ppm	Irritação no olho, pele e TRS
2-Metoxietanol	20 ppm	0,1 ppm	Toxicidade hemotológica
Metil demeton	0,4 mg/m <sup>3</sup>	0,05mg/m <sup>3</sup>	Inibição de Colinesterase
Metil isobutilcarbinol	20 ppm	20 ppm	Dor de cabeça e tontura; Irritação no olho e TRS
Monometil hidrazina	0,16 ppm	0,01 ppm	Irritação no TRS e olho; Dano ao fígado; Câncer pulmonar
Monóxido de carbono	39 ppm	25 ppm	Carboxihemoglobina
Negro de fumo	3,5 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>	Bronquite
Nitrato de n-propila	20 ppm	25 ppm	Náusea e dor de cabeça
Nitrometano	78 ppm	20 ppm	Irritação no TRS; Dano aos pulmões

Óxido de etileno	39 ppm	1 ppm	Dano ao sistema nervoso central; Câncer
Óxido nítrico	20 ppm	25 ppm	Cianose; Irritação no TRS
Pentaborano	0,004 ppm	0,005 ppm	Dano no sistema nervoso central
Propileno imina	1,6 ppm	0,2 ppm	Irritação TRS; Dano aos rins
Sulfato de dimetila	0,08 ppm	0,1 ppm	Irritação no olho e pele
Tetracloroeto de carbono	8 ppm	5 ppm	Dano ao fígado
Tetracloroetano	4 ppm	1 ppm	Dano ao fígado
Tetrahidrofurano	156 ppm	50 ppm	Irritação no TRS; Dano aos rins e sistema nervoso central
Tricloroetileno	78 ppm	10 ppm	Dano ao sistema nervoso central; Degradação de cognitividade
1,2,3-Tricloropropano	40 ppm	0,005 ppm	Câncer
Trietilamina	20 ppm	0,5 ppm	Irritação ao TRS; Dano à visão

*Fonte: Adaptado do Anexo 11 da NR-15 e estudo da ACGIH de 2021*

Cumprindo o objetivo proposto de evidenciar os parâmetros considerados desatualizados da NR-15, a Tabela 5 exemplifica uma relação de 55 agentes químicos que possuem valores considerados insuficientes como referência para se determinar a insalubridade. Vale mencionar que a Tabela 5 não engloba todos os compostos considerados desatualizados. A pesquisa se ateve aos agentes químicos listados pelo Anexo 11 da NR-15 e utilizou como critério de estudo os agentes que quando caracterizados gera um grau de insalubridade máximo. Dessa forma, podemos observar que dos 743 agentes químicos listados na ACGIH, apenas 147 possuem valor de limite de tolerância na NR-15, sendo destes, somente 70 considerados mais tóxicos em caso de exposição, com 55 valores de tolerância sendo maiores na NR-15, evidenciando menor segurança e falta de valores para agentes químicos. O Gráfico 1 apresenta as informações sobre os diferentes números de agentes na NR-15 e ACGIH em forma de gráfico de pizza.

