

ESTUDO CITOPATOLÓGICO PILOTO EM EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL NA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

ESTUDIO CITOPATOLÓGICO PILOTO SOBRE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL

Wagner de Aguiar Raupp¹

Leandro de Felipe Correa²

Angela Beatrice Dewes Moura³

Olyr Celestino Kreutz⁴

Patricia Grolli Ardenghi⁵

Miriam Alice Frantz⁶

RESUMO

Estudos têm demonstrado que, durante a produção de carvão vegetal, desde a queima até o ensacamento, ocorre a emissão de poluentes e material particulado (MP). Substâncias presentes no MP podem induzir o aparecimento de reações inflamatórias, alergias, hiperplasia epitelial, metaplasia ou mesmo ser um fator desencadeante de transformação maligna. Este trabalho tem por objetivo avaliar aspectos clínicos associados à produção do carvão vegetal, através de um estudo citopatológico em amostras de escarro. Os achados revelaram a inexistência de acúmulos de MP em macrófagos obtidos de escarro e secreção nasal dos trabalhadores em estudo. Apesar de o exame citopatológico não ter mostrado resultados clínicos e estatísticos significativos, através deste estudo, foi possível verificar a necessidade de pesquisas mais abrangentes com esse grupo de trabalhadores.

Palavras-chave: Exposição ocupacional. Carvoarias. Citopatológico. Escarro.

RESUMEN

Los estudios han demostrado que durante la producción de carbón a partir de la combustión hasta el embolsar se produce la emisión de contaminantes y partículas (MP). Sustancias presentes en MP puede inducir la aparición de reacciones inflamatorias, alergias, hiperplasia,

¹Acadêmico do Curso de Biomedicina da Universidade Feevale, raupp@feevale.br.

²Acadêmico do Curso de Biomedicina da Universidade Feevale, leandro_felippebio@hotmail.com.

³Professora titular e coordenadora do curso de Engenharia Industrial Mecânica e Engenharia Mecânica da Universidade Feevale, doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, angelab@feevale.

⁴Professor do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale, doutor em Ciências pela UNICAMP, ockreutz@feevale.br.

⁵Professora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale, doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, patriciaardenghi@feevale.br.

⁶Professora da Universidade Feevale, doutora em Patologia pela Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre, miriamfrantz@feevale.br.

metaplasia epitelial o incluso ser un factor desencadenante de la transformación maligna. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los aspectos clínicos asociados con la producción de carbón vegetal a través de un estudio de la citología con amuestras de esputo. Las conclusiones revelaron la ausencia de acumulación de MP en los macrófagos obtenidos de las secreciones nasales y de esputo de los trabajadores en el estudio. Aunque del examen cito patológico, no tener mostrado resultados clínicos estadísticamente significativos, a través de este estudio se observó la necesidad de más pesquisas de investigación exhaustiva con este grupo de trabajadores.

Palabras clave: La exposición ocupacional. Carbón. Cito patológico. Esputo.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a poluição do ar representa um dos maiores problemas de saúde pública, afetando de forma direta a saúde da população. Pesquisas evidenciam o aumento da morbimortalidade cardiorrespiratória associada ao aumento das concentrações de poluentes no ar. Estudos epidemiológicos mais abrangentes buscam estabelecer padrões de concentrações mínimas aceitáveis à exposição humana (BOGLIOLO, 2000). Contudo, quando essa exposição é ocupacional, recebe regulamentação da ANVISA através da Norma Regulamentadora (NRs).

Estudos têm demonstrado que, durante a produção de carvão vegetal, desde a queima até o ensacamento, ocorre a emissão de poluentes e material particulado (MP). Sendo o processo de produção do carvão vegetal rudimentar e dependente de mão de obra humana, a exposição dos trabalhadores ao MP ocorre de forma acentuada em dois grandes momentos da produção: a queima e o ensacamento. Substâncias presentes no MP podem induzir o aparecimento de reações inflamatórias, alergias, hiperplasia epitelial, metaplasia ou mesmo ser um fator desencadeante de transformação maligna (MYAKE *et al*, 2003). Possíveis efeitos neurológicos, teratogênicos e carcinogênicos necessitam ser mais bem investigados (DIAS *et al*, 2002). Um estudo realizado na Grécia com trabalhadores de carvoarias demonstrou que esses indivíduos apresentavam significativamente mais tosse, expectoração, sibilância e dispneia quando comparados a indivíduos não expostos à fumaça (TZANAKIS *et al*, 2001).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar aspectos clínicos associados à produção do carvão vegetal, no interior do Rio Grande do Sul, Brasil. Essa avaliação foi realizada através de questionário de saúde pessoal, associado ao estudo citopatológico em amostras de escarro.

