

## Avaliação da exposição ocupacional de trabalhadores frentistas de postos de combustíveis utilizando como biomarcadores celulares frequência de micronúcleos e alterações citogenéticas

O objetivo deste estudo foi identificar os principais distúrbios fisiológicos, relacionados à atividade laboral de trabalhadores expostos aos compostos BTEX (Benzeno, Tolueno, Etil Benzeno e Xileno) e os danos genéticos causados em função do grau de exposição, assim como, a intercorrelação desses, com as características sociodemográficas dos trabalhadores de postos de combustíveis de Ji-Paraná/RO. O estudo foi realizado com um grupo de 120 voluntários, sendo formado por 80 trabalhadores de postos de combustíveis e 40 indivíduos que não executam a mesma função, considerados como grupo controle. As características sociodemográficas dos indivíduos do estudo foram obtidas por meio da aplicação de um questionário semiestruturado. Após, esses, foram divididos em 3 grupos para a coleta de amostras da mucosa oral e análise citológica. O grupo 1 (GE1) composto por 40 trabalhadores expostos aos BTEX e usuários de bebida alcoólica e tabagistas; o grupo 2 (GE2) formado por indivíduos exposto, com igual número de trabalhadores, e não usuários de bebidas alcoólicas e tabagista. Esses grupos também foram subdividido por idade. O grupo três (GC) foi considerado como testemunha. Os resultados das análises citológicas da presença de micronúcleos e anormalidades celulares (cariorrêxe, binucleação, brotamento e apoptose), demonstram que os indivíduos dos grupos expostos apresentam maior prevalência de danos genéticos e anormalidades celulares em comparação ao grupo controle, além de que, os indivíduos de faixa etária entre 26 a 55 anos apresentaram maior frequência de micronúcleos. Observou-se ainda que quanto maior for o tempo de exposição aos combustíveis, maior é a incidência dos sinais clínicos e danos genéticos as células da mucosa oral.

**Palavras-chave:** Derivados de petróleo; Micronúcleos; Alterações nucleares.

## Evaluation of occupational exposure of gas station workers using micronucleus frequency and cytogenetic changes as cellular biomarkers

The aim of this study was to identify the sociodemographic characteristics of gas station workers in Ji-Paraná/RO, as well as the main physiological disorders related to work activities and their correlation with genetic damage depending on the degree of exposure of these workers. It has been seen that the compounds of the BTEX group (Benzene, Toluene, Ethyl Benzene and Xylene), present in petroleum products, are known as major depressants of human health. The study was carried out with a group of 120 volunteers, consisting of 80 gas station workers and 40 individuals who do not perform the same function, considered as a control group. For the collection of samples of the oral mucosa and cytological analysis, the volunteers were divided into 3 groups, 2 exposed groups and a control group, and one (01) exposed group was composed of 40 workers with habits of consuming alcoholic beverages; and the second group (02) of exposed individuals, with an equal number of workers, who do not have the habit of consuming alcoholic beverages and the control group for 40 people who do not work as a gas station attendant, and are not alcoholic drinkers. Analyses of the presence of micronuclei and cellular abnormalities such as cariorrêxe, binucleation, budding and apoptosis, show that the individuals in the exposed groups have a higher prevalence of genetic damage and cellular abnormalities in relation to the control group, in addition, it was possible to observe that individuals in the aged between 26 and 55 years old presented a higher frequency of damages when compared to those between 18 and 25 years old. It was also observed that the longer the exposure time to fuels, the greater the incidence of genetic damage in the cells of the oral mucosa.