Gráfico 1: Número de agentes químicos presentes na ACGIH e NR-15

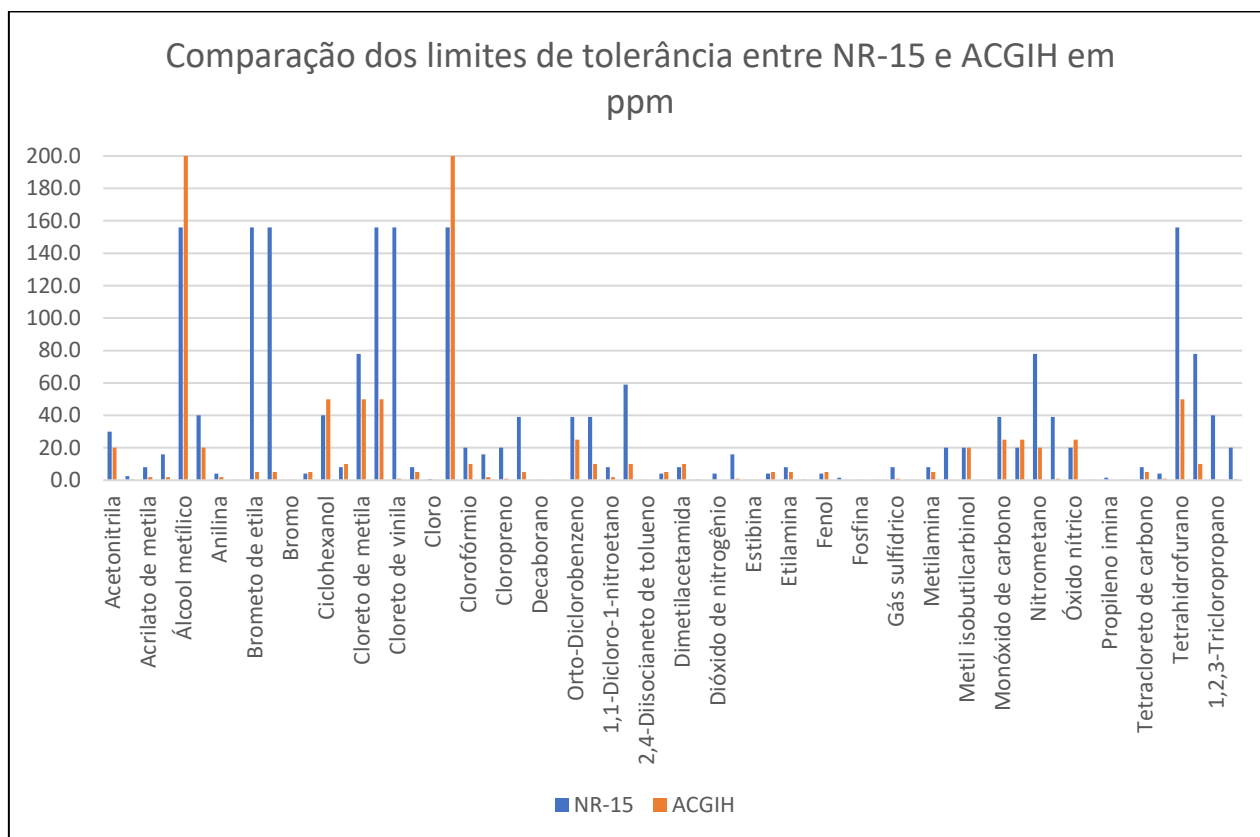


*Fonte: Dados adaptados pelo autor*

Os agentes químicos do Anexo 11 da NR-15 possuem um limite de tolerância baseado em uma jornada de trabalho de 48 horas por semana. Assim, se por meio de amostragens e cálculos a atividade ultrapassar esses limites de exposição esta deve ser considerada insalubre, ou seja, há risco à saúde. Para fins de comparação, foi dada prioridade aos compostos químicos da ACGIH que possuem parâmetros semelhantes, observados pelos limites de tolerância TWA. Esta forma de avaliar o limite da insalubridade considera a concentração de agente químico em uma jornada de 40 horas por semana na qual não há risco envolvido ao trabalhador.

Analisando as desatualizações descritas na Tabela 5, fica notória a necessidade de mudança na forma de como as NR's são retificadas, sob pena de afetar a própria integridade do trabalhador. Ademais, as diferenças de valores destes parâmetros podem impactar diretamente no bom ambiente de trabalho dentro da indústria, uma vez que existe a possibilidade de gerar instabilidade nos trabalhadores por não se sentirem seguros nestas atividades. Portanto, é de fundamental importância que todos os setores relacionados a operações insalubres tenham um entendimento da relevância das NR's que atendam ao trabalhador, ou seja, não sendo uma legislação que somente oferece um adicional salarial, mas uma proteção a sua saúde física e mental. O Gráfico 2 mostra os dados da Tabela 5 em forma de gráfico, comparando os limites de tolerância da NR-15 e ACGIH até 200 ppm.

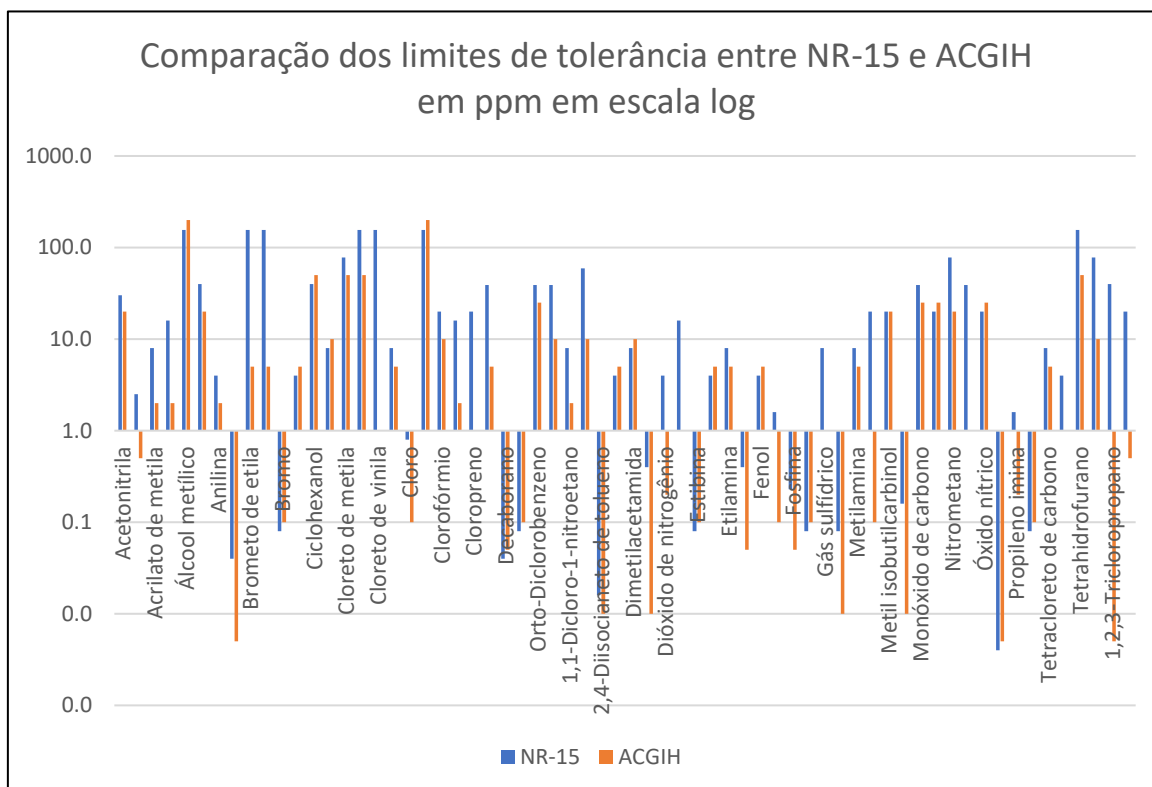
Gráfico 2 – Gráfico de comparação dos limites de tolerância entre NR-15 e ACGIH em escala até 200 ppm.