2 PRODUÇÃO DO CARVÃO VEGETAL

A descoberta do carvão vegetal e seu uso como combustível é atribuída ao homem primitivo, que, ao utilizar a madeira queimada de aspecto preto e friável nas cavernas, notou que esta não produzia chama nem fumaça e gerava calor de forma mais intensa que aquele produzido pela queima direta da madeira (COLOMBO; PIMENTA; HATAKEYAMA, 2006).

No Brasil a produção de carvão vegetal em escala comercial surgiu em Minas Gerais, em meados do século XIX, na região de Mariana e Ouro Preto (DIAS *et al*, 2002). No ano de 2002, com uma produção de aproximadamente 12 milhões de toneladas, o Brasil foi considerado um dos maiores produtores de carvão vegetal do mundo (SOUZA *et al*, 2010). A produção de carvão vegetal no Brasil responde por cerca de 30% da produção mundial, em sua quase totalidade para uso siderúrgico, mas ainda o faz, em sua grande maioria, como há um século, sem as preocupações básicas com o meio ambiente (COLOMBO; PIMENTA; HATAKEYAMA, 2006). Contudo, no Estado do Rio Grande do Sul, diferentemente de outros estados, a maior parte da produção de carvão vegetal destina-se ao consumo doméstico, restaurantes e churrascarias (EMATER, 2012).

Entende-se por carbonização da madeira o processo pelo qual esse material é submetido a um tratamento térmico em ambiente onde a temperatura e a presença de ar são controladas. Nos processos mais simples, a carbonização é conduzida de forma artesanal sobre a madeira confinada em equipamentos geralmente construídos em alvenaria ou metal, são os chamados fornos de carbonização, sendo os de alvenaria os mais comuns no Brasil (GIGANTE *et al*, 2007). O processo de produção do carvão vegetal é uma atividade de grande importância econômica no país, envolve grande massa de trabalhadores, direta ou indiretamente (PIMENTA *et al*, 2006).

O carvão vegetal é o resíduo sólido da carbonização da madeira, caracterizado por ter coloração negra brilhante, ser poroso e apresentar uma maior concentração de carbono do que o material que o originou. É utilizado principalmente como termorredutor na indústria siderúrgica e metalúrgica, na cocção de alimentos, na forma de carvão ativado para fenômenos de absorção, como matéria prima para sínteses químicas, entre outras utilidades (GIGANTE *et al*, 2007). Nos locais onde ocorrem a produção e o ensacamento, há liberação de fumaça e poeira, respectivamente, no ar - é inevitável -, ambas contendo MP. Algumas pesquisas têm demonstrado que o processo de produção rudimentar, dependente de mão de obra humana expõe os carvoeiros ao contato direto e permanente com a fumaça oriunda dos fornos (SOUZA *et al*, 2010). Já um estudo sobre as condições ergonômicas da atividade

classificou-a como “Extremamente pesada” (PIMENTA *et al*, 2006). Um segundo estudo nessa mesma linha concluiu que o modelo de produção do carvão vegetal é considerado arcaico e expõe os trabalhadores a condições insalubres (COLOMBO; PIMENTA; HATAKEYAMA, 2006).

3 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA CITOPATOLÓGICA

O MP pode ser definido como um conjunto de partículas sólidas e/ou aerossóis, presentes na atmosfera, apresentando tamanho inferior a 100 micrometros e quimicamente misto. Outro fator de extrema relevância é o tamanho e o peso do MP, sendo que as partículas menores e mais leves tendem a permanecer por mais tempo suspensas no ar, o que aumenta a probabilidade de inalação e de alcançarem as vias aéreas inferiores (GABAS, 2007; QUEIROZ *et al*, 2007; TORRES; MARTINS, 2005).

