



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCOMBUSTÍVEIS

CLÉLIA REGINA CAFER

**EXPOSIÇÃO AO BTEX E RISCOS À SAÚDE EM POSTOS DE COMBUSTÍVEL:
REVISÃO INTEGRATIVA**

UBERLÂNDIA

2023

CLÉLIA REGINA CAFER

**EXPOSIÇÃO AO BTEX E RISCOS À SAÚDE EM POSTOS DE COMBUSTÍVEL:
REVISÃO INTEGRATIVA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis UFJM/UFU da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência e Tecnologia de Biocombustíveis.

Linha de Pesquisa: Ambiente e Sustentabilidade
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Walmott Borges

UBERLÂNDIA

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C129
2023 Cafer, Clélia Regina, 1973-
EXPOSIÇÃO AO BTEX E RISCOS À SAÚDE EM POSTOS DE
COMBUSTÍVEL: REVISÃO INTEGRATIVA [recurso eletrônico] /
Clélia Regina Cafer. - 2023.

Orientador: Alexandre Walmott Borges.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Biocombustíveis.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.106>

Inclui bibliografia.

1. Biocombustível. I. Borges, Alexandre Walmott, 1971-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Biocombustíveis. III. Título.

CDU: 662.756

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em
Biocombustíveis

Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4385 / 4208 - www.iq.ufu.br - ppbic@iqfu.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Biocombustíveis				
Defesa de:	Tese de Doutorado, 21, PPGBIOCOM				
Data:	30 de janeiro de 2023	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	17:19
Matrícula do Discente:	11713PGB003				
Nome do Discente:	Clélia Regina Cafer				
Título do Trabalho:	EXPOSIÇÃO AO BTEX E RISCOS À SAÚDE EM POSTOS DE COMBUSTÍVEL: REVISÃO INTEGRATIVA				
Área de concentração:	Biocombustíveis				
Linha de pesquisa:	Ambiente e Sustentabilidade				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se em ambiente virtual, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Biocombustíveis, assim composta: Professores Doutores: Arthur Ramos do Nascimento, da Universidade Federal da Grande Dourados; Moacir Henrique Júnior, da Universidade Estadual de Minas Gerais; Adailton Borges de Oliveira, da Universidade Federal de Uberlândia; e Alexandre Walmott Borges, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Alexandre Walmott Borges, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[A]provado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Arthur Ramos do Nascimento, Usuário Externo**, em 30/01/2023, às 17:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Moacir Henrique Júnior, Usuário Externo**, em 31/01/2023, às 08:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Walmott Borges, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/01/2023, às 09:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adailton Borges de Oliveira, Presidente**, em 31/01/2023, às 13:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4225728** e o código CRC **832AF5D4**.

À minha amada filha, Júlia, meu projeto com DEUS !

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida, por iluminarem e abençoarem minha vida, fortalecendo-me a cada dia.

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, pela oportunidade e suporte oferecidos.

À Universidade Federal de Uberlândia, nas pessoas dos professores do programa de pós-graduação em biocombustíveis da UFU/UFVJM, em especial ao Dr. Alexandre Walmott Borges, pela orientação, ensinamentos, oportunidade de crescimento pessoal e pelo acompanhamento atento e sempre estimulador. Ao Dr. Anízio Márcio de Faria, pelos ensinamentos, acolhimento e pelo apoio. É importante registrar que os tenho como exemplos de docentes.

Aos amigos e colegas da pós-graduação e todos os professores e servidores da UFU presentes, pela amizade e ensinamentos compartilhados durante os anos de estudos.

Ao secretário do Programa de Pós-graduação em Biocombustíveis, Gabriel Fonseca Rezende, que me auxiliou muito durante todo o processo, principalmente, instruindo e possibilitando os agendamentos das bancas de qualificação e defesa do doutorado.

Aos membros da Banca Examinadora, pelas sugestões e contribuição na melhoria do trabalho.

À minha querida amiga, Dr.^a Flávia de Oliveira, pela amizade, carinho e por todos os momentos de ensinamentos e alegrias diante das “tempestades” que tivemos que passar para chegar até aqui, por não ter me deixado desistir, sendo presente de DEUS em minha vida!

Ao diretor da Escola Técnica de Saúde, Luiz Carlos Gebrim de Paula Costa, ao coordenador do Curso Técnico em Enfermagem, Emerson Piantino Dias, aos docentes e funcionários do Curso Técnico em Enfermagem da ESTES/UFU, pelo apoio e ajuda durante este percurso, em especial, aos professores Noriel Viana Perreira e Ana Carolina Gonçalves Correia, pelas contribuições.

Aos funcionários e proprietários do Posto de Revenda de Combustíveis Jardim Altamira – Uberlândia/MG, por serem tão solícitos, prestativos e profissionais.

À minha amada família: pai, Leonardo (Nego) (*In memoriam*); mãe, Maria das Dores (Dola), meus exemplos de vida; meus tios, tias, primos e primas; meus irmãos, Leonardo e Juliana, e meus cunhados e cunhadas, aos sobrinhos e sobrinhas pelo apoio. E em especial, à minha querida Marilda R. Martins, pelo seu amor dedicado a mim e à minha família nos momentos mais difíceis, bem como por todo apoio na construção deste trabalho.

Minha eterna gratidão!

“Ninguém é suficientemente perfeito, que não possa aprender com o outro e ninguém é totalmente estruído de valores que não possa ensinar algo ao seu irmão.”

(São Francisco de Assis)

RESUMO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com os objetivos de identificar, avaliar criticamente e sintetizar as evidências científicas relacionadas à exposição ao BTEX e os riscos à saúde em postos de revenda de combustível, bem como o que se tem feito para monitorar tal exposição e as perspectivas futuras em relação aos biocombustíveis. A questão norteadora para a pesquisa foi: Quais as evidências disponíveis na literatura de exposição e riscos à saúde relacionados ao BTEX em trabalhadores de postos de combustível? As bases de dados, Lilacs, PubMed, BVS, Medline, Scielo, Capes e Science Direct foram selecionadas para a busca de estudos primários indexados nos últimos cinco anos. Os descritores controlados e não controlados foram selecionados de acordo com cada base de dados. Dos 5835 estudos localizados e considerando os critérios de seleção, foram excluídos 3401 por não serem artigos de periódico. Do total de 183 elegíveis, 39 não respondiam à questão norteadora e 15 estudos primários foram incluídos na revisão integrativa. Para a extração dos dados, foi utilizado um instrumento validado. A análise dos dados foi descritiva e apresentada em três categorias: A ocorrência ambiental e a exposição por BTEX em PRC, saúde do trabalhador e biomonitoramento e perspectivas futuras: agenda 2030 e ODS's. O desenvolvimento desta revisão integrativa da literatura permitiu, por meio dos resultados obtidos, encontrar as principais evidências relacionadas à exposição ao BTEX e os riscos à saúde em postos de revenda de combustível. Em todas as categorias, verifica-se a necessidade de capacitação dos profissionais dos PRCV em relação ao uso de EPIs em todo o processo de trabalho.

Palavras-chave: Biocombustíveis. Benzeno. Saúde do trabalhador. Posto de combustível.

ABSTRACT

This is an integrative literature review with the objectives of identifying, critically evaluating and synthesizing the related scientific evidence on exposure to BTEX and health risks at fuel retail stations, as well as what has been done to monitor such exposure and future perspectives in relation to biofuels. The guiding question for the research was: What evidence is available in the literature on exposure and health risks related to BTEX in gas station workers? The databases Lilacs, PubMed, BVS, Medline, Scielo, Capes and Science Direct were selected to search for indexed primary studies in the last 05 years. Controlled and uncontrolled descriptors were selected according to each database. Of the 5835 studies found and considering the selection criteria, 3401 were excluded because they were not journal articles. Of the total of 183 eligible, 39 did not respond to the guiding question and 15 primary studies were included in the integrative review. A validated instrument was used for data extraction. Data analysis was descriptive and presented in three categories: Environmental occurrence and exposure by BTEX in CRP, workers' health and biomonitoring and future perspectives: 2030 agenda and SDG's. The development of this integrative literature review allowed, through the results obtained, to find the main evidence related to exposure to BTEX and health risks at fuel retail stations. In all categories, there is a need to train PRCV professionals in relation to the use of PPE throughout the work process.

Keywords: Biofuels. Benzene. Worker's health. Gas station.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo de busca e triagem dos artigos	47
Figura 2 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados PUBMED.....	48
Figura 3 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados SciELO	49
Figura 4 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados LILACS	50
Figura 5 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados BVS	51
Figura 6 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados Science Direct.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos estudos primários segundo ano de publicação	80
Gráfico 2 - Distribuição dos estudos primários segundo a origem dos autores.....	80
Gráfico 3 - Distribuição dos estudos primários segundo o idioma.....	81
Gráfico 4 - Distribuição dos estudos primários segundo a base de dados em que foram encontrados.....	81
Gráfico 5 - Distribuição dos estudos primários segundo o desenho do estudo	82
Gráfico 6 - Distribuição dos estudos primários segundo Nível de Evidência	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Bases de dados utilizadas na pesquisa.....	44
Quadro 2 - Bases de dados selecionadas para a busca dos estudos primários, descritores controlados e não controlados utilizados (palavras-chave)	45
Quadro 3 - Síntese dos artigos da pesquisa	54
Quadro 4 - Classificação da força de evidência para questões clínicas, baseada na Intervenção ou Diagnóstico e no significado segundo Melnyk e Fineout-Overholt (2011).....	76
Quadro 5 - Síntese do estudo 1 de Moura-Correa, M. J. et al. (2017), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	83
Quadro 6 - Síntese do estudo 2 Nogueira, S. M; (2016), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	83
Quadro 7 - Síntese do estudo 3 de Skamvetsakis, A. et al. (2017), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	84
Quadro 8 - Síntese do estudo 4 de Thangamani, J. G. et al. (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	85
Quadro 9 - Síntese do estudo 5 de Poça, K. S. et al. (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	85
Quadro 10 - Síntese do estudo 6 de Alsés, M. et al. (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	86
Quadro 11 - Síntese do estudo 7 de Al-Harbi, M. et al. (2020), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	87
Quadro 12 - Síntese do estudo 8 de Belal, S. F. et al. (2019), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	88
Quadro 13 - Síntese do estudo 9 de Hilpert, M. et al. (2019), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	89
Quadro 14 - Síntese do estudo 10 de Syimir Fizal, A. N. et al. (2018), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	90
Quadro 15 - Síntese do estudo 11 de Geraldino, B. R. et al. (2020), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	91
Quadro 16 - Síntese do estudo 12 de Costa-Amaral, I. C. et al. (2019), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	92
Quadro 17 - Síntese do estudo 13 de Xia, B. et al. (2017), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	93

Quadro 18 - Síntese do estudo 14 de Rizk, A. A. et al. (2020), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	94
Quadro 19 - Síntese do estudo 15 de Geraldino, B. R. et al. (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos estudos primários incluídos na revisão integrativa segundo autores, ano, país de origem do estudo, idioma, periódico e país de origem, JCR, nível de evidência. 79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIE	Agência Internacional de Energia
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AT	Acidente de Trabalho
ATSDR	<i>Agency for toxic substances and disease registry</i>
BTEX	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
Conama	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
Covid-19	É uma doença infecciosa causada pelo novo Coronavírus (SARS-CoV-2) e tem como principais sintomas febre, cansaço e tosse seca
CTPP	Comissão Tripartite Paritária Permanente
DEC's	Descritores em Ciências da Saúde
DHHS	Departamento de Saúde e Serviços Humanos
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos EUA
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
GEE	Gases do Efeito Estufa
GT	Grupo de Trabalho
GTT	Grupo de Trabalho Tripartite
HPA	Hidrocarbonetos Poliaromáticos
HTP	Hidrocarbonetos Totais de Petróleo
IARC	Agência Internacional de Pesquisa em Câncer
LMA	Leucemia Mieloide Aguda
MME	Ministério de Minas e Energia
MMHG	Milímetros de Mercúrio
NIOSH	Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
NRC	Conselho Nacional de Pesquisa
NTP	Programa Nacional de Toxicologia
°C	Grau Celsius
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde

ONU	Organização das Nações Unidas
PBE	Prática Baseada em Evidência
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PPM	Partes por Milhão
PRC	Postos de Revenda de Combustíveis
PRCV	Postos de Revenda de Combustíveis Veiculares
PSI	É uma medida de pressão, ou libra por polegada quadrada e a unidade de pressão no sistema inglês/americano
RENAST	Rede Nacional de Atenção Integral à Saúde do Trabalhador
RI	Revisão Integrativa
RIAT	Roteiro de inspeção sanitária, ambientes e processos de trabalho em postos de revenda de combustíveis
RIATPRC	Roteiro de Inspeção Sanitária de Ambientes e Processo de Trabalho
SciELO	<i>Eletronic Libary Online</i>
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SEPRT	Dispõe sobre os procedimentos para elaboração e revisão das Normas Regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho
SIT	Subsecretaria Inspeção do Trabalho
SMD	Síndrome Mielodisplásicas
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
TCEQ	Comissão do Texas sobre Qualidade Ambiental
UBRABIO	União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene
VRT	Valor de Referência Tecnológico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVO	24
2.1	Objetivo geral	24
3	REFERENCIAL TEÓRICO	25
3.1	Saúde do Trabalhador	25
3.2	Ocorrência ambiental e a exposição ao BETX em postos de venda de combustíveis	30
3.3	Perspectivas futuras e biocombustíveis	35
4	MÉTODO	41
4.1	Tipo do estudo	41
4.2	Primeira etapa – Elaboração da questão norteadora	42
4.3	Segunda etapa – Amostragem	43
4.3.1	Fontes de informação.....	43
4.3.2	Critérios de inclusão e exclusão.....	45
4.4	Terceira etapa – Extração dos dados dos estudos primários	53
4.5	Quarta etapa – Avaliação dos estudos primários incluídos na revisão	75
4.6	Quinta etapa – Análise e síntese dos resultados da revisão	76
4.7	Sexta etapa – Apresentação da Revisão Integrativa	76
5	RESULTADOS	78
5.1	Análise dos dados	95
6	DISCUSSÃO	96
6.1	Ocorrência ambiental em PRC e a exposição por BTEX	96
6.2	Saúde do trabalhador e biomonitoramento	103
6.3	Perspectivas futuras: agenda 2030 e ODS's	106
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
	REFERÊNCIAS	111

1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que a comercialização de combustíveis derivados de petróleo é uma atividade potencialmente poluidora. BTEX são hidrocarbonetos monoaromáticos de grande importância ambiental, devido à sua alta toxicidade, mobilidade e solubilidade. A sigla corresponde aos compostos orgânicos voláteis (COV) Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno.

Segundo Amaral *et al.* (2017), a gasolina é uma mistura complexa de frações líquidas leves do petróleo, contendo diversos hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, como benzeno, tolueno, etil benzeno e xilenos (BTEX), compostos lipossolúveis e tóxicos que agem como depressores do sistema nervoso central e apresentam toxicidade, mesmo em baixas concentrações.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, doenças ocupacionais podem ser negligenciadas e os funcionários podem não ser informados sobre os riscos de exposição a tóxicos no local de trabalho.

Fonseca *et al.* (2017) citam que contaminações ambientais e ocupacionais relacionadas aos Compostos Orgânicos Voláteis (COV's) em Postos de Revenda de Combustíveis (PRC) continuam sendo de grande preocupação para as áreas da saúde pública e da saúde do trabalhador, especialmente, as contaminações relacionadas ao benzeno presente na gasolina.

O impacto no meio ambiente devido à eliminação de um material tóxico é, muitas vezes, sentido de imediato, o que não acontece quando se trata de doenças que são, na maioria das vezes, retardadas pela causa natural.

Fonseca *et al.* (2017) relatam ainda que trabalhadores de postos de revenda de combustível podem apresentar sintomas de problemas de saúde, devido à inalação de espécies de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX) em seu ambiente de trabalho.

Para Amaral *et al.* (2017), contaminações ambientais e ocupacionais relacionadas a postos de revenda de combustíveis atingem um grande número de trabalhadores, frequentadores de lojas de conveniência e residentes no entorno dos postos de revenda, principalmente, as contaminações relacionadas à gasolina, combustível fóssil derivado do petróleo e de grande consumo no Brasil e no mundo.

Em 2017, 41.984 postos revendedores de derivados de petróleo operavam no país. Destes, 38,8% se localizavam no Sudeste; 25,5% no Nordeste; 19% na Região Sul; 8,8% no Centro-Oeste; 8% na Região Norte. Os estados com maior concentração de postos eram: São Paulo (21,9%); Minas Gerais (10,3%); Rio Grande do Sul (7,7%); Paraná (6,6%); Bahia (6,9%); e Rio de Janeiro (5%) (ANP, 2017).

Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), no Brasil, existem quase quarenta mil postos de combustíveis ativos (RENAST, 2015). E de acordo com os dados do último censo do IBGE (2010), 184.733 frentistas em 39.450 PRC, em todo o país.

Atualmente, São Paulo é o estado com o maior número de postos de combustíveis do Brasil: são 8.359 postos. Em seguida, está Minas Gerais, com 4.463 postos, e o Rio de Janeiro, com 3.046 postos.

Segundo Santos (2014), no âmbito da saúde ocupacional, as exposições a agentes químicos presentes nos combustíveis recebem cada vez mais atenção. O maior problema é a presença dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV's) em meio aos profissionais que trabalham em postos de combustíveis.

Isso porque o benzeno é um composto orgânico volátil (COV) derivado do petróleo e é um solvente comum. A principal fonte de benzeno é a fumaça do tabaco, mas seus níveis em ambientes fechados também aumentam após o uso de fogões a gás e produtos de limpeza ou pintura (FACINA, 2012). As fontes externas são gases de escape do tráfego e emissões de instalações industriais e / ou postos de gasolina (RENAST, 2020).

Além disso, Amaral *et al.* (2017) destacam que, dentre os BTEX, o benzeno é o principal composto de relevância toxicológica, devido aos seus efeitos à saúde humana, como Síndromes Mielodisplásicas (SMD) e, principalmente, ao seu efeito carcinogênico, como Leucemia Mieloide Aguda (LMA).

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC, do nome em inglês) classifica o benzeno como cancerígeno do Grupo 1 – ou seja, nível mais alto (IARC, 2021). A gasolina e o diesel possuem, em sua constituição, entre outras substâncias, o benzeno, composto comprovadamente genotóxico e carcinogênico segundo a *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR, 2015).

Os COV's estão presentes em todos os segmentos que envolvem processamento e distribuição de combustíveis fósseis.

Amaral *et al.* (2017) comentam que, mesmo que as concentrações de benzeno sejam menores que 1% na gasolina, como estabelecido pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o estímulo ao consumo de combustíveis fósseis oriundos da cadeia produtiva do petróleo como política de desenvolvimento econômico faz com que a exposição ao benzeno a partir da gasolina tenha grande influência no âmbito da saúde ambiental e ocupacional.

Segundo Giardini *et al.* (2017), a exposição ocupacional de trabalhadores ao benzeno pode ocorrer desde o processo de síntese de derivados de petróleo às atividades que possam

liberar gases e vapores. Esses trabalhadores são, por exemplo, gerentes de postos de combustíveis, lubrificadores, lavadores de carros, trabalhadores de lojas de conveniência e frentistas. Todos estão expostos à fumaça de escapamentos automotivos e ao contato direto com o benzeno presente na gasolina.

Ser frentista pode ser prejudicial à saúde, pois pesquisas mostram que esses profissionais correm **riscos** porque ficam expostos aos solventes da gasolina (benzeno, tolueno e xileno), que evaporam durante o abastecimento e são absorvidos por meio da pele e da respiração.

De acordo com Amaral *et al.* (2017), o benzenismo corresponde ao conjunto de sinais e sintomas decorrentes da exposição ao benzeno. Seu diagnóstico, de natureza ocupacional, é eminentemente clínico e epidemiológico, fundamentando-se na história de exposição ocupacional e na observação de sintomas e sinais clínicos e laboratoriais dos expostos.

Para Moura-Correa *et al.* (2014), a exposição ocupacional ao benzeno no Brasil é um problema de saúde pública, por ser elevado o número de trabalhadores expostos.

No entanto, existem poucos trabalhos de exposição ocupacional e avaliação de risco em postos revendedores de combustíveis a frentistas, em que as avaliações dos riscos ocupacionais aos trabalhadores e usuários em postos de gasolina são completamente desconhecidas.

O RenovaBio é uma política de Estado que reconhece o papel estratégico de todos os biocombustíveis (etanol, biodiesel, biometano, bioquerosene, segunda geração, entre outros) na matriz energética brasileira no que se refere à sua contribuição para a segurança energética, a previsibilidade do mercado e a mitigação de emissões dos gases causadores do efeito estufa no setor de combustíveis. Com isso, os biocombustíveis viabilizam uma oferta de energia cada vez mais sustentável, competitiva e segura.

Em seu cenário de desenvolvimento sustentável, a Agência Internacional de Energia (AIE, 2021) apresenta um cenário integrado especificando um caminho para a energia global sustentável futura, ao mesmo tempo em que se concentra nos objetivos de desenvolvimento sustentável incluídos na AGENDA 2030 (ONU, 2015).

A descarbonização do setor de transporte global é uma das prioridades para alcançar esses objetivos. No entanto, apesar dos esforços para reduzir as emissões de gases do efeito estufa (GEE), o setor de transportes ainda é responsável por 24% das emissões diretas de CO₂ provenientes da queima de combustível (AIE, 2020).

Entre 2000 e 2018, o uso de energia no setor de transportes diminuiu anualmente 1,4%, em média. Para alinhar o setor de transportes com o Cenário de Desenvolvimento Sustentável, o uso de energia deve cair 3,2% ao ano entre 2020 e 2030 (AIE, 2020).

Para reduzir as emissões de GEE baseadas em combustíveis fósseis relacionadas ao setor de transporte, a participação de energia renovável no setor deve aumentar. Uma forte eletrificação do setor de transporte é uma solução (JASTAD *et al.*, 2021).

No entanto, essa estratégia exige elevados investimentos na infraestrutura e um aumento significativo da produção de eletricidade renovável (incluindo a produção intermitente de eletricidade). A outra opção viável para aumentar a participação das energias renováveis no setor de transporte é substituir os combustíveis fósseis de transporte (diesel e gasolina) por biocombustíveis. A previsão de crescimento anual da produção de biocombustíveis (previsto com base no crescimento anterior), no entanto, não é promissora.

Além disso, alcançar soluções lucrativas, ecologicamente corretas e eficientes em termos de energia e recursos é um desafio.

Para Tomaz, Ferreira e Borges (2021), a necessidade mundial de energia, na atualidade, exige crescimento contínuo do setor energético em busca de fontes de combustíveis para suprir a alta demanda. A busca por fontes renováveis de energia, como os biocombustíveis, intensificou-se nas discussões sobre temas ambientais, principalmente, devido às mudanças climáticas e ao aquecimento global. Dentre os biocombustíveis, o etanol é considerado uma alternativa viável, em substituição aos derivados do petróleo. Nesse cenário, destacam-se como usinas sucroenergéticas na produção do etanol, a partir de biomassa de origem agrícola. No Brasil, utiliza-se a cana-de-açúcar e, mais recentemente, acompanhou-se um crescimento na utilização de milho.

Existem inúmeras motivações para termos realizado uma revisão integrativa de literatura (RI): Conhecermos melhor os riscos da exposição ocupacional desses compostos no ar em PRC é muito importante e necessário para o desenvolvimento de mecanismos de prevenção da exposição e, sobretudo, da saúde dos trabalhadores desses estabelecimentos.

No momento da epidemia de Coronavírus (COVID-19), em que em meados de março de 2020 a OMS fez a declaração de pandemia que promoveu o isolamento social em escolas e universidades, implicando em mudanças nas formas de estudar e trabalhar nesses espaços, ela mostrou como alterações no mundo externo à realidade da escola ou universidades podem modificar processos formativos que ocorrem nesses espaços. Estudos epidemiológicos e experimentais ficaram prejudicados. Nesse contexto, explicamos que nosso estudo anterior era um estudo epidemiológico, o qual não pôde ser finalizado e foi necessário adaptar uma nova metodologia que contemplasse o cronograma em atraso e o momento de crise sanitária em que vivemos.

Para isso, a Revisão Integrativa (RI) pode ser compreendida como um método de coleta

de dados que contribui com as pesquisas e o momento atual que enfrentamos. Consiste na construção de uma análise ampla da literatura, contribuindo para discussões sobre métodos e resultados obtidos em pesquisas e experimentos, tendo como finalidade aprofundar o entendimento sobre determinado fenômeno, baseando-se em estudos e evidências anteriores (BEYEA; NICOLL, 1998).

Assim, essa Revisão Integrativa se justifica pela necessidade de se acessar as melhores evidências nos últimos anos sobre a exposição ao BTEX e riscos à saúde em postos de revenda de combustível, bem como o que se tem feito para monitorar tal exposição e as perspectivas futuras em relação aos biocombustíveis.

Para alcançar o objetivo proposto, o estudo foi dividido em sete capítulos, sendo eles:

- 1) Introdução, pequena introdução ao problema da pesquisa e justificativas;
- 2) Objetivo geral;
- 3) Referencial teórico: nesse capítulo, fizemos uma breve introdução sobre as categorias escolhidas para a RI, saúde do trabalhador, ocorrência ambiental e a exposição ao BTEX em PRC, bem como perspectivas futuras em relação aos biocombustíveis;
- 4) Materiais e método: nesse capítulo, são apresentados o tipo de estudo e as seis etapas para a realização da RI, quais sejam: Primeira etapa: elaboração da questão norteadora; Segunda etapa: amostragem; Terceira etapa: extração dos dados dos estudos primários; Quarta etapa: avaliação dos estudos primários incluídos na revisão; Quinta etapa: análise e síntese dos resultados da revisão; Sexta etapa: apresentação da revisão integrativa;
- 5) Resultados: nesse capítulo, são descritos os resultados encontrados, apresentados os quadros síntese, tabelas e gráficos. Dos 5835 estudos localizados e considerando os critérios de seleção, foram excluídos 3401, por não serem artigos de periódico. Do total de 183 elegíveis, 39 não respondiam à questão norteadora e 15 estudos primários foram incluídos na revisão integrativa;
- 6) Discussão: nesse capítulo, ocorre a discussão dos dados a partir de três categorias fundamentadas no referencial teórico: saúde do trabalhador, ocorrência ambiental e a exposição ao BTEX em PRC e perspectivas futuras em relação aos biocombustíveis, considerando os eixos norteadores da pesquisa;
- 7) Considerações finais: apresentamos as contribuições desta revisão.

Esta pesquisa de tese doutoral insere-se dentro do Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, programa conjunto UFVJM (Universidade Federal dos Vales do

Jequitinhonha e do Mucuri) e UFU (Universidade Federal de Uberlândia). O projeto adere à linha de pesquisa do programa ambiente e sustentabilidade. O Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, com cursos de mestrado e doutorado *Stricto Sensu*, é um programa bi-institucional, constituído por associação ampla entre a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e a Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O modelo adotado inspira ações integradas e usa a competência instalada na UFVJM e na UFU. A característica mais destacável é sua natureza abrangente, no ambiente de conexão de ideais, que cobre todas as cadeias produtivas interfaceadas com o tema biocombustíveis.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Analisar e descrever o conhecimento disponível na literatura sobre a exposição ao BTEX em PRC e seus efeitos na saúde dos trabalhadores.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Saúde do Trabalhador

A exposição ao benzeno em ambientes de trabalho, muitas vezes, está acompanhada do não cumprimento das normas de segurança do trabalho, da legislação de saúde vigente, de informação deficiente ou inexistente sobre os riscos inerentes ao agente tóxico. Não podemos deixar de mencionar a importância de se utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), principalmente pelos frentistas.

Podemos dizer que há dois tipos diferentes de risco: físicos e químicos. Os físicos se relacionam com as explosões, pois a gasolina, o diesel e o etanol são substâncias altamente inflamáveis, gerando um grande perigo de acidente. Já os riscos químicos estão ligados às substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador, ocasionando problemas de saúde.

Os acidentes ocupacionais são, sabidamente, um problema de saúde que ainda acomete grande parte da população mundial. Apesar de serem potencialmente evitáveis, é comum que sejam associados por parte dos trabalhadores como obra de azar ou infortúnio. Isso traz sérias consequências nos modelos de gestão de trabalho por parte dos empregadores, que, mesmo implantando programas de segurança no trabalho, alimentam nas classes trabalhadoras a ideia de auto culpabilidade. Com a crescente onda de precarização do trabalho, advinda de processos de implantação do modelo neoliberal vigente no Capitalismo Globalizado, os pesquisadores lidam com o desafio crescente de entender quais as determinações, causas e consequências dos acidentes de trabalho (AT) nas esferas econômica, política, governamental, empresarial, sociocultural, familiar e psicológica, para, assim, apontar perspectivas de melhoria para a prevenção e saúde do trabalhador.

Nesse sentido, o Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2019) publicou novas regras para postos de combustíveis, estabelecidas pela Portaria 1.109, atualizando a NR-9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e definindo novos procedimentos para proteger a saúde dos trabalhadores. No Brasil, a Legislação de Segurança do Trabalho conta, entre outros aspectos, com as Normas Regulamentadoras, além de Leis Complementares, como Portarias e Decretos e as Convenções Internacionais da Organização Internacional do Trabalho (OIT), ratificadas pelo Brasil. Atualmente, no Brasil, há um conjunto de 36 normas regulamentadoras que buscam cobrir as várias áreas e iniciativas com vistas a mitigar os acidentes e doenças ocupacionais.

Uma dessas normas, a Norma Regulamentadora nº 20 (NR-20), no item 20.1.1 (BRASIL, 2019), estabelece requisitos mínimos para a gestão da SST, segurança e saúde do trabalhador contra os fatores de risco de acidentes provenientes das atividades de extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de inflamáveis e líquidos combustíveis.