Fonte: Adaptado da Tabela 5

O Gráfico 3 apresenta os mesmos dados do Gráfico 2, porém em escala logarítmica para facilitar a comparação dos limites entre a NR-15 e ACGIH.

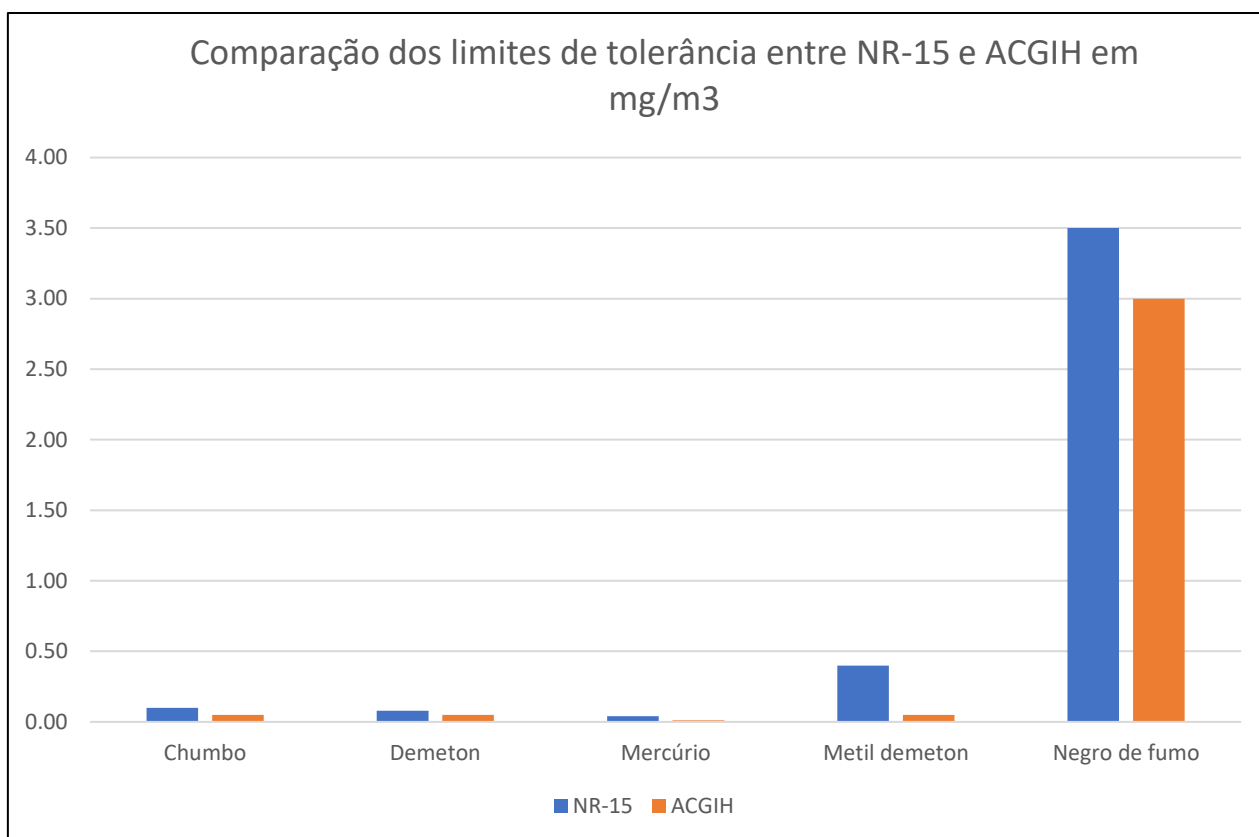
Gráfico 3 – Gráfico de comparação dos limites de tolerância entre NR-15 e ACGIH em escala logarítmica.



Fonte: Adaptado da Tabela 5

O Gráfico 4 apresenta uma comparação dos limites de tolerância entre a NR-15 e ACGIH em escala de  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Gráfico 4 – Gráfico de comparação dos limites de tolerância entre NR-15 e ACGIH em  $\text{mg}/\text{m}^3$



*Fonte: Adaptado da Tabela 5*

Observando o Gráfico 3, colocado em escala logarítmica para melhor visualização das proporções, é possível detectar que os parâmetros analisados na NR-15 e na ACGIH possuem uma diferença, sendo os valores da ACGIH, majoritariamente, mais restritivos, ou seja, os limites de tolerância são menores, proporcionando uma maior segurança. Nesta pequena amostra para análise já fica evidente a desatualização, uma vez que pode-se observar que as barras azuis, referentes aos limites da NR-15, são maiores que as barras laranjas, os limites da ACGIH, demonstrando que os valores de tolerância da NR-15 são maiores. Porém se contabilizar a falta de agentes químicos na NR-15, sendo apenas 19,9% do total de agentes químicos presentes na ACGIH, fica mais evidente a desatualização dessa norma. A consequência disso é o aumento dos perigos para o trabalhador, como exposição a agentes cancerígenos, agentes que causam danos ao trato respiratório e agentes que danificam o sistema nervoso, que não constam nessa norma, denotando uma falha na legislação brasileira que não consegue identificar determinados trabalhos como atividade insalubre, mesmo havendo um perigo latente.