**Keywords:** Petroleum derivatives; Micronuclei; Nuclear alterations.

Topic: **Epidemiologia e Saúde Ambiental**

Received: **02/01/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Approved: **25/01/2021**

**Bianka Raiany Silva**   
Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2530952494447604>  
<http://orcid.org/0000-0002-6313-2559>  
[raianybianka@gmail.com](mailto:raianybianka@gmail.com)

**Elaine Scheidegger Castro**   
Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1053425307288101>  
<http://orcid.org/0000-0001-7067-4033>  
[elainescheidegger41@gmail.com](mailto:elainescheidegger41@gmail.com)

**Francisco Carlos da Silva**   
Universidade Federal de Rondônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9667310688430214>  
<http://orcid.org/0000-0003-4105-3806>  
[fcbsciences@gmail.com](mailto:fcbsciences@gmail.com)

**Wesley Pimenta Cândido**   
Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3485940293168309>  
<http://orcid.org/0000-0002-7039-6237>  
[wesley.candido@saolucas.edu.br](mailto:wesley.candido@saolucas.edu.br)

**Mayra Meneguelli**   
Universidade Federal de Rondônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3416800480521808>  
<http://orcid.org/0000-0002-6369-958X>  
[mayrameneguelli@gmail.com](mailto:mayrameneguelli@gmail.com)

**Marcela Miller Rodrigues da Silva**   
Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4217652457529861>  
[marcelamiller03@gmail.com](mailto:marcelamiller03@gmail.com)

**Sandro Vargas Schons**   
Universidade Federal de Rondônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2469714239413847>  
<http://orcid.org/0000-0001-9811-5356>  
[sandroschons@unir.br](mailto:sandroschons@unir.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.001.0013

### Referencing this:

SILVA, B. R.; CÂNDIDO, W. P.; SILVA, M. M. R.; CASTRO, E. S.; MENEGUELLI, M.; SCHONS, S. V.; SILVA, F. C. Avaliação da exposição ocupacional de trabalhadores frentistas de postos de combustíveis utilizando como biomarcadores celulares frequência de micronúcleos e alterações citogenéticas. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.1, p.153-160, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.001.0013>

## **INTRODUÇÃO**

Solvente orgânico é a designação genérica dada a um grupo de substâncias químicas orgânicas que apresentam maior ou menor grau de volatilidade e lipossolubilidade (RABELO et al., 2017). Esses solventes líquidos são derivados do petróleo bruto, e produzidos principalmente por destilação de matérias-primas de petróleo ou seus análogos sintéticos, às vezes seguidos por etapas adicionais do processamento, tais como a extração do solvente, hidrodessulfuração ou hidrogenação (AMORIM, 2003). O uso desses compostos teve crescimento proporcional ao uso de petróleo em indústrias petroquímica e química, sendo esses, utilizados na cadeia produtiva de inúmeros produtos, como; agrotóxicos, fertilizantes, medicamentos, fibras sintéticas, plásticos, etc. (BRASIL, 2006). Além dos derivados do petróleo, também são encontrados os compostos BTEX (benzeno, tolueno, etileno e xileno), os quais são compostos aromáticos, estáveis em suas ligações químicas e mais prejudiciais à saúde humana. Os BTEX são potentes depressores do sistema nervoso central (SNC) e podem causar toxicidade crônica quando absorvidos em pequenas frações por longos períodos (RABELO et al., 2017; AMORIM, 2003).

Dentre esses compostos aromáticos, o benzeno é um dos principais contaminantes que afetam diretamente a saúde dos trabalhadores de postos revendedores de combustíveis (PRC's) (D'ALASCIO et al., 2014; KEENAN et al., 2010). A maior vulnerabilidade desses indivíduos, deve-se a exposição contínua do ar contaminado com tais resíduos químicos, que podem ser inalados durante atividade laboral diária. Além de que, muitas vezes esses não conhecem o risco da exposição a tais compostos orgânicos voláteis, presentes nos combustíveis fósseis (D'ALASCIO et al., 2014). A inalação de altas concentrações de vapores de gasolina pode comprometer a saúde física, bem como causar alterações no material genético, pois esses compostos podem produzir tanto alterações cromossômicas estruturais como numéricas, dentre tais alterações cromossômicas são citadas a presença de micronúcleos (BASTOS-AIRES et al., 2012).

