

QUANTIFICAÇÃO DOS AGENTES QUÍMICOS, BENZENO, TOLUENO, ETILBENZENO E XILENO: ESTUDO DE CASO EM UM POSTO REVENDEDOR DE COMBUSTÍVEIS

Francisco Daniel da Rocha Santos¹; Fabricia Nascimento de Oliveira²; Micael Thallis de Carvalho Vidal³

Resumo: Os postos revendedores de combustíveis são essenciais para a sociedade, porém expõem os trabalhadores a diversas substâncias químicas que podem causar danos à saúde e gerar danos ambientais devido às suas propriedades carcinogênicas e tóxicas. O objetivo dessa pesquisa foi realizar uma avaliação química para verificar o nível de exposição do benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX) que os trabalhadores estão submetidos nos seus postos de trabalhos, além de verificar possíveis medidas preventivas existentes no local com o intuito de eliminar e/ou neutralizar os efeitos nocivos à saúde dos trabalhadores. O local de estudo escolhido foi um posto revendedor de combustível localizado na cidade de Mossoró/RN. Para a avaliação quantitativa foi instalado junto ao corpo do trabalhador a bomba gravimétrica ajustada na vazão 0,02 L/min durante 40 minutos. Utilizou-se o tubo de carvão ativado para coleta da amostra e fixou-se o amostrador na área mais atingida do trabalhador. Considerando a análise qualitativa realizada no posto de combustível, identificou-se que os frentistas do posto de combustível estão diretamente em contato com o agente benzeno em forma de gases e vapores no decorrer da sua jornada, durante o abastecendo dos veículos. O resultado detectado na avaliação quantitativa foi inferior ao padrão estabelecidos pela Norma Regulamentadora (NR-15), onde os valores encontrados foram de 0,00583 ppm para benzeno; 0,00387 ppm para tolueno; 0,00432 ppm para etilbenzeno e 0,00549 ppm para o xileno. Conforme a NR-15, os resultados obtidos na coleta ficaram abaixo do limite de tolerância estabelecido, porém mesmo com os valores inferiores é preciso ter cuidado para que futuramente não possa acontecer nenhum risco à saúde dos trabalhadores e orientá-los quanto ao uso dos equipamentos de proteção individual (EPI's).

Palavras-chave: Abastecimento de veículos; BTEX; Norma regulamentadora 15.

1. INTRODUÇÃO

A exposição ocupacional ao (BTEX) benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos pode causar vários riscos à saúde do trabalhador (PROMATEC, 2007). Essas exposições do BTEX ajudam direta ou indiretamente para o aumento de mortes prematuras, doenças e outros agravos à saúde, e dependendo da intensidade da exposição do agente os sintomas podem mudar. Se o grau de exposição for baixo pode causar apenas irritação dos olhos e garganta, porém se o trabalhador ficar exposto por mais tempo pode provocar sintomas como, náuseas, anorexia, confusão, fadiga muscular, insônia e nos casos mais graves levar até ao câncer (PICELI, 2005; AMARAL et al., 2017).

Para evitar possíveis problema a saúde do trabalhador é necessário conhecer o limite de tolerância e o nível de ação dos agentes químicos. O nível de ação funciona como um mecanismo preventivo no ambiente de trabalho. Em outras palavras podemos dizer que ele antecipa possíveis problemas ao trabalhador quando está exposto próximo ao limite de tolerância, ou seja esse nível de ação é o limite que o trabalhador pode ser exposto para que não sejam causados prejuízos à saúde dos mesmos. Para o BTEX o nível de ação equivale a 50% da amostra normal (BRASIL, 2021).

Já o limite de tolerância é a concentração de substâncias que vão ser toleradas para que não haja perigo de intoxicação causando prejuízo aos trabalhadores. Sendo assim, mesmo com os agentes estando abaixo do nível de tolerância estabelecido pela norma regulamentadora NR-15, não se pode descartar a possibilidade de um risco ocupacional e ambiental tanto para a população de trabalhadores quanto para a população em geral, que não estão expostas, que transita ou reside no entorno do ambiente avaliado. O risco da exposição se configura pelo espalhamento dos vapores de BTEX no entorno do estabelecimento em várias direções definidas pela direção do vento e as características do local (PICELI, 2005). O limite de tolerância permitido pelo BTEX de acordo com a NR-15 com uma jornada de trabalho de 48h semanais é, para o benzeno de 1 ~ 2,5 (ppm); tolueno 78 (ppm); para o xileno é de 78 (ppm). A faixa de concentração média encontradas no Brasil no ambiente interno e externo são: no ambiente interno é de 0,78 ~ 7,80 (ppm) para benzeno, 55 ~ 775 (ppm) para tolueno e 4,28 ~ 114 para xileno, já no ambiente externo foi de 0,65 ~ 2,80 (ppm) benzeno, 10 ~ 21,20 (ppm) tolueno e 1,37 ~ 3,80 (ppm) para xileno (PICELI, 2005).

Existem várias formas de ter contato com o BTEX, esse contato pode variar de acordo com a atividade e um dos ramos de atividades que tem mais contato com BTEX é nos postos revendedores de combustível. Nesse

ambiente uma das funções que tem muito contato com o BTEX é o frentista do posto que durante suas atividades pode ficar exposto aos agentes químicos, tais como, durante o abastecimento dos veículos, recebimento da carga dos combustíveis quando chega no posto, troca de óleo, medição de tanques, teste de qualidade dos combustíveis, entres outras funções (ESTADO DA BAHIA, 2014).

Quando o funcionário está exposto aos agentes químicos do BTEX sem o uso adequado dos EPI's pode causar doenças que lhe deixe inapto ao trabalho causando afastamento médico, como por exemplo, pode-se citar algumas doenças geradoras de afastamento, como: intoxicação por algum agente químico, irritação nos olhos através do vapor ou secundariamente na pele com o contato com líquido, câncer, além de situações de acidentes de incêndio/explosão que podem gerar queimaduras na pele ou até a morte dos funcionários.