Vale mencionar que a NR-07 sofreu uma atualização em 2022, em seu Anexo 1, que trata especificamente da parte de índices biológicos para um controle de médico e

saúde ocupacional, como visto na ACGIH pelo índice BEI. Logo, pode-se inferir que as Normas Regulamentadoras conseguem acompanhar os avanços científicos, porém não houve nenhuma atualização para a parte de os agentes biológicos para a NR-15 no Anexo 14, tendo sua última atualização em 1979. Assim, há partes da NR que acompanham as atualizações como na NR-07, mas não tendo um respaldo na própria legislação para a determinação de atividades insalubres, que não acompanhou o mesmo avanço.

Além dos agentes biológicos e agentes químicos, grande parte dos trabalhos envolvem insalubridades causado por agentes físicos, como vibrações, radiações, temperaturas, pressões e ruídos, que podem causar perigo à saúde do trabalhador que passar seu expediente de trabalho sofrendo com alguns destes agentes. Um dos mais perceptíveis são os ruídos, podendo ser divididos em duas categorias, ruídos de impacto e ruídos contínuos.

Em relação aos ruídos, por definição, ruídos de impactos são ruídos que possuem um pico de energia acústica de menos de 1 segundo de duração, sendo medidos em decibéis (dB). Esse tipo de som acústico pode ser proveniente de alguma explosão e se o trabalhador for exposto a ruídos maiores que os valores limites há risco grave a sua saúde e considerado atividade insalubre. Neste caso, tanto o Anexo 2 da NR-15, quanto a ACGIH possuem um valor de 140 dB para limite de ruído de impacto em caso de falta de proteção.

Enquanto, ruídos contínuos possuem duração maior de 1 segundo, precisando ser medido em decibéis (dB), com o instrumento de medição para o nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e de resposta lenta. Os limites de tolerância determinam o nível de energia acústica que não causa risco à saúde, determinando o como atividade insalubre o trabalho que ultrapassa esse valor. A Tabela 6 mostra os limites de exposição de ruídos contínuos da NR-15 e ACGIH.

Tabela 6 – Limite de exposição aos ruídos contínuos pela NR-15 e ACGIH

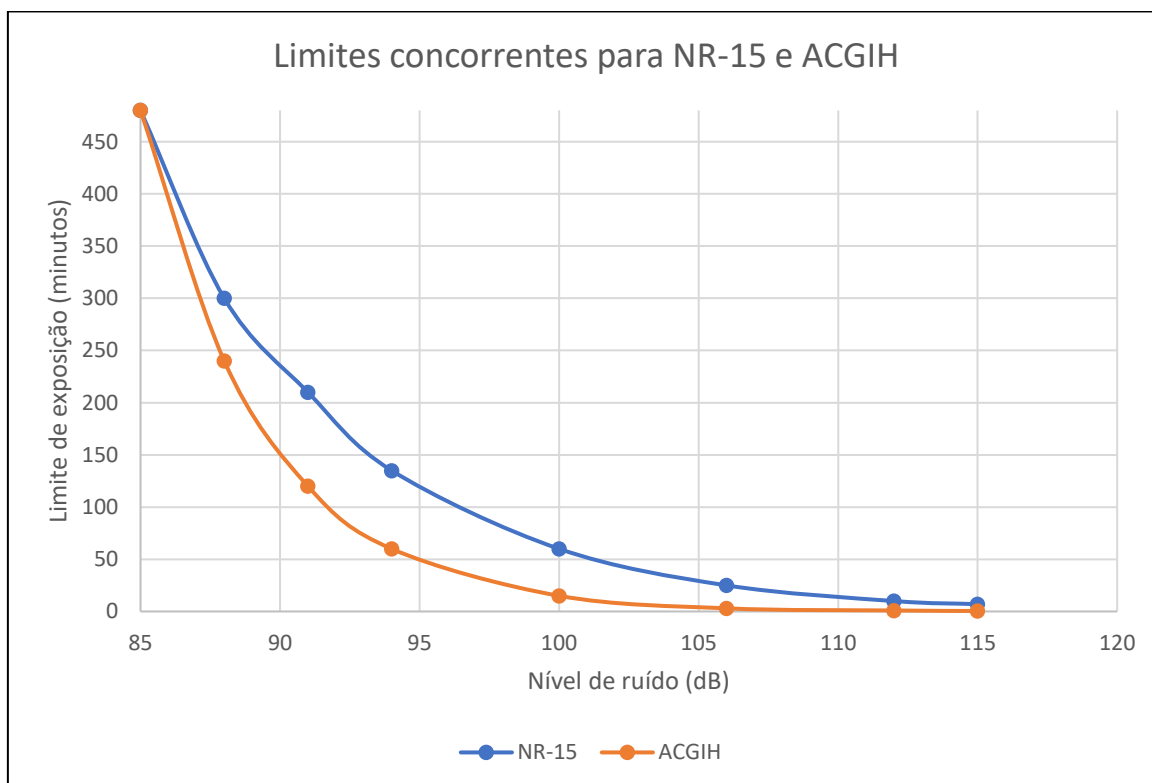
<b>Nível de ruído</b>	<b>Limite de exposição do Anexo 2 da NR-15</b>	<b>Limite de exposição ACGIH</b>
80	-	24 horas
82	-	16 horas
85	8 horas	8 horas
86	7 horas	-

