

Avaliação dos efeitos biológicos da exposição a toxicantes em trabalhadores de uma metalúrgica de Caxias do Sul, RS

Assessment of the biological effects of exposure to toxicants among workers at a metallurgical company in Caxias do Sul, RS, Brazil

Viviane Sesti Macedo¹, Karen Olivia Bazzo¹, Liziane Bertotti Crippa¹

RESUMO | **Introdução:** Metalúrgicos compõem uma população de risco pela sua exposição ocupacional a toxicantes, como metais pesados, gases, hidrocarbonetos aromáticos e silicato. **Objetivo:** Avaliar a existência de efeitos biológicos em trabalhadores expostos a toxicantes de vários setores de uma metalúrgica de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. **Método:** Foi realizado um estudo transversal com 31 trabalhadores de 10 setores em que foi aplicado um questionário sobre hábitos ocupacionais e de vida. Exames hematológicos e toxicológicos foram comparados com os resultados do questionário. **Resultados:** 19,4% (n=6) dos trabalhadores não usaram todos os equipamentos de proteção individual (EPIs). Foi possível observar diminuição dos parâmetros do eritrograma e alterações na série branca, como leucocitose, neutrofilia e eosinofilia, e no chumbo sérico. Evidenciaram-se valores diminuídos na série vermelha e leucocitose dos trabalhadores que não faziam uso adequado dos EPIs. Quando avaliado o setor de trabalho, pôde-se evidenciar as seguintes associações significativas: fumantes e neutrofilia (p=0,000); setor da moldagem e leucocitose (p=0,023) e eosinofilia (p=0,007); mais de 10 anos de trabalho e leucocitose (p=0,008). **Conclusões:** Os dados sugerem que o tempo de trabalho, o tipo de exposição e o uso de EPIs podem alterar exames laboratoriais.

Palavras-chave | exposição ocupacional; investigação laboratorial; equipamento de proteção individual; indústria metalúrgica.

ABSTRACT | **Background:** Metallurgical workers are a high-risk population as a function of their occupational exposure to toxicants, such as heavy metals, aromatic hydrocarbons and silicate. **Objective:** To investigate the occurrence of biological effects among workers exposed to toxicants in various areas of a metallurgical company in Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil. **Methods:** Cross-sectional study with 31 workers from 10 areas who responded a questionnaire on occupational and lifestyle habits. Blood and toxicology tests were compared to the questionnaire results. **Results:** About 19.4% (n=6) of the sample did not use all the required personal protective equipment (PPE). Reduction of red blood cell parameters and leukocyte abnormalities were found, including leukocytosis, neutrophilia and eosinophilia, as well as in the blood lead levels. The following significant associations were found on analysis per work area: smoking and neutrophilia (p=0.000); work in the mold section and leukocytosis (p=0.023) and eosinophilia (p=0.007); and more than 10 years of work and leukocytosis (p=0.008). **Conclusions:** The data suggest that length of work, type of exposure and use of PPE might cause changes in the results of laboratory tests.

Keywords | occupational exposure; laboratory research; personal protective equipment; metallurgy.

¹Curso de Biomedicina, Centro Universitário da Serra Gaúcha - Caxias do Sul (RS), Brasil.

DOI: 10.5327/Z1679443520180114

INTRODUÇÃO

A cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, adaptou-se à expansão industrial e é sede de grandes indústrias, como, por exemplo, as metalúrgicas, que correspondem a uma fração significativa dos produtos da manufatura local¹. Os trabalhadores dessa área constituem uma população de risco, pois são indivíduos que, mesmo com o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), são expostos a determinados agentes, principalmente aos físicos (fornos de fundição, por exemplo) e químicos (fumos metálicos e demais partículas suspensas no ar, como sílica e carvão), sendo assim mais susceptíveis a danos e mais propensos ao desenvolvimento de patologias^{2,3}.

Entre os compostos químicos citados, no contexto de uma metalúrgica específica para fundição, por exemplo, há os metais pesados (como o chumbo, níquel, cobre e estanho) e poluentes orgânicos (dioxinas, monóxido de carbono e outros gases, oriundos dos fumos da fundição de metais com o ferro, hidrocarbonetos aromáticos — como o xileno, benzeno, tolueno e etilbenzeno — e o negro de fumo — fuligem do processo de pintura de peças) e ainda, outros compostos, como o silicato e o carvão em pó, advindos de setores como os de moldagem e rebarbação de peças metalúrgicas³⁻⁶. Em 2014, esses compostos foram atestados como potenciais toxicantes pelo Ministério do Trabalho e Emprego, o qual reconheceu como alguns dos carcinogênicos (entre os citados) os compostos de cromo (VI) e de níquel, a fuligem, a exposição aos fumos da fundição de ferro, a sílica cristalina, o benzeno, bem como outros poluentes do ar; também, o chumbo inorgânico foi apontado como provável carcinogênico, e o chumbo, o etilbenzeno e o negro de fumo foram indicados como possíveis carcinogênicos⁷.

A exposição diária dos trabalhadores aos toxicantes citados pode gerar diversos danos agudos e/ou crônicos, cujos efeitos no organismo variam conforme a idade, o gênero, o histórico patológico, as exposições anteriores, os níveis atuais de exposição e o uso dos EPIs⁸. Entretanto, apesar de esses equipamentos conferirem ao trabalhador uma relativa proteção contra agentes químicos, é reconhecida a potencial toxicidade mesmo com o emprego correto de proteção³. Além disso, no ambiente de trabalho, é muito comum a ocorrência de trabalhadores que não usam os equipamentos, seja por

descuido, por falta de conhecimento sobre os verdadeiros riscos aos quais eles são expostos, por desconforto, por falta de treinamento e incentivo do empregador ou, ainda, pela inexistência de condições oferecidas pelas empresas⁹. Nesse contexto, a toxicologia ocupacional atua na mensuração dessa exposição diária, por exemplo, por intermédio do monitoramento dos níveis dos toxicantes nos indivíduos expostos^{4,5}.