No mês de setembro de 2016, a sexta alteração da NR-09 foi submetida e deliberada favoravelmente, por consenso, durante a 85ª Reunião Ordinária da Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), realizada em 28 e 29 de junho de 2016, sendo veiculada pela Portaria MTb nº 1.109, de 21 de setembro de 2016. Essa revisão acrescentou o segundo anexo à NR-09, estabelecendo os requisitos mínimos de segurança e saúde no trabalho para as atividades com exposição ocupacional ao benzeno em Postos Revendedores de Combustíveis (PRC), de forma complementar às exigências e orientações já previstas na legislação de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) então em vigor. Esse anexo teve seu texto revisto, posteriormente, pela Portaria MTb nº 871, de 6 de julho de 2017, conforme deliberação favorável durante a 88ª Reunião Ordinária da CTPP, realizada em 28 e 29 de março de 2017 (BRASIL, 2020).

Assim como a terceira, a décima primeira revisão da NR-09 representou a segunda grande revisão para essa norma. Essa última alteração está inserida num processo global de revisão de todo o sistema normativo, iniciado com a inclusão, na NR-01, do Gerenciamento de Riscos Ocupacionais e do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR). O Gerenciamento de Riscos Ocupacionais prevê a avaliação de todos os riscos ocupacionais (não apenas os ambientais), a indicação do nível de risco e sua classificação para determinação das medidas de prevenção e o acompanhamento do controle dos riscos ocupacionais. Com a introdução desse novo conteúdo na NR-01, que dialoga com todas as demais normas regulamentadoras, os requisitos referentes a gerenciamento de riscos até então existentes na NR-09 foram transpostos para a NR-01, restando ao novo texto da NR-09 os requisitos específicos para avaliação e controle das exposições ocupacionais aos agentes químicos, físicos e biológicos (BRASIL, 2020).

Mais recentemente, o texto básico para essa alteração foi elaborado por um Grupo de Trabalho (GT), composto por auditores fiscais e pesquisadores da Fundacentro e submetido à consulta pública por 30 dias, tendo recebido 1.089 contribuições. Durante esse período, foi realizada também audiência pública, em 11 de setembro de 2019, com a participação presencial de 140 pessoas e transmissão via sistema da Fundacentro, e ainda posterior disponibilização do conteúdo no canal online dessa instituição. Para possibilitar uma discussão mais aprofundada sobre o tema também entre os auditores fiscais do trabalho, a SIT (Subsecretaria Inspeção do

Trabalho), adicionalmente, orientou que as chefias estaduais organizassem reuniões técnicas para promover discussão sobre o grupo de normas regulamentadoras que se encontrava em consulta pública (NR-1, NR-07, NR-09 e NR- 17), tendo disponibilizado, para facilitar o registro das sugestões, formulário para ser utilizado para cada NR sob consulta, a fim de registrar a análise dos estados (BRASIL, 2020).

As sugestões coletadas dessas diversas fontes foram analisadas por um GTT (Grupo de Trabalho Tripartite), constituído para elaborar a proposta final de revisão da NR-09. Após várias rodadas de reuniões, realizadas entre setembro e novembro de 2019, o texto foi apresentado e discutido inicialmente na 3ª Reunião Ordinária da CTPP, realizada em 28 de novembro de 2019. As discussões foram finalizadas e o texto aprovado, por consenso, durante a 4ª Reunião Ordinária da CTPP, realizada em dezembro de 2019 (BRASIL, 2020).

O texto aprovado foi encaminhado para publicação por meio da Nota Técnica SEI nº 3098/2020/ME, tendo sido publicado pela Portaria SEPRT nº 6.735, de 10 de março de 2020, a qual estabeleceu, conforme acordado por consenso pela CTPP, a vigência diferida da NR-09 para 10 de março de 2021 (BRASIL, 2020).

Nele, aborda-se a exposição ocupacional ao benzeno em postos revendedores de combustíveis. Apesar de sua importância, os recursos normativos e legais por si só não são o bastante para a diminuição dos riscos ocupacionais, visto que as situações de risco suscetíveis de causar acidentes de trabalho são as mais diversas, sobretudo no caso da rotina dos frentistas. Logo, a análise de fatores de risco em todas as tarefas e nas operações nesse processo é fundamental para a prevenção de danos.

Os acidentes de trabalho têm sérias repercussões em todos os âmbitos de análise. Podem constituir um grande custo para o governo, com os gastos previdenciários com acidentes; custam muito para os empresários, que devem arcar com as responsabilidades sobre os problemas de saúde decorrentes do acidente ocupacional para o empregado que sofreu o agravo, bem como contabilizar prejuízos como os dias de trabalho perdidos, o que está diretamente ligado à produção e à contratação de novos funcionários. Mas, de certa forma, quem mais sofre é o trabalhador, que vê sua vida desestruturada ao enfrentar o dilema de passar por um problema de saúde e tornar-se incapacitado, parcial ou não, para exercer a sua profissão.

Nesse contexto, o ambiente laboral de postos de revenda de combustíveis compõe-se de um conjunto de fatores que, de forma direta ou indireta, podem provocar riscos ao profissional, camuflando ou retardando sinais e sintomas de comprometimentos à saúde do trabalhador.

Não podemos desconsiderar as consequências sociais do acidente ocupacional no cotidiano dessas pessoas que sofreram acidentes de trabalho graves e estão forçosamente

lidando com o desafio contínuo de criar uma ordenação do seu cotidiano de vida, tentando criar uma naturalidade para o desafio de viver com as limitações impostas pela deficiência – provisória ou não, que esse evento trouxe ou ainda pode trazer para suas vidas.

Explicar a necessidade de se utilizar equipamentos, como máscara de proteção, óculos protetor, uniformes e botas de segurança, é uma das principais responsabilidades do empregador, além do fornecimento desses itens.

De acordo com Giardini *et al.* (2017), para controlar a exposição ocupacional ao benzeno no ar, foi estabelecida uma concentração máxima permitida, o chamado “valor de referência tecnológico” (VRT). Trata-se de um valor de referência da concentração média ponderada pelo tempo, para uma jornada de 8 horas, obtida na zona respiratória. O valor máximo estabelecido para empresas que integram o mesmo grupo de postos de combustíveis é de 1,0 ppm.

Entendemos que a exposição dos trabalhadores se torna muito maior pelos hábitos que vão adquirindo conforme o tempo de trabalho. Uma das ações para prevenção da exposição ocupacional ao benzeno está no desenvolvimento de ações de educação aos trabalhadores, para que possam ser esclarecidos os riscos aos quais são submetidos diariamente e quais medidas de proteção devem ser tomadas por eles para minimizar essa exposição.

A execução de estudos com envolvimento dos próprios trabalhadores, isto é, como sujeitos das pesquisas, permite maior entendimento e esclarecimento dos riscos ocupacionais, pois, além de ser uma estratégia de comunicação do risco, a informação ao trabalhador dos riscos inerentes à sua atividade é um direito fundamental que deve ser garantido.

É válido ressaltar que, a partir de setembro de 2018, os proprietários de postos de gasolina foram obrigados a fornecerem um curso de, no mínimo, 4 horas de duração sobre os riscos que seus profissionais estão correndo e as medidas de controle para prevenção da exposição a combustíveis.

Giardini *et al.* (2017) afirmam que estudos demonstraram a importância dessas ações que, contribuindo para o empoderamento da força de trabalho, tornam-nas capazes não somente de proteger a saúde individual, mas de reivindicar melhores condições de vida e de transformação da realidade do coletivo.

Infelizmente, medidas assim são necessárias pois ainda precisamos conscientizar os trabalhadores sobre os riscos que sua atividade apresenta, sendo recomendado demonstrar a importância do uso dos EPIs, para que não ocorram problemas futuros.

De acordo com o Dicionário Aurélio (2014), a expressão “vigilância em saúde” remete, inicialmente, à palavra vigiar. Sua origem – do latim *vigilare* – significa observar atentamente,

estar atento a, estar de sentinela, procurar, campear, cuidar, precaver-se, acautelar-se.

Segundo Giardini *et al.* (2017), as áreas componentes da Vigilância em Saúde (Vigilância Epidemiológica, Vigilância Sanitária e Vigilância Ambiental e do Trabalhador) devem atuar de forma integrada, de modo a prevenir, da maneira mais efetiva, danos à saúde decorrentes da exposição a agentes químicos, físicos e biológicos. Suas ações têm por objetivo a observação e análise permanente da situação de saúde da população, destinando-se, mais diretamente, a controlar os riscos, determinantes e danos à saúde para proteger, prevenir e controlar doenças, bem como promover a saúde.

A compreensão do comportamento epidemiológico de doenças e agravos à saúde relacionados ao ambiente e à ocupação, bem como a substituição de combustíveis automotores por combustíveis alternativos, não provenientes do petróleo, que são mais limpos que a gasolina e o diesel, são estratégias que vêm ganhando cada vez mais atenção, a fim de reduzir a emissão dos gases tóxicos no ar.

Giardini *et al.* (2017, p. 2) comentam que a Portaria que definiu o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e sua abrangência definia, no seu artigo 3º, Vigilância Sanitária como o conjunto de ações, dentre outras, capaz de “exercer fiscalização e controle sobre o meio ambiente e os fatores que interferem na sua qualidade, abrangendo os processos e ambientes de trabalho, a habitação e o lazer”. A Portaria ressalta, ainda, que cabe necessariamente à Vigilância Sanitária “as ações destinadas à promoção e proteção da saúde do trabalhador submetido aos riscos e agravos advindos dos processos e ambiente de trabalho” (BRASIL, 1994 *apud* GIARDINI *et al.*, 2017, p. 2).

A saúde do trabalhador constitui um campo da saúde pública e parte do princípio de que o trabalho é um determinante fundamental para o processo saúde-doença. Sendo assim, os principais constituintes que desencadeiam danos à saúde do trabalhador devem ser detectados e analisados para que medidas possam ser tomadas a fim de prevenir os riscos e garantir o nível mais elevado de bem-estar e qualidade de vida durante a jornada de trabalho.

É importante ressaltar que o conceito Saúde do Trabalhador não significa somente a ausência de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho, mas também a transformação dos processos de trabalho para a eliminação de riscos pontuais que possam ocasionar agravos à saúde (GIARDINI *et al.*, 2017).

Especificamente para a proteção da saúde do trabalhador, além dos exames admissionais, devem ser feitos exames periódicos com intervalos máximos de seis meses, a fim de construir a série histórica de hemogramas do trabalhador. O monitoramento biológico deve ser realizado sempre que necessário, para avaliar a exposição de trabalhadores em atividades

de maior risco ou em situações em que houve algum descontrole. Preconiza-se a análise do indicador biológico ácido trans, trans-mucônico na urina, que é um indicador sensível, ainda que com média especificidade. Executando essas e outras ações da legislação, é possível que se controle o risco dos trabalhadores expostos a benzeno (GIARDINI *et al.*, 2017).

3.2 Ocorrência ambiental e a exposição ao BETX em postos de revenda de combustíveis

Nas duas últimas décadas, tem havido um intenso debate mundial sobre as questões socioambientais e as externalidades negativas provenientes das atividades antrópicas que provocam a diminuição da qualidade de vida, principalmente, nas cidades. Entre os desequilíbrios urbano-ambientais da contemporaneidade que atingem a saúde humana, está a poluição atmosférica (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2020), o uso de combustíveis fósseis está associado a diversos problemas ambientais. A dependência da matriz energética mundial em relação às fontes não renováveis de energia faz com que os reservatórios diminuam cada vez mais devido à exploração intensa e desenfreada dos recursos naturais.

O mundo, recentemente, despertou para a importância das questões relacionadas à proteção do meio ambiente que ganharam proporções globais, a ponto de levarem as lideranças dos países a se reunirem em busca de soluções. Nesses encontros, passaram a discutir e idealizar o estabelecimento de um modelo de desenvolvimento sustentável. Contudo, em função dos imensos impactos já causados à natureza e dos efeitos atualmente sentidos em função desses impactos, essa preocupação surge na esfera global de forma latente (SILVA; SILVA; MENDES, 2017).

Os produtos derivados do petróleo, como a gasolina e o óleo diesel, representam uma importante fonte de contaminação do ar nos grandes centros urbanos. Em todo o mundo, em particular nas grandes metrópoles, tem crescido a preocupação com a qualidade do ar nas atividades de revenda e abastecimento de combustíveis líquidos, uma vez que tais atividades apresentam um alto risco ocupacional para trabalhadores e usuários desses locais (SOUSA, 2011).

A poluição ocupacional do ar ambiente é, por sua vez, a deterioração das condições atmosféricas ambientais de trabalho, que pode prejudicar a saúde do trabalhador e usuários.

Toda empresa, a partir do momento em que sua atividade interfere no meio ambiente e nas relações interpessoais que a circundam, deve manter-se atenta a uma série de normas e critérios que visam a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade.

A legislação ambiental dos PRCV's (Postos de Revenda de Combustíveis Veiculares) envolve, principalmente, as leis de proteção do meio ambiente, assim como as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Entre as mais importantes para o posto de combustível, podem ser relacionadas:

- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: é a chamada “lei dos crimes ambientais”;
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000: estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. É a principal referência ambiental para o posto de combustível.

Os modelos de gestão ambiental orientam atividades administrativas e operacionais e, por isso, são importantes para atingir os resultados esperados. Todavia, as organizações podem desenvolver ações isoladas que não se caracterizam como um modelo de gestão ambiental (SILVA; SILVA; MENDES, 2017).

Com os PRCV's não é diferente, pois existem alguns impactos negativos que podem ocorrer nesse ambiente de trabalho, como:

- Incêndios ou explosões, causados pelo manejo incorreto de produtos químicos ou fontes inflamáveis;
- Derramamento do produto combustível, contaminando solos ou lençóis freáticos circunvizinhos quando não há escoamento correto da substância;
- Mal armazenamento do produto, ocasionando em vazamentos e complicações no ecossistema e no próprio posto;
- Emissão de substâncias químicas, impactando a qualidade do ar local;
- Alto consumo de água usado na lavagem de automóveis, afetando o abastecimento hídrico de água;
- Lançamento de resíduos, como lixos domésticos e químicos, em locais inapropriados;
- Ruídos excessivos no estabelecimento, incomodando as populações que moram ao redor com a poluição sonora.

Segundo Lima *et al.* (2017), dentre os materiais mais poluentes encontrados nos PRCV's, estão os derivados de petróleo diesel e gasolina, os compostos BTEX's (benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno), álcool e o óleo automotivo e os compostos carbonílicos representados pelo formaldeído, acetaldeído, acroleína e acetona, que são gerados pela queima

dos combustíveis e atividades fotoquímicas.

Sousa (2011) cita que, dentre os principais produtos derivados do petróleo, a gasolina é um dos combustíveis de maior consumo no país. A gasolina comercial é quimicamente composta por hidrocarbonetos, contendo entre quatro e doze carbonos, sendo a maior parte classificada como alifáticos ou como aromáticos. Os compostos alifáticos incluem constituintes como o butano (C4), o penteno (C5) e o octano (C8). Os compostos aromáticos incluem compostos como o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno e os xilenos (comumente denominados BTEX). Além dos hidrocarbonetos e dos oxigenados, a gasolina contém ainda compostos de enxofre, compostos de nitrogênio e compostos metálicos, todos eles em baixas concentrações. Ademais, aditivos e misturas de solventes são acrescentados ao complexo de hidrocarbonetos para implementar o desempenho e estabilidade da gasolina. Ao final do processo de produção, a gasolina contém mais de 150 compostos.

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo (ANP), são definidos e especificados atualmente três tipos de gasolinas para uso em automóveis: gasolina comum, aditivada e premium. No Brasil, as propriedades da gasolina automotiva devem atender aos critérios estabelecidos pelos regulamentos técnicos da Agência Nacional do Petróleo (ANP), que estabelece as especificações de gasolina automotiva em todo território nacional.

O álcool é um dos combustíveis de destaque da matriz energética brasileira, sendo constituído por compostos orgânicos caracterizados pela presença do grupo hidroxila (R - OH) ligado a uma cadeia de átomos de carbonos saturados. É fabricado nas indústrias por meio de dois processos: sintético e fermentação (SOUSA, 2011).

Conforme a Agência Nacional de Petróleo (ANP), o álcool etílico anidro (que é adicionado à gasolina tipo A) não é o mesmo que se utiliza para veículos movidos a álcool. O álcool combustível disponível nos postos é o álcool etílico hidratado.

O álcool etílico hidratado trata-se de um combustível mais limpo do que seu substituto, a gasolina, devido aos pequenos fatores de emissão de poluentes de efeito local. Além disso, é proveniente de uma fonte renovável, a cana-de-açúcar, resultando em emissões líquidas de gases precursores do efeito estufa potencialmente nulas por seu conteúdo de carbono ser reciclado (SOUSA, 2011).

Segundo Sousa (2011), o óleo diesel é um líquido límpido, amarelado, isento de material em suspensão e com odor característico constituído de uma mistura de hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP's), numa faixa de substâncias mais pesadas que na gasolina (6 a 30 átomos de carbono), sendo composto aproximadamente de 40% de n-alcanos, 40% de cicloalcanos, 20% de hidrocarbonetos aromáticos e pequena porcentagem de isoprenóides, enxofre,

nitrogênio e compostos oxigenados.

De acordo com Sousa (2011), os hidrocarbonetos aromáticos do grupo BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno, orto-xileno, meta-xileno e para-xileno) são compostos de baixa polaridade, sendo, desse modo, insolúveis em água e solúveis em solventes apolares. Em condições ambientes, são líquidos. Entretanto, são compostos voláteis cujas pressões de vapor à temperatura ambiente são maiores que 0,01psi (70Pa, 0,5mmHg) e pontos de ebulição inferiores a 260°C.

O benzeno é empregado na indústria sucroalcooleira para a produção de álcool anidro e também na produção de compostos orgânicos, inseticidas, fumigantes, solventes, borrachas sintéticas, plásticos, nylon e tintas. O tolueno é usado na gasolina de aviação e como agente de elevação da octanagem, como matéria-prima para benzeno, fenol e caprolactama, solvente para tintas e revestimentos, gomas elásticas, resinas, borrachas, diluente e solvente para lacas a base de nitrocelulose. O etilbenzeno é utilizado como um aditivo na gasolina de aviação e pode estar presente em produtos de consumo, como tintas, plásticos e pesticidas. É também usado como intermediário na produção de estireno. Os isômeros de xileno são usados na gasolina de aviação, corantes, inseticidas, asfalto, síntese farmacêutica (CETESB, 2012).

Contaminações ambientais e ocupacionais relacionadas aos COV's em postos de combustíveis continuam sendo de grande preocupação para as áreas da saúde pública e da saúde do trabalhador, especialmente, as contaminações relacionadas ao benzeno presente na gasolina. Os BTEX's são extremamente tóxicos à saúde humana, apresentando toxicidade crônica mesmo em pequenas concentrações. Todos compostos BTEX são poderosos depressores do sistema nervoso central, de acordo com a IARC (*International Agency for Research on Cancer*). O benzeno é reconhecidamente o mais tóxico de todos os BTEX, pois se trata de uma substância comprovadamente carcinogênica (podendo causar leucemia, ou seja, câncer dos tecidos que formam os linfócitos do sangue).

No Brasil, de acordo com Moura-Correa *et al.* (2014), a exposição ocupacional relacionada a postos de combustíveis atinge 184.733 frentistas, distribuídos em 39.450 postos de revenda de combustíveis (PRCV's) em todo o país.

Os trabalhadores dos PRCV's realizam atividades de alto risco por estarem em contato direto com os vapores de BTEX e outros COVs, nas atividades de abastecimento, medição de tanque, transferência de produto, entre outras. Um automóvel, ao abastecer, troca a gasolina líquida pelo vapor saturado que existe dentro do tanque, que pode variar de poucos litros a dezenas de litros, dependendo do volume de gasolina adquirido.

Por sua vez, um caminhão-tanque, durante o descarregamento de combustível, pode

emanar para a atmosfera grande quantidade de vapor saturado de gasolina, devido à sua capacidade de conter dezenas de milhares de litros (FONSECA *et al.*, 2017).

Durante o abastecimento de gasolina, os frentistas ficavam expostos a concentrações de benzeno no ar. Essas atividades e situações de risco levam a uma exposição ubíqua ao benzeno, presente nos processos produtivos e no ambiente. Desse modo, por ser um carcinógeno, não há concentração limite segura que elimine o risco de exposição e de adoecimento dos trabalhadores de PRCV's e da população no entorno.

Adicionalmente, destacam-se as substâncias decorrentes da evaporação/combustão dos combustíveis fósseis, representadas, principalmente, pelos compostos orgânicos voláteis (COV's) e os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA's), e os poluentes gasosos em particular, compostos orgânicos voláteis (VOC's) que são altamente reativos, possuem elevado caráter tóxico e podem participar de inúmeras reações na atmosfera, formando poluentes secundários.

Apesar de a matriz energética brasileira ser considerada uma das mais renováveis do mundo, o uso de combustíveis fósseis ainda é elevado no Brasil. O país ainda é bastante dependente do uso deles. Há alguns anos, o Brasil importava aproximadamente 60% do petróleo, mas hoje ele mesmo produz a quase totalidade do petróleo que utiliza.

Outro problema ambiental é a questão da emissão de gases de efeito estufa, por meio da queima dos combustíveis fósseis. O dióxido de carbono é um dos principais gases que intensificam o efeito estufa e provocam alterações climáticas. A questão da redução das emissões tem sido alvo de discussões de inúmeras conferências ambientais.

Diversos acordos já foram estabelecidos, como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris. Buscar alternativas à substituição dos combustíveis fósseis para produção de energia é essencial para conservação do meio ambiente e para conter as alterações no clima.

Em relatório oficial da 68ª Assembleia Mundial da Saúde, em maio de 2015, a OMS concluiu que a redução da poluição atmosférica pode se tornar um indicador sanitário das políticas dos objetivos do desenvolvimento sustentável pós-2015. Nesse documento, a OMS solicita aos países-membros que tomem medidas emergenciais de controle efetivo da poluição, uma vez que a poluição do ar passa a ser líder ambiental para riscos em saúde (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Em um esforço para evitar uma tragédia climática anunciada, uma sugestão da União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene – Ubrabio, seria o aumento da adição de biocombustível ao combustível fóssil, que representaria a redução de toneladas de emissões de gases de efeito estufa em nossa atmosfera.

Os biocombustíveis mais usados no Brasil são o etanol (o álcool), o biogás e o biodiesel.

Biomassa é o nome dado a toda matéria orgânica, vegetal ou animal que é empregada na produção de energia. Além de renovável, tem custos baixos, emite poucos gases poluentes e muitos materiais servem para a sua produção.

Nesse contexto, poderíamos sugerir uma pequena contribuição para o debate acerca dos efeitos da poluição atmosférica e as políticas públicas existentes de incentivo à produção e pesquisa de biocombustíveis. Os resultados analisados podem servir de base de conhecimento para aos gestores públicos e privados do quanto se perde em vidas, saúde nas cidades.

3.3 Perspectivas futuras e biocombustíveis

Múltiplas agendas e iniciativas de sustentabilidade estão surgindo em resposta aos desafios ambientais e sociais, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, esgotamento de recursos, poluição, aumento da desigualdade e instabilidade geopolítica. Essas agendas sugerem novas maneiras de estruturar sociedades e economias para facilitar as transições para formas mais sustentáveis de viver dentro das fronteiras geofísicas e sociais. No entanto, apesar do progresso em certas áreas, a humanidade ainda está em grande parte em uma trajetória insustentável (FISCHER *et al.*, 2007).

A Agenda 2030 vem como um compromisso global assumido em 2015 por 193 países, incluindo o Brasil. O documento “Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, baseado em cinco eixos de atuação: Paz, Pessoas, Planeta, Prosperidade e Parcerias.

A Agenda é coordenada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e propõe a ação de governos, instituições, empresas e a sociedade em geral para o enfrentamento dos maiores desafios do mundo contemporâneo.

Segundo a ONU (2015), a Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade, que busca fortalecer a paz universal. O plano indica 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os ODS, e 169 metas, para erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta. São objetivos e metas claras, para que todos os países adotem de acordo com suas próprias prioridades e atuem no espírito de uma parceria global que orienta as escolhas necessárias para melhorar a vida das pessoas, agora e no futuro.

O compromisso firmado pela Agenda 2030 volta-se para a proteção contra a degradação do nosso ambiente, introduzindo mudanças por meio do consumo e da produção sustentáveis, além da gestão sustentável dos recursos naturais.

A concepção de sustentabilidade pressupõe uma relação equilibrada com o ambiente em

sua totalidade, considerando que todos os elementos afetam e são afetados reciprocamente pela ação humana. A sustentabilidade, portanto, diz respeito às escolhas sobre as formas de produção, consumo, habitação, comunicação, alimentação, transporte e nos relacionamentos entre as pessoas e delas com o ambiente, considerando os valores éticos, solidários e democráticos (SESC-SP, 2021).

Os ODS's contemplam uma agenda com 17 Objetivos e 169 metas para serem atingidos até 2030. Os 193 Estados-Membros da Organização das Nações Unidas (ONU) adotaram formalmente a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, composta pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os 17 ODS são:

- 1) Erradicação da pobreza;
- 2) Fome zero;
- 3) Saúde e bem-estar;
- 4) Educação de qualidade;
- 5) Igualdade de gênero;
- 6) Água potável e saneamento;
- 7) Energia limpa e acessível;
- 8) Trabalho decente e crescimento econômico;
- 9) Indústria, inovação e infraestrutura;
- 10) Redução das desigualdades;
- 11) Cidades e comunidades sustentáveis;
- 12) Consumo e produção responsáveis;
- 13) Ação contra a mudança global do clima;
- 14) Vida na água;
- 15) Vida terrestre;
- 16) Paz, justiça e instituições eficazes;
- 17) Parcerias e meios de implementação.

Destacamos o ODS 3, 7 e 8, sendo o 3 - assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas as pessoas, em todas as idades; 7 - garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos e o 8- trabalho decente e crescimento econômico.

O ODS 3 tem seu foco principal na saúde da população. Por isso, apresenta metas como: a redução drástica da mortalidade materna, o fim das mortes evitáveis de bebês e crianças, o combate a doenças como a AIDS, a tuberculose, a malária, a hepatite, entre outras transmissíveis.

O ODS 7 trata do acesso às diferentes fontes de energia, principalmente às renováveis,

eficientes e não poluentes. Trata-se de um ODS que interliga diferentes níveis de poder: a energia é fundamental para a vida cotidiana, mas também para a produção industrial global.

O ODS 8 trata de promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos.

A implicação negativa do uso de combustível fóssil no clima e na saúde causou uma mudança para fontes de energia mais ecológicas e renováveis, como solar, eólica e biocombustíveis (AHIDUZZAMAN; ISLAM, 2011).

As fontes de eletricidade limpas são: energia hidráulica, energia eólica solar, energia maremotriz e energia geotérmica, enquanto a principal energia limpa substituta do petróleo é a energia da biomassa. Biomassa são recursos não fósseis de origem orgânica que estão disponíveis em bases renováveis, sustentáveis, limpas e recorrentes (ADELEKE *et al.*, 2019).

A biomassa também é conhecida como resíduos derivados de organismos vivos. Os materiais de biomassa como materiais orgânicos que armazenam energia do sol como carbono, hidrogênio, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e pouco conteúdo de enxofre. Os materiais de biomassa incluem folhas, caule, casca, serragem, cascas obtidas de plantas, esterco de animais e humanos, ossos, escamas e conchas de animais. São resíduos obtidos com o uso de materiais orgânicos. Por exemplo, o pó de serra é um subproduto para serrar toras de madeira em pranchas (YADAV; SRIVASTAVA; SINGH, 2015).

Yadav, Srivastava e Singh (2015) afirmam que uma das vantagens da biomassa, por ser uma fonte confiável de energia, é que sua produção pode ser domesticada como tal, as oscilações dos preços das *commodities* no mercado internacional não a afetam.

Os vários produtos de energia que podem ser derivados da biomassa incluem combustível sólido, bioetanol, biogás e biodiesel (ADELEKE *et al.*, 2020; IKUBANNI *et al.*, 2018).

A biomassa é a quarta maior fonte de energia do mundo, depois do carvão, petróleo e gás natural. Nos países em desenvolvimento, cerca de 2,4 bilhões de pessoas dependem da biomassa como sua fonte primária de energia (IEA, 1998).

A descoberta de novas reservas de petróleo tem diminuído nos últimos anos. Estamos consumindo as reservas atuais num ritmo mais elevado do que o de descoberta de novas jazidas. A demanda, por outro lado, não cessa de aumentar. De acordo com dados da Agência Internacional de Energia (AIE), o consumo de petróleo deverá elevar-se numa média de 1,6% ao ano até 2030, quando atingiremos um consumo de 120 milhões de barris por dia. Isso representa um aumento de cerca de 40% no atual consumo de 86,1 milhões de barris por dia. Os hidrocarbonetos continuarão a ser, nas próximas décadas, a principal fonte energética. No

entanto, os fatores acima mencionados estimularão o desenvolvimento de outras fontes de energia. É nesse contexto que se insere a estratégia brasileira na área dos biocombustíveis (SIMÕES, 2021).

A história mostra que países que detêm a dianteira no processo de migração da matriz energética dispõem de uma importante vantagem comparativa. A liderança que o Brasil possui atualmente no setor de biocombustíveis representa, portanto, uma vantagem comparativa fundamental. Se bem empregada e desenvolvida, pode auxiliar na “*commoditização*” do etanol e do biodiesel e na transformação do Brasil em potência energética de primeira grandeza (SIMÕES, 2021).

A matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo e, atualmente, mais de 45% de toda a energia consumida no país provém de fontes renováveis, ao passo que a média de participação dessas fontes na matriz energética dos países desenvolvidos não chega a 15% (SIMÕES, 2021).

A experiência brasileira com a utilização do etanol adicionado à gasolina remonta à década de 1920. Porém, foi somente a partir de 1931, com a edição do decreto no 19.717, de 20 de fevereiro daquele ano, que o combustível produzido a partir da cana-de-açúcar passou a ser oficialmente adicionado à gasolina, então importada. Apesar dessas iniciativas, entretanto, foi na década de 1970, com o lançamento do Programa Nacional do Álcool – Proálcool – em 1975, que o Governo criou as condições necessárias para o grande salto. O setor sucroalcooleiro brasileiro conseguiu tornar-se, nos últimos anos, um dos mais modernos do mundo, tendo alcançado significativos resultados, tanto ambientais quanto econômicos (SIMÕES, 2021).