87	6 horas	-
88	5 horas	4 horas
89	4 horas e 30 minutos	-
90	4 horas	-
91	3 horas e 30 minutos	2 horas
92	3 horas	-
93	2 horas e 40 minutos	-
94	2 horas e 15 minutos	1 hora
95	2 horas	-
96	1 hora e 45 minutos	-
97	-	30 minutos
98	1 hora e 15 minutos	-
100	1 hora	15 minutos
102	45 minutos	
103	-	7 minutos e 30 segundos
104	35 minutos	-
105	30 minutos	-
106	25 minutos	3 minutos
108	20 minutos	-
109	-	1 minuto e 53 segundos
110	15 minutos	-
112	10 minutos	57 segundos
114	8 minutos	-
115	7 minutos	28 segundos
118	-	14 segundos
121	-	7 segundos
124	-	4 segundos
127	-	2 segundos

*Fonte: Adaptado do Anexo 2 da NR-15 e da ACGIH de 2021*

O Gráfico 5 apresenta os dados da Tabela 6 em forma de gráfico para facilitar a comparação.

Gráfico 5 – Limites de exposição dos ruídos contínuos do Anexo 2 da NR-15 e da ACGIH



*Fonte: Adaptado da Tabela 6*

Com os dados apresentados, pode-se perceber que não há diferença para os valores da limites de ruídos de impacto, sendo positivo para as normas brasileiras, porém em relação aos ruídos contínuos, os limites apresentados pela ACGIH possuem melhor segurança por possuir limites menores, assim limitando por baixo o nível de exposição aos trabalhadores. O gráfico acima é uma comparação do tempo limites que o Anexo 1 da NR-15 e a ACGIH possuem para alguns níveis de ruído e como pode-se observar, os limites são devidamente menores que os listados no Anexo 1 da NR-15.

Outro agente físico abordado tanto pela NR-15 e ACGIH são as condições insalubres em locais de trabalho que lidam com radiação, tendo a distinção entre radiação ionizante e a não-ionizante. A legislação envolvendo radiação possui a dificuldade de precisar aplicar proteção a uma forma de energia complexa e perigosa, porém persiste o fato que é necessário um gerenciamento de risco e controle de segurança. Pela ACGIH a radiação ionizante inclui radiações eletromagnéticas e de partícula com energia maior que 12,4 elétron-volts, correspondendo a ondas menores que 100 nanômetros, tendo a capacidade de remover elétrons dos átomos e formar íons. Esse nível de radiação é capaz

de danificar os cromossomos que carregam o DNA, assim danificando o responsável pela estrutura de tecidos, músculos e os sistemas do corpo humano, podendo gerar mutações genéticas se ocorrer múltiplos ataques ao DNA.

As consequências destas mutações podem ser assintomáticas, ou seja, sem variações notáveis, porém há chances de que a mutação afete as funcionalidades de alguns sistemas, como por exemplo a produção de proteínas essenciais. Esse tipo de distúrbio é chamado de doença genética, considerado raro e altamente perigoso, uma vez que pode despertar câncer ou doenças autoimunes mortais, que podem vir a ser hereditárias.

Mesmo com o potencial perigo de doenças genéticas, o Anexo 5 da NR-15 se resume a um único parágrafo que informa que os limites de tolerância para radiação ionizantes estão presentes na norma CNEN-NN-3.01 de 2014, ou pela norma que possa vir substituí-la. A norma referenciada pertence a Comissão Nacional de Energia Nuclear, parte do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, possuindo os valores limites que da radiação ionizantes antes que cause lesão no ser humano. Assim, na própria norma CNEN-NN-3.01 se responsabiliza por valores limites de exposições ocupacionais, médicas e do público geral, no entanto, para a área de segurança e saúde ocupacional a norma impõe que os empregadores utilizem a NR-07 para a proteção dos indivíduos. A Tabela 7 apresenta os dados de limite de exposição da CNEN-NN-3.01 e ACGIH.

Tabela 7: Comparação dos limites de exposição ocupacional entre a CNEN-NN-3.01 e ACGIH

Exposição Ocupacional	Limites da CNEN-NN-3.01	Limites da ACGIH
Anual	20 mSv	20 mSv
Pele, mãos e pés	500 mSv/ano	500 mSv/ano
Gravidas	1 mSv/9 meses	0,5 mSv/mês
Menores de 18 anos	Não podem ser expostos	1 mSv/ano

*Fonte: Adaptado da ACHIG (2021) e CNEN-NN-3.01 (2014)*

Além dos principais problemas de que o Ministério do Trabalho não determina como os trabalhadores devem ser protegidos para insalubridade de radiação ionizante. A falta de informações do anexo, que simplesmente comunica aos trabalhadores procurarem a informação sobre sua segurança em outro lugar está de desacordo com a iniciativa de harmonização das normas regulamentadoras, que tem como objetivo facilitar o acesso e

entendimento de informações importantes para o bem-estar de trabalhadores. Enquanto que a CNEN-NN-3.01 possui valores limites satisfatórios quando comparado com a ACGIH, a norma não menciona em seu texto que estes valores são referentes a determinar atividades insalubres em local de trabalho, o papel principal da NR-15.

No âmbito de radiações não-ionizantes, o anexo 7 da NR-15 define esse tipo como radiações microondas, ultravioleta e laser, determinando a partir do laudo de inspeção atividades que exponham trabalhadores à radiações não-ionizantes sem a proteção adequada serão consideradas insalubres. Finalizando o anexo descrevendo que a exposição de radiação por luz negra não será considerada uma atividade insalubre.