Sabe-se que os danos citados podem ser mensurados por meio de exames periódicos, como preconizado nas empresas pelo Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), sendo os exames laboratoriais muito utilizados¹⁰. Entretanto, é importante citar que hábitos de vida, como alimentação, realização de atividades físicas e uso de medicamentos, por exemplo, influenciam nos valores desses exames¹¹. Diante do pressuposto, o objetivo deste trabalho foi comparar as diferenças de exposição ocupacional e uso de EPIs entre trabalhadores com atividades distintas de uma metalúrgica de fundição em Caxias do Sul, além de avaliar a existência de efeitos biológicos nos indivíduos expostos a toxicantes de vários setores de atuação da empresa, por intermédio da análise dos últimos exames laboratoriais periódicos realizados no âmbito do PCMSO.

MÉTODOS

O presente trabalho foi elaborado após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Fátima Educação, Rio Grande do Sul, sob o Parecer nº 1.375.012, no dia 24 de março de 2016.

AMOSTRAGEM E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Foi realizado um estudo transversal retrospectivo com uma amostra selecionada por conveniência, totalizando 31 funcionários (n=31) de uma metalúrgica voltada à fundição de metais na cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, representantes dos seguintes setores: moldagem, fundição, rebarbação, pintura, manutenção, expedição, transporte, laboratório de análise de ligas metálicas, almoxarifado e limpeza. A amostragem inicial era composta de 65 funcionários entrevistados (n=65), dos quais foram excluídos do estudo: trinta e um (n=31), devido à ausência do hemograma no histórico dos exames

ocupacionais e três (n=3) por não terem respondido os dados referentes à altura e ao peso (para cálculo do índice de massa corpórea — IMC) no questionário aplicado.

Cada funcionário, após leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, respondeu a um questionário de saúde pessoal e ocupacional (baseado no modelo recomendado pela *International Commission for Protection Against Environmental Mutagens and Carcinogens — ICPEMC*¹², referente à exposição a toxicantes, e na versão brasileira do *Drug Use Screening Inventory — DUSI* — parte 1, adaptada e desenvolvida por Micheli e Formigoni¹³ e Micheli e Sartes¹⁴, para triagem de abuso drogas por adolescentes), aplicado por uma das pesquisadoras, além de permitir a utilização dos dados de seus últimos exames periódicos realizados pela empresa.

O questionário abordou questões pessoais (idade, gênero, altura, peso, tabagismo, etilismo, uso de drogas e medicamentos, histórico de patologias associadas ao fígado, aos rins e ao sistema hematopoiético) e ocupacionais (setor de trabalho, tempo de trabalho, trabalhos prévios na área metalúrgica, presença de intervalo intra-jornada, jornada diária e semanal, uso e frequência de uso de EPIs, entre eles calçado de segurança, capacete, jaleco de proteção, luvas, máscara respiratória, óculos, protetor auricular). A idade e o peso foram autorreferidos pelos metalúrgicos, sendo que o cálculo do IMC foi baseado nos parâmetros estabelecidos pela *World Health Organization*¹⁵.

EXAMES LABORATORIAIS

Adicionalmente, foram coletados dados referentes aos últimos exames periódicos laboratoriais realizados pelos funcionários, sendo eles: hemograma e plaquetas (n=31), chumbo sérico (n=17) e carboxihemoglobina (n=19). Os exames foram realizados pelo laboratório conveniado com a empresa no segundo semestre de 2015, sendo um deles realizado em 2013 e outro em 2014. A diferença no período do último exame realizado se dá em decorrência da periodicidade conforme a função do trabalhador, presente no PCMSO da empresa, de acordo com o descrito pela Norma Regulamentadora (NR) 79.

Especificamente, as plaquetas e o hemograma foram analisados com sangue total com anticoagulante ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) pelo equipamento

automatizado *Sysmex XS — 1000i*; o chumbo foi determinado em amostra de sangue total com anticoagulante EDTA (*Tube Trace*) pela espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS); e a carboxihemoglobina foi mensurada em sangue total com EDTA pela espectrofotometria UV-T60. Os valores de referência utilizados foram os mesmos especificados pelo laboratório. Em relação ao controle de qualidade, o laboratório em questão possuía os certificados ABNT NBR ISO 9001:2000 e de Excelência no Programa de Avaliação Externa da Qualidade (PNCQ).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada por meio do programa *IBM SPSS Statistics versão 20*, sendo feita a análise descritiva das frequências relativa e absoluta das variáveis qualitativas e calculados a média e o desvio padrão das variáveis quantitativas, além de teste do χ^2 e análise de resíduos ajustados para averiguar associações entre as variáveis. Foi considerado significativo o intervalo de confiança de 95% (IC95%)¹⁶.

RESULTADOS

HÁBITOS PESSOAIS

As frequências absoluta e relativa dos dados pessoais são verificadas na Tabela 1. Foi encontrada média de idade de 39,93 anos ($\pm 9,64$ anos), sendo, do total da amostragem, 29 (93,5%) trabalhadores do gênero masculino.

Houve predomínio de trabalhadores com sobrepeso, compondo 15 (48,4%) do total. Em relação ao tabagismo, 23 (74,2%) declararam não fumar. Já para o consumo de álcool, 16 (51,6%) dos participantes declararam não fazer uso (a ingestão de todos os tipos de bebidas alcoólicas foi questionada, entretanto, apenas a cerveja e o vinho foram citados). Do total, 2 (6,4%) participantes relataram doenças crônicas, sendo 1 diabético e 1 portador de hepatite, e 1 (3,2%) afirmou usar drogas. Evidenciou-se, ainda, que 5 (16,1%) fazem uso de medicamento contínuo.