Segundo Borges e Camara (2018), a partir da década de 70, o álcool tornou-se a matriz energética brasileira e passou a ser utilizado como principal combustível para veículos leves. Em meados da década de 80, aproximadamente 90% da frota de veículos leves utilizavaesse combustível no Brasil. A antiga estrutura do órgão governamental IAA tinha como principal objetivo regular a produção de alimentos e, a partir da década de 70, passou a desenvolver políticas regulatórias de combustíveis.

O Proálcool tinha como objetivos principais a introdução no mercado da mistura gasolina-álcool (álcool anidro) e o incentivo ao desenvolvimento de veículos movidos exclusivamente a álcool (álcool hidratado). A mistura de álcool anidro à gasolina foi impulsionada por decisão governamental, em 1993, que estabeleceu a mistura obrigatória de álcool anidro em toda a gasolina distribuída para revenda nos postos (Lei no 8.723, de 28 de outubro de 1993). Na prática, a diretiva governamental criou uma reserva de mercado para o álcool anidro que vigora até hoje. O percentual é fixado pelo Conselho Interministerial do

Açúcar e do Álcool, podendo variar na faixa entre 20% e 25% (SIMÕES, 2021).

Deve-se dizer claramente que não havia conteúdo de sustentabilidade ou ambiental nessas políticas introduzidas entre os anos 70 e 80. Órgãos e políticas foram influenciados por problemas decorrentes do balanço de pagamentos (o custo da importação de petróleo), e o Brasil tinha muitas usinas de cana-de-açúcar já instaladas. Essas usinas foram uma herança da tradição brasileira na produção de açúcar (BORGES; CAMARA, 2018).

Após a crise de abastecimento de etanol (1989-1990), o setor sucroalcooleiro passou por extensa renovação no final dos anos 90.

Borges e Camara (2018) citam que um fator importante para a indústria voltar ao mercado de produção de combustíveis, e não apenas para a produção de açúcar, foi o desenvolvimento dos veículos bicomcombustíveis. Por outro lado, a exploração e produção de petróleo também foram estimuladas. Esse crescimento pode ser medido por dois eventos: a estatal Petrobras iniciou as operações em alto mar e, além disso, a Lei Federal possibilitou a contratação de empresas privadas para a execução de atividades de monopólio. Todas essas transformações ocorreram a partir de meados dos anos 90 e permaneceram até a primeira década do século XXI.

Após 1997, a antiga estrutura das agências governamentais foi modificada. A Agência Nacional do Petróleo foi criada em 1998 e, logo depois, essa agência mudou o nome para Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis-ANP. Algumas críticas são feitas porque a agência tem o poder administrativo de regular tanto os combustíveis fósseis, como petróleo e gás, quanto os biocombustíveis. Mesmo alguns conflitos políticos ocorreram quando os biocombustíveis competem com os combustíveis fósseis (BRASIL, 1997).

Borges e Camara (2018) relatam que, a partir da metade da primeira década do século XX, ocorreram diversas mudanças no setor de biocombustíveis. Com a disponibilidade de novas tecnologias e incentivos governamentais, foi possível observar as seguintes mudanças na produção: (1) tornou-se algo diferente da produção de etanol; (2) a produção de biodiesel foi incorporada; (3) houve uma diversificação de matérias-primas para a produção, não só com plantação de cana-de-açúcar, mas também com grãos, sementes e palmas nativas ou exóticas; (4) surgiram políticas de incentivo à produção de biocombustíveis pelos camponeses; (5) políticas sazonais exigindo porcentagens obrigatórias de biocombustíveis em combustíveis fósseis foram implementadas; (6) foram desenvolvidos incentivos fiscais para veículos adaptados para uso bicomcombustível ou uso de biodiesel.

O Brasil tem clara vantagem comparativa na produção de biocombustíveis. O Governo e o setor privado acreditam que o aumento da produção de etanol e biodiesel será capaz de criar

condições para a melhoria do nível de vida da população, criando renda e empregos e fixando a população nas áreas rurais. O Brasil está comprometido com a produção sustentável de biocombustíveis.

4 MÉTODO

4.1 Tipo do estudo

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, um dos métodos de pesquisa utilizados na Prática Baseada em Evidência (PBE), permitindo a incorporação das evidências na prática clínica (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008; SOUZA *et al.*, 2010).

Uma revisão integrativa é um método específico, que resume o passado da literatura empírica ou teórica, para fornecer uma compreensão mais abrangente de um fenômeno particular (BROOME, 2006).

Esse método de pesquisa objetiva traçar uma análise sobre o conhecimento já construído em pesquisas anteriores sobre um determinado tema. A revisão integrativa possibilita a síntese de vários estudos já publicados, permitindo a geração de novos conhecimentos, pautados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores (BENEFIELD, 2003; MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008; POLIT; BECK, 2006).

O termo “integrativa” tem origem na integração de opiniões, conceitos ou ideias provenientes das pesquisas utilizadas no método. Para Whitemore e Knafl (2005), é nesse ponto que se evidencia o potencial para construir a ciência. Uma boa revisão integrativa, segundo os autores, apresenta o estado da arte sobre um tema, contribuindo para o desenvolvimento de teorias. O método de revisão integrativa é uma abordagem que permite a inclusão de estudos que adotam diversas metodologias (ou seja, experimental e de pesquisa não experimental).

Essa abordagem metodológica tem como finalidade “sintetizar resultados obtidos em pesquisas sobre um delimitado tema ou questão, de maneira sistemática e ordenada, com o objetivo de contribuir para o conhecimento desse tema ou questão” (ROMAN; FRIEDLANDER, 1998, p. 109).

Uma metodologia cuja proposta combina “dados da literatura teórica e empírica, além de incorporar um vasto leque de propósitos: definição de conceitos, revisão de teorias e evidências, e análise de problemas metodológicos de um tópico particular” (PAIVA *et al.*, 2016, p. 4).

Tem ainda por finalidade reunir e resumir todas as informações científicas sobre o tema pesquisado, ou seja, permite buscar, avaliar e sintetizar as evidências disponíveis, contribuindo, assim, para o conhecimento da temática (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

A revisão integrativa da literatura também é um dos métodos de pesquisa utilizados que permitem a incorporação das evidências na prática clínica. Esse método tem a finalidade de

reunir e sintetizar resultados de pesquisas sobre um delimitado tema ou questão, de maneira sistemática e ordenada, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado. Desde 1980, a revisão integrativa é relatada na literatura como método de pesquisa (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Segundo Mendes, Silveira e Galvão (2008), para se elaborar uma revisão integrativa relevante, é necessário que as etapas a serem seguidas sejam claramente descritas. Para os autores, o processo de elaboração da revisão integrativa encontra-se bem definido na literatura. Entretanto, diferentes pesquisadores adotam formas específicas de subdivisão do processo de revisão sistemática (BEYEA; NICOLL, 1998; BROOME, 2006; COOPER, 1984; GANONG, 1987; WHITEMORE; KNAFL, 2005).

Para realização da revisão integrativa, seguimos os seguintes passos: definição do tema e questão norteadora; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; definição das informações a serem extraídas dos estudos; avaliação dos estudos; interpretação dos principais resultados e a elaboração do documento que contempla todas essas fases.

4.2 Primeira etapa – Elaboração da questão norteadora

A primeira etapa serve como norte para a construção de uma revisão integrativa. A construção deve subsidiar um raciocínio teórico e incluir definições aprendidas de antemão pelos pesquisadores. Assim, a primeira etapa do processo de elaboração da revisão integrativa se inicia com a definição de um problema e a formulação de uma pergunta de pesquisa (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008). A pergunta de pesquisa deve ser clara e específica (SILVEIRA; GALVÃO, 2005; URSI, 2005).

A estratégia PICO pode ser utilizada para construir questões de pesquisa de naturezas diversas, oriundas da clínica, do gerenciamento de recursos humanos e materiais, da busca de instrumentos para avaliação de sintomas entre outras. Pergunta de pesquisa adequada (bem construída) possibilita a definição correta de que informações (evidências) são necessárias para a resolução da questão clínica de pesquisa, maximiza a recuperação de evidências nas bases de dados, foca o escopo da pesquisa e evita a realização de buscas desnecessárias. PICO, representado da seguinte forma: P = Paciente/Problema, I = Intervenção ou indicadores, C = Comparação e O = Resultado/desfecho. Essa estratégia tem sido utilizada para construir questões de pesquisa de diferentes naturezas, provenientes da prática clínica (SANTOS *et al.*, 2007).

Assim, a questão norteadora da pesquisa foi definida: Quais as evidências disponíveis

de exposição e riscos à saúde relacionados ao BTEX em trabalhadores de postos de combustível?

4.3 Segunda etapa – Amostragem

4.3.1 Fontes de informação

Uma vez que a questão de pesquisa foi formulada, a etapa seguinte é o início da busca bibliográfica de evidências, que viabilizará a recuperação das evidências nas bases de dados, que pode ser esquematizada nas seguintes etapas apresentadas a seguir. Seleção dos termos de busca: identificação dos termos (descritores) relacionados a cada um dos componentes da estratégia PICO (SANTOS *et al.*, 2007).

Os Descritores em Ciências da Saúde (DEC's) foram criados pela BIREME para servir como uma linguagem única na indexação de artigos de revistas científicas, livros, anais de congressos, relatórios técnicos e outros tipos de materiais, assim como para serem usados na pesquisa e recuperação de assuntos da literatura científica nas fontes de informação disponíveis na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), como LILACS, MEDLINE e outras.

Os descritores são classificados como - Controlados: conhecidos como “títulos de assuntos médicos” ou “descritores de assunto”, que são utilizados para indexação de artigos nas bases de dados. Os vocabulários de descritores controlados mais conhecidos são o MeSH (MEDLINE/PubMed), o DeCS (BIREME) e o EMTREE (EMBASE). Exemplos de descritores controlados para o componente P da estratégia PICO: (Posto de combustível), (Saúde do Trabalhador) (Benzeno). Não-controlados: representam as palavras textuais e seus sinônimos, variações de grafia, siglas e correlatos. Exemplo de descritores não-controlados para o componente P da estratégia PICO: (Posto de gasolina), (Saúde ocupacional), (Gasolina). Palavra-chave BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) não consta do DEC's.

Utilização de operadores booleanos (delimitadores): representados pelos termos conectores AND, OR e NOT. Esses termos permitem realizar combinações dos descritores que serão utilizados na busca, sendo AND uma combinação restritiva, OR uma combinação aditiva e NOT uma combinação excludente (SANTOS *et al.*, 2007).

Para a busca dos artigos científicos, utilizou-se as bases de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), *Electronic Library Online* (SciELO), *Science Direct*, LILACS, CAPES, PubMed (Quadro 1).

Quadro 1 - Bases de dados utilizadas na pesquisa

Base de dados	Descrição
BVS	A Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) foi estabelecida em 1998 como modelo, estratégia e plataforma operacional de cooperação técnica da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) para gestão da informação e conhecimento em saúde na Região AL&C. A BVS é uma Rede de Redes construída coletivamente e coordenada pela BIREME. É desenvolvida, por princípio, de modo descentralizado, por meio de instâncias nacionais (BVS Argentina, BVS Brasil etc.) e redes temáticas de instituições relacionadas à pesquisa, ensino ou serviços (BVS Enfermagem, BVS Ministério da Saúde etc.).
SciELO	Scientific Electronic Library On-line (SciELO) é uma base de dados de referências para artigos publicados em mais de 1.000 periódicos de acesso aberto publicados em doze países.
ScienceDirect	ScienceDirect é uma página web operada pela editora anglo-holandesa Elsevier, lançado originalmente em março de 1997. É uma plataforma para acesso de aproximadamente 2500 revistas científicas e mais de 26000 e-books.
LILACS	A base de dados LILACS - Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde, é produzida de forma cooperativa pelas instituições que integram o Sistema Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde.
CAPES	Base de dados de acesso em computadores ou dispositivos móveis conectados na rede da UFU ou externo a rede UFU por meio do acesso CAFe. Propicia acesso livre e gratuito ao conteúdo do Portal de Periódicos às instituições participantes.
PubMed	O PubMed é um portal da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos que inclui referências da base Medline e outros jornais ligados às ciências biológicas de artigos biomédicos.

Fonte: A autoria própria (2021).

Os descritores controlados usados para busca de materiais foram: posto de combustível (*Filling station*), saúde do trabalhador (*Occupational health*) e benzeno (*Benzene*), na qual foram combinados entre si em língua inglesa a partir do operador booleano AND. Na busca da base de dados *Science Direct*, foram utilizadas as palavras chaves: posto de combustível (*Fuell Station*), *Workers health* (saúde do trabalhador), (*benzene*) benzeno e BETX.

Quadro 2 - Bases de dados selecionadas para a busca dos estudos primários, descritores controlados e não controlados utilizados (palavras-chave)

Descritores	Fontes						
	PubMed	SciELO	LILACS	Science Direct	BVS	CAPES	Total
Filling Station AND Occupational Health AND Benzene	8	1	3	0	7	0	19
Não Controlados							
Fuel station AND Worker's health AND Benzene				401 AND BETX 48			
Total				48			

Fonte: Autoria própria (2021).

4.3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Para a seleção dos estudos, foram utilizados: a questão norteadora e critérios desta revisão. Os estudos elegíveis foram selecionados a partir da leitura criteriosa do título e resumo, e ainda de artigos na íntegra, caso houvesse necessidade de mais informações. Não houve restrição de idioma.

Os critérios de inclusão foram:

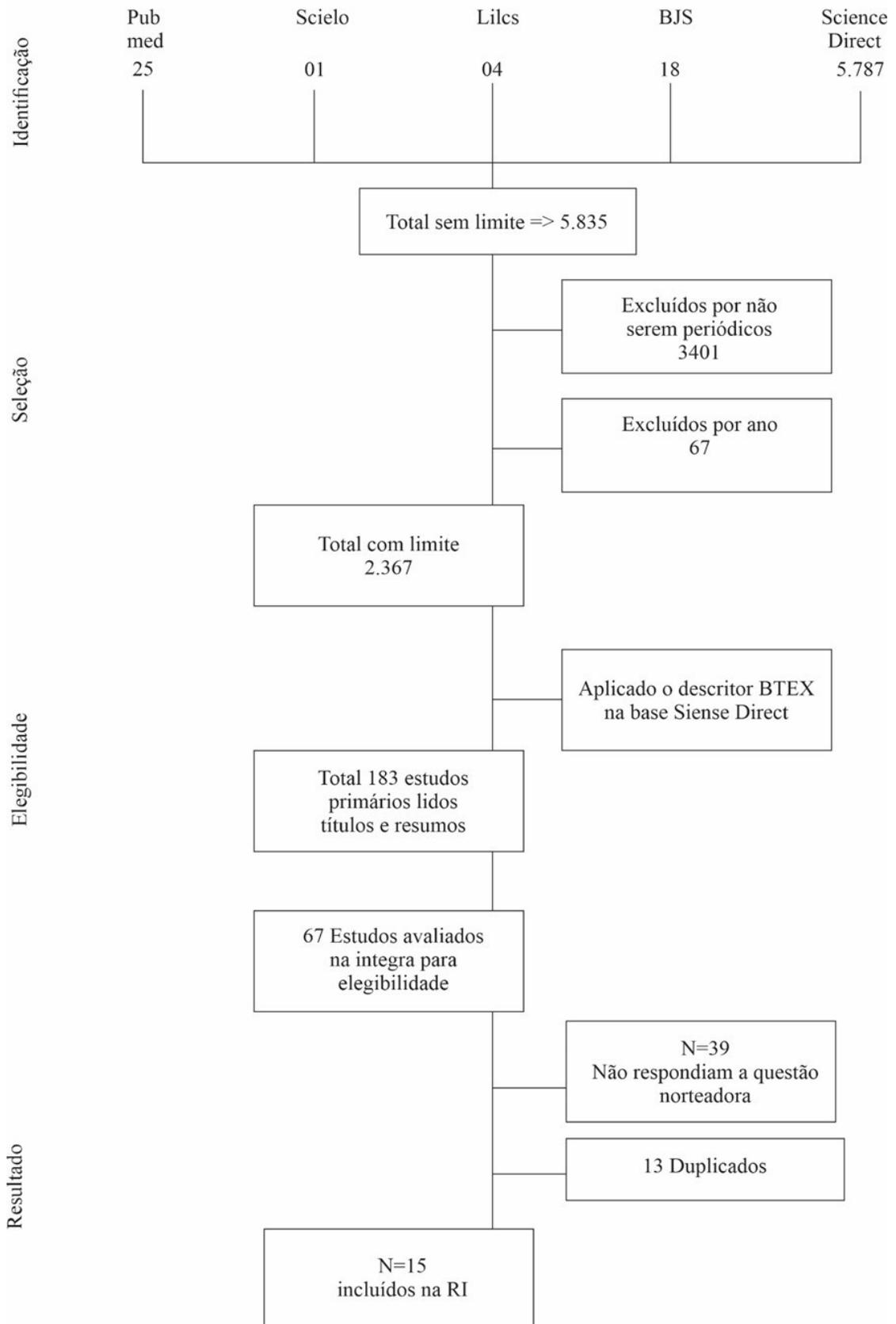
- i) recorte temporal nos últimos cinco anos (na data da realização da pesquisa), assim, de 2016 a outubro de 2021; justificando a escolha do recorte temporal para garantir publicações após o relatório oficial da 68ª Assembleia Mundial da Saúde, em maio de 2015, em que a OMS concluiu que a redução da poluição atmosférica pode se tornar um indicador sanitário das políticas dos objetivos do desenvolvimento sustentável pós-2015;
- ii) texto integral disponível em formato eletrônico;
- iii) estudos primários;
- iv) ser compatível com o objetivo da pesquisa, isso é, contemplar os riscos da exposição ao BTEX em trabalhadores de PRCV.

Como critérios de exclusão: não fizeram parte deste estudo artigos que não estivessem disponíveis na íntegra, artigos que estivessem repetidos, artigos secundários (boletins informativos, revisões, cartas e editoriais), as publicações que não estivessem de acordo com a pergunta norteadora, bem como quaisquer outros documentos que não fossem artigos científicos.

Vom Brocke *et al.* (2009) discutem em detalhes a necessidade de rigor no processo de documentação da revisão de literatura. Dizem ainda que: O processo de excluir e incluir fontes deve ser tão transparente quanto possível para que a revisão seja de comprovada credibilidade. Só então os leitores podem avaliar a exaustividade de uma revisão e outros estudiosos da área podem (re)utilizar com mais confiança os resultados em suas próprias pesquisas.

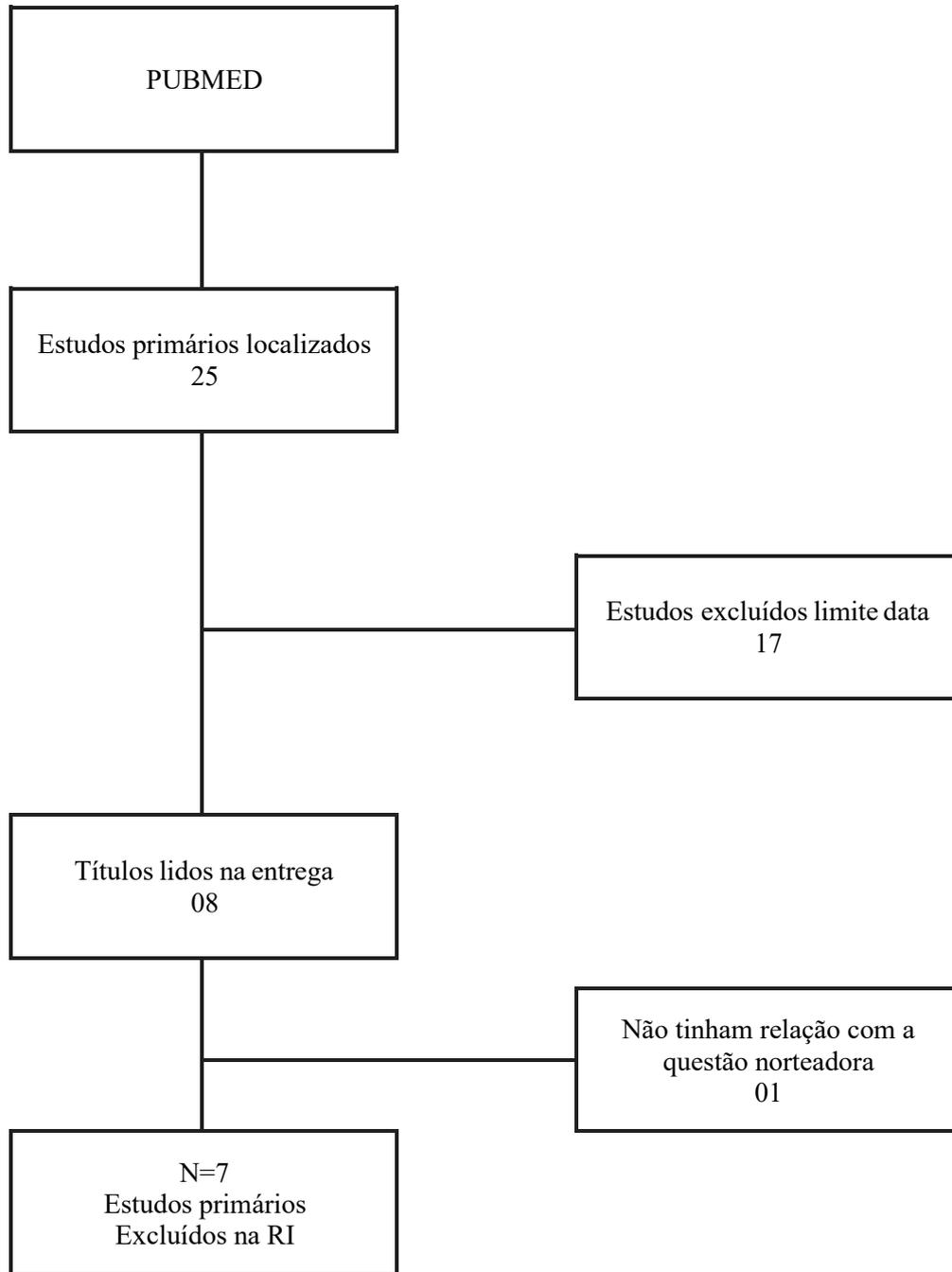
Figura 1 - Fluxograma do processo de busca e triagem dos artigos

Fluxograma das buscas e seleção dos artigos



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 2 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados PUBMED



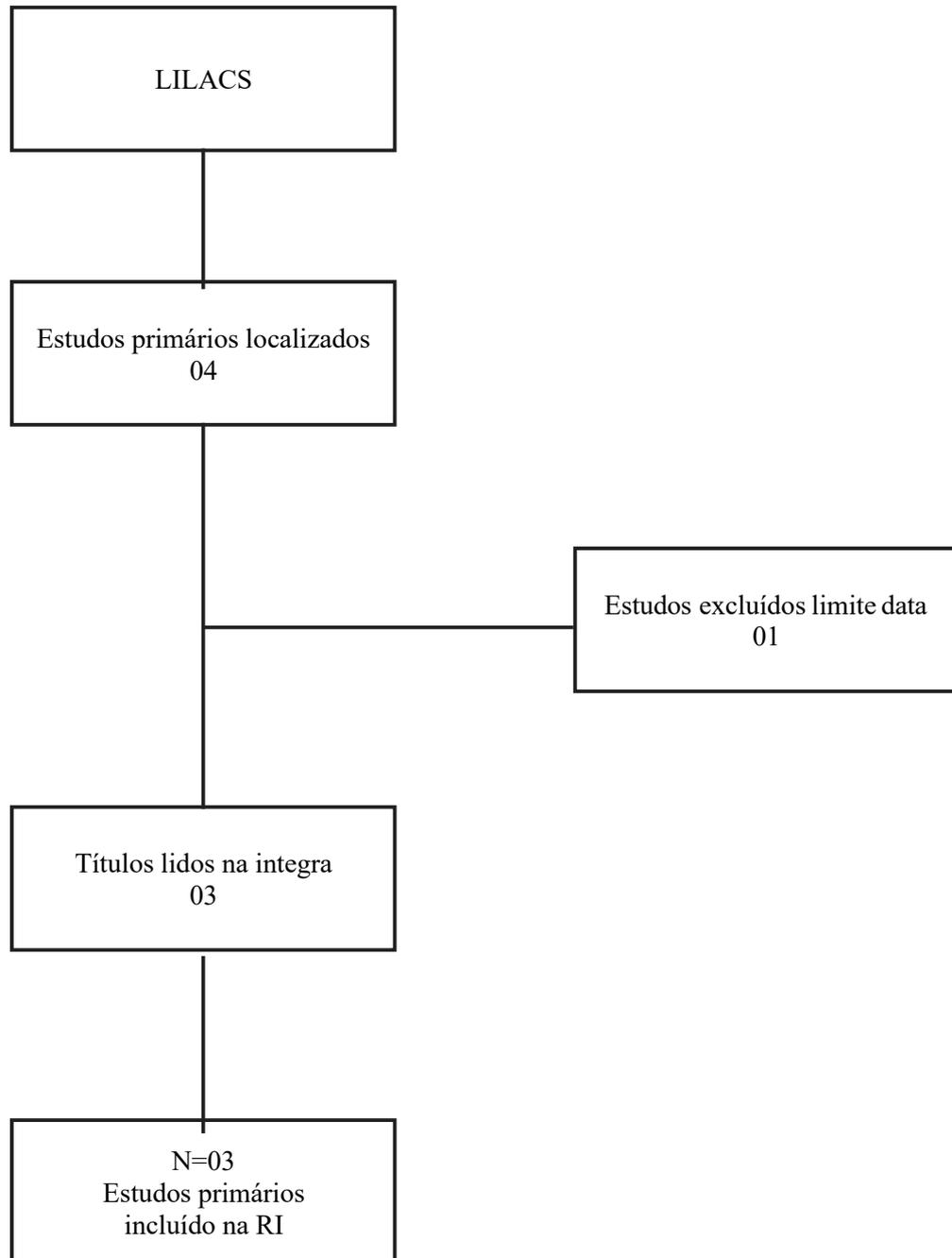
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 3 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados SciELO



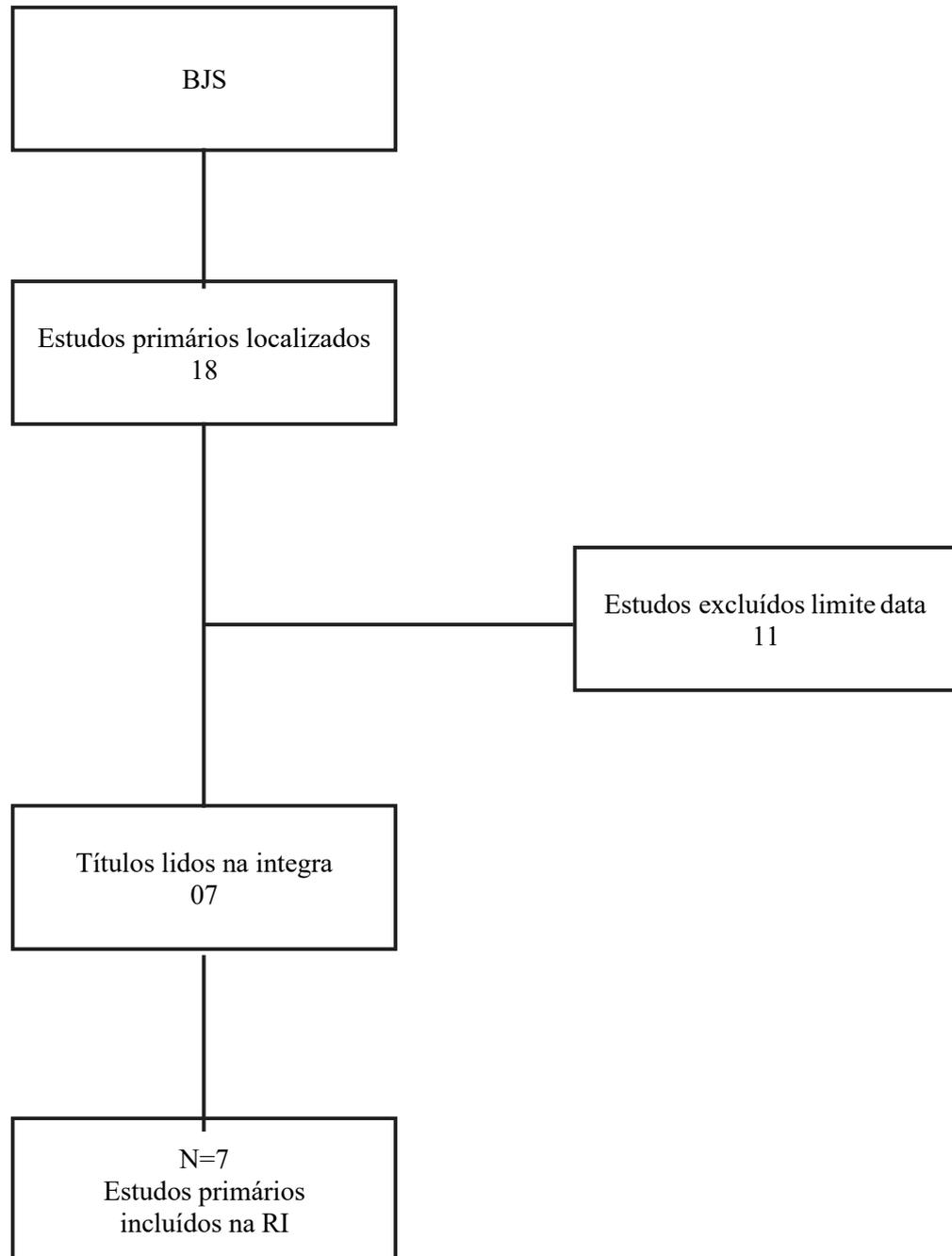
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 4 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados LILACS



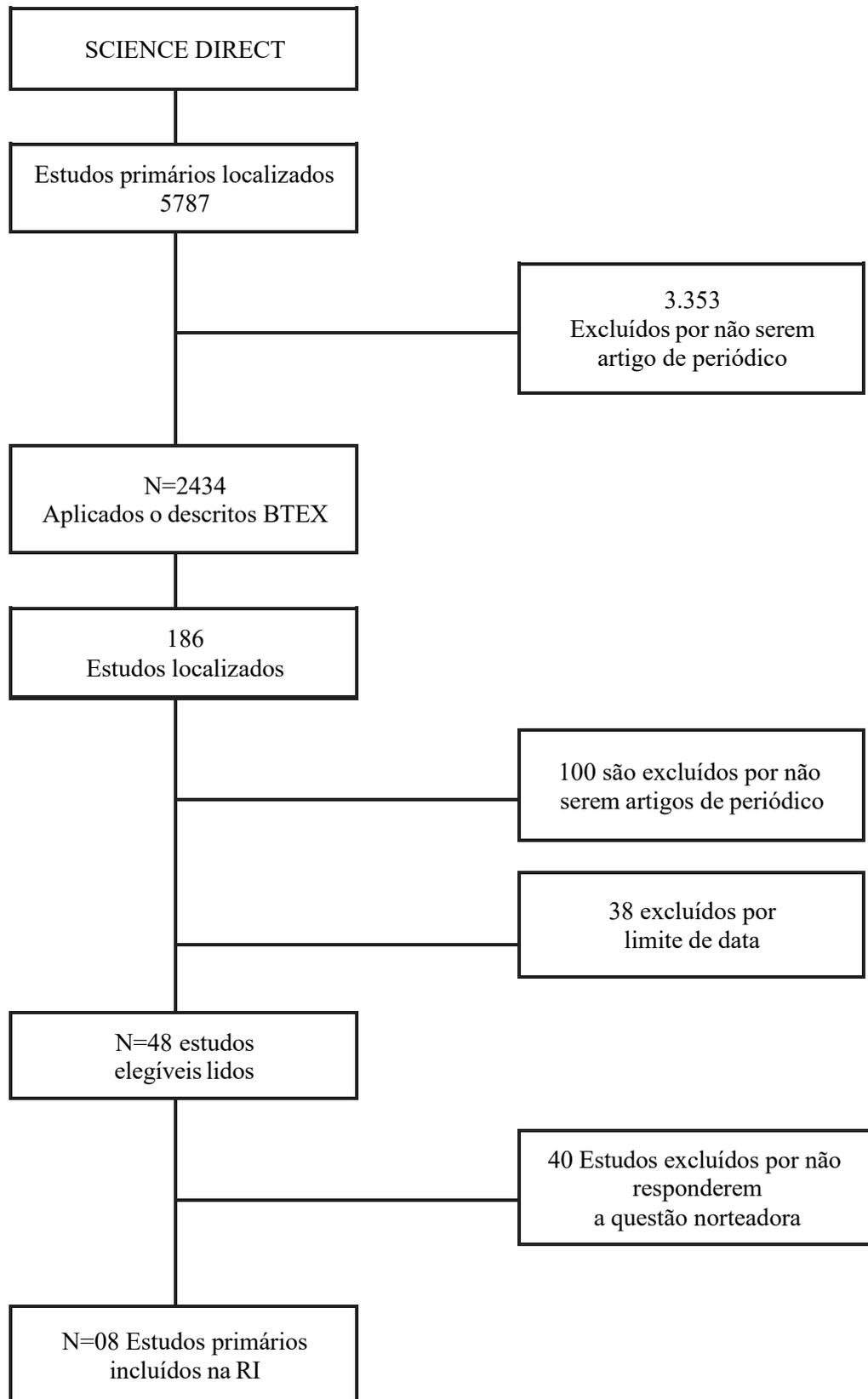
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 5 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados BVS



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 6 - Estudos localizados e incluídos na amostra da revisão integrativa na base de dados *Science Direct*



Fonte: Autoria própria (2021).