A composição do MP depende de sua origem. Como este estudo tem foco no MP oriundo do processo de fabricação do carvão vegetal, vamos dar ênfase a dois processos que originam o MP: o primeiro com origem nos fornos de carbonização onde os aerossóis são gerados termicamente por combustão, através de reações químicas de oxidação, que emitem substâncias voláteis e partículas sólidas; o segundo é o processo de ensacamento, em que o MP é originado a partir de um processo de ruptura mecânica de um sólido (carvão vegetal), gerando partículas que podem ser macroscópicas, microscópicas e submicroscópicas (GABAS *et al*, 2007).

Os efeitos da exposição do trato respiratório humano a agentes poluentes e MP podem induzir o aparecimento de reações inflamatórias, alergias, hiperplasia epitelial, metaplasia ou até mesmo ser um fator desencadeante de transformação maligna (MYAKE *et al*, 2003). Nos pulmões a forma mais frequente é a substituição do tecido epitelial colunar por um tecido escamoso estratificado, conhecido como metaplasia.

As alterações morfológicas celulares e mesmo o MP podem ser observadas através do escarro. A amostra de escarro, para ser satisfatória, deve conter células caliciformes, ciliadas e macrófagos, além de leucócitos e eventuais células escamosas contaminantes de origem orofaríngea (MCKEE, 1997).

No exame citopatológico, o escarro é o responsável pelo diagnóstico da maioria dos casos de carcinoma escamoso do trato respiratório. Na metaplasia, as células apresentam-se com citoplasma mais corado, orangeofílico, são menores que as células escamosas planas e maduras e contêm núcleo aumentado com membrana nuclear regular e cromatina pouco

alterada (MCKEE, 1997). A metaplasia escamosa tende a ser reversível se o agente agressor for removido, mas a progressão pode ocorrer com o aumento dos graus de atipias celulares até o ponto em que os achados citopatológicos caracterizem um carcinoma (BOGLIOLO, 2000; MCKEE, 1997).

A importância de encontrar macrófagos nesse tipo de material (escarro) é que a presença deles indica que a amostra é alveolar, além de indicar processos inflamatórios, pode-se observar, através da microscopia, MP no interior dessas células, logo, os macrófagos constituem-se em excelentes marcadores, tanto para qualificar a amostra em representativa ou não como para marcador de exposição à poluição, seja ela ambiental ou ocupacional (MCKEE, 1997).

4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa clínica, foram convidados a participar do estudo trabalhadores de carvoarias da cidade de Sapiranga, interior do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, em contato com o MP emitido pela produção do carvão vegetal. Além desses, voluntários não expostos à produção do carvão vegetal foram convidados a participar, para compor o grupo-controle.

Segundo o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Sapiranga, o respectivo município possui cento e dezessete agricultores carvoeiros distribuídos em trinta e três famílias.

Este estudo foi realizado em caráter observacional, longitudinal e de seguimento prospectivo, com aprovação do Comitê de Ética da Universidade Feevale.

Participaram dos estudos um total de 41 voluntários, sendo 21 produtores rurais e trabalhadores de carvoarias. O outro grupo composto de 20 voluntários, não expostos à atividade carvoeira, pareado com o grupo exposto, por sexo e idade, constituiu o grupo-controle do estudo. Para formar o grupo-controle, foram utilizados alguns critérios de exclusão: hábito tabágico, trabalhadores de madeireiras ou construção civil e trabalhadores de carvoarias.

Os indivíduos participantes do estudo formalizaram seu consentimento através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), após serem informados, com linguagem acessível, sobre a pesquisa, seus objetivos, procedimentos, benefícios e eventuais riscos associados aos protocolos deste estudo.

Após, os voluntários responderam a um questionário de saúde pessoal, coletaram uma amostra de escarro em frasco plástico estéril de boca larga e coletaram um *swab* nasal, sendo

que o material coletado pelo *swab* foi imediatamente transferido para lâmina de microscopia, seco em ar ambiente e, após, corado por MGG (May-Grumwald-Giemsa).