HÁBITOS OCUPACIONAIS

Em relação ao histórico ocupacional (Tabela 2), 10 (33,3%) tiveram como último ambiente de trabalho

uma metalúrgica, sendo que estes trabalharam nos setores de moldagem, fundição, manutenção mecânica, manutenção elétrica e outros (como transporte de cargas e laboratório). Em relação ao setor atual da empresa,

Tabela 1. Histórico de saúde pessoal dos trabalhadores da metalúrgica, Caxias do Sul, 2017 (n=31)

	n	%
Faixa etária (anos)		
20 a 29	5	16,1
30 a 39	10	32,3
40 a 49	12	38,8
50 a 64	4	12,9
Sexo		
Homens	29	93,5
Mulheres	2	6,5
Índice de massa corporal		
Peso ideal	11	35,5
Sobrepeso	15	48,4
Obesidade grau 1	5	16,1
Tabagismo		
Não tabagista	23	74,2
Menos de uma carteira por dia	7	22,6
Mais de três carteiras por dia	1	3,2
Etilismo		
Não etilista	16	51,6
1 a 4 copos por semana ou menos	13	41,9
5 a 8 copos por semana	2	6,5
Tipo de bebida alcoólica		
Cerveja	12	38,7
Cerveja e vinho	3	9,7
Patologia crônica		
Não apresenta patologia crônica	29	93,5
Diabetes	1	3,2
Hepatite	1	3,2
Uso de drogas		
Não usuário	30	96,8
Usuário	1	3,2
Medicação contínua		
Não	26	83,9
Sim	5	16,1

Tabela 2. Histórico ocupacional dos funcionários entrevistados, Caxias do Sul, 2017 (n=31).

	n	%
Apresenta seu último trabalho em metalúrgica		
Sim	10	33,3
Não	21	66,7
Tempo exposto (último trabalho)		
Até 5 meses	1	3,2
1 a 2 anos	1	3,2
2 a 3 anos	1	3,2
3 anos ou mais	7	22,6
Setor atual de empresa		
Moldagem	1	3,2
Rebarbação	1	3,2
Pintura	3	9,7
Manutenção	9	29
Fundição	10	32,3
Outros setores ¹	7	22,6
Tempo de trabalho no atual setor (anos)		
Até 1	6	19,4
1 a 3	11	35,5
3 a 5	4	12,9
5 a 10	4	12,9
Mais de 10	6	19,4
Já trabalharam em outro setor		
Não	21	67,7
Moldagem	5	16,1
Fundição	2	6,5
Rebarbação	1	3,2
Usinagem	1	3,2
Engenharia	1	3,2
Frequência semanal no setor atual		
5 dias por semana	21	67,7
6 ou 7 dias por semana	10	32,3
Carga horária diária		
>8 horas	18	58,1
Igual a 8 horas	13	41,9
Utilização de EPIs necessários ²		
Sim	25	80,6
Não	6	19,4
Tempo de uso diário do EPI		
Turno inteiro	22	71
6 a 7 horas	5	16,1
3 a 5 horas	3	9,7
<1 hora	1	3,2

EPI: equipamento de proteção individual; ¹outros: almoxarifado, limpeza, expedição, transporte e laboratório; ²EPIs designados conforme a exposição do setor.

encontraram-se: 1 (3,2%) no setor da moldagem, 1 (3,2%) na rebarbação, 3 (9,7%) na pintura, 9 (29,0%) na manutenção mecânica/elétrica, 10 (32,3%) na fundição e 7 (22,6%) em outros setores, dentre eles almoxarifado, limpeza, expedição, transporte e laboratório.

Houve predomínio de pessoas com tempo de trabalho entre 1 a 3 anos, correspondente a 11 (35,5%). Do total, apenas 10 (33,3%) já trabalharam em outro setor anteriormente (na mesma empresa). Em relação à frequência de trabalho, 21 (67,7%) trabalham 5 dias por semana. Além disso, a maioria possui carga horária diária com mais de 8 horas (especificamente, 8 horas e 40 minutos), representando 18 pessoas (58,1%). Todos (100%) declararam usufruir de intervalo intrajornada.

Finalmente, foi verificado (conforme a exposição de cada setor) que 25 (80,6%) dos funcionários utilizam os EPIs necessários, enquanto 6 (19,4%) não fazem uso dos EPIs essenciais para sua função. Sobre o tempo de uso de EPIs por dia de trabalho, 22 (71,0%) utilizam durante o turno inteiro, 5 (16,1%), durante 6 a 7 horas, 3 (9,7%), durante 3 a 5 horas, e 1 (3,2%) relatou uso por menos de uma hora. Especificamente, o trabalhador que declarou usar equipamentos por menos de uma hora manuseia empilhadeiras; em adição, entre os que utilizam durante 3 a 5 horas, dois deles fazem parte da manutenção mecânica e elétrica e um se encontra na fundição. Ou seja, todos deveriam utilizar os EPIs durante o turno inteiro, ao considerar a sua exposição geral ao fumo, às partículas e, inclusive, aos ruídos. Do total, 1 (3,2%) declarou achar o uso do EPI incômodo ou desconfortável, enquanto outro funcionário (3,2%) não via necessidade no uso.