Os trabalhadores afastados por questão de doenças ocupacionais estarão amparados pelo auxílio-doença de acordo com o Artigo 63 da Lei nº 8.213 de 24 de julho de 1991. Dependendo da gravidade da doença a empresa vai arcar com salário durante os primeiros 15 dias, caso o atestado médico ultrapasse os 15 dias será encaminhado à uma perícia médica do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) para continuar recebendo o benefício (NERY JUNIOR; NERY, 2019). Dependendo da doença que foi acometido ou acidente sofrido, o trabalhador quando voltar ao posto de trabalho poderá ser realocado para outra função devido sequelas adquiridas após acidente ou doença que sofreu e o deixou incapacitado parcialmente para o trabalho e nas situações de incapacidade total será devido uma aposentadoria por invalidez.

Portanto, o presente estudo surgiu com a necessidade de identificar o quantitativo de BTEX presente no ambiente ocupacional dos postos de combustível e sugerir possíveis medidas a serem adotados para o controle dos agentes químicos, benzeno, tolueno e xileno os quais os trabalhadores estão expostos no decorrer da jornada de trabalho, além de listar os possíveis danos à saúde que podem ser causados se essas medidas não forem adotadas. Logo, pretende-se responder nesse estudo o seguinte questionamento: será se o BTEX se encontra dentro do limite de tolerância estabelecido na NR-15?

Assim, objetivou-se com essa pesquisa verificar o nível de exposição dos agentes químicos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX) que os trabalhadores estão expostos e verificar possíveis medidas preventivas com o intuito de eliminar e/ou neutralizar os efeitos nocivos à saúde dos trabalhadores, priorizando a segurança desses através do estudo e das análises quantitativas das condições ambientais de trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 POSTOS REVENDEDORES DE COMBUSTÍVEIS

Os postos de combustíveis prestam um serviço essencial para as pessoas, oferecendo à sociedade a oportunidade de utilizarem os seus meios de transporte para se locomover. Além de combustível, alguns postos de abastecimento oferecem lavagens de carros, óleos lubrificantes, loja de conveniência e etc. Nesse sentido, esses locais desejam aumentar sua área de atuação, ocasionado serviços diversos que atendam às necessidades dos consumidores.

Em 2021 o mercado brasileiro de combustível bateu recorde em vendas com uma alta de 6% com relação ao ano de 2020. Estatística mostram que no ano de 2021 o consumo de combustível no mercado brasileiro foi de cerca de 139,5 bilhões de litros (UOL, 2022).

No Brasil, a região Nordeste ocupa a segunda colocação juntamente com a região Sul com um consumo de 18%, perdendo apenas para a região Sudeste com 45%. A Bahia é o maior consumidor de combustível do nordeste com um consumo de 6.358 milhões de litros, já o estado do Rio Grande do Norte ocupa a sexta posição com o consumo de combustível de 1.318 milhões de litro (ANP, 2018; DEPARTAMENTO DE PESQUISA E ESTUDOS ECONÔMICOS, 2019).

O consumo de combustível é influenciado pela população e quantidade de veículos. A população do município de Mossoró-RN objeto desse estudo estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021 é de 303.792 pessoas (IBGE, 2021). De acordo com o Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Norte (DETRAN RN) a quantidade de veículo que existem em Mossoró é de 188.423 mil veículos (DETRAN, 2022), sendo distribuídos em automóvel, caminhão, caminhão trator, caminhonete, camioneta, ciclomotor, micro-ônibus, motocicleta, motoneta, moto-casa, ônibus, reboque, semi-reboque, side-car, trator de rodas, trator de esteiras, trator misto, triciclo e utilitário, conforme o Quadro 1. Em Mossoró/RN, a maioria dos postos de combustíveis se enquadra como de pequeno porte, porém isso pode mudar se essa empresa tiver uma rede de postos que pode passar de pequeno para grande porte. Existe na cidade um quantitativo de 108 postos (ANP, 2019).

Tipo	Estado do RN	%	Mossoró	%
Automóvel	621.428	42,12	67.623	10,88
Caminhão	39.697	2,69	5.560	14,01
Caminhão trator	4.392	0,30	1.243	28,30
Caminhonete	96.248	6,52	10.838	11,26
Camioneta	45.408	3,08	4.127	9,09
Ciclomotor	30.622	2,08	11.811	38,57
Micro-ônibus	5.684	0,39	363	6,39
Motocicleta	495.323	33,57	57.631	11,64
Motoneta	73.790	5,00	18.789	25,46
Moto-casa	201	0,01	44	21,89
Ônibus	7.984	0,54	463	5,80
Reboque	21.791	1,48	4.314	19,80
Semi-reboque	7.255	0,49	2.287	31,52
Side-car	36	0,00	1	2,78
Trator de rodas	119	0,01	22	18,49
Trator de esteiras	9	0,00	0	0
Trator misto	4	0,00	2	50,00
Triciclo	619	0,04	101	16,32
Utilitário	24.831	1,68	3.204	12,90
Total	1.475.441	100	188.423	12,77

Quadro 1. Distribuição de frota de veículos do Rio Grande do Norte em 02/11/2022.

Fonte: Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Norte (2022).

Os postos de combustível também têm um alto poder de poluição para o meio ambiente oferecendo riscos à população que mora por perto do estabelecimento. O derramamento dos combustíveis e seus derivados, por exemplo, pode contaminar o solo afetado e, dependendo da quantidade, a contaminação pode chegar aos lençóis freáticos e prejudicar a qualidade da água consumida pelos moradores próximos ao local, e ainda os postos são considerados como um local perigoso devido ao risco de incêndio e explosões (FINOTTI; CAICEDO; RODRIGUEZ, 2001; LOPES, 2017).