Enquanto que a ACGIH possui definições e limites de tolerância para radiações microondas, ultravioleta e laser, o anexo 7 da NR-15 não propõe nenhum valor informativo, tendo a menção a um laudo de inspeção, porém sem nenhuma explicação de quem que pode fazer esse laudo e do que deve estar descrito no laudo, além de que sem que o anexo determine os limites de exposição e os tipos de equipamentos de proteção como que a inspeção pode decretar uma atividade insalubre e os meios de proteção.

Dessa forma, a ACGIH define radiação microondas como a radiação no espectro da radiofrequência com ondas de 300 MHz até 300 GHz de frequência. Os limites de exposição representam as condições na qual a maioria dos trabalhadores podem ser expostos sem efeitos adversos a sua saúde, sendo baseadas em uma exposição no torso e na cabeça, não sendo considerado proteções. A densidade de poder é a unidade utilizada que quantifica a taxa de energia transportada na radiação, associada a uma onda eletromagnética. A Tabela 8 mostra os limites de exposição por radiação microondas somente da ACGIH.

Tabela 8: Limites de exposição para radiação microondas pela ACGIH

Frequência	Densidade de poder (W/m <sup>2</sup> )	Tempo de exposição (s)
100 MHz – 300 MHz	10	360
300 MHz – 3 GHz	Frequência / 30	360
3 GHz – 30 GHz	100	10
30 GHz – 300 GHz	100	10

*Fonte: Dados obtidos na ACGIH (2021)*

Para radiações não-ionizantes de ultravioleta, a ACGIH possui limites que representam valores que os trabalhadores podem ser expostos repetidas vezes sem que haja efeitos adversos na sua saúde. As exposições a radiação ultravioleta de fontes contínuas são comuns na indústria como por exemplo soldagem, gases, lâmpadas fluorescentes e incandescentes, além da própria radiação solar. Outro exemplo de risco com a radiação ultravioleta é de que o ozônio é produzido no ar na presença de radiações ultravioleta abaixo de 250 nm, sendo um gás tóxico quando inalado e possui diversos efeitos no corpo humano, como dor de cabeça, vômito e dificuldades respiratórias.

Os limites devem ser usados como um guia, uma vez que há diferenças de como a radiação afeta cada pessoa e como seus sistemas reagem, dependendo desde a pigmentação da pele até predisposições genéticas. A Tabela 9 apresenta os limites de exposição por radiação ultravioleta somente da ACGIH.

Tabela 9: Limites de exposição por radiação ultravioleta na pele pela ACGIH

Comprimento da onda (nm)	Limite de exposição (J/m <sup>2</sup> )
180	100000
190	100000
200	100000
205	5012
210	2512
215	4732
220	6310
225	316,2
230	1585
235	794
240	400
245	200
250	100
260	100
270	100
280	100
290	100
300	100

Fonte: Dados obtidos na ACGIH (2021)

Para finalizar as radiações não-ionizantes consideradas pelo anexo 7 da NR-15, o laser é uma amplificação da luz por emissão estimulada de radiação, ou seja, uma radiação eletromagnética de comprimento definido de alta intensidade, gerada em uma direção. Os limites determinados pela ACGIH são um guia para os limites de exposição em que trabalhadores podem ser expostos sem que haja consequências na sua saúde. Como o laser é uma radiação mais controlada, o próprio produtor do laser é responsável por rotular os perigos envolvidos com a manipulação do laser e os equipamentos de segurança necessários para proteção. A Tabela 10 mostra os limites de exposição por radiação laser somente da ACGIH.

Tabela 10: Limites de exposição na pele por radiação laser pela ACGIH

Região espectral	Comprimento de onda (nm)	Tempo de exposição (s)	Limite de exposição
Ultravioleta	180 – 400	$10^{-13} - 10^{-11}$	3 J/m <sup>2</sup>
	180 – 400	$10^{-11} - 10^{-9}$	10 J/m <sup>2</sup>
	180 – 260	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^{1.033}$ J/m <sup>2</sup>
	260 – 280	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	30 J/m <sup>2</sup>
	280 - 302	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	30 J/m <sup>2</sup>
	303	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	40 J/m <sup>2</sup>
	304	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	60 J/m <sup>2</sup>
	305	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	100 J/m <sup>2</sup>
	306	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	160 J/m <sup>2</sup>
	307	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	250 J/m <sup>2</sup>
	308	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	400 J/m <sup>2</sup>
	309	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	630 J/m <sup>2</sup>
	310	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	1000 J/m <sup>2</sup>
	311	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	1600 J/m <sup>2</sup>
	312	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	2500 J/m <sup>2</sup>
	313	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	4000 J/m <sup>2</sup>
	314	$10^{-9} - 3 \cdot 10^4$	6300 J/m <sup>2</sup>
	315 – 400	$10^{-9} - 10$	$5600 \cdot t^{0.5}$ J/m <sup>2</sup>
	315 – 400	10 – 1000	10 <sup>4</sup> J/m <sup>2</sup>
315 – 400	1000 – $3 \cdot 10^4$	10 W/m <sup>2</sup>	