Dentre os ensaios de avaliação de genotoxicidade descritos na literatura e empregados na avaliação de exposições ocupacionais e ambientais, como é o caso da exposição ao benzeno e vapores em postos de gasolina, são: ensaio cometa, micronúcleo, aberrações cromossômicas e formação de adutos, que, em conjunto com os ensaios utilizados para avaliação de indicadores de estresse oxidativo e polimorfismos, permitem avaliar os efeitos de exposições sofridas pelo material genético. O Micronúcleo é um biomarcador mais utilizado e possibilita observar as lesões cromossômicas oriundas dessas ações genotóxicas (KEENAN et al., 2010). Com base no exposto, o objetivo deste estudo foi identificar as características sociodemográficas dos trabalhadores de postos de combustíveis de Ji-Paraná/RO, bem como, os principais distúrbios fisiológicos relacionados às atividades laborais e a correlação desses aos danos genéticos em função do grau de exposição destes trabalhadores.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Realizaram-se visitas a postos de combustíveis do município Ji-Paraná/RO, durante o período de março a abril de 2018, para aplicação de um questionário semiestruturado. Para tal utilizou-se uma amostra

randômica composta de 120 indivíduos, de ambos os sexos, sendo formada por 80 trabalhadores de postos de combustíveis, que mantém contato com produtos da petroquímica e 40 indivíduos que não executam a mesma função (não-expostos a produtos da petroquímica), e esses, foram considerados como grupo controle. Os questionários semiestruturados eram formados por questões relacionadas a idade, sexo, hábito tabagista, consumo de bebida alcoólica, tempo de exposição a produtos petroquímicos, uso de equipamento de proteção individual (EPI) e a realização de curso preparatório para frentistas. Além de questões relacionadas a saúde durante as atividades. Realizou-se também, a coleta de material esfoliativo da mucosa bucal, na clínica escola do Centro Educacional Luterano de Ji-Paraná (CEULJI-ULBRA), de todos os indivíduos do estudo.

A pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em pesquisa do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA), com o número de protocolo 2.589.681 e realizado de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os indivíduos que participaram da pesquisa foram informados dos objetivos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

A partir dos dados coletados durante as entrevistas, os indivíduos foram divididos em seis (6) grupos. GE1-1: indivíduos expostos a produtos petroquímicos, fumantes ou consumidores de bebida alcoólica com idade de 18-25 anos; GE1-2: expostos a produtos petroquímicos, fumantes ou consumidores de bebida alcoólica com idade de 26-55 anos; GE2-1: expostos a produtos petroquímicos e não usuários de bebidas alcoólicas e fumantes com idade de 18-25 anos; GE2-2: expostos a produtos petroquímicos e não usuários de bebidas alcoólicas e fumantes com idade de 26-55 anos; GC-1: indivíduos não expostos a produtos petroquímicos sem hábito tabagista e de bebida alcoólica com idade de 18 a 25 anos e GC-2: indivíduos não expostos a produtos petroquímicos sem hábito tabagista e de bebida alcoólica com idade de 26 a 55 anos.

Quanto ao tempo de exposição as amostras foram divididas em quatro (4) grupos. GE1-1: indivíduos expostos a menos de 3 anos a produtos petroquímicos, fumantes ou consumidores de bebida alcoólica; GE1-2: indivíduos expostos a mais de 3 anos a produtos petroquímicos, fumantes ou consumidores de bebida; GE2-1 indivíduos expostos a menos de 3 anos a produtos petroquímicos, não fumantes e não usuários de bebidas alcoólicas; GE2-2: indivíduos expostos a mais de 3 anos a produtos petroquímicos, não fumantes e não usuários de bebidas alcoólicas.

O material biológico para análises citogenéticas foi adquirido a partir de esfoliação da mucosa oral realizada com auxílio de uma escova de cytobrush, coletando amostras do epitélio jugal direito e esquerdo e das bordas da língua, após remover o material bruto com enxágue bucal com água. A coleta, fixação e coloração de células da mucosa oral foram realizadas conforme o protocolo descrito por Thomas et al. (2009), com modificações.