2.2. RISCOS PRESENTES EM UM POSTO DE COMBUSTÍVEL

Atualmente no Brasil tem em média 500.000 frentistas estão expostos ao Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno (BTEX), os frentistas encontram-se à exposição dos agentes por meio dos combustíveis oferecido pelo posto. (BRASIL, 2022; PÁDUA et al., 2021).

Os frentistas estão expostos ao risco químico no momento de abastecer o veículo devido aos compostos orgânicos voláteis presente nesses combustíveis. Esses compostos voláteis são devido ao BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno) e compostos carbonílicos (formaldeído, acetaldeído, acroleína), sendo o benzeno e formaldeído substância cancerígenas citadas pelo Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos (NIOSH, 2003).

A função desempenhada por esse trabalhador também faz com que ele fique muito tempo em pé, realizando atividades repetitivas, ritmo de atividade intensa e as vezes realizando posturas inadequadas, isso pode gerar dores nas pernas, colunas, fadiga, cansaço, problemas psíquicos, entre outros. Para melhorar a qualidade de vida dos frentistas pode-se adotar algumas medidas nesses ambientes de trabalho tais como: exercício de ginástica laboral, revezamento postural, assentos para descanso, pausas de descanso, entre outras (MAIA; MAIA, 2010; ANJOS et al., 2016; ROCHA et al., 2014).

Estudos também mostram os perigos do BTEX para mulheres e gestantes. Conforme Rinaldi (2022) estudos apontam que o benzeno é um perigo latente para as mulheres gestante, pois podem causar aborto espontâneos, gerar o baixo peso entre os recém nascidos como também aumenta o risco de câncer principalmente leucemia na infância. Para evitar esses danos mencionados, o posto de combustível deve exigir que as trabalhadoras do sexo feminino façam a utilização correta dos EPI's, como também a empresa pode estar realocando a funcionária para outra função durante a gravidez.

Nas mulheres adultas o benzeno também pode ser de grande malefício quando expostas de forma contínua a essa substância podendo causar a diminuição do tamanho dos ovários e problemas durante o ciclo menstrual. (RINALDI, 2022).

Para Gouveia (2007) outro risco presente nos postos revendedores de combustível é a presença constante do risco de incêndio/explosão devido à presença de combustível inflamável podendo prejudicar tanto os

trabalhadores, vizinhança e o meio ambiente. Para evitar incêndio/explosão existem as medidas preventivas e a empresa precisa estar atenta as normas, código estadual, resoluções, instruções técnicas e recomendações acerca do tema. Os principais aparatos legislativos estão contidos no código estadual de segurança contra incêndio e pânico do Estado do Rio Grande do Norte (CESIP/RN), nas instruções técnicas do corpo de bombeiros (IT's), na NR-20 (segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis) e NBR 15219/2020 (plano de emergência contra incêndio).

O CESIP/RN dispõe sobre os requisitos mínimo de segurança contra incêndio e classifica como de alto risco as edificações destinadas a comercialização ou armazenamento de líquido inflamável ou combustível acima de 250 L (CESIP, 2022). Além de observar o que está contido no CESIP/RN, o posto revendedor de combustível precisa observar todas as instruções do corpo de bombeiros para o projeto passar pela aprovação e receber o AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros) que só será emitido se a edificação atender todos os requisitos exigidos nas IT's (IT 01).

A norma regulamentadora 20 objetiva-se na segurança e saúde das pessoas envolvidas com combustíveis e inflamáveis em todo o processo, desde a fase de projeto, construção, manutenção, operação, até desativação, abrangendo a extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação desses combustíveis (BRASIL, 2018). A NBR 15219/2020 estabelece os requisitos mínimos para elaboração, implantação, manutenção e revisão de um plano de emergência contra incêndio (ABNT, 2020).

Os cuidados com a prevenção e combate a incêndio nos postos revendedores de combustíveis deve ser constante devido a presença das substâncias químicas presentes no local como, gasolina, etanol (álcool), diesel e GNV (Gás natural veicular) e algumas das medidas de combate a incêndio podem ser verificadas na ficha de informação de segurança de produto químico (FISPQ) que é um documento que deve acompanhar o produto químico informando os perigos relacionados ao produto. O modelo de FISPQ é definido pela NBR 14725 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A gasolina é um combustível fóssil produzido a partir do petróleo formado por hidrocarbonetos, porém, possui em sua composição, pequenas quantidades de produtos oxigenados, enxofre, compostos metálicos, etc. A gasolina é um produto muito inflamável e bastante utilizado como combustível nos automóveis e motocicletas. A gasolina comum não possui aditivos, dispersantes e detergentes capazes de limpar e proteger o conjunto motor do veículo. Com isso, a versão comum da gasolina deposita resíduos carboníferos no motor, que a longo prazo podem reduzir a performance e funcionamento do motor.

Já a gasolina aditivada, possui aditivos, dispersantes e detergentes que impedem a formação de depósitos carboníferos dentro do motor. Essa é a vantagem da gasolina aditivada de manter o motor limpo e com uma combustão sempre correta, gerando menos danos para a saúde do trabalhador e para o ambiente. O principal solvente orgânico presente na gasolina é o benzeno que se apresenta como um líquido incolor de aroma característico, porém seu vapor não deve ser aspirado por apresentar componentes tóxicos (GILLI; SCURSATONE; BONO, 1996).

O Brasil é o único país que comercializa o álcool hidratado, popularmente conhecido como etanol. Este produto é quimicamente composto por álcool, etílico anidrico, água e gasolina. O álcool tem como propriedades físico-químicas um líquido límpido e incolor que em contato com a pele pode provocar tonturas, sonolência, dores de cabeça entre outros tipos de doenças (ARIAS et al., 1999). O álcool hoje em dia é bastante usado nos automóveis e motocicletas flex.