EXAMES LABORATORIAIS

Eritrograma

Em relação a toda a amostragem (n=31), foi verificada a seguinte frequência: para os eritrócitos totais, 3 (9,7%) encontraram-se abaixo do valor de referência (VR); para a hemoglobina, 2 (6,5%) estavam diminuídos; para o hematócrito (HCT), 3 (9,7%) tinham valores abaixo do previsto; para a hemoglobina corpuscular média (HCM), verificou-se que 7 (22,6%) estavam com o valor aumentado e 1 (3,2%) com o parâmetro diminuído; e para a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), constatou-se

que 2 (6,5%) tinham valores baixos. Foi encontrada associação *borderline* entre trabalhadores com 3 a 5 anos de trabalho com HCT baixo (p=0,057).

Leucograma

Entre os 31 funcionários, foram diagnosticados: 3 (9,7%) com leucocitose, 2 (6,5%) com eosinofilia e 4 (12,9%) com neutrofilia. Em relação às associações significativas, foram encontrados: não fumantes com segmentados em níveis normais e fumantes (menos de uma carteira por dia) com neutrofilia (p=0,000); trabalhadores do setor de moldagem com leucocitose (p=0,023), eosinofilia (p=0,007) e linfocitose (p=0,000); e mais de 10 anos de trabalho e leucocitose (p=0,008).

Chumbo

Houve avaliação dos níveis de plumbemia em 17 funcionários dos seguintes setores: moldagem (n=1), fundição (n=7), pintura (n=1), rebarbação (n=1), manutenção (n=6) e outros (n=1). Foi observada maior média dos níveis de chumbo sérico nos setores de pintura (13,90±0 mcg/dL) e fundição (9,92±5,35 mcg/dL), respectivamente, em relação aos demais setores. No entanto, não houve associação significativa entre os níveis de chumbo e os setores de trabalho (p=0,391) e os níveis de chumbo e os parâmetros hematológicos avaliados: eritrócitos totais (RBC) (p=0,288), hemoglobina (Hb) (p=0,261), HCT (p=0,261), volume corpuscular médio (VCM) (p=0,224), HCM (p=0,333), CHCM (p=0,288), *red cell distribution width* (RDW) (p=0,243), plaquetas, leucócitos totais, segmentados, linfócitos e monócitos (p=0,248), eosinófilos (p=0,288) e basófilos (p=0,333).

Carboxihemoglobina

Entre os 19 trabalhadores que realizaram dosagem de carboxihemoglobina, foi encontrada média de 0,84±0,22% (dentro dos VRs). Não houve associação significativa entre os níveis de carboxihemoglobina e o setor de trabalho (p=0,823).

Os valores médios e desvio padrão dos exames hematológicos (n=31) de cada setor encontram-se na Tabela 3, enquanto os valores correspondentes à plumbemia estão representados na Tabela 4. Foi verificado que a média dos exames hematológicos, no geral, esteve dentro dos valores considerados normais.

DISCUSSÃO

HÁBITOS DE SAÚDE

Foi verificado predomínio de funcionários do sexo masculino, achado similar a outros estudos com metalúrgicos¹⁷⁻¹⁹. Mais indivíduos etilistas do que tabagistas foram evidenciados, sendo que 13 (41,9%) ingerem entre 1 e 4 copos de bebida por semana ou menos, enquanto que 2 (6,5%) declararam tomar de 5 a 8 copos semanalmente — sendo reconhecida a potencial toxicidade que o etanol pode gerar principalmente ao fígado⁴. Além disso, entre os etilistas, 12 (38,7%) bebem cerveja e 3 (9,7%) consomem cerveja e vinho. Um estudo com metalúrgicos

do interior de São Paulo também demonstrou predomínio de indivíduos etilistas com maior consumo de cerveja¹⁷.

Não menos importante, foi verificado que uma porção relevante dos trabalhadores se encontra em estado de sobrepeso (n=15; 48,4%), resultado que condiz com estudo realizado com metalúrgicos na mesma região, o qual apontou maior prevalência de trabalhadores com hábitos alimentares inadequados, associados a um estado de maior probabilidade ao desenvolvimento de esteatose hepática¹⁹. Inclusive, uma grande parcela dos metalúrgicos estudados por Battaus e Monteiro¹⁷ também demonstrou sobrepeso e obesidade, compondo 41,75% da amostragem.

Tabela 3. Parâmetros laboratoriais entre os diferentes setores da metalúrgica, Caxias do Sul, 2017 (n=31).

Parâmetro	Moldagem (n=1)	Fundição (n=10)	Pintura (n=3)	Rebarbação (n=1)	Manutenção (n=9)	Outros (n=7)
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP
Eritrócitos (milhões/mm ³)	5,01±0	5,23±0,42	4,84±0,2	5,32±0	5,11±0,37	4,96±0,59
Hemoglobina (g/dL)	15,90±0	15,08±0,89	14,53±0,80	14,20±0	15,34±0,79	14,6±1,65
Hematócrito (%)	47,60±0	44,5±2,88	42,47±1,67	45,20±0	45,32±2,50	42,51±4,18
VCM** (fL)	95,00±0	85,29±3,09	87,7±6,18	85,00±0	88,85±4,17	86,01±4,58
HCM** (pg)	31,70±0	28,93±1,59	30,03±2,38	26,70±0	30,09±1,48	29,49±1,55
CHCM** (g/dL)	33,40±0	33,91±1,17	34,2±0,62	31,40±0	33,87±0,99	34,3±0,65
RDW** (%)	13,70±0	12,95±0,85	13,2±0,53	14,50±0	12,96±0,63	13,36±0,52
Leucócitos totais (/mm ³)	11090,0±0*	8118±2291,94	9343,3±2473,57	4700,00±0	7697,78±1754,64	6618,57±1311,04
Eosinófilos (/mm ³)	1785,00±0*	270,7±239,64	187,8±71,60	47,00±0	163,2±86,57	184,39±82,63
Segmentados (/mm ³)	3837,00±0	4518,9±2142,79	5663,07±1960,42	1880,00±0	4329,3±1290,64	3799,51±1158,93
Bastonetes (/mm ³)		158,0±0		94,00±0		57,00±0
Linfócitos (/mm ³)	4436,00±0*	2669,2±634,07	2682,87±667,93	2444,00±0	2529,67±626,64	2084,26±427,12
Monócitos (/mm ³)	976,00±0	618,8±138,64	781,65±100,17	235,00±0	646,78±141,79	509,24±168,55
Basófilos (/mm ³)	55,00±0	24,9±17,46	27,94±7,54	0,00±0	28,89±15,95	32,75±32,55
Plaquetas (10 ³ /mm ³)	251,00±0	239,6±53,13	254±30,51	203,00±0	252,78±65,81	266,14±90,81