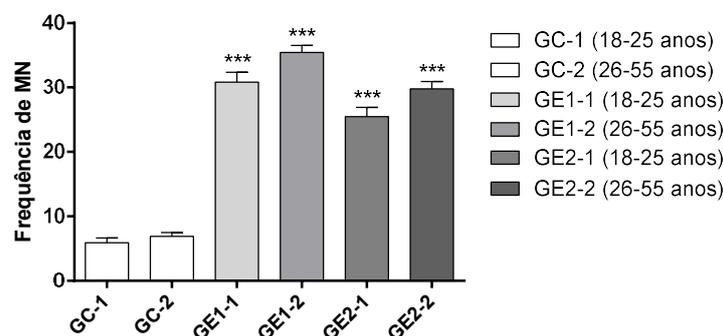
As amostras coletadas foram depositadas e transportadas em tubos Falcon de 15mL com solução tampão Tris-HCl pH 6,8 (0,01 M Tris-HCl (Merck), 0,1 M EDTA tetrassódico (Vetec), 0,02 M cloreto de sódio (Merck) e processadas no laboratório de Biologia Molecular do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná

(CEULJI-ULBRA). Inicialmente, as amostras foram levadas ao vórtex a 1000 RPM por 1 minuto para homogeneização e retirada à escova de Cytobrush e, após centrifugadas a 1000 RPM por 10 minutos, desprezado o sobrenadante e adicionado 4 ml de solução tampão, sendo repetido por duas (02) vezes. Logo após foi adicionado à solução fixadora de Metanol e Ácido acético 3:1 e deixado a 10°C na geladeira por 16 horas e em seguida, centrifugado e desprezado o sobrenadante, tendo resultado pellets. Os pellets, então foram homogeneizados com o auxílio de uma pipeta graduada, e 40µl foram fixados em lâminas histológicas através da secagem em temperatura ambiente por 30 min, e posterior imersão em metanol a 80%. As lâminas foram confeccionadas em duplicata e coradas com Kit Panótico Rápido LB (MENEGUETTI et al., 2012).

As lâminas citológicas foram analisadas com microscópio óptico com iluminação simples utilizando as objetivas de 40X e 100X. Utilizou-se na análise e contagem de células o protocolo de Thomas et al. (2009). Portanto, além dos micronúcleos também foram computadas alterações nucleares caracterizadas por cariorréxe, binucleação, brotamento e apoptose, cariorrêxis, das amostras coletadas dos indivíduos dos grupos. Os dados foram analisados com base em gráficos elaborados no software Graph Pad Prism 7.01 (San Diego, CA, EUA). A análise estatística foi realizada com (Oneway ANOVA) seguida do teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os grupos de indivíduos expostos aos produtos petroquímicos, independentemente, da idade, do hábito de fumar e/ou consumidor bebidas alcoólica, apresentaram aumento significativo da frequência de micronúcleo em comparação com o grupo controle não expostos a produtos petroquímicos ( $p < 0,001$ ) (Figura 1). Da mesma forma, os indivíduos expostos aos derivados de petróleo, apresentaram maior número de anormalidades celulares em comparação aos indivíduos não expostos ( $p < 0,001$ ) (figura 1). Estes resultados corroboram com os dados observados em estudos realizados por Andreoli et al. (1997) e Lacerda et al. (2015).



**Figura 1:** Frequência de micronúcleos (MN) em células de mucosa oral (para cada 2000 células analisadas) de trabalhadores de postos de revenda de combustíveis, tendo como variável a faixa etária. \*\*\*  $p < 0,001$  representa o nível de significância em comparação ao GC-1 e GC-2, respectivamente (teste ANOVA, Tukey).