O diesel é um óleo basicamente composto por hidrocarbonetos (átomos de hidrogênio e carbono), sendo considerado um combustível fóssil obtido através da destilação do petróleo. O óleo diesel de forma geral pode ser usado de várias formas nos carros, ônibus, caminhões e também na parte da indústria nos geradores elétricos ou para manter o aquecimento de uma caldeira numa máquina, etc. O óleo diesel resulta na diminuição da emissão de poluentes e tem maior eficiência do combustível, apesar de bastante eficiente, a intensa utilização do óleo diesel desencadeia vários problemas ambientais. A queima desse combustível libera gases poluentes no meio ambiente.

O gás natural é uma energia de origem fóssil, resultado da decomposição da matéria orgânica fóssil no interior da terra, encontrado acumulado em rochas porosas no subsolo, frequentemente acompanhado por petróleo, constituindo um reservatório. É quimicamente definido como uma mistura de hidrocarbonetos leves, que à temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece no estado gasoso. É um gás inodoro e incolor, não é tóxico e é mais leve que o ar. A composição do gás natural pode variar bastante, tendo o gás metano como principal componente, podendo conter etano, propano, butano e outros gases em menores proporções e apresenta baixos teores de dióxido de carbono, compostos de enxofre, água, nitrogênio, esses são denominados de contaminantes do gás natural. Esse gás pode ser usado em transportes na indústria, mas também é utilizado como combustível para fornecimento de calor, geração de eletricidade, etc.

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa consistiu na avaliação do agente químico BTEX em uma empresa do setor de combustível que está a 29 anos no mercado, que possui aproximadamente 8 funcionários distribuídos nas seguintes funções: 6 frentistas sendo uma delas gerente de pista, 1 gerente geral do posto e 1 vigia que trabalha no turno noturno, tendo

esses trabalhadores uma jornada laboral de 7 horas corridas, de segunda a sexta-feira, e nos sábados e domingos é por escalas de trabalho.

Para execução dessa pesquisa realizou uma análise qualitativa e quantitativa dos agentes químicas BTEX. A análise qualitativa seguiu alguns passos. Inicialmente avaliou-se o ambiente de trabalho e identificou as funções que estava exposta a esses agentes ocupacionais. Depois foi acompanhada a rotina de trabalho dos profissionais ocupacionalmente expostos para avaliar a sua rotina e identificar o tempo de exposição. Posteriormente fez-se identificação dos agentes para depois realizar a avaliação qualitativa, além de verificar se as substâncias identificadas têm o LT (limite de tolerância) na NR-15 do Ministério do Trabalho e Previdência, ou possibilitam algum potencial de risco a saúde do trabalhador.

Após essa avaliação inicial determinou-se a amostra e solicitou ao laboratório os amostradores e após a chegada dos amostradores avaliou-se as condições de uso e calibrações dos amostradores, equipamento, e instrumentos de medição utilizados. Em seguida agendou com a empresa o melhor dia e horário para realizar a análise quantitativa.

No dia da coleta para avaliação quantitativa dos agentes químicos BTEX realizou-se a montagem da bomba de amostragem conectando a mangueira na bomba e em seguida no suporte do tubo (Figura 1A) e programou o equipamento na vazão 0,2 L/min para que não houvesse saturamento do volume a ser coletado. Depois definiu o tipo de amostra total e o tempo de coleta parcial de 40 minutos. Em seguida quebrou as pontas do tubo de carvão ativado para coleta da amostra (Figura 1C) e o colocou dentro do suporte seguindo o sentido do fluxo do ar e fechou a tampa do suporte do tubo fixando o amostrador na área mais atingida do trabalhador. Ao finalizar a amostragem retirou-se o tubo do suporte e colocou as tampinhas nas duas pontas do tubo de carvão ativado (Figura 1B). Enquanto o equipamento estava instalado no trabalhador, o pesquisador aproveitou para coletar as informações do profissional, local de trabalho e condições climáticas.

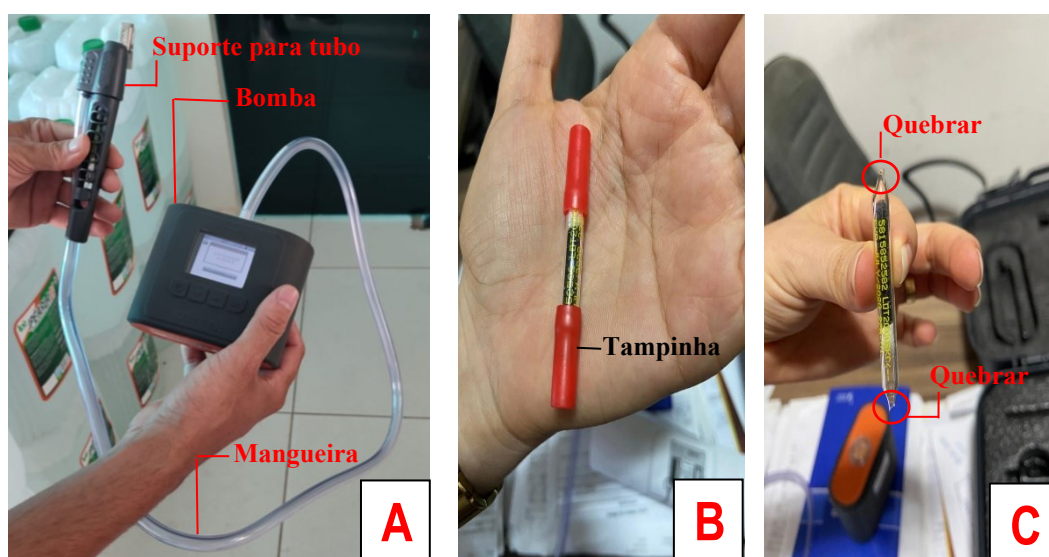


Figura 1. A - Montagem da bomba de amostragem; B – Tubo de carvão ativado; C – Quebrar as pontas do tubo de carvão ativado. Fonte: **Fonte:** Autoria própria (2022).