4.4 Terceira etapa – Extração dos dados dos estudos primários

O propósito desta etapa é sumarizar e documentar, de forma concisa e fácil, as informações sobre cada estudo incluído e excluído da revisão integrativa.

Quadro 3 - Síntese dos artigos da pesquisa

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
BVS SciELO LILACS (Estudo Triplicado)	1) Roteiro de inspeção sanitária de ambientes e processos de trabalho em postos de revenda de combustíveis: análise de usos e aplicações no estado de Santa Catarina. Moura-Correa, M. J. <i>et al.</i> (2017). Brasil.	O estudo diz que o roteiro foi aplicado em 459 PRC, com bom grau de preenchimento. A aplicação do instrumento permitiu identificar baixa realização de monitoramentos biológicos e ambientais por parte das empresas. Também permitiu o acompanhamento das condições de trabalho e de saúde dos trabalhadores ao longo do tempo, bem como a possibilidade de identificar fatores e situações de risco nos ambientes de trabalho. O RIAT-PRC mostrou factibilidade para vigilância e para subsídio de estudos sobre exposição ao benzeno em PRC. Evidenciou-se a necessidade de aprimorar a capacitação das equipes técnicas para a efetiva vigilância da exposição ao benzeno e a outros agentes químicos presentes nos PRC.
BVS LILACS (Estudo Duplicado)	2) Polimorfismos metabólicos e alterações clínicas e laboratoriais relacionadas à exposição ao benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis da cidade do Rio de Janeiro. Nogueira, S. M. (2016). Brasil.	O estudo avaliou alterações clínicas relacionadas ao benzenismo e seis polimorfismos de genes de metabolização do benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis do município do Rio de Janeiro. [...] A população foi categorizada em dois grupos, de acordo com a presença das alterações clínicas, principalmente sinais hematológicos. A maioria dos trabalhadores, 63,2 por cento, apresentou alterações clínicas compatíveis com o benzenismo. Estes trabalhadores mostraram diminuição na contagem de células sanguíneas, com diferença significativa para os valores de neutrófilos e MCV (indicativo de macrocitose). Este grupo mostrou maior frequência de sintomas como cefaleia, infecções repetidas, câimbras musculares, formigamentos, sonolência, tontura e perda de peso, embora nem todos com diferença significativa. [...] A mostraram frequências mais altas dos alelos relacionados ao risco entre os trabalhadores com alterações clínicas. Foi observada uma associação entre as alterações clínicas relacionadas ao benzenismo e o genótipo nulo da GSTM1 e com maior número de alelos relacionados ao risco (em conjunto). Entretanto, estudos baseados em maior tamanho amostral, são necessários para confirmação destes achados. Variações em genes de metabolização do benzeno devem ser consideradas nos estudos de avaliação de risco de trabalhadores expostos, por serem capazes de modificar a toxicidade do composto.
BVS	Vigilância da Saúde do Trabalhador e da Saúde Ambiental das populações expostas ao Benzeno nos Postos de Revenda de Combustível a Varejo (PRCV) no Estado de Goiás 2015 a 2020. Silveira, A. S. Brasil.	Estudo excluído. Boletim informativo.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
<p>BVS LILACS (Estudo Duplicado)</p>	<p>3) Exposição ao benzeno em postos de combustíveis: estratégia de ações integradas de Vigilância em Saúde do Trabalhador na região dos Vales/RS. Skamvetsakisa, A. <i>et al.</i> (2017). Brasil.</p>	<p>O benzeno é uma importante fonte de contaminação ambiental e está presente na composição da gasolina, expondo trabalhadores de Postos de Revenda de Combustíveis (PRC) a intoxicações. Objetivo: relatar experiências de vigilância da exposição ao benzeno do Centro de Referência em Saúde do Trabalhador da região dos Vales/RS. Métodos: a vigilância no território incluiu o mapeamento regional dos PRC, ações intrasetoriais, intersetoriais e interinstitucionais, inspeção nos locais de trabalho, desenvolvimento de instrumento de intervenção específico para esse ramo produtivo - Notificação Recomendatória, avaliações individuais dos trabalhadores - e outras abordagens visando intervir nos ambientes com exposição ao benzeno. Resultados: foram observadas alterações em biomarcadores de efeito e de exposição, além de inadequações dos PRC no monitoramento clínico e laboratorial dos trabalhadores. Nos ambientes e processos de trabalho ficaram evidentes situações que ampliam a exposição inadequações nas pistas de abastecimento, uso de “flanela”, inexistência ou insuficiência de medidas de proteção coletivas, ausência de medição eletrônica dos tanques e de higienização dos uniformes por parte das empresas, dentre outras. Conclusão: As experiências desencadeadas por meio de ações integradas no setor da saúde demonstraram a potencialidade benéfica da vigilância da exposição ao benzeno em PRC.</p>
<p>Science Direct</p>	<p>Efeitos da exposição ocupacional no estado de saúde entre trabalhadores de estações de petróleo, estado de Cartum, Sudão. Qafisheh, N. <i>et al.</i> (2021). Sudão.</p>	<p>Estudo excluído, não responde à questão norteadora.</p>

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	<p>4) Síntese hidrotérmica de nanopartículas de óxido de cobre (II) com desempenho de detecção de gás BTEX altamente aprimorado usando sensor quimio-resistivo.</p> <p>Thangamani, J. G. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>Índia.</p>	<p>No presente trabalho, a técnica de síntese hidrotérmica fácil e econômica foi adotada para sintetizar o óxido de cobre (II) (CuO) -Nanopartículas (NP's). A caracterização físico-química dos CuO-NP's sintetizados foi feita por difração de raios-X (XRD), espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia ultravioleta-visível (UV-Vis) e análise de microscopia eletrônica de varredura (SEM). estudar a morfologia estrutural, óptica e de superfície de nanomateriais. A análise de XRD revelou que os CuO-NP's sintetizados tinham estrutura monoclinica e o tamanho médio do cristalito é de 20 nm. Os espectros de FTIR indicam as bandas vibracionais das ligações de oxigênio do metal (Cu - O). Os espectros de absorção de UV-visível foram utilizados para determinar o gap de energia (E_g) dos CuO-NP's. Além disso, fabricamos o sensor quimiossistivo usando CuO-NP's sintetizados para a detecção de compostos orgânicos voláteis (VOC's). Estes resultados demonstram que o sensor quimiossistivo baseado em CuO-NP's é ideal para a detecção qualitativa de vapores de produtos químicos BTEX (isto é, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno).</p>
Science Direct	<p>7) Trabalhadores de postos de gasolina no Brasil: exposição ao benzeno; Efeitos genotóxicos e imunotóxicos.</p> <p>Poça, K. S. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>Brasil.</p>	<p>A exposição crônica ao benzeno é um fator de risco para malignidades hematológicas. Trabalhadores de postos de gasolina são expostos ao benzeno na gasolina, tanto por inalação quanto por contato dérmico (atendentes e gerentes) ou inalação (trabalhadores em lojas de conveniência e escritórios no local). Estudamos a exposição desses trabalhadores ao benzeno e os efeitos genotóxicos e imunotóxicos resultantes. Os níveis de ácido trans e trans-mucônico urinário foram maiores entre os trabalhadores de postos de gasolina do que entre os trabalhadores de escritório sem exposição conhecida ao benzeno (grupo de comparação). Entre os trabalhadores expostos, observamos efeitos biológicos estatisticamente significativos, incluindo elevados danos ao DNA (ensaio do cometa); frequências mais altas de micronúcleos e botões nucleares (ensaio CBMN); níveis mais baixos de linfócitos T auxiliares e linfócitos Th naive; relação CD4 / CD8 mais baixa; e níveis mais elevados de células NK e linfócitos Th de memória. Ambos os grupos de trabalhadores expostos (inalação e inalação + vias dérmicas) apresentaram efeitos genotóxicos e imunotóxicos semelhantes.</p>

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	<p>Caracterização abrangente e avaliação de saúde das exposições ocupacionais a compostos orgânicos voláteis (VOC's) em Xi'an, uma grande cidade do noroeste da China.</p> <p>Hongmei, X. (2021).</p> <p>China.</p>	<p>Estudo excluído, a exposição foi estudada em gráfica, escritório, loja de moveis, ônibus e táxi.</p>
Science Direct	<p>Compostos orgânicos voláteis transportados pelo ar em um local de lixo eletrônico em Gana: distribuição de fontes, exposição e riscos à saúde.</p> <p>Nan, L. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>África.</p>	<p>Estudo excluído, a exposição foi estudada em local de lixo eletrônico.</p>
Science Direct	<p>7) Avaliação de alguns parâmetros biológicos de frentistas de postos de gasolina em Damasco Síria.</p> <p>Alses, M. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>Síria.</p>	<p>A gasolina é uma mistura de compostos orgânicos usados em motores de combustão interna. Os frentistas (GSA) ficam expostos aos vapores da gasolina, que promove estresse oxidativo por meio da produção de ERO's, que podem danificar estruturas biológicas com a formação de novos metabólitos que podem ser usados como marcadores do desequilíbrio oxidante / antioxidante. Este é um estudo transversal comparativo. Este estudo tem como objetivo avaliar alguns parâmetros biológicos como indicadores de toxicidade por exposição à gasolina em trabalhadores de postos de gasolina em Damasco.</p>
Science Direct	<p>Compostos orgânicos voláteis em uma região de desmantelamento de lixo eletrônico: da variação espacial-sazonal ao impacto na saúde humana.</p> <p>Daijin, C. (2021).</p> <p>China.</p>	<p>Estudo excluído, a exposição foi estudada em local de desmantelamento de lixo eletrônico.</p>

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	<p>Associações da qualidade do ar interno com a síndrome do edifício doente: uma aplicação da tecnologia de árvore de decisão.</p> <p>Sarkhosh, M. (2021).</p> <p>Iran.</p>	Estudo excluído, não atende à questão norteadora
Science Direct	<p>Investigação de avaliação de risco à saúde e poluição por odores de compostos orgânicos voláteis de atividades industriais na região do Delta do Rio Yangtze, China.</p> <p>Haohao, J. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>China</p>	Estudo excluído, não atende à questão norteadora
Science Direct	<p>Impactos ambientais e socioeconômicos da interdição do transporte por oleoduto no Delta do Níger, Nigéria.</p> <p>Há, U. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>Nigeria.</p>	Estudo excluído, não atende à questão norteadora
Science Direct	<p>Biomonitoramento de compostos orgânicos voláteis (COV's) entre cabeleireiros em salões que atendem principalmente mulheres de cor: um estudo piloto.</p> <p>Louis, L. M. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>EUA.</p>	Estudo excluído, não atende à questão norteadora

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	Avaliação de COV's internos persistentes dentro do transporte público durante a temporada de inverno. Arellanez, A. G. <i>et al.</i> (2021). Mexico.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora
Science Direct	Mudanças na qualidade do ar durante o "bloqueio" COVID-19 no Reino Unido. Jephcote, C. <i>et al.</i> (2021). Reino Unido, Inglaterra.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora
Science Direct	Desenvolvimento e produção de energia nas Grandes Planícies: implicações e oportunidades de mitigação. Ott, J. P. <i>et al.</i> (2021). EUA.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora

Continua...

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	<p>7) Sintomas de saúde associados à exposição ocupacional de trabalhadores de postos de gasolina a compostos BTEX.</p> <p>Al-Harbi, M. <i>et al.</i> (2020).</p> <p>Kwait.</p>	<p>Trabalhadores em postos de gasolina podem apresentar sintomas de saúde devido à inalação de espécies de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX) em seu ambiente de trabalho. Os amostradores de ar instalados em postos de gasolina indicam concentração de exposição durante o dia de trabalho tão alta quanto 225-723 $\mu\text{g benzeno} / \text{m}^3$, acima dos limites de exposição NIOSH de 135 $\mu\text{g benzeno} / \text{m}^3$ (ajustados para o tempo real de exposição dos trabalhadores neste estudo) De acordo com uma avaliação de saúde determinística, havia um risco elevado de câncer para os trabalhadores devido à exposição ao benzeno ($4,2 \times 10^{-4}$ a $1,4 \times 10^{-3}$) e etilbenzeno ($1,1 \times 10^{-4}$ e $3,5 \times 10^{-4}$), que eram maiores do que o limite aceitável de 1×10^{-6}. A avaliação da exposição estocástica com uma simulação de Monte Carlo revelou sérios riscos carcinogênicos para todos os trabalhadores do posto de gasolina, independentemente de estarem operando as bombas de gasolina ou realizando outras tarefas, como coletar dinheiro. Em resposta a um questionário de saúde, os sintomas dominantes relatados pelos trabalhadores do posto de gasolina foram dor de cabeça (50%), depressão (40%), fadiga (25%) e irritação na garganta (20%). Recomendamos melhores sistemas de ventilação para remover espécies de BTEX do ambiente, seja instalando ventiladores ou construindo postos de gasolina em locais com boa troca de ar natural.</p>
Science Direct	<p>Níveis de exposição a compostos orgânicos voláteis e riscos potenciais à saúde de passageiros e trabalhadores em um terminal de ônibus intermunicipal.</p> <p>Chi-Chi, L. <i>et al.</i> (2020).</p> <p>China.</p>	<p>Estudo excluído, não atende à questão norteadora.</p>
Science Direct	<p>Controle de emissão de compostos orgânicos voláteis de postos de gasolina e implicações no potencial de formação de ozônio.</p> <p>Lai, N. H. (2020).</p> <p>Irã.</p>	<p>Estudo excluído, não disponível na integra.</p>

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	Derivação de um limite de exposição ocupacional para benzeno usando ferramentas de avaliação de qualidade de estudos epidemiológicos. Schanatter, A. R. <i>et al.</i> (2020). EUA.	Estudo excluído, trata-se de revisão de literatura.
Science Direct	Desenvolvimento de Padrões de Qualidade do Solo com base no risco à saúde humana para a Turquia: Estrutura conceitual. Meltem, I. <i>et al.</i> (2020). Turquia.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Características de emissão e avaliação associada de compostos orgânicos voláteis de unidades de processo em uma refinaria. Yunxia, F. <i>et al.</i> (2020). China.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Biorremediação do solo por ciclodextrinas. Uma revisão. Morilo, E. <i>et al.</i> (2020). Espanha.	Estudo excluído, revisão.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	<p>Um estudo de caso das características BTEX e efeitos na saúde pelas principais fontes pontuais de poluição durante o inverno no Irã.</p> <p>Baghani, A. N. (2019).</p> <p>Irã.</p>	<p>Estudo excluído, não atende à questão norteadora.</p>
Science Direct	<p>8) Cromatografia líquida-espectrometria de massa para análise dos ácidos mucônico, mandélico, hipúrico e metilhipúrico em urina humana como metabólitos para exposição a combustível.</p> <p>Belal, S. F. <i>et al.</i> (2019).</p> <p>Egito.</p>	<p>Ácido mucônico (MUC), ácido mandélico (MAN), ácido hipúrico (HIP) e ácido ortometilhipúrico (MHP) são quatro metabólitos de combustível que são analisados na urina usando cromatografia líquida-espectrometria de massa (LC-MS). O método desenvolvido é adequado para a análise quantitativa dos metabólitos alvo na urina de trabalhadores saudáveis em postos de gasolina. O método é sensível e seletivo para analisar simultaneamente os quatro metabólitos na presença de quaisquer possíveis interferências na urina. O método é não invasivo e não precisa de procedimento de extração antes da análise, para que possa ser aplicado em exames médicos de rotina de trabalhadores de postos de gasolina. Um estudo comparativo foi aplicado para monitorar o nível de metabólitos na urina de trabalhadores antes e após o plantão. Os dados revelam um aumento significativo no nível de todos os metabólitos após a mudança em $p = 0,05$ usando pareteste t ($n = 20$). O método é simples, pois a coluna Shim-pack® XR - ODS II foi usada como fase estacionária com um solvente eluente de gradiente de ácido fórmico a 1% e acetonitrila. Os metabólitos foram resolvidos com tempos de retenção de 3,1, 5,8, 6,2 e 11,1 min para MUC, MAN, HIP e MHP, respectivamente. O detector de MS foi ajustado para o modo SIM negativo para eliminar a interferência e aumentar a sensibilidade. Os valores de m/z selecionados foram 141, 151, 178 e 192 para MUC, MAN, HIP e MHP, respectivamente.</p>

Continua...

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	<p>9) Emissões de tubos de ventilação de tanques de armazenamento em postos de gasolina: implicações para distâncias de recuo.</p> <p>Hilpert, M. <i>et al.</i> (2019). EUA.</p>	<p>Nos postos de gasolina, os vapores do combustível são liberados na atmosfera dos tanques de armazenamento por meio de tubos de ventilação. Pouco se sabe sobre quando ocorrem as liberações, sua magnitude e suas possíveis consequências para a saúde. Nossos objetivos eram quantificar as liberações do tubo de ventilação e examinar a superação dos limites de exposição de curto prazo ao benzeno em torno dos postos de gasolina. Em dois postos de gasolina nos Estados Unidos, medimos as taxas de fluxo volumétrico do tubo de ventilação e a pressão no espaço superior do tanque de armazenamento em alta resolução temporal por aproximadamente três semanas. Com base na emissão de ventilação medida e dados meteorológicos, realizamos modelagem de dispersão do ar para obter os níveis de benzeno atmosférico por hora. Para os dois postos de gasolina, os fatores médios de emissão de ventilação foram 0,17 e 0,21 kg de gasolina por 1000 L dispensados. A modelagem sugere que em um posto de gasolina, um Nível de Exposição de Referência (REL) de 1 hora para o benzeno para a população em geral (8 ppb) foi excedido apenas a menos de 50 m do centro da estação. No outro posto de gasolina, o REL foi excedido em dois dias diferentes e até 160 m do centro, provavelmente devido a entregas de combustível a granel não conformes. Um nível mínimo de risco para a exposição ao benzeno de duração intermediária (> 14–364 dias) (6 ppb) foi excedido na elevação da abertura do tubo de ventilação até 7 e 8 m dos dois postos de gasolina. Fatores de emissão de ventilação registrados foram > 10 vezes mais altos do que as estimativas usadas para derivar distâncias de recuo para postos de gasolina. As distâncias de recuo devem ser revisitadas para abordar a variabilidade temporal e os controles de poluição nas emissões de exaustão. o REL foi excedido em dois dias diferentes e até 160 m do centro, provavelmente devido a entregas de combustível a granel não conformes. Um nível mínimo de risco para a exposição ao benzeno de duração intermediária (> 14–364 dias) (6 ppb) foi excedido na elevação da abertura do tubo de ventilação até 7 e 8 m dos dois postos de gasolina. Fatores de emissão de ventilação registrados foram > 10 vezes mais altos do que as estimativas usadas para derivar distâncias de recuo para postos de gasolina. As distâncias de recuo devem ser revisitadas para abordar a variabilidade temporal e os controles de poluição nas emissões de exaustão. o REL foi excedido em dois dias diferentes e até 160 m do centro, provavelmente devido a entregas de combustível a granel não conformes. Um nível mínimo de risco para a exposição ao benzeno de duração intermediária (> 14–364 dias) (6 ppb) foi excedido na elevação da abertura do tubo de ventilação até 7 e 8 m dos dois postos de gasolina. Fatores de emissão de ventilação registrados foram > 10 vezes mais altos do que as estimativas usadas para derivar distâncias de recuo para postos de gasolina. As distâncias de recuo devem ser revisitadas para abordar a variabilidade temporal e os controles de poluição nas emissões de exaustão. Fatores de emissão de ventilação registrados foram > 10 vezes maiores do que as estimativas usadas para derivar distâncias de recuo para postos de gasolina. As distâncias de recuo devem ser revisitadas para abordar a variabilidade temporal e os controles de poluição nas emissões de exaustão. Fatores de emissão de ventilação registrados foram > 10 vezes mais altos do que as estimativas</p>

		usadas para derivar distâncias de recuo para postos de gasolina. As distâncias de recuo devem ser revisitadas para abordar a variabilidade temporal e os controles de poluição nas emissões de exaustão.
Science Direct	Desigualdades regionais em exposições ao benzeno em toda a indústria petroquímica europeia: uma abordagem de modelagem multinível bayesiana. Jephcote, C. <i>et al.</i> (2019). Reino Unido, Inglaterra.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Modelagem da intrusão de vapor em um edifício impactado por um derramamento de combustível na Antártica. Watters, R. S. (2019). Australia.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Avaliação de compostos orgânicos voláteis associados a efeitos de sazonalidade no ar interno de um escritório comercial em Madrid (Espanha) aplicando técnicas quimiométricas. Nunes, C. R. O. <i>et al.</i> (2019). Espanha	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Caracterização e avaliação das emissões de compostos orgânicos voláteis (VOC's) de fabricantes de alimentos típicos na província de Jiangsu, China. Zhanqi, G. <i>et al.</i> (2019). China.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	<p>Avaliações no local sobre as variações das concentrações de PM 2,5, PM 10, CO 2 e TVOC em garagens subterrâneas com ventilação natural e volume de tráfego.</p> <p>Zhijian, L. <i>et al.</i> (2019).</p> <p>China.</p>	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	<p>Intrusão de hidrocarbonetos clorados e seus produtos de degradação em solo contaminado. Medição da qualidade do ar interno e biomonitoramento por análise do ar expirado final.</p> <p>Scheepers. P. T. J. <i>et al.</i> (2019).</p> <p>Holanda.</p>	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	<p>Recuperação e reatividade de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos coletados em tubos solventes selecionados e analisados por dessorção térmica-cromatografia gasosa / espectrometria de massa.</p> <p>Wallace, M. A. G. <i>et al.</i> (2019).</p> <p>EUA.</p>	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	10) Caracterização de BTEX na gasolina da Malásia. Syimir Fizal, A. N. <i>et al.</i> (2018). Malásia.	A legislação malaia atual está em conformidade com o grau EURO 2 com teor máximo de 5% de benzeno por volume na gasolina e sem limite para o teor de hidrocarbonetos aromáticos que inclui tolueno, xileno e etilbenzeno até 2027. Benzeno, tolueno, xileno e etilbenzeno (BTEX) que apresentam na gasolina é simultaneamente libertado para o ambiente sob a forma de derrames de líquidos ou perdas de vapor. A alta concentração de BTEX na gasolina leva a uma alta exposição deste produto químico ao ser humano e ao meio ambiente. O BTEX está associado às principais doenças crônicas e câncer, cuja aplicação é monitorada. O combustível de gasolina de cinco marcas disponíveis na Malásia foi comprado e submetido a GC-FID para análises de concentração de benzeno, tolueno, xileno e etilbenzeno. No Euro 5, o TEX é categorizado no grupo aromático, que tem um nível máximo permitido de 42% por volume. A gasolina 1 tem a maior concentração média de benzeno, 32842,87 mg / L. A gasolina 5, por outro lado, tem a maior concentração média de TEX com 21685,68 mg / L de tolueno, 13310,39 mg / L de xileno e 17799,77 mg / L de etilbenzeno. É necessária uma redução de mais de 73% do BTEX para que a gasolina atual esteja em conformidade com o regulamento EURO 5 e uma mitigação de curto prazo deve ser aplicada para reduzir o BTEX de ser liberado durante este período de mudança.
Science Direct	Modificações aprimoradas de H3K4me3 estão envolvidas na transativação de genes responsivos a danos de DNA em trabalhadores expostos a benzeno de baixo nível. Jie, L. <i>et al.</i> (2018). China.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Quantificando a variação na exposição ocupacional à poluição do ar em uma pequena região metropolitana do Brasil. Pattinson, W. <i>et al.</i> (2018). Brasil.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	Amigos ou inimigos? Avaliação monetizada do ciclo de vida e análise de custo-benefício da remediação local de uma antiga planta de gás. Huysegoms, L. <i>et al.</i> (2018). Bélgica.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Avaliação de exposição baseada em biomonitoramento de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno entre os trabalhadores em instalações de distribuição de petróleo. Heibati, B. <i>et al.</i> (2018). Irã.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Caracterização, estado de mistura e evolução de partículas individuais em uma megacidade da Bacia de Sichuan, sudoeste da China. Junke, Z. <i>et al.</i> (2018). China	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Avaliação de exposição BTEX e avaliação quantitativa de risco entre distribuidores de produtos de petróleo. Heibati, B. <i>et al.</i> (2017). Irã.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	Exposição por inalação e níveis de risco à saúde para BTEX e compostos de carbonila de policiais de trânsito que trabalham no centro da cidade de Bangkok, Tailândia. Kanjanasiranont, N. <i>et al.</i> (2017). Tailândia.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Características espaciais das concentrações urinárias de BTEX na população em geral. Tsangari, X. <i>et al.</i> (2017). Chipre.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Papel da neve no destino dos poluentes gasosos e particulados do escapamento de veículos movidos a gasolina. Nazarenko, Y. <i>et al.</i> (2017). Canadá.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Quantificação de benzeno em fontes de água subterrânea e análise de risco em uma popular cidade de peregrinação do sul da Índia - uma abordagem baseada em GIS. Kumar, M. S. <i>et al.</i> (2017). Índia.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	Identificação da fonte de COV's e aldeídos em edifícios de escritórios europeus - O estudo OFFICAIR. Campagnolo, D. (2017). Itália.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Entendendo a ciência cidadã: histórias como recurso hermenêutico. Ottinger, G. (2017). EUA.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Determinação das concentrações do ar ambiente e níveis de risco de exposição pessoal de trabalhadores ao ar livre a compostos de carbonila e BTEX no centro da cidade de Bangkok, Tailândia. Kanjanasiranont, N. <i>et al.</i> (2016). Tailândia.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Determinando a exposição dos gases de escape em operações de motosserra. Neri, F. <i>et al.</i> (2016). Itália.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
Science Direct	Recuperação de solo agrícola poluído com hidrocarboneto DPK usando um agente de volume selecionado. Nwankwegu, A. S. <i>et al.</i> (2016). Nigeria.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Science Direct	Inovação na política de compostos orgânicos voláteis (VOC) no transporte de barcaças fluviais de produtos petroquímicos. Mihajlovic, M. (2016). Servia.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.
Pub Med BVS (Estudo Duplicado)	Número de cópias de DNA mitocondrial e danos citogenéticos entre atendentes de postos de abastecimento de combustível. Gaikwad, A. S. <i>et al.</i> (2020). Índia.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
<p>Pub Med</p>	<p>11) Análise da exposição ao benzeno em trabalhadores de postos de gasolina usando ácido trans, trans-mucônico.</p> <p>Geraldino, B. R. <i>et al.</i> (2020).</p> <p>Brasil.</p>	<p>No Brasil, trabalhadores de postos de gasolina estão ocupacionalmente expostos ao benzeno presente na gasolina. A legislação brasileira indica o uso de ácido trans, trans-mucônico (t, t-MA) como biomarcador de exposição ao benzeno. O objetivo deste estudo foi avaliar o nível de exposição ao benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis, por meio da quantificação de t, t-MA presente na urina. Foram incluídos 269 trabalhadores de postos de gasolina divididos em 179 frentistas expostos por inalação e via dérmica e 90 trabalhadores de lojas de conveniência expostos apenas por inalação. Um grupo controle foi formado por 100 trabalhadores de escritório, sem exposição ocupacional ao benzeno. Os níveis urinários de t, t-MA foram avaliados por HPLC com detector de UV. Trabalhadores de postos de gasolina apresentaram valores médios mais elevados de t, t-MA (0,204 mg / g creatinina; IC 95% 0,170–0,237) do que trabalhadores de escritório (0,126 mg / g creatinina; IC de 95% 0,0817–0,1693). Os níveis de T, t-MA foram maiores em trabalhadores de lojas de conveniência expostos à gasolina apenas por inalação (0,221 mg / g creatinina; IC 95% 0,160–0,282), do que naqueles expostos à gasolina por inalação e via cutânea - atendentes de postos de gasolina (0,195 mg / g de creatinina; IC 95% 0,155–0,235). Trabalhadores de postos de gasolina com nível mais alto de t, t-MA tiveram epistaxe. Os valores de T, t-MA foram maiores nos trabalhadores da região Centro (0,15 mg / g creatinina) do que nos trabalhadores da região mais abastada da Zona Sul (0,07 mg / g creatinina). O hábito de fumar influenciou os valores de t, t-MA urinário, enquanto a frequência de consumo de alimentos industrializados e congelados não apresentou influência. do que naqueles expostos à gasolina por via inalatória e dérmica - atendentes de postos de gasolina (0,195 mg / g creatinina; IC 95% 0,155–0,235). Trabalhadores de postos de gasolina com nível mais alto de t, t-MA tiveram epistaxe. Os valores de T, t-MA foram maiores nos trabalhadores da região Centro (0,15 mg / g creatinina) do que nos trabalhadores da região mais abastada da Zona Sul (0,07 mg / g creatinina). O hábito de fumar influenciou os valores de t, t-MA urinário, enquanto a frequência de consumo de alimentos industrializados e congelados não apresentou influência.</p>