Para Bonassi et al. (2003), a maior ocorrência de micronúcleos em indivíduos expostos a gasolina pode está diretamente relacionada ao dano cromossômico causado pela exposição a agentes mutagênicos, defeito no processo mitótico ou falha no reparo do DNA, pela associação positiva entre o agente mutagênico

e os danos causados no DNA. Conforme a Instrução normativa nº 2 de 20 de dezembro de 1995, o benzeno, presente na gasolina, é uma substância reconhecidamente carcinogênica e causa clinicamente a síndrome benzenismo, caracterizada por alterações no sistema nervoso central, hematopoiético, imunológico e principalmente citogenéticos e anormalidades celulares, sendo estas duas últimas alterações, observadas na população investigada neste estudo (Tabela 1)

**Tabela 1:** Frequência de formação de anormalidades em células de mucosa oral (para cada 2000 células analisadas) de trabalhadores de postos de revenda de combustível.

Anormalidade Nuclear	Grupo Controle	Grupo Exposto
	Anormalidades em 2000 Cel Mean ± SD	Anormalidades em 2000 Cel Mean ± SD
Cariorréxe	1,94±1,98	11,72±4,07***
Binucleação	1,61±1,68	6,27±2,65***
Brotamento	0,16±0,38	3,44±3,05***
Apoptose	3,83±3,01	8,16±4,92***

Significativo em relação ao Grupo Controle: \*\*\* p < 0.001 (Mann-Whitney U-test).

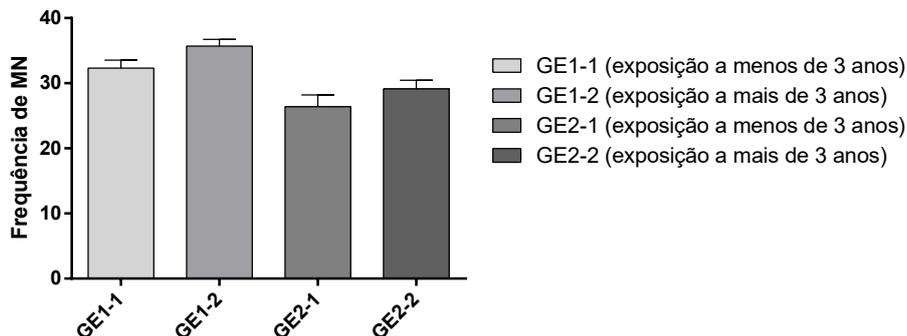
Em síntese, o benzeno pode ser absorvido pelo corpo através da inalação, contato dérmico e ingestão acidental, e rapidamente distribuído pela circulação sanguínea, sendo metabolizado primeiramente no fígado (metabolização primária) e na medula óssea (metabolização secundária) e posteriormente os resíduos são eliminados na urina. Contudo, a via inalatória é a principal forma de contaminação e de eliminação do benzeno não metabolizado, por meio da expiração (SMITH et al., 2011).

De forma geral, o uso de equipamento de proteção individual (EPIs) é a principal forma de proteção a intoxicação pelo benzeno, e o seu uso foi relatado por 86,25% dos trabalhadores entrevistados (Tabela 2). Esses resultados divergem do observado em outros levantamentos, que demonstraram baixa utilização de EPIs (THOMAS et al., 2009; SCHNEIDER, 2005; VENÂNCIO et al., 2008). No entanto, quando observado a utilização de luvas e mascaras pelos trabalhadores entrevistados neste estudo, observou-se que esses itens não são utilizados como medidas de proteção (Tabela 2). De acordo com Andrade et al. (2016) os principais riscos a exposição dos frentistas são devido a inalação e contato com a pele. A ausência do uso de EPIs favorece o maior contato com os compostos, durante o manuseio, e a ocorrência de danos genéticos (MARQUES, 2011).

Da mesma forma, tais substâncias são fatores de risco para o desenvolvimento de câncer de boca (BALLESTRERI, 2017), principalmente como indutores ou promotores associados a infecções virais como; Papilomavírus humano, Herpes tipo 6 (HSV), vírus do Epstein-Barr (EBV) e citomegalovírus (BRASIL, 2006).