*Valores com aumento significativo e p<0,05, conforme teste do χ^2 e análise de resíduos ajustados; **VCM: volume corpuscular médio; HCM: hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média; RDW: red cell distribution width.

Tabela 4. Níveis de plumbemia entre os diferentes setores da metalúrgica, Caxias do Sul, 2017 (n=31).

Exame	Moldagem (n=1)	Fundição (n=7)	Pintura (n=1)	Rebarbação (n=1)	Manutenção (n=6)
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP
Chumbo (mcg/dL)	2,00±0	9,92±5,35	13,95±0	1,9±0	5,23±0,84

HÁBITOS OCUPACIONAIS

Em relação ao setor de trabalho, foram encontrados mais trabalhadores na fundição (32,3%; n=10), sendo em seguida considerados, em maior número, trabalhadores na manutenção mecânica/elétrica (29,0%; n=9). Assim, o predomínio da exposição ocupacional da amostra total compreende toxicantes como fumos metálicos (metais pesados — chumbo e cádmio — e gases — monóxido de carbono, dióxido de carbono e ozônio), específica da fundição, juntamente da inalação de partículas de sílica, carvão, metais associados e ainda voláteis, como os hidrocarbonetos pelos profissionais da manutenção, pois o seu trabalho compreende todos os setores da fábrica, caracterizando uma exposição mista^{7,20}.

Apesar de haver mais funcionários trabalhando por 5 dias semanais (n=21; 67,7%), predominaram pessoas com carga horária com mais de 8 horas (8 horas e 40 minutos) (n=18; 58,1%). A maioria dos metalúrgicos declarou utilizar os EPIs adequados (conforme a exposição de cada setor), sendo que 6 (19,4%) não fazem uso adequadamente, ou seja, não adotam todos os EPIs destinados ao desempenho de suas atividades. Entre esses, os EPIs menos utilizados foram a máscara respiratória e o protetor auricular. Especificamente, 2 dos trabalhadores que não utilizam adequadamente os EPIs, 6,4% do total, justificaram tal atitude: 1 (3,2%) classificou o uso como desconfortável e o outro (3,2%) não viu necessidade no uso. Sabe-se que os equipamentos são distribuídos aos funcionários da empresa conforme seus setores, mas nem todos respeitam esse uso²⁰. Conforme preconiza a NR 6, o EPI é destinado a proteger o trabalhador de riscos suscetíveis a ameaçar a sua saúde e a segurança no trabalho, sendo seu fornecimento obrigatório²¹. Lombardi et al.²² verificaram muitos fatores que poderiam aumentar o uso dos EPIs entre trabalhadores, como, por exemplo: melhor conforto e disponibilidade, resistência a danos, incentivo ao uso, treinamentos e sinalizações de alerta de exposição.

EXAMES LABORATORIAIS

No âmbito geral dos exames laboratoriais, dentro da série vermelha, os valores de VCM, RDW, plaquetas, série branca, bastonetes, monócitos e basófilos encontraram-se dentro da normalidade, além de não terem tido associações significativas ($p>0,05$). Interessantemente, entre aqueles que não utilizavam os EPIs adequadamente (n=6), dois apresentaram VR diminuído para eritrócitos totais, um

apresentou hemoglobina e HCT baixos e outro demonstrou neutrofilia. Entre esses, os EPIs não utilizados foram as luvas, a máscara respiratória e o protetor auricular.

Os valores baixos encontrados para eritrócitos totais, hemoglobina, HCT, HCM e CHCM podem ser explicados pela exposição a toxicantes como o chumbo e os hidrocarbonetos (tolueno, xileno e benzeno). Primeiramente, o chumbo, além de ser encontrado nos fumos metálicos no setor de fundição, também é detectado na composição do carvão em pó, juntamente de outros metais e compostos, como cobre, arsênio, alumínio, ferro, zinco e sílica, sendo o carvão em pó existente em maiores quantidades no setor de moldagem²³. O chumbo, além de gerar alterações neurológicas e renais, interfere no sistema hematopoiético, especificamente na síntese das hemoglobinas, inibindo a atividade de enzimas relacionadas à formação do grupamento heme²⁴. Esse tipo de alteração é averiguado, por exemplo, no estudo de Ibeh et al.²⁵, que, analisando trabalhadores de posto de gasolina, verificaram valores baixos (em relação ao VR mínimo) de hemoglobina, HCT, HCM e CHCM em automecânicos (que lidam com compostos que contêm chumbo, como sprays de tinta) em relação a um grupo controle (com índices hematimétricos normais).

Já em relação aos hidrocarbonetos (benzeno, tolueno e xileno) presentes na tinta do setor de pintura, há o reconhecimento do seu potencial mutagênico, sendo sua exposição associada a alterações identificadas em outros exames, como gama-glutamil transferase, aminotransferases, ureia, creatinina, albumina e proteínas totais, por exemplo^{5,26,27}. A exposição crônica ao benzeno, demonstrado mielotóxico, enquanto na série vermelha pode causar anemia, policromasia, presença de pontilhados basofílicos e eritroblastos periféricos, na série branca pode gerar linfopenia e trombocitopenia²⁸.