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
<p>Pub Med BVS (Estudo Duplicado)</p>	<p>12) Avaliação Ambiental e Avaliação de Biomarcadores de Estresse Oxidativo e Genotoxicidade Relacionados à Exposição Ocupacional Crônica ao Benzeno. Costa-Amaral, I. C. <i>et al.</i> (2019). Brasil.</p>	<p>A exposição ambiental e ocupacional ao benzeno proveniente de combustíveis é um grande motivo de preocupação para as autoridades nacionais e internacionais, pois o benzeno é um conhecido carcinógeno em humanos e não há limite seguro para a exposição a carcinógenos. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos genotóxicos da exposição ocupacional crônica ao benzeno em dois grupos de trabalhadores: trabalhadores de postos de gasolina (Grupo I) e vigilantes que atuam na entrada de veículos (Grupo II), ambos na mesma movimentada rodovia do Rio de Janeiro, Brasil. Foram avaliados dados sociodemográficos dos trabalhadores; a concentração de benzeno / tolueno (B / T) no ar atmosférico e ácido <i>trans</i>, <i>trans</i> -mucônico individual (<i>t</i> MA) e ácido <i>S</i>- fenilmercaptúrico (<i>S</i>-PMA) foram medidos; o estresse oxidativo foi analisado por catalase (CAT), glutatona <i>S</i>- transferase (GST), superóxido dismutase (SOD), grupos tiol (THIOL) e malondialdeído (MDA); a genotoxicidade foi medida por metafases com anormalidades cromossômicas (MCA) e anormalidades nucleares, ensaio cometa usando a enzima formamidopirimidina DNA glicosilase (C-FPG) e metilação dos genes do elemento repetitivo LINE-1, CDKN2B e KLF6. Participaram 86 trabalhadores: 51 do Grupo I e 35 do Grupo II. A relação B / T foi semelhante para os dois grupos, mas o Grupo I apresentou maior oscilação das concentrações de benzeno em função de suas atividades laborais. Sem diferenças em <i>tt</i> MA e <i>S</i>-PMA, e nenhuma alteração clínica foi encontrada entre os dois grupos, mas linearidade foi observada entre a contagem de leucócitos e <i>tt</i> MA; e 15% dos trabalhadores tinham contagens de leucócitos inferiores a $4,5 \times 10^9$ células L⁻¹, exigindo atenção cuidadosa do trabalhador. Não foram observadas diferenças entre os dois grupos para THIOL, MDA, MCA ou anormalidades nucleares. Uma relação linear múltipla foi obtida para os biomarcadores MCA e C-FPG. Uma correlação significativa foi encontrada entre o tempo no trabalho atual e os biomarcadores C-FPG, MCA, GST e MDA. Embora ambas as populações tivessem exposição crônica ao benzeno, os trabalhadores do posto de gasolina foram expostos a maiores concentrações de benzeno durante suas atividades de trabalho, indicando um risco aumentado de danos ao DNA.</p>
<p>Pub Med</p>	<p>13) Aumento do estresse oxidativo e níveis plasmáticos de Hsp70 entre atendentes de postos de gasolina. Xia, B. <i>et al.</i> (2017). China.</p>	<p>O tricarbonil metilciclopentadienil manganês (MMT) é um derivado orgânico do manganês (Mn) e é usado como agente antidetonante e potenciador de octano na gasolina. Neste artigo, testamos os níveis de estresse oxidativo e proteína de estresse por calor (Hsp) 70 de frentistas de postos de gasolina para explorar potenciais biomarcadores de plasma. Além disso, a relação dose-resposta também foi identificada.</p>

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/País	Resultados e Conclusões
Pub Med	Riscos relacionados à higienização doméstica dos uniformes de frentistas: avanços e incertezas. Geraldino, B. R. <i>et al.</i> (2021). Brasil.	Estudo excluído, trata-se de revisão narrativa.
Pub Med BVS (Estudo Duplicado)	14) Avaliação do estresse oxidativo entre trabalhadores de reabastecimento em um ambiente egípcio. Rizk, A. A. <i>et al.</i> (2020). Egito.	Ao contrário dos países em desenvolvimento, no Egito, a gasolina é distribuída em postos dedicados por trabalhadores que abastecem com gasolina. Isso leva a altos níveis de exposição aos compostos aromáticos da gasolina [principalmente benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX)] com as consequências de efeitos adversos à saúde, incluindo estresse oxidativo.
Pub Med	Monitoramento Biológico da Exposição ao Benzeno em Trabalhadores Portuários. De Maria, L. (2020). Itália.	Estudo excluído, não atende à questão norteadora.

Continua...

Continuação

Base de Dados	Título/Referência/Pais	Resultados e Conclusões
<p>Pub Med</p>	<p>15) Avaliação da exposição ao tolueno e xileno em trabalhadores de postos de gasolina.</p> <p>Geraldino, B. R. <i>et al.</i> (2021).</p> <p>Brasil.</p>	<p>Os principais compostos orgânicos voláteis encontrados em postos de gasolina são os isômeros benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX). Eles causam vários efeitos nocivos à saúde humana. A Norma Regulamentadora 7 (1978) prevê que, no Brasil, o monitoramento biológico do tolueno e do xileno seja feito por meio da mensuração dos metabólitos urinários ácido hipúrico (HA) e ácido metilhipúrico (MHA), respectivamente. O objetivo deste estudo foi avaliar a exposição ao tolueno e xileno e identificar sinais e sintomas relacionados em trabalhadores de postos de gasolina. Foi realizado um estudo epidemiológico transversal com trabalhadores expostos ocupacionalmente a combustíveis. Esses trabalhadores do posto de gasolina foram divididos em dois grupos: 94 trabalhadores expostos principalmente por inalação (trabalhadores de lojas de conveniência (CSW's)) e 181 trabalhadores expostos por inalação e via cutânea (atendentes de postos de gasolina (FSA's)). Um grupo de comparação foi formado por 119 trabalhadores não expostos ocupacionalmente a combustíveis (trabalhadores de escritório (OW's)). Trabalhadores expostos a combustíveis apresentaram níveis médios mais elevados desses biomarcadores de exposição (HA e MHA), que também foram maiores em trabalhadores de lojas de conveniência do que em frentistas. Além disso, os indivíduos expostos aos solventes presentes na gasolina tinham humor / depressão alterados, cólicas, tonturas, sonolência, dores de cabeça, irritabilidade / nervosismo, fraqueza, perda de peso e outros sintomas com mais frequência e tinham níveis urinários mais elevados de HA e MHA em comparação com o grupo de comparação. Trabalhadores de postos de gasolina mostraram altos níveis de HA e MHA.</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

Foram encontrados 67 artigos científicos. Contudo, após analisar títulos, resumos e o conteúdo integral de todos os estudos, somente 54 atenderam rigorosamente à seleção da amostra, excluindo 13 artigos duplicados e triplicados. Assim, das 54 publicações elencadas, 15 artigos primários abordavam o tema proposto e foram selecionados para compor esta revisão integrativa. As estratégias de busca utilizadas nas respectivas bases de dados e os motivos da exclusão foram apresentados no fluxograma (Figura 1), como recomendado pelo grupo PRISMA.9.

Com o intuito de minimizar possível viés de aferição dos estudos (erro de interpretação dos resultados e do delineamento), dois pesquisadores realizaram a leitura dos artigos e preenchimento dos instrumentos de forma independente, os quais foram posteriormente comparados. Nos casos em que ocorreram divergências, um terceiro avaliador independente procederá à leitura e ao preenchimento do instrumento, sendo que não ocorreram divergências.

4.5 Quarta etapa – Avaliação dos estudos primários incluídos na revisão

Nesta etapa, avaliamos criticamente os critérios e métodos empregados no desenvolvimento dos vários estudos selecionados para determinar se são válidos metodologicamente. Esse processo resulta em uma redução do número de estudos incluídos na fase final da revisão. Os dados coletados desses estudos são analisados de maneira sistemática. Finalmente, os dados são interpretados, sintetizados e conclusões são formuladas originadas dos vários estudos incluídos na revisão integrativa (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Para a identificação do delineamento das pesquisas dos estudos incluídos na RI, utilizou-se a denominação dos próprios autores dos artigos.

Na prática baseada em evidências, é considerada a qualidade do estudo, por meio dos sistemas de classificação das evidências que são qualificados de forma hierárquica, variando de acordo com a abordagem metodológica do estudo (GALVÃO, 2006).

Para identificar a força de evidência, foi utilizada para esse estudo a classificação de evidências definida por Melnyk e Fineout-Overholt (2011), baseada na Intervenção ou Diagnóstico e no significado.

Quadro 4 - Classificação da força de evidência para questões clínicas, baseada na Intervenção ou Diagnóstico e no significado segundo Melnyk e Fineout-Overholt (2011)

Questão clínica	Nível	Força de Evidência
Intervenção ou Diagnóstico/ Teste diagnóstico	I	Evidências derivadas de revisão sistemática ou metanálise de ensaios clínicos randomizados controlados.
	II	Evidências resultantes de ensaios clínicos randomizados controlados.
	III	Ensaio clínico bem delineado sem randomização.
	IV	Evidências obtidas de estudos de coorte e de caso-controle bem delineados.
	V	Evidências resultante de revisão sistemática de estudos descritivos e qualitativos.
	VI	Evidências originárias estudos descritivos e qualitativos.
	VII	Evidências obtidas a partir de opinião de autoridades/relatório de comitês de especialistas.
Questão clínica	Nível	Força de Evidência
Significado	I	Evidências provenientes de Metassínteses de estudos qualitativos.
	II	Evidências derivadas de um único estudo qualitativo.
	III	Evidências obtidas de sínteses de estudos qualitativos.
	IV	Evidências originárias de um único estudo descritivo.
	V	Evidências resultantes de opiniões de especialistas.

Fonte: Melnyk e Fineout-Overholt (2011).

4.6 Quinta etapa – Análise e síntese dos resultados da revisão

A apresentação dos resultados, a análise e síntese foram realizadas de forma descritiva, possibilitando uma síntese de cada artigo incluído na RI. Nos quadros síntese, foram apresentados autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão.

4.7 Sexta etapa – Apresentação da Revisão Integrativa

Com relação aos aspectos éticos, por se tratar de uma revisão integrativa da literatura e pelas informações secundárias serem extraídas de artigos científicos já publicados em bases de

dados e bibliotecas virtuais, não foi necessária a autorização para utilização dos dados e nem a apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme a Resolução Nacional 466/2012. Os dados foram analisados de forma descritiva, com valores percentuais e absolutos. Posteriormente, apresentados em forma de tabelas e quadros.

As etapas percorridas na realização da RI foram apresentadas de maneira que o leitor pudesse compreender o método adotado.

5 RESULTADOS

Da busca nas bases de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), *Eletronic Library Online* (SciELO), *Science Direct*, LILACS, CAPES, PubMed, resultaram 1453 estudos encontrados.

A amostra final foi composta por 15 estudos primários, conforme os critérios de seleção propostos.

Na Tabela 1, são apresentados os dados dos estudos primários, segundo autor, ano de publicação, país de origem do estudo, idioma, periódico e país de origem, JCR, nível de evidência e ODS.

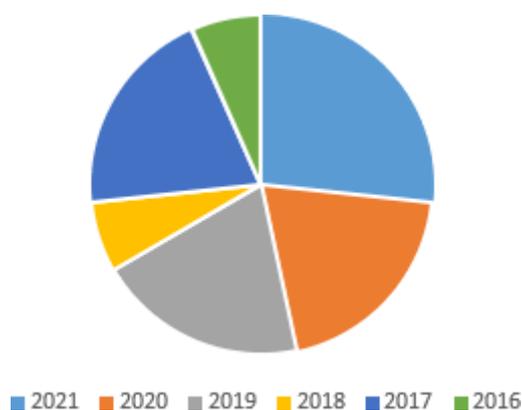
Tabela 1 - Distribuição dos estudos primários incluídos na revisão integrativa segundo autores, ano, país de origem do estudo, idioma, periódico e país de origem, JCR, nível de evidência

Autores	Ano	País de origem	Idioma da publicação	Periódico/JCR	Base de dados	Desenho do estudo	Nível de Evidência/ ODS
1- Moura-Correa, M. J. <i>et al.</i>	2017	Brasil	Português	Rev. Bras. Saúde ocup. 42 (supl 1): e 10s, 2017.tab/ JCR Não disponível.	BVS, SciELO, Lilacs	Descritivo analítico	VI/ ODS3
2- Nogueira, S. M.	2016	Brasil	Português	Tese. Rio de Janeiro; s.n; 2016. 109 p. ilus, map, tab, graf./ JCR Não disponível	BVS, Lilacs	Relato de Caso	IV/ ODS
3- Skamvetsakisa, A. <i>et al.</i>	2017	Brasil	Português	Rev. Bras. Saúde Ocup; 42 (supl.1): e12s, 2017. tab, graf/ JCR Não disponível	BVS, Lilacs	Estudo de rastreamento	IV/ -
4- Thangamani, J. G. <i>et al.</i>	2021	India	Inglês	Chemosphere. Vol 277 (2021)130237/JCR 7.086	Science Direct	Estudo Experimental	IV/ -
5- Poça, K. S. <i>et al.</i>	2021	Brasil	Inglês	Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 865 (2021) 503322/JCR 2.873	Science Direct	Estudo Epidemiológico transversal	III/ -
6- Alsés, M. <i>et al.</i>	2021	Síria	Inglês	Heliyon. 7 (2021) e07056./ JCR Não disponível.	Science Direct	Não mencionou	
7- Al-Harbi, M. <i>et al.</i>	2020	Kwait	Inglês	Atmospheric Environment 241 (2020) 117847/JCR4.798	Science Direct	Estudo analítico	IV/ -
8- Belal, S. F. <i>et al.</i>	2019	Egito	Inglês	Microchemical Journal 149 (2019) 103992/ JCR 4.821	Science Direct	Estudo Experimental	IV/ -
9- Hilpert, M. <i>et al.</i>	2019	EUA	Inglês	Science of the Environment. Vol 650, part2, (2019) 2239-2250/JCR 7.963	Science Direct	Não mencionou	
10- Syimir Fizal, A. N. <i>etal.</i>	2018	Malásia	Inglês	Science Direct. Materials Today: Proceedings 5(2018) 21541–21546/ JCR 31.041	Science Direct	Estudo descritivo	VI/ -
11- Geraldino, B. R. <i>et al.</i>	2020	Brasil	Inglês	Int. J. Environ. Res. Saúde Publica. (2020) 17 (15)/JCR3.390	PubMed	Estudo Epidemiológico Transversal	III/ -
12- Costa-Amaral, I. C. <i>et al.</i>	2019	Brasil	Português	Int. J. Environ. Res. Saúde Publica. (2019) 16 (12)/JCR #.390	PubMed, BVS	Não mencionou	
13- Xia, B. <i>et al.</i>	2017	China	Inglês	Saúde Toxicol. Ind. (2017)/JCR 1.708	PubMed	Estudo Epidemiológico Transversal	III/ -
14- Rizk, A. A. <i>et al.</i>	2020	Egito	Inglês	Environmental Science and Pollution Research (2020)/ JCR 4.223	PubMed	Estudo Transversal	III/ -
15- Geraldino, B. R. <i>et al.</i>	2021	Brasil	Português	Adv. Prev. Med. (2021)/JCR Não disponível	PubMed	Estudo Epidemiológico transversal	III/ -

Fonte: Autoria própria (2021).

Observou-se que, dos 15 artigos elegíveis, a maioria dos estudos primários foi publicada nos anos de 2021: 4 (26,66%) e 2020, 2019 e 2017: 3 (20,00%), seguidos de 2018 e 2016: 1 (6,66%).

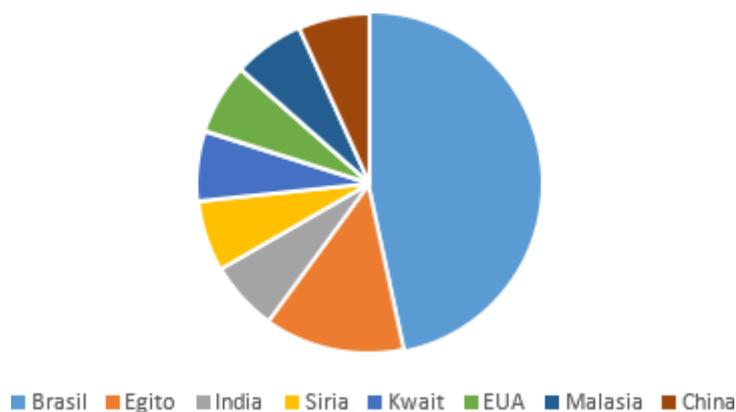
Gráfico 1 - Distribuição dos estudos primários segundo ano de publicação



Fonte: Autoria própria (2021).

Em relação aos países de origem da realização dos estudos: Brasil: 07 (46,66%), Egito: 2 (13,34%), Índia, Síria, Kuwait, EUA, Malásia e China: 1 (6,66%).

Gráfico 2 - Distribuição dos estudos primários segundo a origem dos autores



Fonte: Autoria própria (2021).

Em relação ao idioma, a maioria 10 (66,66%) dos estudos primários foi publicada em inglês e 5 (33,33%) em português.

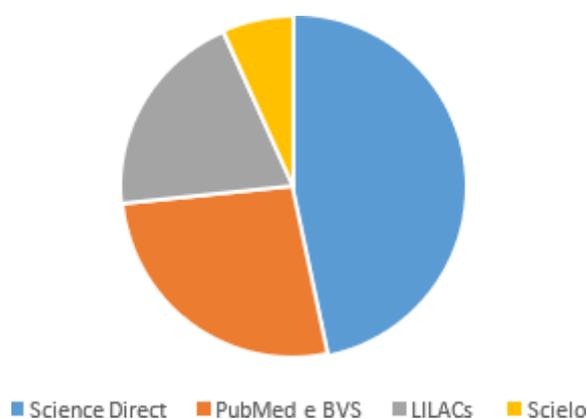
Gráfico 3 - Distribuição dos estudos primários segundo o idioma



Fonte: Autoria própria (2021).

Quanto às bases de dados, 7 foram encontrados na *Science Direct* (46,66%), 4 na Pubmed e BVS (26,66%), 3 LILACs (20%), Scielo 1 (6,66%). Dentre eles, 03 trabalhos foram duplicados nas bases BVS e LILACs, 01 trabalho nas bases Pubmed e BVS e 01 trabalho nas bases BVS, Scielo e LILACs.

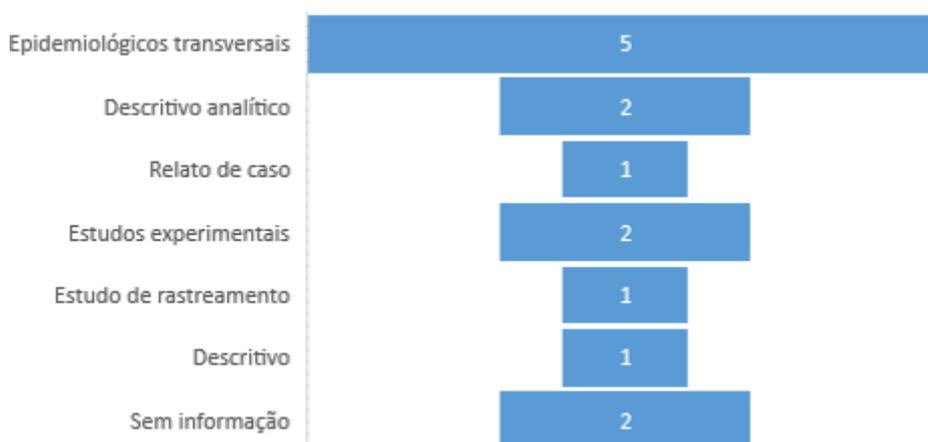
Gráfico 4 - Distribuição dos estudos primários segundo a base de dados em que foram encontrados



Fonte: Autoria própria (2021).

Em relação ao desenho do estudo, 5 (33,33%) são estudos epidemiológicos transversais, 2 (13,33%) não mencionaram o tipo de estudo, 2 (13,33%) são estudos descritivos analíticos, 1 (6,66%) é relato de caso, 2 (13,33%) são estudos experimentais, 1 (6,66%) é estudo de rastreamento e 1 (6,66%) é descritivo.

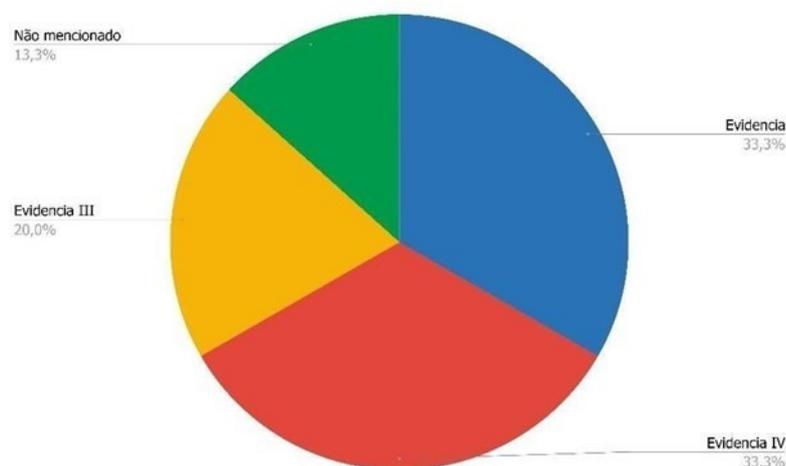
Gráfico 5 - Distribuição dos estudos primários segundo o desenho do estudo



Fonte: Autoria própria (2021).

Quanto ao Nível de Evidência, a maioria 5 (33,33%) apresentou Nível de Evidência IV para evidências obtidas de estudos de coorte e de caso-controle bem delineados; 5 (33,33%) Nível de Evidência III para ensaios clínicos bem delineados sem randomização; 3 (20%) não mencionaram e 2 (13,33%) apresentaram Nível VI Evidências originárias, estudos descritivos e qualitativos.

Gráfico 6 - Distribuição dos estudos primários segundo Nível de Evidência



Fonte: Autoria própria (2021).

A seguir, apresenta-se a síntese dos 15 estudos primários:

Quadro 5 - Síntese do estudo 1 de Moura-Correa, M. J. *et al.* (2017), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Moura-Correa, M. J. <i>et al.</i>
Título	Roteiro de inspeção sanitária de ambientes e processos de trabalho em postos de revenda de combustíveis: análise de usos e aplicações no estado de Santa Catarina.
Fonte	Rev Bras Saude Ocup 2017;42(supl 1):e10s
Objetivo/Intervenção	Descrever os usos e aplicações do RIAT-PRC a partir da experiência da vigilância em saúde do trabalhador do estado de Santa Catarina.
Método	Relato descritivo e analítico do instrumento RIAT-PRC e da avaliação de sua qualidade e uso no estado de Santa Catarina, no período de 2010 a 2014
Resultados	O roteiro foi aplicado em 459 PRC, com bom grau de preenchimento no geral. A aplicação do instrumento permitiu identificar baixa realização de monitoramentos biológicos e ambientais por parte das empresas. Também permitiu o acompanhamento das condições de trabalho e de saúde dos trabalhadores ao longo do tempo, bem como a possibilidade de identificar fatores e situações de risco nos ambientes de trabalho.
Conclusões	O RIAT-PRC mostrou factibilidade para vigilância e para subsídio de estudos sobre exposição ao benzeno em PRC. Evidenciou-se a necessidade de aprimorar a capacitação das equipes técnicas para a efetiva vigilância da exposição ao benzeno e a outros agentes químicos presentes nos PRC.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 6 - Síntese do estudo 2 Nogueira, S. M; (2016), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Nogueira, S. M.
Título	Polimorfismos metabólicos e alterações clínicas e laboratoriais relacionadas à exposição ao benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis da cidade do Rio de Janeiro.
Fonte	2016. 109 f. Tese Doutorado (Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2016.
Objetivo/intervenção	Este estudo avaliou alterações clínicas relacionadas ao benzenismo e seis polimorfismos de genes de metabolização do benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis do município do Rio de Janeiro.
Método	Os polimorfismos de genes analisados foram: glutathione S-transferase M1 (GSTM1), glutathione S-transferase T1 (GSTT1), citocromo P450 2E1 7632T>A - DraI (CYP2E1 7632T>A - DraI), citocromo P450 2E1 1053C>T- RsaI (CYP2E1 1053C>T - RsaI), NADPH-quinona oxidoreductase 1 (NQO1) e mieloperoxidase (MPO). A população foi categorizada em dois grupos, de acordo com a presença das alterações clínicas, principalmente sinais hematológicos.

Continua...

Continuação

Resultados	A maioria dos trabalhadores, 63,2%, apresentou alterações clínicas compatíveis com o benzenismo. Estes trabalhadores mostraram diminuição na contagem de células sanguíneas, com diferença significativa para os valores de neutrófilos e MCV (indicativo de macrocitose). Este grupo mostrou maior frequência de sintomas como cefaleia, infecções repetidas, câimbras musculares, formigamentos, sonolência, tontura e perda de peso, embora nem todos com diferença significativa. Dos seis polimorfismos metabólicos analisados, GSTM1, GSTT1 e CYP2E1 7632T>A mostraram frequências mais altas dos alelos relacionados ao risco entre os trabalhadores com alterações clínicas.
Conclusões	Foi observada uma associação entre as alterações clínicas relacionadas ao benzenismo e o genótipo nulo da GSTM1 e com maior número de alelos relacionados ao risco (em conjunto). Entretanto, estudos baseados em maior tamanho amostral, são necessários para confirmação destes achados. Variações em genes de metabolização do benzeno devem ser consideradas nos estudos de avaliação de risco de trabalhadores expostos, por serem capazes de modificar a toxicidade do composto.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 7 - Síntese do estudo 3 de Skamvetsakis, A. *et al.* (2017), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Skamvetsakis, A. <i>et al.</i>
Título	Exposição ao benzeno em postos de combustíveis: estratégia de ações integradas de Vigilância em Saúde do Trabalhador na região dos Vales/RS
Fonte	Relato de Experiência, Dossiê: Benzeno em Postos de Combustíveis • Rev. bras. saúde ocup. 42 (suppl 1) • 2017 • https://doi.org/10.1590/2317-6369000126015
Objetivo/intervenção	Relatar experiências de vigilância da exposição ao benzeno do Centro de Referência em Saúde do Trabalhador da região dos Vales/RS.
Método	A vigilância no território incluiu o mapeamento regional dos PRC, ações intrasetoriais, intersetoriais e interinstitucionais, inspeção nos locais de trabalho, desenvolvimento de instrumento de intervenção específico para esse ramo produtivo – Notificação Recomendatória, avaliações individuais dos trabalhadores – e outras abordagens visando intervir nos ambientes com exposição ao benzeno
Resultados	foram observadas alterações em biomarcadores de efeito e de exposição, além de inadequações dos PRC no monitoramento clínico e laboratorial dos trabalhadores. Nos ambientes e processos de trabalho ficaram evidentes situações que ampliam a exposição: inadequações nas pistas de abastecimento, uso de “flanela”, inexistência ou insuficiência de medidas de proteção coletivas, ausência de medição eletrônica dos tanques e de higienização dos uniformes por parte das empresas, dentre outras.
Conclusões	As experiências desencadeadas por meio de ações integradas no setor saúde demonstraram a potencialidade benéfica da vigilância da exposição ao benzeno em PRC.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 8 - Síntese do estudo 4 de Thangamani, J. G. *et al.* (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Thangamani, J. G. <i>et al.</i>
Título	Síntese hidrotérmica de nanopartículas de óxido (II) de cobre com desempenho de sensor de gás BTEX altamente aprimorado usando sensor de quimiossensitive. Hydrothermal synthesis of copper (II) oxide-nanoparticles with highly enhanced BTEX gas sensing performance using chemiresistive sensor.
Fonte	Chemosphere Volume 277, August 2021, 130237 https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130237
Objetivo/intervenção	Sintetizar o óxido de cobre (II) (CuO)-Nanopartículas (NPs)
Método	No presente trabalho, foi adotada a técnica de síntese hidrotérmica econômica e fácil para sintetizar o óxido de cobre (II) (CuO)-Nanopartículas (NPs). A caracterização físico-química dos CuO-NPs sintetizados foi feita por difração de raios-X (XRD), <u>espectroscopia</u> infravermelha de transformação fourier (FTIR), espectroscopia ultravioleta-visível (UV-Vis) e análise de microscopia eletrônica de varredura (SEM) para estudar a morfologia estrutural, óptica e superficial do nanomaterial
Resultado	A análise XRD revelou que os CuO-NPs sintetizados tinham estrutura monoclinica eo tamanho médio da cristallite é de 20 nm. Espectros FTIR indicam as bandas vibracionais de ligações de oxigênio metal (Cu-O). Espectros de absorção UV-visíveis foram utilizados para determinar a lacuna da banda de energia (E _g), dos CuO-NPs. Além disso, fabricamos o sensor chemiresistivo usando CuO-NPs sintetizados para detectar compostos orgânicos voláteis (VOCs).
Conclusões	Esses resultados demonstram que o sensor chemiresistivo baseado em CuO-NPs é ideal para detecção qualitativa de vapores químicos BTEX (ou seja, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno).