Em relação ao tempo de exposição ocupacional, verificou-se que o maior número de trabalhadores (62,5 %) permanece expostos aos derivados do petróleo em períodos de 9 a 12 horas ao dia e 68,75 % desempenha a mesma função a (03) anos (Tabela 2). Testes para avaliar a ocorrência de micronúcleos são largamente utilizados em estudos de exposição a vapores de gasolina, e demonstram uma relação direta entre o tempo de exposição com a frequência de micronúcleos (LACERDA et al., 2015). No presente estudo não foram observadas diferença significativa entre o número de micronúcleos e o tempo de exposição (Figura 2). Embora, a frequência de MN foi maior nos grupos de indivíduos que fazem uso do tabaco e/ou bebidas alcoólicas (GE1-1 e GE1-2) em comparação com os demais grupos. Gopal et al. (2018) também observaram

maior incidência de MN em células da mucosa bucal em indivíduos que fazem uso de tabaco, e sua incidência está de acordo a duração e frequência do uso.



**Figura 2:** Frequência de micronúcleos (MN) em células de mucosa oral (para cada 2000 células analisadas) de trabalhadores de postos de revenda de combustíveis, tendo como variável o tempo de trabalho (teste ANOVA, Tukey).

**Tabela 2:** Caracterização sociodemográfica comparativa de frentistas de postos de combustíveis entre o grupo exposto 1 (GE1) e do grupo exposto 2 (GE2) do município de Ji-Paraná – RO, 2018.

VARIÁVEIS	POPULAÇÃO n=80	(%)	GE1 n=40 (%)	GE2 n=40 (%)
<b>Sexo</b>				
Masculino	39	48,75	50	60
Feminino	41	51,25	50	40
<b>Faixa etária</b>				
18- 25	39	48,75	55	42,5
26-55	41	51,25	45	57,5
<b>Fumantes</b>				
Sim	25	31,25	25	-
Não	55	68,75	75	-
<b>Usuários de bebidas alcoólicas</b>				
Sim	40	50	87,5	-
Não	40	50	12,5	-
<b>Tempo de trabalho na área</b>				
≤ 3 anos	55	68,75	52,5	60
> 3 anos	25	31,25	47,5	40
<b>Tempo de trabalho diário (horas)</b>				
06 – 08	30	37,5	57,5	62,5
09 – 12	50	62,5	42,5	37,5
<b>Treinamento de Segurança</b>				
Sim	60	75	95	77,5
Não	20	25	5	22,5
<b>Uso de EPI</b>				
<b>Sim</b>	69	86,25	75	70
<b>Não</b>	11	13,75	25	30
Bota	69	86,25	85	70
Uniforme	21	26,25	57,5	37,5
Máscara	-	-	-	-
Protetor Solar	25	31,25	60	45
Protetor térmico	5	6,25	-	-
Boné	20	25	47,5	27,5
Luva	-	-	-	-
<b>Desconforto ao usar EPI</b>				
Sim	30	37,50	35	40
Não	50	62,50	57,5	67,5

No que concernem aos agravos a saúde devido à exposição ocupacional, verificou-se que (35) 43,75 % dos entrevistados relataram apresentar dermatites recorrentes e (30) 37,50 % cefaleia, seguido de náuseas (20) 25 %, tontura (12) 15% e irritação na garganta (6) 7,50 % (Tabela 2). Trabalhadores expostos aos

derivados do petróleo podem apresentar sintomas neurológicos como tontura, sonolência, dor de cabeça e perda da consciência, assim como, a ingestão de grandes quantidades de vapores de benzeno pode resultar em irritações na garganta, vômito, tontura e convulsões (JURAS, 2005).