O profissional que estava sendo avaliado foi monitorado do início ao final da coleta com intervalos variando entre 5 minutos descrevendo a atividade do trabalhador e também foi analisada a sua rotina de trabalho. A avaliação durou 40 minutos e o equipamento foi instalado na frentista do posto de combustível por volta das 10 horas e 20 minutos. O equipamento foi programado para começa a coletar de dados 10 minutos após a instalação.

Após finalizar o monitoramento, as amostras foram acondicionadas em isopor com bolsas térmicas de gelo de acordo com a solicitação do laboratório e foi realizada o envio da amostra ao laboratório de forma imediata, após a coleta. Segue esquema mostrando as etapas para elaboração desse estudo (Figura 2).

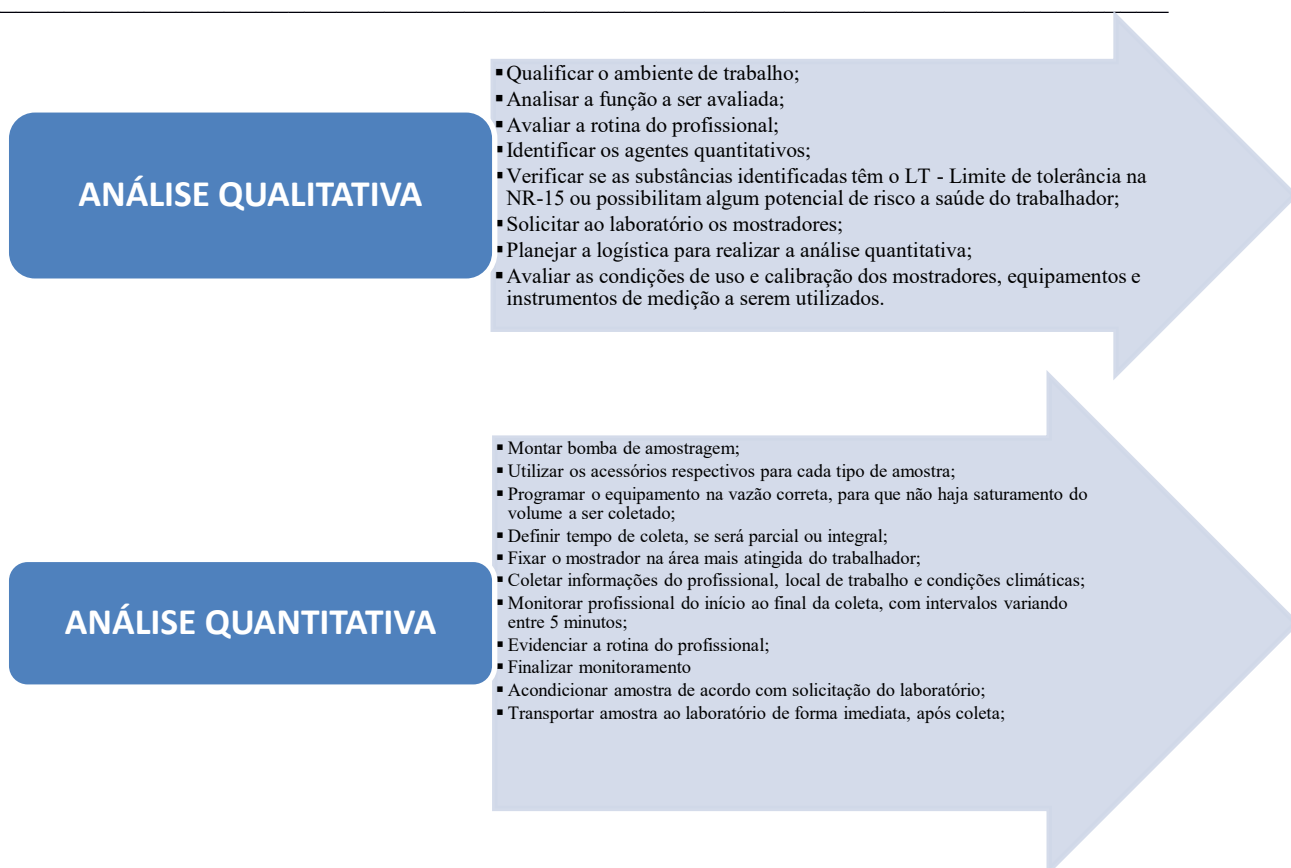


Figura 2. Etapas da elaboração do estudo. **Fonte:** Autoria própria (2022).

Após 21 dias o laboratório disponibilizou o resultado da avaliação quantitativa e então procedeu-se a elaboração de gráficos e tabelas para elaboração dos resultados dessa pesquisa e enquadramento dos agentes ou substâncias químicos, em conformidade com a NR-15 do Ministério do Trabalho e Previdência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de coleta no posto de combustível avaliado começou às 10 horas e 25 minutos e durante a coleta de dados o fluxo de veículos estava baixo porque não era momento de pico. A frentista que estava sendo avaliada abasteceu em média 10 carros, 3 caminhonetes e 7 motos durante os 40 minutos de coleta.

Durante o momento da coleta foi observado que os frentistas do posto de combustível, não estavam utilizando nenhum tipo de Equipamento de Proteção Individual (EPI's), e a frentista que estava utilizando o equipamento para coletar os dados, durante o processo foi uma vez ao banheiro, como também consumiu comida e bebida na pista de abastecimento sem nenhum tipo de higienização pessoal antes de consumir o alimento ou beber água.