As lâminas de escarro foram preparadas em triplicata no laboratório de citopatologia da Universidade Feevale. Duas receberam a coloração de papanicolaou, e uma, de MGG, sendo analisadas por citopatologista através de um estudo cego.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

Tabela 1 – Características da amostra

(continua)

Variáveis	Exposição		P
	Sim (n = 21)	Não (n = 20)	
Homens, n (%)	10 (47,6)	9 (45,0)	1,000
Idade, anos	43,5 (12,7)	43,1 (11,8)	0,814
IMC, kg/m ²	27,1 (4,0)	28,6 (5,7)	0,589
Hábito tabágico no passado, n (%)	1 (4,7)	1 (5,0)	1,000
Uso de álcool, n (%)	7 (33,3)	9 (42,9)	0,751
Prática de atividade física, n (%)	7 (33,3)	7 (35,0)	1,000
Dados sociodemográficos	9 (42,9)	7 (35,0)	0,751
Escaridade			
Ensino fundamental completo, n (%)	5 (23,8)	2 (10,0)	0,410
Ensino médio completo, n (%)	1 (4,7)	7 (35,0)	0,020
Estado civil			
Casado, n (%)	18 (85,7)	13 (65,0)	0,159
Dados ocupacionais		-	-
Horas trabalhadas por dia	7,6 (3,4)	-	-
Anos de trabalho	20,8 (10,9)	-	-
Distância do forno até a residência		-	-
Até 200 metros	13 (61,9)	-	-
Acima de 200 metros	8 (38,1)	-	-
Produção mensal de carvão, kg	3495,0 (2250,0)	-	-
Uso de EPIs		-	-
Luvas, n (%)	12 (57,1)	-	-
Máscara, n (%)	15 (71,4)	-	-
Óculos, n (%)	7 (33,3)	-	-

Tabela 1 – Características da amostra

(conclusão)

Variáveis	Exposição		P
	Sim (n = 21)	Não (n = 20)	
Tipo de atividade		-	-
Plantio do eucalipto, n (%)	10 (47,6)		
Plantio da acácia negra, n (%)	18 (85,7)	-	-
Corte da madeira, n (%)	10 (47,6)	-	-
Transporte da madeira, n (%)	19 (90,5)	-	-
Abastecimento do forno, n (%)	21 (100,0)	-	-
Carbonização, n (%)	21 (100,0)	-	-
Retirada do carvão, n (%)	20 (95,2)	-	-
Ensacamento, n (%)	21 (100,0)	-	-
Já sofreu acidente na carvoaria	1 (4,7)	-	-
Outras atividades		-	-
Agricultura, n (%)	18 (85,7)	-	-
Agropecuária, n (%)	2 (9,5)	-	-

As variáveis categóricas foram comparadas por teste exato de Fisher, enquanto as contínuas, por teste de Mann-Whitney. As variáveis contínuas estão expressas como média e (desvio-padrão), exceto 'produção mensal de carvão, kg', que foi expressa como mediana e (intervalo interquartil).

Considerando apenas o uso de máscara, por se tratar de um estudo citopatológico do trato respiratório, observa-se, através da tabela acima, que esse grupo de trabalhadores possui boa adesão ao uso de EPIs (equipamentos de proteção individual), 71,4%, quando comparados com trabalhadores de mesma função em cidades vizinhas, onde foi observado que apenas 7% dos trabalhadores utilizavam EPI (SOUZA *et al*, 2010). Outro fator que merece destaque é a diversidade de atividades, em que se conclui que a atividade carvoeira não é exclusiva e única nesse grupo em questão, sendo a agricultura a de maior distribuição, com 85,7%, e a agropecuária com apenas 9,5%. Um fato relevante é o ambiente de trabalho ao ar livre desse grupo de carvoeiros, o que nos permite supor uma melhor ventilação e exaustão do ambiente, se comparado com o estudo feito na Grécia (TZANAKIS *et al*, 2001), onde os carvoeiros exerciam suas atividades em ambiente semiaberto ou fechado. Nos dados sócio-demográficos, não foi observada diferença estatística com o grupo-controle.

Tabela 2 – Manifestações clínicas e doenças

(continua)