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 9 - Síntese do estudo 5 de Poça, K. S. *et al.* (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Poça, K. S. <i>et al.</i>
Título	Gasoline-station workers in Brazil: Benzene exposure; Genotoxic and immunotoxic effects
Fonte	Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis Volume 865, May 2021, 503322
Objetivo/intervenção	Estudamos a exposição desses trabalhadores a benzeno e os efeitos genotóxicos e imunotóxicos resultantes.
Método	Trata-se de um estudo epidemiológico transversal com a participação de trabalhadores de 21 postos de gasolina na cidade do Rio de Janeiro: 12 estações localizadas na Zona Sul e nove estações na região Centro.

Continua...

Continuação

Resultado	Os níveis de ácido trans, trans-mucônico urinário foram mais alto entre os trabalhadores de postos de gasolina do que entre os trabalhadores de escritório sem exposição conhecida ao benzeno (grupo de comparação). Entre os trabalhadores expostos, observamos efeitos biológicos estatisticamente significativos, incluindo danos elevados ao DNA (ensaio do cometa); frequências mais altas de micronúcleos e botões nucleares (ensaio CBMN); diminuir níveis de linfócitos T auxiliares e linfócitos Th naive; relação CD4 / CD8 mais baixa; e níveis mais elevados de célulasNK e linfócitos Th de memória. Ambos os grupos de trabalhadores expostos (inalação e inalação + vias dérmicas) mostraram efeitos genotóxicos e imunotóxicos semelhantes.
Conclusões	Nossos resultados reforçam a importância do monitoramento ocupacional exposições, independentemente da função de trabalho ou da rota de exposição. Eliminação de produtos químicos tóxicos de ambientes de trabalho nem sempre são possíveis. O monitoramento de trabalhadores expostos pode ajudar a reduzir a exposição e mitigar dano; monitoramento biológico (por exemplo, ensaios cometa e CBMN) pode ser uma ferramenta importante para avaliar a exposição e possíveis efeitos para a saúde. Nosso estudo mostra efeitos genotóxicos, imunossupressores e imunostimuladores entre trabalhadores de postos de gasolina e demonstra a importância de considerar diferentes tipos de exposição a agentes químicos durante as rotinas de trabalho. Trabalhadores expostos principalmente por inalação apresentaram efeitos genotóxicos e imunotóxicos semelhantes aos de trabalhadores para os quais as vias de exposição incluíram as vias inalatória e dérmica. Os efeitos cancerígenos do benzeno não têm um limite de segurança, e possíveis efeitos em todos os funcionários devem ser considerados, se eles são expostos a este agente cancerígeno no local de trabalho, direta ou indiretamente.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 10 - Síntese do estudo 6 de Alsés, M. *et al.* (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Alsés, M. <i>et al.</i>
Título	Evaluation of some biological parameters of gasoline station attendants in Damascus, Syria
Fonte	Heliyon. Vol 7. 2021
Objetivo/intervenção	Este estudo visa avaliar alguns parâmetros biológicos como indicadores de toxicidade em decorrência da exposição à gasolina em trabalhadores de postos de gasolina em Damasco
Método	Este é um estudo transversal comparativo. Amostras de sangue foram coletadas de GSA (n ¼ 30) e não exposto (NE) (n ¼ 30) sem histórico de exposição ocupacional, e os seguintes marcadores de estresse oxidativo foram analisados: malondialdeído (MDA), produtos de proteína de oxidação avançada (AOPP), atividade da catalase (CAT), CBC, ALT e AST.

Continua...

Continuação

Resultado	Descobrimos que os níveis de MDA, AOPP, CAT, RBC e Hgb em GSA foram significativamente maiores do que NE ($p \leq 0,000$, $p \leq 0,02$, $p \leq 0,002$, $p \leq 0,018$ e $p \leq 0,015$ respectivamente). Por outro lado, não houve estatisticamente significativo ($p > 0,05$) em HCT, MCV, WBC, PLT, ALT e AST entre os dois grupos. No GSA grupo, não houve efeito do hábito de fumar e do número de anos de trabalho sobre os parâmetros biológicos, mas o hábito de consumo de álcool teve um efeito claro no aumento de ambos os níveis de MDA e CAT ($P \leq 0,021$ e $P \leq 0,036$ respectivamente), em comparação com os não consumidores do grupo do álcool.
Conclusões	A identificação precoce desses biomarcadores pode ser muito útil para promover programas de proteção e prevenção à saúde para as populações mais suscetíveis aos efeitos adversos da exposição à gasolina.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 11 - Síntese do estudo 7 de Al-Harbi, M. *et al.* (2020), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Al-Harbi, M. <i>et al.</i>
Título	Health symptoms associated with occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds
Fonte	Atmospheric Environment (2020), doi: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117847 .
Objetivo/intervenção	Verificar sintomas de saúde associados à exposição ocupacional de trabalhadores de postos de gasolina a compostos BTEX
Método	Coleta de amostras de ar e estudo analítico.
Resultado	Amostradores de ar instalados em postos de gasolina indicam a concentração de exposição durante o dia de trabalho tão alto quanto 225 a 723 μg benzeno / m^3 , além dos limites de exposição NIOSH de 135 μg benzeno / m^3 (ajustado pelo tempo real de exposição dos trabalhadores deste estudo). De acordo com uma avaliação de saúde determinística, havia um risco elevado de câncer para trabalhadores devido à exposição ao benzeno ($4,2 \times 10^{-4}$ a $1,4 \times 10^{-3}$) e etilbenzeno ($1,1 \times 10^{-4}$ e $3,5 \times 10^{-4}$), que eram maiores que o limite aceitável de 1×10^{-6} 21. Estocástico A avaliação de exposição com uma simulação de Monte Carlo revelou riscos carcinogênicos graves a todos os trabalhadores do posto de gasolina, independentemente de estarem operando bombas de gasolina ou fazendo outras tarefas, como arrecadar dinheiro. Em resposta a uma saúde Questionário, os sintomas dominantes relatados pelos trabalhadores do posto de gasolina foram cefaleia (50%), depressão (40%), fadiga (25%) e irritação da garganta (20%). Nos recomendam melhores sistemas de ventilação para remover espécies BTEX do meio ambiente, seja instalando ventiladores ou construindo postos de gasolina em locais com bom ar natural

Continua...

Conclusões	<p>Muitos trabalhadores em postos de gasolina percebem que o trabalho está prejudicando sua saúde e isso é confirmado pela qualidade do ar e métricas de avaliação de risco. Existem várias etapas que podem reduzir a exposição BTEX e acidentes de trabalho. Esses incluem a instalação de sistemas de recuperação de vapor de estágio I, que capturam vapores durante o reabastecimento de tanques de armazenamento de gasolina, estágio II- sistemas de recuperação, que capturam vapores liberado do tanque de combustível de um veículo durante o reabastecimento e usando o distribuidor de combustível pistolas equipadas com coleiras de borracha, para evitar respingos de combustível, captura vapores de gasolina e reduzem a pressão do vapor no tanque. As práticas de saneamento dos trabalhadores são fortemente recomendadas, como trocar de roupa a cada turno, implementar boas medidas de higiene (ou seja, lavagem das mãos) e uso de equipamentos de proteção individual, como luvas e máscaras faciais. Em um nível de gestão, os administradores devem reduzir o Tempo de exposição de 400 trabalhadores a espécies BTEX em postos de gasolina, educá-los sobre os perigos dos compostos BTEX e encorajar a prática de autoatendimento. Além disso, saúde avaliação de risco precisa ser reavaliada regularmente, uma vez que o alto teor de benzeno A concentração no ambiente pode representar um risco atualmente não quantificado para as pessoas que vivem e trabalham nas proximidades de postos de gasolina no Kuwait. Finalmente, pesquisa edesenvolvimento para reduzir o teor de benzeno e outras substâncias perigosas utilizadas como aditivos de gasolina é urgentemente necessário. Esses esforços coletivamente seriam substancialmente para melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e proteger a saúde do serviço de trabalhadores da estação, atendentes e a população em geral da gasolina.</p>
-------------------	--

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 12 - Síntese do estudo 8 de Belal, S. F. *et al.* (2019), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Belal, S. F. <i>et al.</i>
Título	Liquid Chromatography-Mass Spectrometry for muconic, mandelic, hippuric and methylhippuric acids analysis in human urine as metabolites for fuel exposure
Fonte	Microchemical Journal Volume 149, September 2019, 103992
Objetivo/intervenção	Cromatografia líquida-espectrometria de massa para análise dos ácidos mucônico, mandélico, hipúrico e metilhipúrico em urina humana como metabólitos para exposição a combustível
Método	Análise na urina dos ácidos mucônico (MUC), o ácido mandélico (MAN), o ácido hipúrico (HIP) e o ácido ortometilhipúrico (MHP) são quatro metabólitos de combustível que são analisados na urina usando cromatografia líquida-espectrometria de massa (LC-MS).

Continua...

Continuação

Resultado	Os dados revelam um significativo aumento no nível de todos os metabólitos após mudança em $p = 0,05$ usando teste t pareado ($n = 20$). O método é simples, pois a coluna Shim pack® XR - ODS II foi usada como fase estacionária com um solvente eluente de gradiente de ácido fórmico a 1% e acetonitrila. Os metabólitos foram resolvidos com tempos de retenção de 3,1, 5,8, 6,2 e 11,1 min para MUC, MAN, HIPE MHP, respectivamente. O detector de MS foi ajustado para o modo SIM negativo para eliminar a interferência e aumentar a sensibilidade. Os valores de m/z selecionados foram 141, 151, 178 e 192 para MUC, MAN, HIP e MHP, respectivamente.
Conclusões	O método LC-MS proposto é recomendado para uso de rotina verificação para os trabalhadores em postos de gasolina, uma vez que foi aplicada com sucesso para a realização de um estudo bioestatístico comparativo para a análise do combustível.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 13 - Síntese do estudo 9 de Hilpert, M. *et al.* (2019), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Hilpert, M. <i>et al.</i>
Título	Vent pipe emissions from storage tanks at gas stations: Implications for setback distances
Fonte	Ciência do Meio Ambiente Total Volume 650, Parte 2,10 fevereiro 2019, Páginas 2239-2250
Objetivo/intervenção	Quantificar as liberações do tubo de ventilação e examinar a superação dos limites de exposição de curto prazo ao benzeno em torno das estações de gás.
Método	(1) relatar dados de emissão de ventilação de hora em hora para tanques de armazenamento de gasolina na literatura revisada por pares e (2) usar esses dados em simulações de hora em hora do transporte de vapor de benzeno na atmosfera. Isso nos permitiu examinar a superação potencial dos limites de exposição de curto prazo para o benzeno.
Resultado	Como mostram os dados da série temporal para a taxa de fluxo volumétrico Q da mistura de vapor / ar de gasolina através do tubo de ventilação e pressão do tanque que coletamos nos dois postos de gasolina. No GS-MW, pouco vapor foi normalmente liberado no final da noite e no início da manhã, enquanto as liberações eram geralmente muito maiores durante o dia e a noite, presumivelmente quando mais combustível era dispensado

Continua...

Continuação

Conclusões	Nos dois postos de gasolina, os fatores médios de emissão da ventilação foram 0,17 e 0,21 kg de gasolina por 1000 L dispensados. A modelagem sugere que em um posto de gasolina, um Nível de Exposição de Referência (REL) de 1 hora para o benzeno para o geral população (8 ppb) foi excedida apenas a menos de 50 m do centro da estação. No outro posto de gasolina, o REL foi excedido em dois dias diferentes e até 160 m do centro, provavelmente devido ao volume não conforme entregas de combustível. Um nível mínimo de risco para a exposição ao benzeno de duração intermediária (N14-364 dias) (6 ppb) foi ultrapassado na cota da abertura do tubo de ventilação até 7 e 8 m dos dois postos de gasolina. Ventilador registrado os fatores de emissão foram 10 vezes mais altos do que as estimativas usadas para derivar as distâncias de recuo para os postos de gasolina. Revés as distâncias devem ser revisitadas para abordar a variabilidade temporal e os controles de poluição nas emissões de exaustão.
-------------------	--

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 14 - Síntese do estudo 10 de Syimir Fizal, A. N. *et al.* (2018), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Syimir Fizal, A. N. <i>et al.</i>
Título	Characterization of BTEX in Malaysian petrol
Fonte	Science Direct Materials Today: Proceedings 5 (2018) 21541–21546
Objetivo/intervenção	Os objetivos deste trabalho foram: (1) medir as concentrações de BTEX na gasolina disponível na Malásia; (2) para comparar as concentrações medidas com os valores com a regulamentação e legislação atuais aplicadas na Malásia e no mundo; (3) avaliar o ponto de vista atual da composição do combustível na Malásia até a nova legislação totalmente funcionando em 2027.
Método	Gasolina sem chumbo com número relativo de octano 95 (RON) de 5 marcas disponíveis para compra na Malásia postos de gasolina são usados neste estudo. as amostras são compradas nos postos de gasolina em um recipiente de vidro hermético sob temperatura ambiente. A amostra então é submetida a GC-FID para determinar a concentração de BTEX. GC-FID são configuração usando cromatógrafo de gás com coluna capilar DB-WAXETR (30 m x 0,32 mm x 1,00 µm). O forno GC as temperaturas são programadas de 70°C a 150°C por 2 min, seguido de 250 °C, com uma divisão 10: 1. Hidrogênio foi usado como o transportador de gás com configuração de taxa de fluxo de 22,0 PSIG.
Resultado	Em Euro 5, TEX é categorizado no grupo aromático, que possui um nível máximo permitido de 42% por volume. A gasolina 1 tem a maior concentração média de benzeno em 32842,87 mg / L. A gasolina 5, por outro lado, tem a maior concentração média de TEX com 21685,68 mg / L de Tolueno, 13310,39 mg / L de Xileno e 17799,77 mg / L de Etilbenzeno. Mais de 73% de redução de BTEX é necessária para que a gasolina atual esteja em conformidade com o regulamento EURO 5 e uma mitigação de curto prazo precisa ser aplicada para reduzir o BTEX seja lançado durante este período de transição.

Continua...

Continuação

Conclusões	A composição atual do BTEX atual não atende ao regulamento EURO 5 e muita redução é necessária, especialmente na concentração do benzeno. Uma abordagem inovadora precisa ser adotada para este período de transição de 10 anos, a fim de controlar a exposição ao benzeno da gasolina.
-------------------	---

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 15 - Síntese do estudo 11 de Geraldino, B. R. *et al.* (2020), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Geraldino, B. R. <i>et al.</i>
Título	Analysis of Benzene Exposure in Gas Station Workers Using Trans, Trans-Muconic Acid
Fonte	International Journal of Environmental Research and Public Health
Objetivo/intervenção	O objetivo deste estudo foi avaliar o nível de exposição ao benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis
Método	Um total de 269 trabalhadores de postos de gasolina divididos em 179 atendentes de postos de gasolina expostos por via inalatória e dérmica e 90 lojas de conveniência trabalhadores expostos apenas por inalação foram incluídos. Um grupo de controle foi formado por 100 funcionários de escritório, sem exposição ocupacional ao benzeno. Os níveis urinários de t, t-MA foram avaliados por HPLC com um detector de UV
Resultado	Trabalhadores de postos de gasolina apresentaram valores médios mais elevados de t,t-MA (0,204 mg / g creatinina; 95% CI 0,170–0,237) do que trabalhadores de escritório (0,126 mg / g creatinina; IC 95% 0,0817–0,1693). Os níveis de T, t-MA eram maior em trabalhadores de lojas de conveniência expostos à gasolina apenas por inalação (0,221 mg / g creatinina; IC 95% 0,160–0,282), do que naqueles expostos à gasolina por inalação e via cutânea - posto de gasolina atendentes (0,195 mg / g creatinina; IC 95% 0,155–0,235).
Conclusões	Trabalhadores de postos de gasolina com um nível mais alto de t, t-MA teve epistaxe. Os valores de T, t-MA foram maiores na região Downtown (0,15 mg / g creatinina) trabalhadores do que nos trabalhadores mais abastados da região da Zona Sul (0,07 mg / g de creatinina). Fumar hábitos influenciaram os valores de t, t-MA urinário, enquanto a frequência de consumo de industrializados e alimentos congelados não mostraram influência.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 16 - Síntese do estudo 12 de Costa-Amaral, I. C. *et al.* (2019), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Costa-Amaral, I. C. <i>et al</i>
Título	Environmental Assessment and Evaluation of Oxidative Stress and Genotoxicity Biomarkers Related to Chronic Occupational Exposure to Benzene
Fonte	International Journal of Environmental Research and Public Health
Objetivo/intervenção	O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos genotóxicos da exposição ocupacional crônica ao benzeno entre dois grupos de trabalhadores: preenchimento trabalhadores da estação (Grupo I) e vigilantes que trabalham nas entradas de veículos (Grupo II), ambos na mesma rodovia movimentada no Rio de Janeiro, Brasil.
Método	Foram avaliados dados sociodemográficos dos trabalhadores; a concentração de benzeno / tolueno (B / T) no ar atmosférico e individual trans, trans-mucônico ácido (ttMA) e ácido S-fenilmercaptúrico (S-PMA) foram medidos; o estresse oxidativo foi analisado por catalase (CAT), glutathione S-transferase (GST), superóxido dismutase (SOD), grupos tiol (THIOL) e malondialdeído (MDA); a genotoxicidade foi medida por metáfases com cromossomos anormalidades (MCA) e anormalidades nucleares, ensaio do cometa usando a enzima formamidopirimidina DNA glicosilase (C-FPG) e metilação dos genes do elementorepetitivo LINE-1, CDKN2B e KLF
Resultado	Participaram 86 trabalhadores: 51 do Grupo I e 35 do Grupo II. A relação B / T foi semelhante para ambos os grupos, mas o Grupo I teve maior oscilação das concentrações de benzeno devido ao seu trabalho Atividades. Nenhuma diferença emttMA e S-PMA, e nenhuma alteração clínica foi encontrada entre ambos os grupos, mas linearidade foi observada entre a contagem de leucócitos e ttMA; e 15% dos trabalhadores tinham contagem de leucócitos inferior a $4,5 \times 10^9$ células L – 1, exigindo a atenção do trabalhador. Sem diferenças foram observados entre os dois grupos para THIOL, MDA, MCA ou anormalidades nucleares. Uma múltipla relação linear foi obtida para os biomarcadores MCA e C-FPG. Uma correlação significativa foi encontrada entre o tempo no trabalho atual e os biomarcadores C-FPG, MCA, GST e MDA. Embora ambas as populações tivessem exposição crônica.
Conclusões	As concentrações de benzeno e tolueno no ar atmosférico foram inferiores a 0,01 ppmem locais de trabalho de ambos os grupos de trabalhadores. No entanto, isso não excluiu risco de desenvolvimento de doenças relacionadas a esta exposição. Os resultados também demonstram uma maior oscilação na concentração de benzeno no ar atmosférico nos locais de trabalho (postos) do Grupo I, cujos trabalhadores são expostos a maiores concentrações de benzeno em suas atividades laborais, que incluem o manuseio direto fontes de benzeno. No entanto,ttMA e S-PMA não foram sensíveis a esta oscilação nas concentrações, indicando nível semelhante de exposição ao benzeno para ambos os grupos de trabalhadores. A avaliação da exposição através dos biomarcadores ttMA e S-PMA foi considerada mais representativa das concentrações reais de benzeno a que essestrabalhadores foram expostos do que a avaliação ambiental, devido à individualização das análises de exposição realizadas.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 17 - Síntese do estudo 13 de Xia, B. *et al.* (2017), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Bing Xia <i>et al.</i>
Título	Increased oxidative stress and plasma Hsp70 levels among gasoline filling station attendants
Fonte	Toxicology and Industrial Health, 2017 DOI: 10.1177/0748233715616554.
Objetivo/intervenção	Neste artigo, testamos o estresse oxidativo e níveis de proteína de estresse térmico (Hsp) 70 de atendentes de postos de gasolina para explorar potenciais biomarcadores de plasma. Além disso, a relação dose-resposta também foi identificada
Método	Um total de 144 trabalhadores, incluindo 96 enchedoras de gasolina e 48 caixas, participaram do estudo. Ambiente as concentrações de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX) e Mn foram monitoradas em nove enchimento estações. Durante o processo de medição, o índice de exposição cumulativa individual foi calculado. Plasma o estresse oxidativo e os níveis de Hsp70 também foram analisados usando o ensaio de imun absorção enzimática.
Resultado	A média ponderada de tempo BTEX em áreas de escritório foi significativamente menor do que em áreas de reabastecimento ($p < 0,05$). Nas áreas de reabastecimento, o conteúdo de Mn variou de 6,44 g / m ³ a 127,34 g / m ³ , que foi muito maior do que em áreas de escritório (3,16-7,22 g / m ³ ; $p < 0,05$). Trabalhadores expostos tinham plasma significativamente diferentes indicadores de estresse oxidativo em comparação com o grupo controle, respectivamente: superóxido dismutase (SOD), 39,18 + 6,05 U / mL versus 52,84 + 3,87 U / mL; glutathione peroxidase (GSH-Px), 186,07 + 15,63 U contra 194,38 + 10,42 U; e malondialdeído (MDA), 1,68 + 0,52 nmol / L versus 1,43 + 0,64 nmol / L (em todas as comparações, $p < 0,05$). O nível plasmático de Hsp70 no grupo exposto (2,77 + 0,64 ng / mL) foi significativamente maior do que no grupo controle (2,32 + 0,87 ng / mL; $p < 0,05$). Além disso, os níveis de Hsp70 foram inversamente correlacionados com as atividades de SOD ($r = -0,305$) e GSH-Px ($r = -0,302$) no grupo exposto ($p < 0,05$). Além disso, um positiva correlação ($r = 0,653$) foi encontrada entre os níveis plasmáticos de Hsp70 e os níveis plasmáticos de MDA ($p < 0,05$).
Conclusões	A exposição à gasolina contendo MMT pode resultar no aumento do estresse reativo de oxigênio entre atendentes de postos de gasolina. Os níveis plasmáticos de Hsp70 podem ser usados como um biomarcador sensível e responsivo para trabalhadores.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 18 - Síntese do estudo 14 de Rizk, A. A. *et al.* (2020), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Rizk, A. A. <i>et al.</i>
Título	Assessment of oxidative stress among refueling workers in an Egyptian setting
Fonte	Environmental Science and Pollution Research https://doi.org/10.1007/s11356-020-08359-2
Objetivo/intervenção	Avaliar o estresse oxidativo e os níveis de traços de metal entre trabalhadores egípcios de enchimento de gás.
Método	Um estudo transversal foi conduzido entre 50 trabalhadores de postos de gasolina (grupo exposto) e um grupo pareado de 50 funcionários administrativos (grupo não exposto). Níveis de metais residuais (Cu, Zn, Fe e Mn) e as atividades das enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD) e glutatona peroxidase (GPx) foram medidos no soro de todos os participantes inscritos usando atômica espectroscopia de absorção. Os níveis de BTEX foram avaliados no ambiente dos postos de abastecimento estudados, utilizando o sistema MIRAN IR.
Resultado	Todos os níveis de metais traço medidos e atividades de enzimas antioxidantes foram significativamente menores entre os trabalhadores expostos do que entre os trabalhadores não expostos. Todos os metais traço diminuíram significativamente em relação à atividade SOD entre os expostos trabalhadores, enquanto apenas Zn e Cu diminuíram em relação à atividade de SOD e GPx entre os trabalhadores não expostos. Os expostos trabalhadores não cumpriram o uso do equipamento de proteção individual (EPI) exigido para evitar os efeitos perigosos do BTEX exposição. Entre os componentes do BTEX, o benzeno excedeu o TLV egípcio permitido nos postos de gasolina estudados (110,4 mg / m ³ versus 1,6 mg / m ³ , respectivamente). O efeito higiênico (HE) da mistura de poluentes BTEX excedeu o limite permitido de HE em Egito, embora não tenha mostrado uma correlação significativa com diferentes biomarcadores de estresse oxidativo e metais traço.
Conclusões	A exposição ao BTEX em postos de abastecimento de gasolina reduz os níveis de atividades de enzimas antioxidantes e vestígios de metais devido ao forte efeito higiênico de BTEX. A proteção individual usando o EPI adequado deve, portanto, ser aplicada. Pesquisar avaliar a necessidade de fornecer aos trabalhadores de reabastecimento suplementos de metais traço e antioxidantes necessários é garantido.

Fonte: Autoria própria (2021).

Quadro 19 - Síntese do estudo 15 de Geraldino, B. R. *et al.* (2021), segundo autores, título, fonte, objetivo/intervenção, método, resultados e conclusão

Autores	Geraldino, B. R. <i>et al.</i>
Título	Evaluation of Exposure to Toluene and Xylene in Gasoline Station Workers
Fonte	Hindawi Advances in Preventive Medicine Volume 2021, Article ID 5553633, 10 pages https://doi.org/10.1155/2021/5553633
Objetivo/intervenção	O objetivo deste estudo foi avaliar a exposição ao tolueno e xileno e identificar os sinais relacionados e sintomas em trabalhadores de postos de gasolina.
Método	Foi realizado um estudo epidemiológico transversal com trabalhadores ocupacionais expostos a combustíveis. (Esses trabalhadores de postos de gasolina foram divididos em dois grupos: 94 trabalhadores expostos principalmente por inalação (trabalhadores de lojas de conveniência (CSWs)) e 181 trabalhadores expostos por inalação e via cutânea (atendentes de postos de gasolina (FSAs)). Um grupo de comparação foi formado por 119 trabalhadores não expostos ocupacionalmente a combustíveis (trabalhadores de escritório (OWs)).
Resultado	Trabalhadores expostos a combustíveis apresentaram níveis médios mais elevados desses biomarcadores de exposição (HA e MHA), que também foram maiores em trabalhadores de lojas de conveniência do que em atendentes de postos de gasolina. Além disso, os indivíduos expostos aos solventes presentes na gasolina apresentaram alteração do humor / depressão, cólicas, tonturas, sonolência, dores de cabeça, irritabilidade / nervosismo, fraqueza, perda de peso e outros sintomas com mais frequência e tinham níveis urinários mais elevados de HA e MHA em comparação com o grupo de comparação.
Conclusões	Trabalhadores de postos de gasolina mostraram altos níveis de HA e MHA, refletindo alta exposição ocupacional aos solventes tolueno e xileno presentes na gasolina, demonstrando que mudanças na legislação vigente e no ambiente de trabalho são necessárias para garantir melhor proteção à saúde desses trabalhadores.

Fonte: Autoria própria (2021).

5.1 Análise dos dados

Para a análise da revisão integrativa, foi feita uma leitura detalhada dos artigos por completo, a fim de verificar a aderência do objetivo deste estudo; por conseguinte, os artigos foram organizados de acordo com os objetivos, metodologia, resultados e conclusão, a fim de se obter as diretrizes da revisão integrativa.

Foram utilizados outros materiais de órgãos governamentais, dentre outros artigos científicos para a realização da discussão.

6 DISCUSSÃO

Pesquisas centradas na segurança dos trabalhadores vêm ganhando destaque nos últimos anos, pois acredita-se que elas podem fornecer subsídios para a tomada de decisão por parte dos membros da equipe de saúde e também dos gestores. Nesse contexto, a partir do conhecimento da exposição ao BTEX e riscos à saúde em postos de combustível, esses dados poderão fornecer informações para a proposição e implementação de medidas que contribuirão para a melhoria da saúde desses trabalhadores, a fim de prevenir essas graves complicações não nível de saúde e ambientais.

Buscou-se, então, por meio desta revisão, analisar as evidências dos estudos que investigaram a exposição ao BTEX e riscos à saúde em postos de combustível. Dessa maneira, foi possível observar que a maior parte dos estudos que atenderam aos critérios de inclusão foi publicada entre 2017 e 2018. Isso mostra que, após a pandemia, se produziu pouco sobre esse tema.

Dos estudos analisados nesta investigação, constatou-se que a maioria foi realizada em instituições públicas. Essa situação pode ser justificada pelo fato de a maior parte das pesquisas serem realizadas em universidades públicas, que são parceiras de instituições de saúde para o desenvolvimento de pesquisas. Alguns estudos reafirmam essa justificativa, por demonstrarem a realização de pesquisas em instituições públicas e universidades públicas.

As categorias temáticas foram agrupadas de acordo com a ocorrência ambiental em PRC e a exposição por BTEX; Biomonitoramento e saúde do trabalhador; Perspectivas futuras.

1. Ocorrência ambiental em PRC e a exposição por BTEX (7 estudos primários; quadros 4,6,8,10,12,14 e 15).
2. Saúde do trabalhador e biomonitoramento (6 estudos primários; quadros 5, 9,11,16,17 e 18).
3. Perspectivas futuras (2 estudos primários; quadros 6 e 12).

Acredita-se que a enfermagem, ao compreender e se empoderar da temática, poderá construir saberes científicos baseados em evidências e, assim, agregá-los na sua prática no manejo do cuidado a esses trabalhadores, com vistas à assistência segura e a sustentabilidade.