O local de trabalho onde foi realizado a avaliação é um ambiente aberto e ventilado e a forma de abastecimento nos veículos é realizada de forma alternada entre os frentistas, que espera por sua vez, sentado em uma cadeira mais ou menos 5 metros de distância do local de abastecimento.

Com relação aos equipamentos de proteção coletiva observou-se presença de extintores no ambiente e sinalização de segurança informando os efeitos nocivos do benzeno (Figura 3).

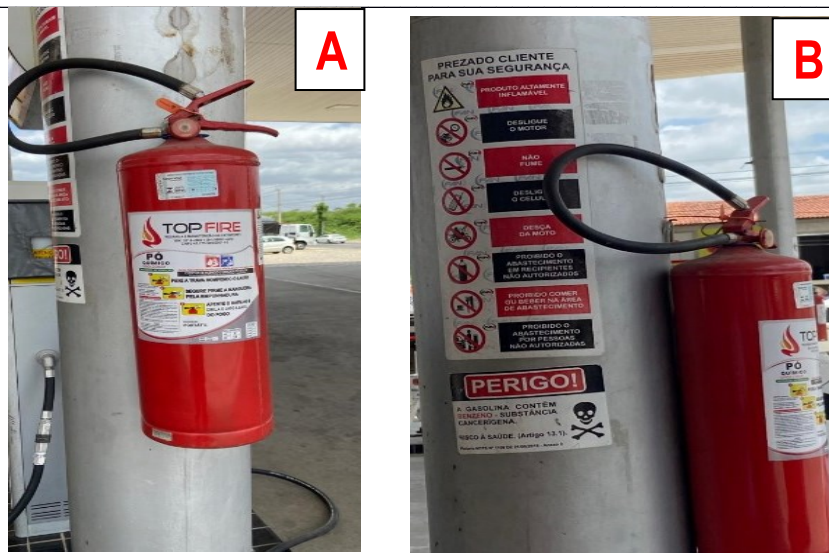


Figura 3. A - Extintor de incêndio; B - Informações sobre o benzeno. **Fonte:** Autoria própria (2022).

Os resultados obtidos e evidenciados no posto de revenda de combustíveis analisado na cidade de Mossoró/RN através das análises quantitativas do BTEX encontram-se no Quadro 2.

Agente Químico	Unidade	Limites de Exposição					LD (µg)	LQ (µg)	Valores da coleta (ppm)
		NR 15			ACGIH 2022				
		MP 8h	Teto	TWA	STEL	Ceiling			
Benzeno	ppm	-	-	0,5	2,5	-	0,0447	0,134	0,00583
Tolueno	ppm	78	-	20	-	-	0,035	0,1049	0,00387
Etilbenzeno	ppm	78	-	20	-	-	0,045	0,135	0,00432
Xileno, todos os isômeros	ppm	78	-	100	150	-	0,0572	0,1717	0,00549

Norma regulamentadora: NR; *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*: ACGIH; parte por milhão: ppm; média ponderada de 8 horas: MP 8h; média ponderada no tempo: TWA; Limite de exposição de curta duração: STEL; Limite de detecção: LD; Limite de quantificação: LQ; micrograma: μg .

Quadro 2. Limite de tolerância e valores da avaliação quantitativa do BTEX. **Fonte:** Autoria própria (2022).

Observa-se que os valores encontrados não apresentaram risco significativo, pois estão abaixo do limite de tolerância previsto no Anexo 11 da NR-15. Como foi uma coleta parcial e não integral foi utilizado uma vazão de 0,2 l/min no tempo de 40 minutos resultando na coleta de um volume de 8 l. Caso a avaliação fosse integral, de acordo com a norma de higiene ocupacional (NHO) era utilizado 70% do tempo que a norma recomenda da jornada de trabalho, que seria equivalente a 6 horas e 30 minutos com uma vazão de 0,02 l/min. Quando multiplicamos multiplicado pelo tempo em minutos a vazão detectada vai ser de 7,8 l.

Para encontrar a vazão que foi utilizada na coleta empregamos a seguinte Equação 1:

$$Q = v / t \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde,

Q: é a vazão dos gases analisados

v: é o volume do fluido analisado

t: é o período de tempo

Nesse caso, tem-se que $Q = 8 \text{ L} \times 40 \text{ min}$, o que equivale a $Q = 0,2 \text{ l/min}$,

Portanto, após os cálculos, foi utilizada a vazão de 0,2 l no tempo de 40 minutos.