Luz e Infravermelho	400 – 700	$10^{-13} - 10^{-11}$	$20 \text{ J/m}^2$
	700 – 1049	$10^{-13} - 10^{-11}$	$20 * 10^{0,002(\lambda-700)}$ $\text{J/m}^2$
	1049 – 1400	$10^{-13} - 10^{-11}$	$100 \text{ J/m}^2$
	400 – 700	$10^{-11} - 10^{-9}$	$60 \text{ J/m}^2$
	700 – 1049	$10^{-11} - 10^{-9}$	$60 * 10^{0,002(\lambda-700)} \text{ J/m}^2$
	1049 – 1400	$10^{-11} - 10^{-9}$	$300 \text{ J/m}^2$
	400 – 700	$10^{-9} - 10^{-7}$	$200 \text{ J/m}^2$
	700 – 1049	$10^{-9} - 10^{-7}$	$200 * 10^{0,002(\lambda-700)}$ $\text{J/m}^2$
	1049 – 1400	$10^{-9} - 10^{-7}$	$1000 \text{ J/m}^2$
	400 – 700	$10^{-7} - 10$	$11000 * \sqrt[4]{t} \text{ J/m}^2$
	700 – 1049	$10^{-7} - 10$	$11000 * 10^{0,002(\lambda-700)}$ $* \sqrt[4]{t} \text{ J/m}^2$
	1049 – 1400	$10^{-7} - 10$	$55000 * \sqrt[4]{t} \text{ J/m}^2$
	400 – 700	$10 - 3 * 10^4$	$2000 \text{ W/m}^2$
	700 – 1049	$10 - 3 * 10^4$	$2000 * 10^{0,002(\lambda-700)}$ $\text{W/m}^2$
	1049 - 1400	$10 - 3 * 10^4$	$10^4 \text{ W/m}^2$

\* $\lambda$ : Comprimento de onda que está sendo verificado

Fonte: Dados obtidos na ACGIH (2021)

## 5 CONCLUSÕES

Se torna possível constatar que ao longo da presente pesquisa a área de SSO tem ganhado importância uma vez que envolve diretamente a saúde e segurança no trabalho. É de senso geral que um ambiente de trabalho seguro traz benefícios para todos dentro de uma empresa, inclusive com a possibilidade de aumento de produtividade. O gerenciamento da insalubridade no local de trabalho foi uma grande preocupação por ocasião da criação da CLT, em que pela primeira vez foram atribuídos limites de tolerância que protegiam a saúde do trabalhador, como uma forma de controle de risco e não somente como adicional salarial de insalubridade.

Neste trabalho foi proposto o estudo das NR's comparativo com a ACGIH. O comparativo foi proposto com a ACGIH, pois esta organização é tida como referência em estudos sobre saúde ocupacional e ambiental, e seus dados são utilizados como padrão internacional. É importante notar que neste estudo observou-se que os valores dos parâmetros dados pela ACGIH são atualizados frequentemente e mais restritivos. Os resultados da comparação entre os parâmetros da NR-15 e da ACGIH sugerem que:

- Para agentes químicos identificou-se que para vários agentes químicos os valores de limites de tolerância são considerados insuficientes como referência de insalubridade. Outra observação importante a NR-15 possui somente 19,9% do total de agentes químicos presentes na ACGIH. Muitos dos agentes ausentes na NR-15 apresentam perigos para o trabalhador, apresentando potencial cancerígeno, e/ou potencial de causar danos ao trato respiratório e ao sistema nervoso.
- Para os agentes biológicos verificou-se que o Anexo 14 da NR-15 não é atualizada desde 1979, sendo um tempo muito longo para que novas atividades industriais não trabalhem com tipos de ameaças não conhecidas há 44 anos atrás. Isto sugere a necessidade de uma pesquisa e estudos sobre o assunto que não está relatado na NR-15 para que haja um avanço na área de SSO.
- Para os agentes físicos, focando a atenção para os riscos envolvendo ruídos, determinou-se que ruídos de impacto está de acordo com a norma internacional, de acordo com o instrumento usado para mensurar a energia acústica. Porém, no caso de ruídos contínuos o Anexo 2 da NR-15 possui um espectro de limites menor que da ACGIH, sendo para a NR-15 variando de 85 dB até 115 dB, a ACGIH determinando limites de 80 dB até 127 dB. Ademais,

os valores possíveis de comparação são menores para ACGIH. Para radiações ionizantes e não-ionizantes é necessário a implementação de tabelas com os limites de exposição ou uma lista de tarefas que devem ser consideradas insalubre de acordo com o uso destes tipos de radiações.

Por fim, este estudo demonstra que a NR-15 não vem acompanhando adequadamente os avanços atuais em higiene e medicina do trabalho. Esta desatualização pode levar a problemas de SSO e impedimentos de compensação do trabalhador, dado que os limites de tolerância para agentes químicos, físicos e biológicos estão acima ou ausentes impossibilitando a caracterização da condição de insalubridade.

## 6 REFERÊNCIAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Sistema de Bibliotecas e Informação. **Manual para elaboração e normalização de trabalhos acadêmicos 2022.pdf**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1WwXcjgPpsWWs8Vo6UWltWHLi9I2l6R0/view>.

Acesso em: 30 ago. 2022.

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira. **Segurança do Trabalho Guia Prático e Didático**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

SALIBA, Tuffi Messias; CHAVES, Márcia Angelim. **Insalubridade e Periculosidade: Aspectos técnicos e práticos**. 18ª ed. São Paulo: LTr, 2022.

CAMISASSA, Mara Queiroga. **Segurança e Saúde no Trabalho - NRs 1 a 37 Comentadas e Descomplicadas**, 7ª ed. Método, 2020.

**Norma Regulamentadora No.15 (NR-15)**. Gov.br, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>>. Acesso em: 01/04/2023

ALVES, Catarina; RAMOS, Maria da Conceição. **Saúde e Segurança no Trabalho: Qualidade e Determinantes da sua Divulgação no Relato de Sustentabilidade**. Revista de Administração de Empresas [online]. 2022, v. 62, n. 5.