6.1 Ocorrência ambiental em PRC e a exposição por BTEX

Nesta primeira categoria (Quadros, 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 15), que discute a ocorrência ambiental em PRC e a toxicidade por BTEX, a maioria dos estudos foi realizada por áreas

multiprofissionais, sejam da saúde, meio ambiente ou tecnologia, tanto professores quanto profissionais (AL-HARBI *et al.*, 2020; COSTA-AMARAL *et al.*, 2019; GERALDINO *et al.*, 2020; HILPERT *et al.*, 2019; MOURA-CORREA *et al.*, 2017; POÇA *et al.*, 2021; SKAMVETSAKIS *et al.*, 2017). Sobre o delineamento dos estudos, 04 são qualitativos e 03 descritivos.

Cinco estudos abordam a avaliação da exposição dos trabalhadores de posto de revenda de combustível ao BTEX (AL-HARBI *et al.*, 2020; COSTA-AMARAL *et al.*, 2019; GERALDINO *et al.*, 2020; HILPERT *et al.*, 2019; MOURA-CORREA *et al.*, 2017; POÇA *et al.*, 2021; SKAMVETSAKIS *et al.*, 2017). Outra abordagem é encontrada como o estudo de Hilpert *et al.* (2019), que quantificou as liberações do tubo de ventilação em PRC e examinou a superação dos limites de exposição de curto prazo ao benzeno.

No estudo 1, de Moura-Correa *et al.* (2017), realizado por profissionais da área da saúde, saúde ambiental e saúde do trabalhador, foi avaliada a exposição em PRC a partir de um instrumento de coleta de dados RIAT (Roteiro de inspeção sanitária, ambientes e processos de trabalho em postos de revenda de combustíveis), sendo que o roteiro foi aplicado em 459 PRC, com bom grau de preenchimento. A aplicação do instrumento permitiu identificar nesse estudo a baixa realização de monitoramentos biológicos e ambientais por parte das empresas. Nesse sentido, no Brasil, a legislação – Portaria No 1.109 de 21/09/2016 (BRASIL, 2016) que aprova o Anexo 2 – Exposição Ocupacional ao Benzeno em Postos Revendedores de Combustíveis – PRC, da Norma Regulamentadora nº 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA prevê que os trabalhadores que exerçam suas atividades com risco de exposição ocupacional ao benzeno devem realizar, com frequência mínima semestral, hemograma completo com contagem de plaquetas e reticulócitos, independentemente de outros exames previstos no PCMSO.

Segundo Moura-Correa *et al.* (2017), o RIAT se apresentou como um bom instrumento de vigilância em saúde, sua base de dados serve como indicador e consegue descrever o número e proporção de PRC em que foram realizados exames dos principais indicadores de efeito (monitoramento biológico) e de exposições (monitoramento ambiental) aos agentes químicos presentes no ambiente de trabalho. O estudo conclui ainda que, na base de dados, não havia registros de casos de leucemia e que existe também, por parte dos PRC, pouco fornecimento de EPI e EPC, os frentistas utilizam a flanela no processo de trabalho e os bicos dos equipamentos de abastecimento não são automáticos.

As mesmas observações foram realizadas por Skamvetsakis *et al.* (2017), estudo 3, seu objetivo foi relatar experiências de vigilância da exposição ao benzeno do Centro de Referência

em Saúde do Trabalhador da região dos Vales/RS. Quanto à inspeção, adotou-se o Roteiro de Inspeção Sanitária de Ambientes e Processo de Trabalho (RIATPRC), formulado pelo Cesat e contemplado no estudo 1 (MOURA-CORREA *et al.*, 2017). Em relação ao número de trabalhadores a serem submetidos à avaliação clínico-laboratorial, estipulou-se fixar entre 30 e 50% do quadro funcional, distribuídos nas diferentes funções (gerente, frentista, lubrificador, caixa, chefe de pista, lavador etc.) Foram observadas alterações em biomarcadores de efeito e de exposição, além de inadequações dos PRC no monitoramento clínico e laboratorial dos trabalhadores. Nos ambientes e processos de trabalho, ficaram evidentes situações que ampliam a exposição: inadequações nas pistas de abastecimento, uso de “flanela”, inexistência ou insuficiência de medidas de proteção coletivas, ausência de medição eletrônica dos tanques e de higienização dos uniformes por parte das empresas, dentre outras.

Sobre essas colocações, a NR9 cita que é dever do funcionário de PRC não utilizar flanela, estopa e tecidos similares para a contenção de respingos e extravasamentos; usar os Equipamentos de Proteção Individual – EPI apenas para a finalidade a que se destinam, responsabilizando-se pela sua guarda e conservação, devendo comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para o uso, bem como cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Sendo assim, a legislação diz que é proibido utilizar flanela, estopa e tecidos similares para a contenção de respingos e extravasamentos. Para a limpeza de superfícies contaminadas com combustíveis líquidos contendo benzeno, será admitido apenas o uso de tolhas de papel absorvente, desde que o trabalhador esteja utilizando luvas impermeáveis apropriadas.

O estudo 5 (POÇA *et al.*, 2021) multiprofissional e intersetorial, qualitativo, estudou a exposição em trabalhadores de PRC, atendentes e gerentes (inalação e contato dérmico), também funcionários de lojas de conveniência (inalação). Nesse estudo, foram realizados três tipos de ensaios diferentes na metodologia, um questionário, testes de genotoxicidade e EDTA de imunotoxicidade, teste de urina, níveis de ácido trans, trans-mucônico urinário. Os níveis de ácido trans, trans-mucônico urinário foram mais altos entre os trabalhadores de postos de gasolina do que entre os trabalhadores de escritório sem exposição conhecida ao benzeno (grupo de comparação). Resultados semelhantes aos estudos 11 (GERALDINO *et al.*, 2020) e 12 (COSTA-AMARAL *et al.*, 2019). Nos trabalhadores expostos no estudo 5, observamos efeitos biológicos estatisticamente significativos, incluindo dano elevado ao DNA (ensaio do cometa); frequências mais altas de micronúcleos e botões nucleares (ensaio CBMN); diminuição dos níveis de linfócitos T auxiliares e linfócitos Th naive; relação CD4 / CD8 mais baixa; níveis mais elevados de células NK e linfócitos Th de memória. Ambos os grupos de

trabalhadores expostos (inalação e inalação + vias dérmicas) mostraram efeitos genotóxicos e imunotóxicos semelhantes.

Vários COV's são mutagênicos, genotóxicos, neurotóxicos e carcinogênicos. Estudos demonstraram que a exposição a VOC's aumenta os riscos de desenvolvimento de doenças respiratórias, leucemia (SCHNATTER *et al.*, 2005). COV's foram encontrados na respiração exalada imediatamente após a exposição (ZHOU *et al.*, 2017). No entanto, as concentrações de VOC's na respiração caem rapidamente após a exposição, o que pode subestimar as doses reais de exposição. Como os COV's podem ser liberados na corrente sanguínea antes de atingir órgãos como o fígado, a avaliação de suas concentrações no sangue pode render informações confiáveis sobre as exposições (DI LENA; PORCELLI; ALTOMARE, 2016; JAIN, 2017).

O estudo 7, de Al-Harbi *et al.* (2020), que são profissionais da área de gestão e tecnologia ambiental, engenharia química e tecnológica, se configurou como analítico de amostras de ar que avaliou a concentração de BETX em PRC e os dados foram para estimar o risco de câncer. A avaliação da exposição estocástica com uma simulação de Monte Carlo revelou graves riscos cancerígenos para todos os trabalhadores do posto de gasolina, independentemente de onde estiverem operando, seja nas bombas de gasolina ou fazendo outras tarefas, como coletar dinheiro.

Os postos devem dispor de área exclusiva para armazenamento de amostras coletadas de combustíveis líquidos contendo benzeno, dotada de ventilação e temperatura adequadas e afastada de outras áreas de trabalho, dos locais de tomada de refeições e de vestiários. Devem ainda manter sinalização, em local visível, na altura das bombas de abastecimento de combustíveis líquidos contendo benzeno, indicando os riscos dessa substância, nas dimensões de 20 x 14 cm com a informação: "A GASOLINA CONTÉM BENZENO, SUBSTÂNCIA CANCERÍGENA. RISCO À SAÚDE".

Os estudos 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 dessa RI comentam sobre o risco de câncer em profissionais de PRC e os estudos 5, 8 e 12 ainda referem que não existe nenhum limite de exposição seguro. Os perfis toxicológicos de 20 VOC's foram resumidos pelo ATSDR e pelo Programa Nacional de Toxicologia (NTP) dos EUA, Departamento de Saúde e Serviços Humanos (DHHS), Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA), Comissão do Texas sobre Qualidade Ambiental (TCEQ), Conselho Nacional de Pesquisa (NRC) das Academias Nacionais e o IARC.

Al-Harbi *et al.* (2020), estudo 7, alertam quanto à legislação, limites de exposição ocupacional a BTEX relatados pelo Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) (NIOSH, 2003), que são baseados na exposição do trabalhador durante uma jornada

de trabalho de 8 horas em 5 dias da semana de trabalho. E os trabalhadores do posto de gasolina, neste estudo e atualmente, têm uma profissão com exposição de 12 horas por dia em uma semana de trabalho de 6 dias. A exposição ocupacional, neste estudo, foi ajustada para levar em conta a maior exposição ao turno de trabalho e menor tempo de recuperação entre os turnos.

O limite máximo de teor de benzeno permitido na composição da gasolina nacional é de 1%, conforme especificação da Resolução nº 40/2013 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Porém, a gasolina A tem saído da refinaria com menos de 1% e, após a adição de etanol anidro, esse percentual tem caído em torno de 0,5%. Ter benzeno na gasolina não significa, necessariamente, que existe exposição ocupacional. Quando há exposição ocupacional, eu deixo de falar em percentual e passo a falar de limite de tolerância.

O processo de trabalho dos frentistas requer uma jornada de trabalho em pé, com uniformes quentes. Os autores do estudo 7, Al-Harbi *et al.* (2020), sugerem que existem várias etapas que podem reduzir a exposição BTEX e acidentes de trabalho. São elas: a instalação de sistemas de recuperação, que capturam vapores durante o reabastecimento de gasolina e de tanques de armazenamento com sistemas de recuperação, que capturam vapores liberados do tanque de combustível de um veículo durante o reabastecimento e usando o distribuidor de combustível. Por exemplo, pistolas equipadas com coleiras de borracha contra respingos, para evitar que o combustível respingue, capturar vapores de gasolina e reduzir a pressão de vapor no tanque.

A indicação é de que as novas bombas utilizadas no Brasil, as quais serão obrigatórias pelo Inmetro, venham com o sistema de recuperação de vapores instalado. A higienização dos uniformes será feita pelo empregador, com frequência mínima semanal. Nesse caso, o empregador pode contratar os serviços de lavanderia ou comprar uma máquina de lavar e instalar no posto para lavagem dos uniformes dos funcionários.

Al-Harbi *et al.* (2020), no estudo 7, concluem que pesquisas e desenvolvimento para reduzir o conteúdo de benzeno e outras substâncias perigosas usadas como aditivos de gasolina são necessários. Os sinais e sintomas encontrados em resposta a um questionário de saúde foram: dor de cabeça (50%), depressão (40%), fadiga (25%) e irritação da garganta (20%). Ainda sobre o estudo, os autores discutiram sobre a dificuldade de realizar estudos em PRC, devido à não permissão dos proprietários para medir os níveis de benzeno diretamente. A coleta de dados do trabalho foi no período de outono e inverno.

Por causa de sua alta volatilidade, a atmosfera é o principal sumidouro para a maioria dos VOC's. Modelos de fugacidade mostraram que o benzeno se divide, predominantemente, no ar (99,9%). VOC's têm sido frequentemente medidos no ar com menos medições em outras

matrizes ambientais (DUAN; LI, 2017).

Os estudos 1 (MOURA-CORREA *et al.*, 2017) e 7 (AL-HARBI *et al.*, 2020) relataram maior exposição aos trabalhadores de PRC, concentrações atmosféricas mais altas de BTEX foram observadas no inverno do que no verão na China (DUAN; LI, 2017). No entanto, alguns outros estudos do Irã (HAJIZADEH *et al.*, 2018), Japão (UCHIYAMA *et al.*, 2015) e Canadá (BARI *et al.*, 2015) não mostraram diferenças sazonais nas concentrações atmosféricas externas de BTEX. Condições meteorológicas como temperatura, direção e velocidade do vento, intensidade da luz solar, precipitação e vegetação podem afetar as concentrações ambientais de COV (DUAN; LI, 2017).

No estudo 9, de Hilpert *et al.*, (2019), os autores são da área da saúde ambiental, o objetivo foi quantificar as liberações do tubo de ventilação e examinar a superação dos limites de exposição ao benzeno. Os achados desse estudo estão baseados nos vapores de combustível que são liberados de tanques de armazenamento através de tubos de ventilação. Foram medidas as taxas de fluxo do tubo de ventilação e pressão do tanque em alta resolução temporal, os fatores de emissão de ventilação foram 10N vezes superiores às estimativas anteriores, a modelagem foi usada para examinar a superação da exposição de curto prazo ao benzeno. As regulamentações sobre distâncias de recuo para PRC são baseadas em estimativas de câncer. O *Air Resources Board* (CARB) recomendou que escolas e creches não devem estar localizadas a 100m de um posto de gasolina.

Para Ferrero *et al.* (2017), a exposição ambiental ao benzeno representa também um risco potencial para a saúde das crianças.

Os postos devem exigir das empresas contratadas para prestação de serviços de manutenção técnica a apresentação dos procedimentos operacionais, que informem os riscos da exposição ao benzeno e as medidas de prevenção necessárias. Nas situações em que a medição de tanques tiver que ser realizada com régua, é obrigatória a utilização dos EPIs.

No estudo 11, de Geraldino *et al.* (2020), realizado por pares da área técnica do meio ambiente e área da saúde, foi avaliado o nível de exposição ao benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis, por meio da quantificação de t, t-MA presente na urina. Um total de 269 trabalhadores de postos de gasolina divididos em 179 atendentes de postos de gasolina expostos por via inalatória e dérmica e 90 trabalhadores de lojas de conveniência expostos apenas por inalação foram incluídos. Um grupo controle foi formado por 100 funcionários de escritório, sem exposição ocupacional ao benzeno. Os níveis urinários de t, t-MA foram avaliados por HPLC comum detector de UV. Trabalhadores de postos de gasolina apresentaram valores médios mais elevados de t, t-MA (0,204 mg / g creatinina; 95% CI 0,170–0,237) do que

trabalhadores de escritório (0,126 mg / g creatinina; IC 95% 0,0817–0,1693). Já no estudo 12, Costa-Amaral *et al.* (2019) relatam que a relação Benzeno / Tolueno foi semelhante para ambos os grupos, mas o Grupo I de trabalhadores de PRC teve maior oscilação das concentrações de benzeno devido ao seu trabalho. Ainda sobre o estudo 11, de Geraldino *et al.* (2020), os níveis de T, t-MA eram maiores em trabalhadores de lojas de conveniência expostos à gasolina apenas por inalação (0,221 mg / g creatinina; IC 95% 0,160–0,282), do que naqueles expostos à gasolina por inalação e via dérmica - atendentes (0,195 mg / g creatinina; IC 95% 0,155–0,235). Trabalhadores de postos de gasolina com um nível mais alto de t, t-MA tiveram epistaxe. Os valores de T, t-MA foram maiores em trabalhadores da região central (0,15 mg / g creatinina) do que nos trabalhadores mais abastados da região da Zona Sul (0,07 mg / g de creatinina). O hábito de fumar influenciou os valores de t, t-MA urinário, enquanto a frequência de consumo de industrializados e alimentos congelados não mostrou influência.

O estudo 12, de Costa-Amaral *et al.* (2019), teve como objetivo avaliar os efeitos genotóxicos da exposição ocupacional crônica ao benzeno entre dois grupos de trabalhadores: trabalhadores da estação (Grupo I) e vigilantes que trabalham nas entradas de veículos (Grupo II), ambos na mesma rodovia movimentada no Rio de Janeiro, Brasil. A concentração de benzeno / tolueno (B / T) no ar atmosférico e individual trans, trans-mucônico ácido (ttMA) e ácido S-fenilmercaptúrico (S-PMA) foi medida; o estresse oxidativo foi analisado por catalase (CAT), glutathione S-transferase (GST), superóxido dismutase (SOD), grupos tiol (THIOL) e malondialdeído (MDA); a genotoxicidade foi medida por metáfases com anormalidades cromossômicas (MCA) e anormalidades nucleares, ensaio do cometa usando a enzima formamidopirimidina DNA glicosilase (C-FPG) e metilação dos genes do elemento repetitivo LINE-1, CDKN2B e KLF6. Participaram 86 trabalhadores: 51 do Grupo I e 35 do Grupo II. Esse estudo corrobora com os demais da mesma categoria quanto aos resultados, pois nele os trabalhadores referiram não usar EPIs. A maior oscilação na concentração de benzeno no ar atmosférico ocorreu no local de trabalho em PRC. Os biomarcadores trans, trans-mucônico ácido (ttMA) e ácido S-fenilmercaptúrico (S-PMA) foram considerados mais representativos.

O benzeno é genotóxico com efeitos conhecidos nas aberrações cromossômicas em linfócitos periféricos e células da medula óssea. Exposição crônica ao benzeno (em concentrações de 3-32 mg / m³) em humanos causou hematotoxicidade, incluindo anemia. Carcinogenicidade (por exemplo, leucemia, leucemia não linfocítica aguda, linfoma não Hodgkin e mieloma múltiplo). O IARC classificou o benzeno como um conhecido cancerígeno humano, com base em evidências suficientes de leucemia mieloide aguda (ATSDR, 2007).

Na literatura, poucos estudos relataram concentrações de VOC na água. Em 2006, o US

Geological Survey determinou 55 VOC's nas águas subterrâneas do país (n = 3.500) e poços de abastecimento de água potável (n = 3.500) e descobriu que 20% das amostras continham um ou mais dos 55 VOC's analisado; 90% das concentrações de VOC nas amostras foram <1 µg / L. As concentrações dos 15 COV's detectados com mais frequência estavam na faixa de 0,002–350 µg / L. Hidrocarbonetos de gasolina, BTEX, foram amplamente detectados em aquíferos (0,58-17,9%), enquanto as frequências de detecção de estireno e cloreto de vinila em águas foram 2,2 e 0,08%, respectivamente (ZOGORSKI *et al.*, 2006).

Estudos desta RI demonstraram que concentrações mais altas de metabólitos de COV urinários foram encontradas em populações ocupacionalmente expostas do que na população em geral. Níveis notáveis de exposição a VOC foram relatados entre trabalhadores de postos de gasolina (AL-HARBI *et al.*, 2020; COSTA-AMARAL *et al.*, 2019; GERALDINO *et al.*, 2020; POÇA *et al.*, 2021).

Devido a isso, diversas estratégias para reduzir o nível de exposição têm sido feitas para assegurar uma melhoria na qualidade de vida desses trabalhadores, como o aprimoramento da tecnologia dos meios de produção, a pressão das políticas de vigilância à saúde ocupacional, a tendência mundial de substituição do benzeno como solvente nos processos industriais e o avanço de metodologias aplicadas à análise de benzeno no ar. Mesmo assim, trabalhadores de postos de combustíveis constituem um grupo de risco importante, embora pouco acompanhado no Brasil (GIARDINI *et al.*, 2017).

A partir desses resultados, entende-se que seja necessário ampliar o conhecimento dos trabalhadores de PRC (EPC) e conscientizar sobre o uso de EPI's, principalmente em período de pandemia de Covid-19.

6.2 Saúde do trabalhador e biomonitoramento

Em relação à segunda categoria temática (quadros 5, 9, 11, 16, 17 e 18), sobre a saúde do trabalhador e biomonitoramento, esta nos mostra que as concentrações de COV no ar exalado, sangue, fezes e urina têm sido usadas para discriminar indivíduos saudáveis de pacientes e para investigar a relação entre a exposição e os efeitos na saúde. Nessa categoria, os 6 estudos clínicos foram selecionados: Nogueira, S. M. (2016); Alses, M. *et al.* (2021); Belal, S. F. *et al.* (2019); Xia, B. *et al.* (2017); Rizk, A. A. *et al.* (2020); Geraldino, B. R. *et al.* (2021).

O estudo 2, de Nogueira (2016), avaliou alterações clínicas relacionadas ao benzenismo e seis polimorfismos de genes de metabolização do benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis do município do Rio de Janeiro. A população foi categorizada em dois grupos, de

acordo com a presença das alterações clínicas, principalmente sinais hematológicos. A maioria dos trabalhadores, 63,2 por cento, apresentou alterações clínicas compatíveis com o benzenismo. Esses trabalhadores mostraram diminuição na contagem de células sanguíneas, com diferença significativa para os valores de neutrófilos e MCV (indicativo de macrocitose). Esse grupo mostrou maior frequência de sintomas como cefaléia, infecções repetidas, câimbras musculares, formigamentos, sonolência, tontura e perda de peso, embora nem todos com diferença significativa. Foi observada uma associação entre as alterações clínicas relacionadas ao benzenismo e o genótipo nulo da GSTM1, bem como com maior número de alelos relacionados ao risco (em conjunto).

No estudo 6, Alsés *et al.* (2021) apresentam a avaliação de alguns parâmetros biológicos de frentistas de postos de gasolina em Damasco, na Síria. Nesse estudo, foi observada a influência da exposição à gasolina sobre os biomarcadores de estresse oxidativo, parâmetros hematológicos e parâmetros bioquímicos em atendentes de gasolina que passam 8 h por dia no trabalho. A bioativação enzimática do benzeno absorvido leva à formação de ROS, diminui a atividade antioxidante e, portanto, aumenta o estresse oxidativo, o que leva a danos aos componentes celulares como proteínas, lipídios e DNA. MDA é um dos subprodutos desse processo, um índice amplamente utilizado para estimar estresse oxidativo. Amostras de sangue foram coletadas de atendentes de PRC (n = 30) e grupo não exposto (NE) (n = 30) sem histórico de exposição ocupacional, e os seguintes marcadores de estresse oxidativo foram analisados: malondialdeído (MDA), produtos de proteína de oxidação avançada (AOPP), atividade da catalase (CAT), CBC, ALT e AST, os achados foram que os níveis de MDA, AOPP, CAT, RBC e Hgb em atendentes de PRC foram significativamente maiores do que no grupo NE. Os resultados do estudo mostraram que a exposição crônica à gasolina pode resultar em estresse oxidativo. Já no estudo 13, de Costa-Amaral *et al.* (2019), os biomarcadores de estresse oxidativo (THIOL e MDA), anomalias cromossômicas (NCBk, Frag, SPC) e as anomalias nucleares (BEC e BNC) foram sensíveis à pequena diferença na exposição ao benzeno identificado na avaliação do benzeno no ar atmosférico, embora os resultados para ttMA e S-PMA não diferiram entre os dois grupos de trabalhadores estudados.

Na pesquisa 13, de Xia *et al.* (2017), foi estudado o tricarbonil metilciclopentadienil manganês (MMT), que é um derivado orgânico do manganês (Mn) que é usado como um agente antidetonante e intensificador de octanas na gasolina. Nesse estudo, foi testado o estresse oxidativo e níveis de proteína de estresse térmico (Hsp) 70 de atendentes de postos de gasolina para explorar potenciais biomarcadores de plasma. Além disso, a relação dose-resposta também foi identificada. Como resultados, houve um aumento das concentrações nos atendentes, porém

em níveis abaixo do preconizado na legislação.

O estudo 14, de Rizk, A. A. *et al.* (2020), avaliou o estresse oxidativo e os níveis de traços de metais entre trabalhadores egípcios em PRC. O estudo transversal foi conduzido entre 50 trabalhadores de postos de gasolina (grupo exposto) e um grupo pareado de 50 funcionários administrativos (grupo não exposto). Níveis de metais traço (Cu, Zn, Fe e Mn) e as atividades das enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD) e glutatona peroxidase (GPx) foram medidos no soro de todos os participantes inscritos usando atômica espectroscopia de absorção. Os autores comentam que a exposição ao BTEX em PRC reduz níveis de atividades de enzimas antioxidantes e vestígios de metais devido ao forte efeito higiênico do BTEX. Nesse estudo, os autores relatam que os trabalhadores não utilizaram EPI's, não demonstraram conhecimento sobre a exposição ocupacional gerando danos à prevenção e indicou a necessidade de oferecer suplemento de metais e antioxidantes aos trabalhadores.

O estudo 8, de Belal *et al.* (2019), teve como objetivo quantificar 4 metabolitos de combustível na urina, o estudo considerou o método LC-MS aplicável para monitorar os metabolitos de combustível em trabalhadores saudáveis em PRC.

O estudo 15, de Geraldino. B. R. *et al.* (2021), teve como objetivo avaliar a exposição ao tolueno e xileno e identificar os sinais relacionados e sintomas em trabalhadores de postos de gasolina. Esses trabalhadores de postos de gasolina foram divididos em dois grupos: 94 trabalhadores expostos principalmente por inalação (trabalhadores de loja de conveniência [CSW's]) e 181 trabalhadores expostos por inalação e via cutânea (atendentes de postos de gasolina [FSAs]). Um grupo de comparação foi formado por 119 trabalhadores não expostos ocupacionalmente a combustíveis (trabalhadores de escritório [OW's]). Os resultados corroboram com os estudos 6, de Alses *et al.* (2021), e estudo 13, de Bing Xia *et al.* (2017): trabalhadores expostos a combustíveis apresentaram níveis médios mais elevados desses biomarcadores de exposição (HA e MHA).

Os métodos tradicionais de avaliação da exposição a VOC abrangem a determinação desses produtos químicos no ar, especialmente o ar interno, e o cálculo da dose de exposição por inalação. Esses métodos envolvem várias premissas relacionadas a cenários de exposição e incertezas a eles associados. Nos últimos anos, a medição da dose interna é reconhecida como uma abordagem ideal para avaliar a exposição humana a VOC's. Amostras humanas, como respiração, sangue e urina, têm sido utilizadas na quantificação da dose interna de exposição (DING *et al.*, 2009).

A análise de metabólitos de COV na urina oferece vantagens, incluindo a não invasão da coleta de urina, meia-vida fisiológica relativamente mais longa dos metabólitos de COV (do

que os compostos originais) e especificidade da maioria dos metabólitos (DING *et al.*, 2009).

6.3 Perspectivas futuras: agenda 2030 e ODS's

Nesta categoria, foram selecionados 2 estudos primários (quadros 7 e 13), os estudos de Thangamani, J. G. *et al.* (2021) e Syimir Fizal, A. N. *et al.* (2018). Ainda hoje, a economia global depende de combustíveis fósseis para 84% de suas necessidades de energia; esses combustíveis são extraídos, transportados, processados e consumidos por meio de grandes sistemas, intrincados e, frequentemente, interconectados que se desenvolveram ao longo de mais de um século e refletem trilhões de dólares de capital investido.

No espaço de algumas décadas, devemos fazer a transição para uma economia com emissões líquidas zero. A escala desse desafio - tecnológica, financeira, logística e política - é difícil de mensurar. E o sucesso não será possível a menos que as tecnologias críticas de energia limpa e mitigação do clima, dentre as quais várias ainda estão nos estágios iniciais de comercialização e implantação, sejam dimensionadas em várias ordens de magnitude nas próximas duas décadas (MACKLER *et al.*, 2021).

Nesse sentido, o estudo 7, de Thangamani, J. G. *et al.* (2021), que trata da emissão de VOC's na atmosfera e aborda a técnica de síntese hidrotérmica fácil e econômica, que foi adotada para sintetizar o cobre (II óxido (CuO) -Nanopartículas (NP's)), teve como resultados que o sensor quimiosistivo baseado em CuO-NPs é ideal para a detecção qualitativa de vapores de produtos químicos BTEX (ou seja, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno).

Para Syimir Fizal, A. N. *et al.* (2018), estudo 10, o objetivo foi medir a concentração de BTEX na gasolina da Malásia, comparando os dados com a legislação local atual e a do mundo, bem como as perspectivas até a nova legislação de 2027. Os autores reconhecem no estudo que mais de 60% de redução da concentração de benzeno é necessária para cumprir o limite de 1% do volume definido para 2027.

O Brasil está entrando em um novo momento para a política energética e climática. Os formuladores de políticas, líderes corporativos e o público em geral estão cada vez mais cientes das mudanças climáticas e receptivos à visão de que uma resposta séria é necessária.

A mudança climática, com todas as suas complexidades, é fundamentalmente um problema de muito carbono no lugar errado. Gerenciar os fluxos de carbono - a base da energia dos combustíveis fósseis - é fundamental para o desafio da proteção do clima. As tecnologias que evitam as emissões em primeiro lugar, como a energia renovável e nuclear, terão um papel crucial ao tornar a transição para zero líquido mais viável (MACKLER *et al.*, 2021).

O PNPB, estabelecido por meio da Lei nº 11.097/2005 (BRASIL, 2005), foi o instrumento que inseriu o biodiesel na matriz energética nacional. O programa fundamentou-se em três pilares: a inclusão social por meio da agricultura familiar, a sustentabilidade ambiental e a viabilidade econômica. Para ampliar a participação competitiva dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, ao trazer previsibilidade a esse segmento, foi promulgada em 2017 a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) (BRASIL, 2017).

O RenovaBio é uma iniciativa do Ministério de Minas e Energia (MME), lançada em dezembro de 2016, que visa expandir a produção de biocombustíveis, fundamentada na previsibilidade e sustentabilidade ambiental, econômica e social.

O Renovabio é sucesso em 2021 e traz novas perspectivas para o mercado de biocombustíveis em 2022. “A eficácia do Renovabio ficou comprovada com o cumprimento de 98% da meta de aquisição de créditos de descarbonização após o desafiador ano de 2020” (RenovaBio) (BRASIL, 2017, n. p.).

O Brasil é o maior produtor de etanol a partir de cana-de-açúcar e o terceiro maior produtor mundial de biodiesel. O impacto na economia do setor de biocombustíveis no Brasil é considerável e apresenta reflexos bastante positivos, conforme relatado por Vidal (2019).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta revisão integrativa da literatura permitiu, por meio dos resultados obtidos, encontrar as principais evidências relacionadas à exposição ao BTEX e aos riscos à saúde em postos de combustível.