Além de que, neste estudo foram observados sinais clínicos sugestivos de intoxicação crônica, como a mialgia (20) 25%, zumbido (10) 12,50% e alterações na memória (10) 12,50%. Estudos demonstram que tais sintomas estão relacionados a intoxicação prolongado por BTEX em diferentes ambientes de trabalho, além da associação da exposição alguns tipos de neoplasias (TUNSARINGKARN et al., 2012; MASEKAMENI et al., 2019; MORADI et al., 2019).

**Tabela 2:** Comparativo sobre os sintomas relacionados ao cargo de frentistas, entre os grupos expostos GE1 e GE2 no Município de Ji-Paraná – RO.

SINTOMAS	POPULAÇÃO n= 80	(%)	GE1 n=40 (%)	GE2 n=40 (%)
Afastamento do trabalho	8	10	15	5
Problemas respiratórios	7	8,75	7,50	10
Náuseas	20	25	37,50	12,50
Tontura	12	15	15	15
Irritação na garganta	6	7,50	7,50	7,50
Dores lombares	15	18,75	17,50	20
Dermatite	35	43,75	15	10
Cefaleia	30	37,50	35	40
Alterações na memória	10	12,50	12,50	12,50
Zumbido	10	12,50	12,50	12,50
Mialgia	20	25	25	25

## CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstram forte correlação entre hábitos ocupacionais e a utilização incorreta de EPIs por trabalhadores de postos de revenda de combustíveis, além disso, foram registrados relatos de sintomas de intoxicação provocados, provavelmente pelo contato com os derivados de petróleo. Os dados indicam ainda que existe associação significativa entre o hábito tabagista, consumo de álcool e a exposição aos derivados de petróleo em relação a alterações citogenéticas, indicadoras de genotoxicidade. Considerando que o teste do micronúcleo em células de mucosa oral é amplamente aplicado, acessível, rápido e indolor, mais estudos podem ser realizados para melhor compreensão sobre a genotoxicidade provocada pelos derivados de petróleo.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro à pesquisa através da bolsa de iniciação científica (PIBIC), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Apoio à Pesquisa (PAP/UniSL), do Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, L. C. A.. O uso de biomarcadores na avaliação da exposição ocupacional a substâncias químicas. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, Belo Horizonte, v.1, n.2, p.124-132, 2003.

ANDRADE, L. N.; BESSA, E. F. A.; OLIVEIRA, N. B.; SARAIVA, T. T. S.; JUNIOR, A. M. S.. A emissão de benzeno: um estudo de caso sobre a conformidade nos postos de revenda de combustíveis na cidade de Pau dos Ferros/RN. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 4. **Anais**. 2016.

ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; DOMASZAK, S. C.. Proposta preliminar de regulamentação para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto no Paraná. **Sanare**, Curitiba, v.7, n.7, p.53-60, 1997.

BALLESTRERI, E.. Teste de micronúcleos como ferramenta para avaliação da exposição ocupacional a pesticidas: revisão. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v.10, n.1, 2017.

BASTOS-AIRES, D.; PEREIRA, M. L.; PEREZ-MONGIOVI, D.; TEIXEIRA, A.. Estudo preliminar dos tipos celulares da mucosa oral em pacientes com doença periodontal. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, v.53, n.2, p.99-102, 2012.

BONASSI, S.; NERI, M.; LANDO, C.; CEPPI, M.; LIN, Y.; CHANG, W. P.; HOLLAND, N.; KIRSCH-VOLDERS, M.; ZEIGER, E.; FENECH, M.. Effect of smoking habit on the frequency of micronuclei in human lymphocytes: results from the Human MicroNucleus project. **Mutation Research**, v.543 p.155-166, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(03\)00013-9](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(03)00013-9)

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Risco químico: atenção à saúde dos trabalhadores expostos ao benzeno**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

D'ALASCIO, R. G.; MENEGALI, M.; BORNELLI, A. S.; MAGAJEWSKI, F.. Sintomas relacionados à exposição ocupacional ao benzeno e hábitos ocupacionais em trabalhadores de postos de revenda de combustíveis a varejo na região sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, Belo Horizonte, v.12, n.1, p.21-29, 2014.