Os estudos de Abou-Elwafa et al.²⁹ e de Brucker et al.²⁶ demonstraram a diminuição significativa dos eritrócitos, da hemoglobina e do HCT em trabalhadores de postos de gasolina expostos a hidrocarbonetos (como o xileno e o tolueno), os quais corroboram os resultados do presente trabalho e o de Ruiz et al.²⁸. Além disso, os resultados da pesquisa de Abou-Elwafa et al.²⁹ são próximos ao nosso achado para associação *borderline* entre trabalhadores com 3 a 5 anos de exposição com HCT baixo ($p=0,057$), pois no estudo citado foi evidenciada diminuição significativa

do mesmo parâmetro nos trabalhadores de posto de gasolina com média de exposição ocupacional de 10 anos.

Apesar da baixa quantidade encontrada ($n=1$), a forte associação entre leucocitose, linfocitose e eosinofilia no setor de moldagem pode ser decorrente da exposição à sílica livre, como já citado, presente no carvão desse setor, sendo descartadas outras associações, pois o funcionário em questão não tinha doenças crônicas e utilizava os EPIs adequadamente. Os funcionários manuseiam uma mistura de partículas, composta de areia e carvão em pó, para confeccionar o molde das peças que ali serão fundidas em altas temperaturas. O manuseio desse composto gera a dispersão de suas partículas no ar, deixando-as propensas à inalação pelos funcionários, exposição à qual nem mesmo a máscara respiratória confere total proteção³. É reconhecida a grande genotoxicidade do carvão, visto que este gera aumento e espécies reativas do oxigênio (EROs) e ainda interfere nos processos reparativos do DNA³⁰. Mandal e Suva³¹, em um estudo com construtores expostos ao pó de cimento e à sílica, além de verificarem diminuição significativa de hemoglobina, HCT e VCM, constataram aumento significativo no CHCM e na contagem de eosinófilos, em comparação ao grupo controle. É verificado que o aumento na contagem eosinofílica, além de ser relacionado a parasitoses, é associado a doenças pulmonares, como o que pode ocorrer na patologia associada à exposição à sílica, a silicose³¹⁻³³. Jude et al.³⁴, em outro estudo com trabalhadores também expostos ao pó de cimento, verificaram tanto linfocitose quanto leucocitose, também corroborando os resultados da presente pesquisa. No entanto, é importante levar em conta que a elevação excessiva dos leucócitos pode ocorrer mesmo por um pequeno período de exposição e por fatores que interferem nesse aumento, como, por exemplo, presença de patologias, idade, gênero e etnia^{34,35}.

A associação significativa entre trabalhadores com mais de 10 anos de empresa e leucocitose ($p=0,008$) também pode ser integrada à exposição aos toxicantes citada, diante do provável processo inflamatório no qual o corpo do trabalhador se encontra diante da exposição crônica. Além disso, também foi evidenciada associação significativa entre fumantes (menos de uma carteira de cigarros diária) e neutrofilia ($p=0,000$), em comparação à relação entre trabalhadores não tabagistas

com a presença de neutrófilos segmentados em níveis normais. A associação entre neutrofilia e hábitos tabagistas é evidenciada na literatura, sendo verificada uma maior quantidade de leucócitos nos fumantes em relação aos não fumantes^{35,36}. No entanto, muitos fatores interferem nos valores dos neutrófilos periféricos, como gênero, idade, etnia e patologias³⁵. A neutrofilia é explicada em decorrência do processo inflamatório causado pela inalação da fumaça, em que são reconhecidos vários mecanismos de ação. Por exemplo, a interação com EROs, advindas da fumaça, ativa a resposta inflamatória pela estimulação de macrófagos pulmonares, produzindo mediadores e outras EROs, o que aumenta o número de neutrófilos³⁷.

No âmbito da plumbemia, foi observado que, do total da amostragem ($n=31$), apenas 17 funcionários realizaram esse exame por intermédio do PCMSO. Notou-se que a empresa em questão não exigiu essa avaliação para todos os funcionários dos setores em que existe maior exposição ao metal (fundição e pintura, por exemplo) — situação que provavelmente ocorreu devido à negligência da empresa ou, ainda, por julgamento da inexistência de exposição. Verificou-se, também, que os trabalhadores dos setores de pintura e fundição têm maiores valores do metal, relação evidenciada em outro estudo em que a exposição metálica, especificamente plumbica, apareceu também em maiores valores em metalúrgicos do setor de fundição, quando comparada a um grupo não exposto³⁸. Esse achado confirmou que a exposição aos metais ocorre de maneira mais intensa no setor de fundição, demonstrando que a utilização de EPIs (especificamente a máscara respiratória) é indispensável. Ainda foi verificado que, entre os trabalhadores da fundição ($n=10$), 2 não respeitaram o uso da máscara. Mesmo considerando o predomínio de metalúrgicos respeitando o uso desse EPI neste setor, evidencia-se que parte dos trabalhadores ainda é exposto à toxicidade.

Foram observadas algumas limitações no estudo. Primeiramente, foi utilizada uma amostragem pequena diante dos critérios de exclusão utilizados. Além disso, houve distribuição inadequada dos exames ocupacionais realizados nos trabalhadores, a qual diminuiu o tamanho amostral dos índices avaliados — nem todos os funcionários de cada setor passaram pelos mesmos exames ocupacionais.