As possíveis contribuições da tese são:

- Elementos analíticos para a compreensão da exposição ocupacional e coletiva em PRCV;
- Elementos comparativos da política brasileira para vigilância e monitoramento em saúde;
- Elementos para a formulação de políticas públicas sustentáveis no setor de combustíveis.

A amostra foi de 15 estudos primários, sendo 10 estudos descritivos e 05 qualitativos. Foram identificadas três categorias temáticas, segundo ocorrência ambiental em PRC e a exposição por BTEX; saúde do trabalhador e biomonitoramento e perspectivas futuras.

Os estudos foram assim distribuídos dentre as categorias: sete abordaram a ocorrência ambiental em PRC e a exposição por BTEX; seis a saúde do trabalhador e biomonitoramento; dois estudos as perspectivas futuras.

Nas categorias 1 e 2, verifica-se a necessidade de capacitação de profissionais de PRC em relação à exposição profissional. A publicação da Portaria nº 1109, aprovando o Anexo nº 2 da NR 9 – Exposição Ocupacional ao Benzeno em Postos Revendedores de Combustíveis da NR-9, obriga os revendedores a capacitarem, com carga horária mínima de quatro horas, os funcionários que exerçam suas atividades com risco de exposição ocupacional.

Foi evidenciada também a falta do uso de EPI's e o uso de flanela para evitar respingos de combustíveis por bombas de abastecimento não automáticas.

Esses trabalhadores têm contato diário com solventes da gasolina, como benzeno, tolueno e xileno, e não há um controle normativo forte. Há estudos que estabelecem limites de segurança para a exposição a solventes, mas de forma isolada. Não há parâmetros de segurança para a exposição à mistura de substâncias presentes na gasolina e praticamente ninguém faz uso de equipamentos de proteção individual.

Ressalta-se ainda que é fundamental realizar uma monitorização contínua dos resultados dos exames dos trabalhadores, da implantação das estratégias de controle e prevenção, da dinâmica assistencial, bem como do processo de trabalho, acrescidas de educação permanente em saúde dos profissionais envolvidos e concretização da comunicação efetiva entre os

membros da equipe de saúde e gestores, visando à obtenção de resultados sustentáveis e validados nesse âmbito.

Em resumo, a inalação é a via predominante de exposição a BTEX, sendo que um grande número de estudos epidemiológicos em humanos, especialmente em ambientes ocupacionais, descreve a associação entre exposições a VOC e resultados adversos à saúde, principalmente carcinogenicidade e efeitos neurológicos.

Populações ocupacionalmente expostas tinham concentrações significativamente maiores de metabólitos de COV's urinários do que a população em geral. Certos metabólitos de COV na urina podem ser usados como biomarcadores de doenças em pessoas. São necessárias mais investigações que relacionem os metabólitos de COV urinários e os efeitos na saúde como principais determinantes.

Os efeitos tóxicos ocorrem em concentrações no ar da ordem de várias dezenas a centenas de mg / m³. Os efeitos subletais incluem, principalmente, irritação nos olhos e sensibilização da pele. Os efeitos sobre o SNC e a carcinogenicidade são os principais efeitos dos COV's para a saúde.

Os frentistas trabalhavam em postos controlados pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) e, em princípio, deveriam estar de acordo com as normas de segurança. Isso sugere que, atualmente, o trabalho de frentista não é tão seguro quanto o proposto. Se os solventes estão de fato afetando o cérebro, muita coisa pode estar sendo comprometida.

A maioria dos estudos envolve a exposição a um único VOC por vez. Os efeitos toxicológicos da exposição a uma mistura de COV's não são conhecidos e são objeto de investigações futuras. Uma das principais limitações dos estudos é aprovação das empresas.

Os donos de postos revendedores de combustíveis não possuem dados de avaliação acerca da exposição ocupacional dos seus empregados, dificultando muito a defesa desses proprietários, caso algum trabalhador venha a ter alguma alteração de saúde que possa ser associada ao benzeno. Assim, a exigência do hemograma semestral representa uma segurança não apenas ao trabalhador, mas também ao empregador.

Quando se trata de saúde, as pessoas possuem características distintas. Um são mais sensíveis, outras menos, quando expostas a produtos químicos. Daí a necessidade de se fazer o monitoramento. Portanto, para investigar de forma aprofundada as causas das alterações, a vigilância em saúde do trabalhador irá necessitar da participação do sistema de saúde, público ou privado, com especialistas, realização de exames mais complexos e determinação do diagnóstico definitivo.

A presente investigação mostra a necessidade da construção de saberes

interdisciplinares, bem como de buscar estratégias e ferramentas para melhorar a qualidade na prestação da assistência, a fim de reduzir as complicações trabalhistas e suas repercussões na vida desses profissionais, por meio da aplicação de evidências científicas, assistência segura e humanizada.

Evidenciou também a necessidade de outros estudos enfocando a exposição aos biocombustíveis. Isso porque, uma vez que as questões energéticas e as implicações no meio ambiente são assuntos discutidos nesta tese, a relação entre demanda energética, meio ambiente e saúde estão interligadas, pois não há produção, consumo e distribuição de energia sem implicações diretas e indiretas no meio ambiente e na saúde. Novos estudos são necessários e urgentes para avaliar o uso de biocombustível e o impacto na saúde humana.

Quanto às perspectivas futuras, os estudos da RI não citam metas para a agenda 2030, mas a expectativa é de que o volume consumido de biocombustíveis no mundo triplique até o ano 2035.

Este estudo apresentou algumas limitações, como o delineamento metodológico. Além disso, a busca na literatura também foi outro fator limitante, devido à quantidade reduzida de artigos que abordaram a temática investigada. Nesse sentido, sugere-se a realização de outras investigações, que busquem compreender amplamente a exposição ao BTEX e riscos à saúde em postos de combustível, por exemplo, os estudos com nível de evidência forte, como os ensaios clínicos, estudos de coorte ou caso-controle.

REFERÊNCIAS

- ADELEKE, A. A. *et al.* Evaluation of thermal decomposition characteristics and kinetic parameters of melina wood. **Biofuels**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/17597269.2019.1646541>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17597269.2019.1646541>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- ADELEKE, A. A. *et al.* The ignitability, fuel ratio and ash fusion temperatures of torrefied woody biomass. **Heliyon**, [s. l.], v. 6, n. 3, e03582, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03582>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32195400/>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL (ANP). Página inicial. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br>. Acesso em: 12 jan. 2017.
- AGÊNCIA PARA REGISTRO DE DOENÇAS E SUBSTÂNCIAS TÓXICAS (ATSDR). **Perfil toxicológico para benzeno**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2007. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2020.
- AGÊNCIA PARA REGISTRO DE DOENÇAS E SUBSTÂNCIAS TÓXICAS (ATSDR). **The ATSDR Substance Priority List**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2015. Disponível em: http://www.atsdr.cdc.gov/spl/resources/atsdr_2015_spl_detailed_data_table.pdf. Acesso em: 22 out. 2016.
- AHIDUZZAMAN, M. D.; ISLAM, A. K. M. S. Greenhouse gas emission and renewable energy sources for sustainable development in Bangladesh. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 15, n. 9, p. 4659-4666, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.086>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111003315>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- AIE. **Documentação do Modelo Mundial de Energia**. Paris: AIE, 2021.
- AIE. Tracking Transport 2020 – Analysis - IEA 2020. **Site da AIE**, Paris, 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2020>. Acesso em: 8 jul. 2022.
- AL-HARBI, M. *et al.* Health symptoms associated with occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds. **Atmospheric Environment**, Kuwait, v. 241, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117847>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231020305811>. Acesso em: 27 out. 2022.
- ALSES, M. *et al.* Evaluation of some biological parameters of gasoline station attendants in Damascus. **Heliyon**, Syria, v. 7, n. 5, e07056, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07056>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34041401/>. Acesso em: 27 out. 2022.

AMARAL, I. C. C. *et al.* Avaliação ambiental de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos) e biomarcadores de genotoxicidade em trabalhadores de postos de combustíveis. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 42, supl. 1, e8s, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/2317-6369000124515>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0303-76572017001000202. Acesso em: 20 ago. 2019.

BARI, M. A. *et al.* Distribuição de fontes de compostos orgânicos voláteis internos e externos em casas em Edmonton, Canadá. **Building and Environment**, [s. l.], v. 90, p. 114-124, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.023>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132315001328>. Acesso em: 16 fev. 2023.

BELAL, S. F. *et al.* Liquid Chromatography-Mass Spectrometry for muconic, mandelic, hippuric and methylhippuric acids analysis in human urine as metabolites for fuel exposure. **Microchemical Journal**, Egito, v. 149, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.103992>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026265X19302760>. Acesso em: 27 out. 2022.

BENEFIELD, L. E. Implementing evidence-based practice in home care. **Home Healthcare Nurse**, Baltimore, v. 21, n. 12, p. 804-811, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004045-200312000-00005>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14665967/>. Acesso em: 27 out. 2022.

BEYEA, S. C.; NICOLL, L. H. Writing an integrative review. **AORN Journal**, Philadelphia, v. 67, n. 4, p. 877-880, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0001-2092\(06\)62653-7](https://doi.org/10.1016/s0001-2092(06)62653-7). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9616108/>. Acesso em: 27 out. 2022.

BORGES, A. W.; CAMARA, F. A. P. The legal and regulatory framework of fuels and biofuels in the Brazilian legal system. **Macau Journal of Brazilian Studies**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 1-10, 2018. Disponível em: <http://aebm.mo/en/2018Vol1Issue2/61>. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111097.htm. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993**. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18723.htm. Acesso em: 23 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF:

Presidência da República, 1997. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.525, de 03 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre as férias dos servidores públicos civis da União, das autarquias e das fundações públicas federais, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em:
<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9525-3-dezembro-1997-349404-norma-pl.html>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm. Acesso em: 12 jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Economia. Evolução das relações trabalhistas. Evolução das relações trabalhistas. **Ministério da Economia**, Brasília, 2011. Disponível em:
<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2011/04/evolucao-das-relacoes-trabalhistas>. Acesso em: 6 jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria interministerial nº 775, de 28 de abril de 2004**. Proíbe, em todo o Território Nacional, a comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.565, de 26 de agosto de 1994**. Definição do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e sua abrangência. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1994. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1994/prt1565_26_08_1994.html. Acesso em: 22 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.437, de 7 de dezembro de 2005**. Dispõe sobre a ampliação e o fortalecimento da Rede Nacional de Atenção Integral à Saúde do Trabalhador (Renast) no Sistema Único de Saúde (SUS) e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2005/prt2437_07_12_2005.html. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.252, de 22 de dezembro de 2009**. Aprova as diretrizes para execução e financiamento das ações de Vigilância em Saúde pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da

Saúde, 2009. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2009/prt3252_22_12_2009.html. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 776, de 28 de abril de 2004**. Dispõe sobre a regulamentação dos procedimentos relativos à vigilância da saúde dos trabalhadores expostos ao benzeno, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em:

https://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=826. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 777, de 28 de abril de 2004**. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para a notificação compulsória de agravos à saúde do trabalhador em rede de serviços sentinela específica, no Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2004/prt0777_28_04_2004.html. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. Ministério de Estado do Trabalho. **Portaria MTPS nº 1.109, de 21 de setembro de 2016**. Aprova o Anexo 2 - Exposição Ocupacional ao Benzeno em Postos Revendedores de Combustíveis - PRC - da Norma Regulamentadora nº 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA. Brasília, DF: Ministério de Estado do Trabalho, 2016. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=328911>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Matriz Energética e Elétrica. **Empresa de Pesquisa Energética**, Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 13 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Cidades sustentáveis - qualidade do ar. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar.html>. Acesso em: 13 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 003/90, de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1990. Disponível em: https://www.ibram.df.gov.br/images/resol_03.pdf. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 491/2018, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000**. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/17_01_2011_17.30.47.12d8482d5a7677bddba4bbc18cc3cbbb.pdf. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 003/1990, de 28 de junho de 1990**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1990. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0003-280690.PDF>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Acordo e legislação sobre o benzeno**. São Paulo: Fundacentro, 1995.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras. **Ministério do Trabalho e Emprego**, Brasília, 22 out. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 1.360, de 9 de dezembro de 2019**. Aprova a nova redação da Norma Regulamentadora nº 20 - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis, altera o Anexo II da Norma Regulamentadora nº 28 - Fiscalização e Penalidades e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-1.360-de-9-de-dezembro-de-2019-232398878>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria SEPRT nº 6.735 de 10 de março de 2020**. Norma regulamentadora nº 09: Avaliação e controle das exposições Ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2020.pdf>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Portaria MTPS nº 1.109, de 21 de setembro de 2016**. Aprova o Anexo 2, Exposição Ocupacional ao Benzeno em Postos Revendedores de Combustíveis (PRC), da Norma Regulamentadora nº 9, Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência Social, 2016. Disponível em: https://www.udop.com.br/download/legislacao/seguranca/institucional_site_juridico/portaria_1109_anexo2_nr09_exposicao_ao_benzano.pdf. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora No. 7 (NR-7)**. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Brasília, DF: Ministério do Trabalho, 1994.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora No. 9 (NR-9). **Ministério do Trabalho**, Brasília, 22 out. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-9-nr-9>. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Nr 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. **Ministério do Trabalho**, Brasília, 2017. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2017.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Diretrizes**

Nacionais de Vigilância em Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2010. (Série Pactos pela Saúde).

Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2017/agosto/28/1-portaria-interministerial-n-775-de-28-de-abril-de-2004--240-010311-SES-MT-.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BROOME, M. E. Integrative literature reviews for the development of concepts. *In*: RODGERS, B. L.; CASTRO, A. A. (Eds.). **Concept development in nursing: foundations, techniques and applications.** Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2006. p. 231-250.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Ficha de Informação Toxicológica do Benzeno.** São Paulo: Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental, 2012. Disponível em: <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/benzeno-1.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2016.

COOPER, H. M. **The integrative research review: a systematic approach.** Beverly Hills: Sage, 1984.

COSTA-AMARAL, I. C. *et al.* Environmental assessment and evaluation of oxidative stress and genotoxicity biomarkers related to chronic occupational exposure to benzene.

International Journal of Environmental Research and Public Health, [s. l.], v. 16, n. 12, p. 2240, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16122240>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31242656/>. Acesso em: 27 out. 2022.

DI LENA, M.; PORCELLI, F.; ALTOMARE, D. F. Compostos orgânicos voláteis como novos biomarcadores para câncer colorretal: uma revisão. **Colorectal Disease**, [s. l.], v. 18, n. 7, p. 654-663, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/codi.13271>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/codi.13271>. Acesso em: 22 nov. 2021.

DICIONÁRIO AURÉLIO. **Dicionário Escolar Português.** 5. ed. Curitiba: Editora Positivo, 2014.

DING, Y. S. *et al.* Determinação simultânea de seis metabólitos de ácido mercaptúrico de compostos orgânicos voláteis na urina humana. **Chemical Research in Toxicology**, Washington, v. 22, p. 1018-1025, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1021/tx800468w>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/tx800468w>. Acesso em: 22 jul. 2022.

DUAN, X.; LI, Y. Fontes e destinos de BTEX no ambiente geral e sua distribuição nas cidades costeiras da China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 1, p. 86-106, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26502/jesph.9612009>. Disponível em: <https://www.fortunejournals.com/articles/sources-and-fates-of-btex-in-the-general-environment-and-its-distribution-in-coastal-cities-of-china.html>. Acesso em: 23 nov. 2021.

FACINA, T. Diretrizes para a vigilância do câncer relacionado ao trabalho. **Revista Brasileira de Cancerologia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 2, p. 279-280, 2012. DOI: <https://doi.org/10.32635/2176-9745.RBC.2012v58n2.1427>. Disponível em: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/1427>. Acesso em: 16 fev. 2023.

FERRERO, A. *et al.* Infants' indoor and outdoor residential exposure to benzene and

respiratory health in a Spanish cohort. **Environmental Pollution**, [s. l.], v. 222, p. 486-494, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.065>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026974911631733X>. Acesso em: 22 nov. 2021.

FISCHER, J. *et al.* Cuidado com a lacuna de sustentabilidade. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 22, n. 12, p. 621-624, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.08.016>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17997188/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

FONSECA, A. S. A. *et al.* Classificação clínico-laboratorial para manejo clínico de trabalhadores expostos ao benzeno em postos de revenda de combustíveis. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 42, supl. 1, e5s, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000127115>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/dcbbfCLHnnFLXSkX7mXmTLK/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2020.

GALVÃO, C. M. Níveis de evidência. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 5, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-21002006000200001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/JXrfXqCfD4vPztQFQBrkB7g>. Acesso em: 22 nov. 2021.

GANONG, L. H. Integrative reviews of nursing research. **Research in Nursing & Health**, Hoboken, v. 10, n. 1, p. 1-11, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1002/nur.4770100103>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3644366/>. Acesso em: 27 out. 2022.

GERALDINO, B. R. *et al.* Analysis of Benzene Exposure in Gas Station Workers Using Trans,Trans-Muconic Acid. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 15, p. 5295, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17155295>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/15/5295>. Acesso em: 27 out. 2022.

GERALDINO, B. R. *et al.* Evaluation of Exposure to Toluene and Xylene in Gasoline Station Workers. **Advances in Preventive Medicine**, [s. l.], v. 2021, p. 1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5553633>. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/apm/2021/5553633/>. Acesso em: 27 out. 2022.

GIARDINI, I. *et al.* Vigilância sanitária em postos de revenda de combustíveis: aplicação de um modelo para integrar ações e promover a saúde do trabalhador. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 42, supl. 1, e7s, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000119115>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/kfq8PjdXXY4yHxqWnxFGjtL>. Acesso em: 22 nov. 2021.

HAJIZADEH, Y. *et al.* Tendências de BTEX na área urbana central do Irã: um estudo preliminar da poluição fotoquímica de ozônio e avaliação de risco à saúde. **Atmospheric Pollution Research**, [s. l.], v. 9, p. 220-229, 2018.

HILPERT, M. *et al.* Vent pipe emissions from storage tanks at gas stations: Implications for setback distances. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 650, p. 2239-2250, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.303>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718337549>. Acesso em: 27

out. 2022.

IEA. **World Energy Outlook**. 1998. Disponível em: https://jancovici.com/wp-content/uploads/2016/04/World_energy_outlook_1998.pdf. Acesso em: 22 jul. 2022.

IKUBANNI, P. P. *et al.* Physico-mechanical properties of particleboards produced from locally sourced materials. **International Journal of Engineering Research in Africa**, [s. l.], v. 39, p. 112-118, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.39.112>. Disponível em: <https://www.scientific.net/JERA.39.112>. Acesso em: 22 nov. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010 – Resultados preliminares da amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_preliminares_amostra/notas_resultados_preliminares_amostra.pdf. Acesso em: 12 jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2016/estimativa_dou_2016_20160913.pdf. Acesso em: 8 jan. 2017.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). **Chemical Agents and Related Occupations IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 100F**. Lyon: IARC, 2021. Disponível em: <http://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Evaluation-Of-Carcinogenic-Risks-To-Humans/Chemical-Agents-And-Related-Occupations-2012>. Acesso em: 22 out. 2016.

JAIN, R. B. Taxas de detecção, tendências e fatores que afetam os níveis observados de compostos orgânicos voláteis selecionados no sangue entre adolescentes e adultos dos EUA. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, [s. l.], v. 56, p. 21-28, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2017.08.031>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668917302569>. Acesso em: 22 nov. 2021.

JASTAD, O. E. *et al.* O futuro papel dos biocombustíveis de base florestal: impactos industriais nos países nórdicos. **Energias**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 2073, 2021.

LIMA, S. D. *et al.* Gerenciamento de áreas contaminadas por postos de combustíveis em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 12, n. 2, p. 299-315, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1872>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/kbh9gRmfBkkHypzXXf4FFJy/?lang=pt>. Acesso em: 17 jan. 2020.

MACKLER, S. *et al.* Uma agenda política para gestão de carbono em escala de gigatoneladas. **The Electricity Journal**, [s. l.], v. 34, n. 7, 2021.

MELNYK, B. M.; FINEOUT-OVERHOLT, E. **Evidence-based practice in nursing & healthcare: a guide to best practice**. 2. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão Integrativa: Método de Pesquisa para a Incorporação de Evidências na Saúde e na Enfermagem. **Texto & Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/?lang=pt>. Acesso em: 22 nov. 2021.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). **Decreto nº 47.347, de 24 de janeiro de 2018**. Contém o Estatuto da Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: Assembléia Legislativa de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br;minas.gerais:estadual:decreto:2018-01-24;47347>. Acesso em: 22 nov. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2016. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br;minas.gerais:estadual:lei:2016-01-21;21972>. Acesso em: 4 out. 2021.

MOURA-CORREA, M. J. *et al.* Exposição ao benzeno em postos de revenda de combustíveis no Brasil: Rede de Vigilância em Saúde do Trabalhador (VISAT). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 12, p. 4637-4648, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.12772014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/HpMyPHpJFTRQmxQjJKvznYc/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MOURA-CORREA, M. J. *et al.* Roteiro de inspeção sanitária de ambientes e processos de trabalho em postos de revenda de combustíveis: análise de usos e aplicações no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 42, suppl 1, e10s, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000127315>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/9R6tVBjvRzFNsmccBXFHTPJ>. Acesso em: 20 fev. 2022.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **Hydrocarbons, Aromatic 1501**. Washington: NIOSH, 2003. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2017.

NOGUEIRA, S. M. **Polimorfismos metabólicos e alterações clínicas e laboratoriais relacionadas à exposição ao benzeno em trabalhadores de postos de combustíveis da cidade do Rio de Janeiro**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/24477>. Acesso em: 27 out. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova Iorque: ONU, 2015.

PAIVA, M. R. F. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE - Revista de Políticas Públicas**, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, 2016. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049>. Acesso em: 27 out. 2022.

POÇA, K. S. *et al.* Gasoline-station workers in Brazil: Benzene exposure; Genotoxic and immunotoxic effects. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, [s. l.], v. 865, p. 503322, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2021.503322>. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383571821000139>. Acesso em: 21 fev. 2022.

POLIT, D. F.; BECK, C. T. Using research in evidence-based nursing practice. *In*: POLIT, D. F.; BECK, C. T. (Eds.). **Essentials of nursing research: Methods, appraisal and utilization**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. p. 626.

PROGRAMA NACIONAL DE TOXICOLOGIA (NTP). Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos. **12º relatório sobre carcinógenos**. Washington: NTP, 2011. Disponível em: <https://oehha.ca.gov/media/downloads/proposition65/crnrr/comments/12throccomplete.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021.

RENAST. Pesquisadores da ENP falam sobre benzenismo para frentistas. **Revista Proteção**, Novo Hamburgo, 2015. Disponível em: <https://renastonline.ensp.fiocruz.br/noticias/pesquisadores-ensp-falam-sobre-benzenismo-frentistas>. Acesso em: 24 jul. 2022.

RENAST. Benzeno. **Revista Proteção**, Novo Hamburgo, 2020. Disponível em: <https://renastonline.ensp.fiocruz.br/temas/benzeno>. Acesso em: 25 out. 2022.

RIO DE JANEIRO. Ministério Público do Trabalho do Rio de Janeiro. MPT-RJ notifica postos de combustíveis sobre cumprimento de normas para segurança dos frentistas. **Ministério Público do Trabalho do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.prtl.mpt.gov.br/component/content/article?id=426:mpt-rj-notifica-postos-de-combustiveis-sobre-cumprimento-de-normas-para-seguranca-dos-frentistas>. Acesso em: 8 jan. 2017.

RIZK, A. A. *et al.* Assessment of oxidative stress among refueling workers in an Egyptian setting. **Environmental Science and Pollution Research**, Egito, v. 27, p. 18099-18108, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08359-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-08359-2>. Acesso em: 22 jul. 2022.

RODRIGUES, C. G. *et al.* Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 489-509, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-3098201500000029>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/rTK8kvKYpXcBy7SS5KWNVHR>. Acesso em: 17jan. 2020.

ROMAN, A. R.; FRIEDLANDER, M. R. Revisão integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. **Cogitare Enfermagem**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 109-112, 1998. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v3i2.44358>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/44358>. Acesso em: 27 out. 2022.

SANTOS, G. L. G. **Desenvolvimento e aplicação de método de dissorção química para determinação de BTEX em ar ambiente de postos de combustíveis utilizando**

cromatografia a gás. 2014. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16482>. Acesso em: 4 out. 2020.

SANTOS, C. M. C. *et al.* The PICO strategy for the research question construction and evidence search. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 3, p. 508-511, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/CfKNnz8mvSqVjZ37Z77pFsy/>. Acesso em: 24 jul. 2022.

SCHNATTER, A. R. *et al.* Revisão da literatura sobre exposição ao benzeno e subtipos de leucemia. **Chemico-Biological Interactions**, [s. l.], p. 9-21, 2005.

SESC-SP. Conceito de sustentabilidade. **Site do SESC-SP**, Sorocaba, 2021. Disponível em: <https://sustentabilidade.sescsp.org.br/conceito-de-sustentabilidade>. Acesso em: 16 fev. 2023.

SILVA, J. P. B.; SILVA, S. S.; MENDES, R. S. Gestão ambiental em empresas públicas e sociedades de economia mista do estado de Minas Gerais. **Revista Ciências Administrativas (RCA)**, Fortaleza, v. 23, n. 2, p. 247-261, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5020/2318-0722.23.2.247-261>. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/rca/article/view/3615>. Acesso em: 22 nov. 2021.

SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. O cuidado de enfermagem e o cateter de Hickman: a busca de evidências. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 276-284, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002005000300008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/KBW9WsfzTKZh6DKgYSNDPYq>. Acesso em: 16 fev. 2023.

SIMÕES, A. J. F. Biocombustíveis: a experiência brasileira e o desafio da consolidação do mercado internacional. **Site do Ministério das Relações Exteriores do Brasil**, Brasília, 2021. Disponível em: https://sistemas.mre.gov.br/kitweb/datafiles/NovaDelhi/pt-br/file/Biocombustiveis_02-experienciabrasileira.pdf. Acesso em: 16 fev. 2023.

SKAMVETSAKISA, A. *et al.* Exposição ao benzeno em postos de combustíveis: estratégia de ações integradas de Vigilância em Saúde do Trabalhador na região dos Vales/RS. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 42, suppl 1, e12s, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000126015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/7hwWMLVTL9RQLmtZVJfdCVP/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SOUSA, F. W. **Estimativa da exposição e risco de câncer a compostos carbonílicos e BTEX em postos de gasolina na cidade de Fortaleza-CE**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/2188>. Acesso em: 22 nov. 2021.

SOUZA, M. T. *et al.* Revisão Integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>. Disponível em: <https://journal.einstein.br/pt-br/article/revisao-integrativa-o-que-e-e-como-fazer/>. Acesso em: 21 fev. 2022.

SYIMIR FIZAL, A. N. *et al.* Caracterização do BTEX na gasolina da Malásia. **Materials Today: Proceedings**, [s. l.], v. 5, p. 21541-21546, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.07.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785318318005>. Acesso em: 27 out. 2022.

THANGAMANI, J. G. *et al.* Hydrothermal synthesis of copper (II) oxide-nanoparticles with highly enhanced BTEX gas sensing performance using chemiresistive sensor. **Chemosphere**, [s. l.], v. 277, 130237, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130237>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653521007062>. Acesso em: 27 fev. 2022.

TOMAZ, R. A. F.; FERREIRA, O. E.; BORGES, A. W. Agronegócio canavieiro e produção de biocombustível em Frutal-MG: territorialização e transformações sociais. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 35528-35547, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-152>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/27788>. Acesso em: 16 fev. 2023.

UCHIYAMA, S. *et al.* Compostos químicos gasosos no ar interno e externo de 602 casas em todo o Japão no inverno e no verão. **Environmental Research**, [s. l.], v. 137, p. 364-372, 2015.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). EPA revises the national ambient air quality standards for particle pollution. **EPA**, Durham, 2012. Disponível em: <http://www.epa.gov/airquality/particulatematter/actions.html#dec12>. Acesso em: 4 out. 2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Iris**: Toxicological review of benzene (Noncancer Effects). Washington: EPA; 2002.

URSI, E. S. **Prevenção de lesões de pele no perioperatório**: revisão integrativa da literatura. 2005. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.22.2005.tde-18072005-095456>. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22132/tde-18072005-095456/pt-br.php>. Acesso em: 16 fev. 2023.

VIDAL, M. F. Produção e uso de biocombustíveis no Brasil. **Caderno Setorial ETENE**, [s. l.], ano 4, n. 79, p. 1-13, 2019.

VOM BROCKE, J. *et al.* Reconstruindo o Gigante: Sobre a Importância do Rigor na Documentação o Processode Pesquisa de Literatura. In: EUROPEAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 9., 2009, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: ECIS, 2009. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/ecis2009/372>. Acesso em: 27 out. 2022.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16268861/>. Acesso em: 27 out. 2022.

XIA, B. *et al.* Increased oxidative stress and plasma Hsp70 levels among gasoline filling station attendants. **Toxicology and Industrial Health**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 1-11. 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1177/0748233715616554>. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26792678/>. Acesso em: 27 out. 2022.

YADAV, S.; SRIVASTAVA, A. K.; SINGH, R. S. Selection and ranking of multifaceted criteria for the prioritization of most appropriate biomass energy sources for the production of renewable energy in Indian perspective using analytic hierarchy process. **International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science**, [s. l.], v. 2, n. spe, p. 869-881, 2015.

ZHOU, J. *et al.* Revisão dos desenvolvimentos recentes na determinação de compostos orgânicos voláteis no ar exalado como biomarcadores para o diagnóstico de câncer de pulmão. **Analytica Chimica Acta**, [s. l.], v. 996, p. 1-9, 2017.

ZOGORSKI, J. S. *et al.* **Compostos orgânicos voláteis nas águas subterrâneas do país e em poços de abastecimento de água potável**. Virginia: U.S. Department of the Interior: U.S. Geological Survey, 2006. Disponível em:
<https://pubs.usgs.gov/circ/circ1292/pdf/circular1292.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.