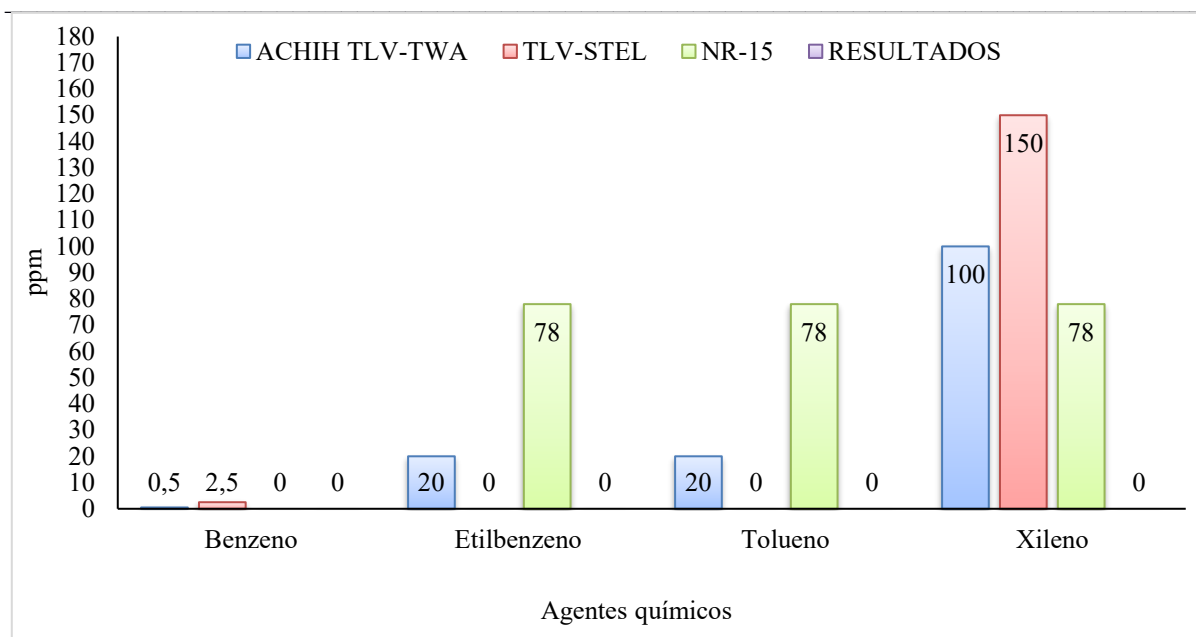


Figura 4. Resultado da análise quantitativa e respectivo limite de tolerância para o BTEX.

Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo as normas de medidas de proteção, os limites de tolerância para o benzeno de acordo com a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) é de TLV/TWA = 0,5 ppm, já no TLV-STEL o limite estabelecido é 2,5 ppm e na NR-15 não temos um limite de exposição ocupacional para o benzeno. Para o benzeno, o critério que existe é um enquadramento qualitativo a partir do anexo 13. Existe também o anexo 13A que trata do benzeno e traz um valor de referência tecnológica (VRT) para essa substância, porém esse anexo deixa claro que o VRT não é um limite de exposição ocupacional, ou seja, não temos LT para benzeno e o simples fato do trabalhador está exposto ao benzeno já caracteriza a atividade como insalubridade, pois o critério utilizado será o enquadramento qualitativo. Na avaliação qualitativa encontrou-se 0,00583 ppm para benzeno indicando que o simples fato desse agente está presente já caracteriza a atividade como insalubre.

Já para o etilbenzeno, a ACGIH determina que o TLV/TWA = 20 ppm e a NR-15 estabelece 78 ppm. Os valores da avaliação quantitativa de etilbenzeno foi de 0,00432 ppm, ou seja, o LT não foi ultrapassado para esse agente químico. Para o tolueno a ACGIH estabelece que o TLV/TWA = 20 ppm e a NR-15 determina o limite de 78 ppm. Encontrou na avaliação quantitativa 0,00387 ppm para tolueno, onde também não foi ultrapassado o LT para esse agente. Já para o xileno, a ACGIH estabelece o TLV/TWA = 100 ppm, TLV-STEL o limite estabelecido é 150 ppm e a NR-15 determina de 78 ppm. O resultado detectado na avaliação quantitativa foi inferior ao padrão estabelecidos pela Norma Regulamentadora (NR-15), onde os valores encontrados para o xileno foi de 0,00549 ppm.

Logo, foi comparado as normas citadas acima com a avaliação feita no presente estudo e observa-se que os valores obtidos na coleta foram inferiores ao nível de ação e o limite de tolerância estabelecidos nas normas da ACGIH e NR-15. Com a existência dos agentes químicos nos postos de revenda de combustíveis que atinge a saúde dos colaboradores que estão expostos a essas substâncias químicas, estes podem ser capazes de causar risco a saúde como por exemplo sonolências, enjoo, dores de cabeça, entre outros. Dentre esses agentes químicos que os frentistas estão expostos é especialmente o benzeno podemos gerar um câncer futuramente devido a sua exposição contínua (MORIYAMA et al., 2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a pesquisa realizada foi evidenciado que os agentes Etilbenzeno, Tolueno e Xileno, apresentaram concentrações abaixo do nível de ação e dos limites estabelecido no anexo nº 11 da NR-15, evidenciando que o posto de revenda de combustíveis está atendendo os requisitos dos agentes mencionados acima.

Diante da análise qualitativa realizada no ambiente de trabalho, identifica-se que nas bombas de abastecimento existem informações de segurança sobre a presença do benzeno e suas consequências, como também na avaliação quantitativa foi detectada presença de benzeno. Desta forma pode-se considerar que o frentista tem o direito ou benéfico do adicional de 40% de insalubridade sobre o salário-mínimo, em conformidade com o anexo 13-A da NR-15 ou optar pelo adicional de 30% de periculosidade sobre o salário base em conformidade com a NR-16, já que não existe LT para benzeno e a avaliação é apenas qualitativa.

Considerando a análise qualitativa realizada no posto de combustível, identifica-se que os frentistas estão diretamente em contato ao agente benzeno em forma de gases e vapores no decorrer da sua jornada, durante o abastecendo dos veículos.

Durante o momento da coleta foi observado comportamento dos frentistas do posto de combustível e foi notado que os trabalhadores não estavam utilizando nenhum tipo de Equipamento de Proteção Individual (EPI's). No decorrer da coleta verificou-se também o consumo de comidas e bebidas na pista de abastecimento sem nenhum tipo de higiene, sendo recomendado nesse estudo que seja feita orientações para os trabalhadores evitarem esse tipo de comportamento.

Para que futuramente o posto de combustível onde foi realizada a coleta não venha ter problemas trabalhistas com os seus funcionários é importante o proprietário orientar todos os colaboradores quanto ao uso obrigatório dos EPI's e citar possíveis riscos caso não seja utilizado. Como também aconselhar a higienização das mãos antes de consumir algum tipo de comida ou bebida e que seja consumido em um local apropriado e não na pista de abastecimento.

É interessante enfatizar que os resultados obtidos e analisado ao longo deste estudo devem ser consideráveis e não conclusivos, pois há uma necessidade de acompanhamento constante para que se tenha conclusões mais definitivas.