CONCLUSÃO

Os achados da pesquisa sugerem que a exposição ocupacional a compostos como metais pesados, fumos metálicos, monóxido de carbono, sílica e relacionados constitui significativa toxicidade para os metalúrgicos. Independentemente da conclusão do estudo, para melhor validar os achados, é recomendada a realização de um novo estudo no mesmo âmbito, porém com maior amostragem.

Foi verificado o impacto da exposição ocupacional dos metalúrgicos, sendo afirmada a importância do incentivo do uso regular dos EPIs, indispensáveis para uma maior proteção diante dessa exposição. Melhorias devem ser implantadas nas empresas do ramo a fim de assegurar a qualidade de vida e no trabalho dos indivíduos. São propostas: a

realização de palestras para consentimento das exposições específicas dos setores de trabalho; a implantação de um sistema de monitoramento do uso de EPIs, do incentivo de seu uso pela empresa, como, por exemplo, por meio de recompensas pela correta disciplina; e, principalmente, a adição de outros exames laboratoriais ao PCMSO que auxiliem no diagnóstico precoce de alterações fisiológicas nos trabalhadores. É sugerida, por exemplo, a determinação de metabólitos urinários, como o ácido hipúrico (metabólito do tolueno), o ácido metil hipúrico (metabólito do xileno) e o ácido δ -aminolevulínico (metabólito do chumbo), utilizados na monitorização biológica dos indivíduos expostos, relacionados à dosagem dos exames sanguíneos citados no estudo e às concentrações ambientais dos toxicantes relacionados no meio ocupacional^{9,11,39}.

REFERÊNCIAS

1. Prefeitura de Caxias do Sul. Perfil Socioeconômico [Internet]. Caxias do Sul: Prefeitura de Caxias do Sul; 2015 [citado 21 set. 2015]. Disponível em: <https://caxias.rs.gov.br/servicos/desenvolvimento-economico/perfil-socioeconomico>
2. Fundação Oswaldo Cruz. Ministério da Saúde. Núcleo de Biossegurança. Tipos de Riscos [Internet]. 2015 [citado 21 set. 2015]. Disponível em: www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/StartBIS.htm
3. Piantá JAB. Perícias do Trabalho: Iniciação e Metodologia. Nextcs: Porto Alegre; 2011.
4. Oga S, Camargo MMAC, Batistuzzo JAO. Fundamentos de Toxicologia. 3ª ed. São Paulo: Atheneu; 2008.
5. Leódiado AC, Lima G, Chaves T, Valentim V, Cavalcante AA, Costa R. Avaliação do risco de mutagenicidade e anormalidades nucleares decorrente da exposição ao benzeno e a seus derivados em trabalhadores de oficinas automotivas em Teresina-PI, Brasil. Rev Bras Anal Clin. 2013;45(1-4):23-31.
6. Neves P. Os riscos para a saúde dos trabalhadores presentes nas indústrias de fundição. Tecnometal [Internet]. 1997 [citado 21 set. 2015];(112). Disponível em: <http://www.factor-segur.pt/wp-content/uploads/2014/11/Riscos-Ind-fundicao.pdf>
7. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos. Portaria Interministerial nº 9, de 7 de outubro de 2014. Diário Oficial da União [Internet]. 2014 [citado 21 set. 2015];194:140-2. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/10/2014&jornal=1&pagina=140&totalArquivos=164>
8. Bonassi S, Coskun E, Ceppi M, Lando C, Bolognesi C, Burgaz S, et al. The Human MicroNucleus project on eXfoliated buccal cells (HUMNxl): The role of life-style, host factors, occupational exposures, health status, and assay protocol. Mut Res. 2011;728(3):88-97. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2011.06.005>
9. Farooqui R, Panthi K, Azhar S. Addressing the issue of compliance with personal protective equipment on construction worksites: a workers' perspective. In: 45th ASC Annual Conference. Proceedings. 2009 [citado 2 fev. 2018]. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f090/698a32520ff74383ab076fdec11049616cab.pdf?ga=2.107447941.640696860.1522808271-1853952199.1522808271>
10. Brasil. Ministério do Trabalho e da Previdência Social. NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978, com alterações pela Portaria MTE n.º 1.892, de 09 de dezembro de 2013 [Internet]. Brasília; 2013 [citado 2016 jun 10]. Disponível em: www.mtsp.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR7.pdf
11. Hermes Pardini. Manual de Exames. Hermes Pardini; 2014 [citado 20 jun. 2016]. Disponível em: <http://www3.hermespardini.com.br/pagina/141/home.aspx>
12. Carrano AV, Natarajan AT. International Commission for Protection Against Environmental Mutagens and Carcinogens. ICPENMC publication no. 14. Considerations for population monitoring using cytogenetic techniques. Mutat Res. 1988;204:379-406.
13. Micheli D, Formigoni ML. Screening of drug use in a teenage Brazilian sample using the Drug Use Screening Inventory (DUSI). Addict Behav. 2000;25(5):683-91.
14. Micheli D, Sartes LMA. Detecção do uso abusivo e diagnóstico da dependência de substâncias psicoativas. Supera. 2013 [citado 17 maio 2016]. Disponível em: http://www.vs2.com.br/cursos_html/Drogas_IFMG_2013/8_MOD_III_Cap3_DUSI_T_ASI.pdf
15. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization; 1998.
16. Vieira S. Introdução à Bioestatística. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.