SOUZA, L, A. **Saúde e segurança do trabalho: Insalubridade por exposição a agentes biológicos durante a pandemia do Covid-19 no Brasil**. Revista da Faculdade de Direito da Universidade Federal de Uberlândia, v. 49, n. 2, p. 275-289, 2022.

GASQUES, A. C. F; SOUZA, D; LUZ, M. L. S. **Percepção de Riscos no Trabalho: Estudo de Caso com Colaboradores de uma Indústria Metalúrgica**. TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 2, p. 133-145, 2019.

MAAS, L; GRILLO, L. P; SANDRI, J. V. A. **A Saúde e a Segurança do Trabalhador sob Competência de Normas Regulamentadoras Frágeis.** Revista Brasileira de Tecnologias Sociais. v. 5, n. 1, 2019.

DA SILVA, Richard Claudio. **Possibilidade de Acumulação dos Adicionais de Insalubridade e Periculosidade.** Orientador: Rafael Giordani Sabino. 2018. Monografia (Curso de Direito) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Braço do Norte, 2018.

MARINELLI, João P. G. **Insalubridade: Conceito, Evolução e Aplicação.** Orientador: Adílson Vieira de Araújo. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

MENDES, Michele et al. **Normas ocupacionais do benzeno: uma abordagem sobre o risco e exposição nos postos de revenda de combustíveis.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 42, 2017.

ENNES, A. A; LIMA, A. L. I; HORA, H. R. M. (2019). **Avaliação da Insalubridade em uma Empresa Metalúrgica de Tubulação.** Exatas & Engenharias, v. 9 , n.25, p. 89 – 100, 2019.

DIAS, Márcio José et al. **Estudos dos Gases Produzidos no Processo de Endurecimento do Aço SAE por Meio de Cementação Sólida.** Journal of Social, Technological and Environmental Science, v. 4, n. 2, p. 205-214, 2015.

DIO, Daniele Gimenes de. **Avaliação do Ruído ocupacional em operadores da caldeira de biomassa de uma indústria papelreira.** 2018. 47 f. Monografia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

BARBOSA, C. A; SILVA, J. T. N. **A Inconstitucionalidade da não Cumulatividade dos Adicionais de Periculosidade e Insalubridade.** Revista do Curso de Direito da UNIABEU v. 7, n. 2, 2016.

FLECK, Érgon Jean. **Análise Crítica à Desatualização da NR-15 e Disponibilização da Saúde do Trabalhador Através do Adicional de Insalubridade.** 2017. 10 f. Artigo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2017.

GODINHO, Jayson et al. **Análise crítica sobre os limites de tolerância de agentes químicos do anexo 11 da NR-15 - atividades e operações insalubres.** Brazilian Applied Science Review, v. 3, n. 5, p. 2085-2103, 2019.

BAPTISTA, Fabricio dos Santos. **ACGIH X Anexo 11 Da NR15: Uma Análise Comparativa Entre Índices de Exposição.** 2018. 52 f. Monografia, Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2017.

PIFFERO, Nathália Serrano. **Inclusão do adicional de insalubridade aos empregados domésticos.** 2020. 32 f. Proposta de Emenda à Constituição, Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2020.

FORMIGONI, Luís Philippe Alves. **Avaliação da Defasagem da Norma Regulamentadora 15 em Relação aos Principais agentes Químicos Atuantes na Indústria de Petróleo e Gás.** 2015. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2015.

GUADALUPE, Lídia Marta Augusto. **Monetização da Saúde do Trabalhador através da Análise do Adicional de Insalubridade.** 2021. 37 f. Monografia, Centro Universitário de Lavras. Lavras, 2021.

MANCASZ, Alessandra. **Breve Análise da Desatualizada NR-15 e seus Impactos na Saúde do Trabalhador.** França e Mancasz Advogados, 2018. Disponível em: < [afranca.adv.br/breve-analise-da-desatualizacao-da-nr-15-e-seus-impactos-na-saude-do-trabalhador](http://afranca.adv.br/breve-analise-da-desatualizacao-da-nr-15-e-seus-impactos-na-saude-do-trabalhador) >. Acesso em: 31 de ago. de 2022.

PANTALEÃO, Sergio Ferreira. **Insalubridade - O Que É?** Guia Trabalhista, 2021. Disponível em: < [guiatrabalhista.com.br/guia/insalubridade.htm](http://guiatrabalhista.com.br/guia/insalubridade.htm) >. Acesso em: 12 de out. 2022.

HUUF, James. **Benzene-induced Cancers: Abridged History and Occupational Health Impact.** International Journal of Occupational and Environmental Health, v. 13(2), p. 213-221, 2007.

**About ACGIH.** ACGIH, 2020. Disponível em: <<https://www.acgih.org/about/>>. Acesso em: 5 set. 2022.

ACGIH (Ohio, Estados Unidos) (org.). **2021 TLVs and BEIs: Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices.** Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2021. 298 p. ISBN 9781607261452.

**Norma CNEN NN 3.01.** Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, 2014. Disponível em:< <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

**Permissible Exposure Limits – Annotated Tables.** Occupational Safety and Health Administration, 2023. Disponível em: <<https://www.osha.gov/annotated-pels#:~:text=Most%20of%20OSHA's%20PELs%20were,been%20updated%20since%20that%20time.>>. Acesso em: 17 dez. 2023.