Algumas dificuldades surgiram no decorrer dessa pesquisa sendo uma delas a dificuldade de encontrar um posto de combustível que aceitasse a realização do estudo. Inclusive houve a situação de um posto aceitar a pesquisa e quando o equipamento já estava instalado no trabalhador, o dono pediu para retirar o equipamento porque não queria mais participar da pesquisa.

Sugere-se como trabalhos futuros, a quantificação de agentes químicos no etanol ou diesel; verificação dos EPI e EPC nos postos de combustíveis; verificar a melhor forma de manuseio, os riscos à saúde e ao meio ambiente dos produtos químicos utilizados nos postos de combustível com base nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQs), entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 42, n. 1, suppl, e8s, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/1005/100551217006/html/>. Acesso: 19 set. 2022.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Rio de Janeiro: ANP, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-contenido/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2018/anuario_2018.pdf. Acesso em: 10 set. 2022.

ARIAS, M. S.; REVILLA, J. L. G.; CARRECEDO, G. B.; GARLOBO, C. M. S. Álcool. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA-ABIPTI. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia**. Brasília-DF: IBIPTI, 1996. 466 p.

BRASIL. Instituto Nacional de Câncer (INCA). Ministério da Saúde. **Benzeno: o benzeno está entre os dez maiores problemas químicos para a saúde pública global, demandando medidas de prevenção à exposição a esse agente químico**. 2022. Publicado em 24/05/2022 e atualizado em 28/11/2022 pelo INCA. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/solventes/benzeno>. Acesso em: 29 nov. 2022.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DO RIO GRANDE DO NORTE. DETRAN/RN. **Distribuição da frota do rio Grande do Norte, segundo o tipo de veículo, Mossoró**. 2022. Disponível em: http://www2.detrان.rn.gov.br/externo/est_tipo.asp?codcidade=1759. Acesso em: 03 nov. 2022.

ESTADO DA BAHIA. Secretaria da Saúde do Estado da Bahia. Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde. Diretoria de Vigilância e Atenção à Saúde do Trabalhador. Centro Estadual de Referência em Saúde do Trabalhador. **Orientações técnicas para ações de vigilância de ambientes e processos de trabalho em postos de revenda de combustíveis, Bahia – SUS/Bahia**. Salvador: CESAT/DIVAST, 2014. 76 p. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/276618/>. Acesso em: 23 set. 2022.

FIGUEIREDO, V. O. **Avaliação da exposição ao benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) em trabalhadores expostos ocupacionalmente, no município do Rio de Janeiro**. 86 f. 2018. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/31148/ve_Victor_Oliva_ENSP_2018.pdf?sequence=2&isAllo wed=y. Acesso em: 11 set. 2022.

FINOTTI, A. R.; CAICEDO, N. O. L.; RODRIGUEZ, M. T. R. Contaminações subterrâneas com combustíveis derivados de petróleo: toxicidade e a legislação brasileira. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 2, p. 29-46, 2001. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east->

l.amazonaws.com/Sumarios/41/9c55a147f5f1c1d9795fe520cb219408_2e0e7ce0312b0face7862feeee2e08d0.pdf . Acesso em: 18 set. 2022.

GILLI, G.; SCURSATONE, E.; BONO, R. Geographical distribution of benzene in air in northwestern Italy and personal exposure. **Environ Health Perspect.**, v. 104, sup. 6, p. 1137-1140, 1996. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9118883/>. Acesso em: 14 nov. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICAS. **Cidades e Estados, Mossoró**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html>. Acesso em: 03 nov. 2022.

LOPES, C. R. S. **Riscos no trabalho em postos de combustíveis**. 2017. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em engenharia de segurança do trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/PR, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20205/1/LD_CEEST_V_2018_03.pdf. Acesso em: 10 set. 2022

MORIYAMA, I. N. H. Et al. Prevenção da exposição ocupacional ao benzeno em trabalhadores de postos de revenda de combustíveis: a experiência do estado do Espírito Santo. **RBSO - Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 42, suppl 1, e4s, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/SvHkDHCZxFTQq8KLGvjpHnz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 nov. 2022.

NERY JUNIOR, N.; NERY, R. M. A. **Leis civis comentadas e anotadas**. 5. ed. Revista dos Tribunais: São Paulo, 2019. Disponível em: <https://thomsonreuters.jusbrasil.com.br/doutrina/1153074667/leis-civis-comentadas-e-anotadas>. Acesso em: 30 set. 2022.

PÁDUA, Karina Maciel. Et al. Análise da exposição ocupacional aos combustíveis automotivos em frentistas de um posto de revenda de Luz-MG. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.8, p.81969-81988, aug., 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/34644>. Acesso em: 29 nov. 2022

PICELI, P. C. **Quantificação de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno no ar de ambientes ocupacionais**. 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102756/222152.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Acesso em: 19 set. 2022.

PROMATEC. **Riscos na saúde causados pelo tolueno**. Publicado em 27 de julho 2022. Disponível em: <https://www.promatecambiental.com.br/blog/riscos-na-saude-causados-pelo-tolueno/>. Acesso em: 18 set. 2022.

RINALDI, Alexandra. **Benzeno é tema de palestra na OAB**. 2022. Publicado em 08/09/2019 e atualizado em 17/08/2022 por Fundacentro/ACS. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/comunicacao/noticias/noticias/2019/8/benzeno-e-tema-de-palestra-na-oab>. Acesso em: 29 nov. 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**. 211 f. 2011. Tese (Doutorado em engenharia civil-saneamento ambiental) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/2188/1/2011_tese_fwsousa.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

UOL. **Brasil bate recorde de comercialização de combustíveis em 2021**. 2022. Disponível em: https://cultura.uol.com.br/noticias/46457_brasil-bate-recorde-de-comercializacao-de-combustiveis-em-2021.html. Acesso em: 02 nov. 2022.