17. Battaus MRB, Monteiro MI. Perfil sociodemográfico e estilo de vida de trabalhadores de uma indústria metalúrgica. *Rev Bras Enferm.* 2013;66:52-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71672013000100008>
18. Moreira KB, Rodrigues AD. Avaliação do perfil hepático e toxicológico de trabalhadores de indústrias metalúrgicas de Caxias do Sul [dissertação]. Caxias do Sul: Faculdade da Serra Gaúcha; 2014.
19. Variani AG, Cavagnoli NI, Maziero L, Rodrigues AD. Avaliação do perfil hepático e consumo alimentar de trabalhadores de uma indústria metalúrgica na cidade de Caxias do Sul - RS. *Ciêns Mov.* 2014;33. <http://dx.doi.org/10.15602/1983-9480/cmbs.v16n33p17-26>
20. Soares GA. Fundação: Mercado, Processos e Metalurgia. 2000 [citado 19 jun. 2016]. Disponível em: <http://foundrygate.com/upload/artigos/Fundi%C3%A7%C3%A3o.%20Mercado%2C%20Processos%20e%20Metalurgia.pdf>
21. Brasil. Ministério do Trabalho. Portaria GM nº 3.214, de 8 de junho de 1978. NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI. Brasil; 1987 [citado 28 fev. 2018]. Disponível em: trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf
22. Lombardi DA, Verma SK, Brennan MJ, Perry MJ. Factors of influencing worker use of personal protective eyewear. *Acc Anal Prev.* 2009;41:755-62. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.03.017>
23. Atabay MM. The Cytotoxic and Haematological Effect of Coal Dust to Underground Miners. *Amer J Biochem.* 2011;1(1):4-8. <https://doi.org/10.5923/j.ajb.20110101.02>
24. Minozzo R, Minozzo EL, Deimling LI, Santos-Mello R. Plumbemia em trabalhadores da indústria de reciclagem de baterias automotivas da Grande Porto Alegre, RS. *J Bras Pat Med Lab.* 2008;44(6):407-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-24442008000600003>
25. Ibeh N, Aneke J, Okocha C, Okeke C, Nwachukwuma J. The influence of occupational lead exposure on haematological indices among petrol station attendants and automobile mechanics in Nnewi, South-East Nigeria. *J Environ Occup Sci.* 2016;5(1). <http://dx.doi.org/10.5455/jeos.20160320022500>
26. Brucker N, Moro A, Charão M, Bubols G, Thiesen FV, Garcia SC. Biological monitoring in Brazilian workers occupationally exposed to different xenobiotics. *App Res Tox.* 2015;1(1):25-31.
27. Neghab M, Hosseinzadeh K, Hassanzadeh J. Early liver and kidney dysfunction associated with occupational exposure to sub-threshold limit value levels of benzene, toluene and xylenes in unleaded petrol. *Saf Health Work.* 2015;6:312-6. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2015.07.008>
28. Ruiz MA, Vassallo J, Souza CA. Alterações hematológicas em pacientes expostos cronicamente ao benzeno. *Rev Saúde Pública.* 1993;27:145-51. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89101993000200011>
29. Abou-Elwafa HS, Albadry AA, El-Gilany, A, Bazeed FB. Some biochemical and hematological parameters among petrol station attendants: a comparative study. *Bio Res Int.* 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/418724>
30. Mejía GL. Avaliação dos efeitos genotóxicos e citogenéticos na população de trabalhadores de mineração de carvão em Cerrejón (Guajira-Colômbia) utilizando diferentes biomarcadores [dissertação]. Porto Alegre: UFRGS; 2011.
31. Mandal A, Suva P. Haematological changes among construction workers exposed to cement dust in West Bengal, India. *Prog Health Sci.* 2014;4(1).
32. Abdelmoez B, El-Banna S, Kairy W, Maher M. Role of Nerve Growth Factor in Allergic and Inflammatory Lung Diseases. *Pediatrics.* 2008 Jan;121(Suppl 2):150-1. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2022.JJJJJ>
33. Fagundes G, Zanellato MA. Silicose doença pulmonar ocupacional no trabalhador de mineração. *Saúde Trabalho Online [Internet].* 2015 [citado 21 set. 2015]. Disponível em: http://patologiaufvjm.weebly.com/uploads/2/3/4/2/2342487/silicose_1.pdf
34. Jude ALC, Sasikala K, Kumar RA, Sudha S, Raichel J. Haematological and cytogenetic studies in workers occupationally exposed to cement dust. *Int J Hum Genet.* 2002;2(2):95-9. <https://doi.org/10.1080/O9723757.2002.11885794>
35. Friedman GD, Siegelau AB, Seltzer CC, Feldman R, Collen MF. Smoking Habits and the Leukocyte Count. *Arch Environ Health.* 1973;26(3):137-43.
36. Farsalinos KE, Romagna G. Chronic Idiopathic Neutrophilia in A Smoker, Relieved after Smoking Cessation with the Use of Electronic Cigarette: a Case Report. *Clin Med Insights Case Rep.* 2013;6:15-21. <https://dx.doi.org/10.4137%2FCCRRep.S11175>
37. Rom O, Avezov K, Aizenbud D, Reznick AZ. Cigarette smoking and inflammation revisited. *Resp Phy Neurobiol.* 2013;187:5-10. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2013.01.013>
38. Peixe TS, Nascimento ES, Silva CS, Bussacos MA. Occupational exposure profile of Pb, Mn, and Cd in nonferrous Brazilian sanitary alloy foundries. *Toxicol Ind Health.* 2014. <https://doi.org/10.1177/0748233712462464>
39. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Fundacentro. Manual de orientação sobre controle médico ocupacional da exposição a substâncias químicas [Internet]. Brasil: Ministério do Trabalho e Emprego/Fundacentro; 2014 [citado 28 fev. 2018]. Disponível em: http://anamt.org.br/site/upload_arquivos/sugestoes_de_leitura_3420141148287055475.pdf

Endereço para correspondência: Viviane Sesti Macedo - Rua Os Dezoito do Forte, 2.366 - CEP 95020-472 - Caxias do Sul (RS), Brasil - E-mail: viviane.sesti@gmail.com