GOPAL, K. S.; PADMA, M.. Evaluation of cytogenic damage in the form of micronuclei in oral exfoliated buccal cells in tobacco users. **Indian Journal of Dental Research**, v.29, n.6, p.773-80, 2018.

JURAS, I. D. A. G. M.. **Impacto à saúde e ao meio ambiente do aumento irregular de solventes na gasolina**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2005.

KEENAN, J. J.; GALBRAITH, D.; GAFFNEY, S. H.; BEATTY.. Gasoline: A complex chemical mixture, or a dangerous vehicle for benzene exposure? **Chemico-Biological Interactions**, v.184, n.1, p.2935, 2010.

LACERDA, L. P.; DANTAS, E. B. S.; CERQUEIRA, G. S.; PERON, A. P.; SOUSA, J. M. C.. Occupational toxicology study emphasizing the citotoxic and mutagenic activity among workers exposed to gasoline. **Biotemas**, v.28, n.3, p.135-41, 2015.

MARQUES, T. B.. **Caracterização do risco ocupacional em frentistas da cidade de Campina Grande-PB**. Monografia (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

MASEKAMENI, M. D.; MOOLLA, R.; GULUMIAN, M.; BROUWER, D.. Risk assessment of benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene concentrations from the combustion of coal in a controlled laboratory environment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.16, n.1, p.95, 2019.

MENEQUETTI, D. U.; SILVA, F. C.; ZAN, R. A.; RAMOS, L. J.. Adaptation of the micronucleus technique in *Allium cepa*, for mutagenicity analysis of the Jamari river valley, western Amazon, Brazil. **Environmental Analytical Toxicol**, v.2, n.127, 2012.

MORADI, M.; HOPKE, P.; HADEI, M.; ESLAMI, A.; RASTKARI, N.; NAGHDALI, Z.; SHAHSAVANI, A.. Exposure to BTEX in beauty salons: biomonitoring, urinary excretion, clinical symptoms, and health risk assessments. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.191, n.5, p.286, 2019.

RABELO, A. C.; CARVALHO, A. C.; CASTRO, A. C.; OLIVEIRA, S. D. G.; CARVALHO, T. R. F.; FIGUEIRA, G. C. O.. Avaliação toxicológica de frentistas expostos diretamente a combustíveis automotivos da cidade de Lagoa da Prata/MG. **Revista Acadêmica Conecta FASF**, v.1, n.2, 2017.

SCHNEIDER, M. R.. **Intemperismo de fontes de contaminação em aquíferos impactados por derramamentos de gasolina e álcool e a influência sobre o risco à saúde humana**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SMITH, M. T.; ZHANG, L.; MCHALE, C. M.; SKIBOLA, C. F.; RAPPAPORT, S. M.. Benzene, the exposome and future investigations of leukemia etiology. **Chemico-Biological Interactions**, v.192, n.1-2, p.155-9, 2011.

THOMAS, P.; HOLLAND, N.; BOLOGNESI, C.; KIRSCH-VOLDERS, M.; BONASSI, S.; ZEIGER, E.; KNASMUELLER, S.; FENECH, M.. Buccal micronucleus cytomeassay. **Nature Protocols**, v.4, n.6, p.825-37, 2009.

TUNSARINGKARN, T.; SIRIWONG, W.; RUNGSYOTHIN, A.; NOPPARATBUNDIT, S.. Occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds in Bangkok, Thailand. **Int. J. Occup. Environ. Med.**, v.3, n.3, p.117-25, 2012.

VENÂNCIO, T. L.; VIDAL, C. M. S.; MOISA, R. S.. Avaliação de percepção da importância da gestão ambiental em postos de combustíveis localizados na cidade de Irati, Paraná. **Ambiência**, v.4, n.3, p.397-417, 2008.