Variáveis	Exposição		P ^a
	Sim (n = 21)	Não (n = 20)	
Apresenta chiado no peito frequentemente, n (%)	0 (0,0)	2 (10,0)	0,218
Tosse frequentemente, n (%)	4 (19,0)	0 (0,0)	0,106
Apresenta catarro frequentemente, n (%)	8 (38,1)	9 (45,0)	1,000
Já apresentou doença pulmonar, n (%)	2 (9,5)	3 (15,0)	0,654
Já esteve internado por infecções nos pulmões, n (%)	1 (4,7)	1 (5,0)	1,000
Já esteve internado na UTI, n (%)	1 (4,7)	1 (5,0)	1,000
Já precisou ser entubado, n (%)	1 (4,7)	2 (10,0)	0,606
Hipertensão, n (%)	4 (19,0)	1 (5,0)	0,343
Diabetes, n (%)	1 (4,7)	0 (0,0)	1,000
Sintomas e doenças			
Insônia, n (%)	4 (19,0)	5 (25,0)	0,719
Problemas de memória, n (%)	6 (28,5)	2 (10,0)	0,067
Tonturas, n (%)	11 (52,3)	7 (35,0)	0,350
Tremores, n (%)	5 (23,8)	0 (0,0)	0,048
Náuseas, n (%)	1 (4,7)	9 (45,0)	0,009
Dor de cabeça	13 (61,9)	16 (80,0)	0,306
Cansaço excessivo	7 (33,3)	3 (15,0)	0,277
Fraqueza	4 (19,0)	1 (5,0)	0,343
Visão turva	3 (14,2)	2 (10,0)	1,000
Dor na coluna	17 (80,9)	10 (50,0)	0,052
Dor no estômago	7 (33,3)	8 (40,0)	0,751
Falta de ar	2 (9,4)	0 (0,0)	0,488
Pressão alta	5 (23,8)	2(10,0)	0,410
Reação alérgica	2 (9,4)	6 (30,0)	0,130
Gripes e resfriados	14 (66,6)	17 (85,0)	0,277
Doenças cardiovasculares	1 (4,7)	0 (0,0)	1,000
Pneumonia	0 (0,0)	2 (10,0)	0,232
Inflamação do estômago e intestinos	1 (4,7)	2 (10,0)	0,606
Parasitoses intestinais	1 (4,7)	4 (20,0)	0,184
Doenças do sistema musculoesquelético	4 (19,0)	0 (0,0)	0,107
Traumatismos	0 (0,0)	1 (5,0)	0,488
Picadas por animais peçonhentos	3 (14,2)	1 (5,0)	0,606
Perda auditiva	3 (14,2)	0 (0,0)	0,232

Tabela 2 – Manifestações clínicas e doenças

(conclusão)

Variáveis	Exposição		P ^a
	Sim (n = 21)	Não (n = 20)	
Distúrbios do sono	2 (9,4)	2 (10,0)	1,000
Escoriações	4 (19,0)	8 (40,0)	0,181
Fraturas	0 (0,0)	6 (30,0)	0,009
Problemas na coluna	11 (52,3)	3 (15,0)	0,020
Hérnias	1 (4,7)	1 (5,0)	1,000
Irritação nos olhos	4 (19,0)	2 (10,0)	0,663
Irritação das vias aéreas superiores	0 (0,0)	5 (25,0)	0,093
Câncer	2 (9,4)	0 (0,0)	0,488
Insolação	1 (4,7)	0 (0,0)	1,000
Problemas hepáticos	1 (4,7)	2 (10,0)	0,606
Problemas renais e urinários	2 (9,4)	5 (25,0)	0,238

^aTeste exato de Fisher

A tabela 2 apresenta as queixas e os relatos de problemas de saúde nos produtores de carvão comparados aos controles. Apesar de estudos realizados na Grécia demonstrarem que os produtores de carvão apresentavam significativamente mais tosse, expectoração, sibilância e dispneia quando comparados a indivíduos não expostos à fumaça (TZANAKIS *et al*, 2001), e de estudos realizados no interior de Minas Gerais classificarem a atividade como “extremamente pesada” (PIMENTA *et al*, 2006), no presente estudo, isso não foi observado.

Um segundo estudo realizado nas cidades de Ivoti, Lindolfo Collor e Presidente Lucena, no interior do Rio Grande do Sul, Brasil, também destacou como sintomas mais relatados a tosse, a expectoração e a dispneia como sendo as queixas mais frequentes desses trabalhadores. Novamente atribuímos essa diferença ao uso de máscara por parte dos trabalhadores de Sapiranga, outro fator importante a ser destacado é a jornada de trabalho, pois, na Grécia, foi relatado ser de aproximadamente $14,1 \pm 6,4$ h e, em Sapiranga, é de 7,6h (SOUZA *et al*, 2010).

Nos dados expressos na tabela 2, dos que possuem significância estatística, que são náuseas, fraturas e problemas de coluna, o único que possui significado clínico é o problema de coluna, além de possuir relação com a classificação de atividade pesada (PIMENTA *et al*, 2006). É importante destacar que, por se tratar de um estudo-piloto, com amostral pequeno, limitam-se as inferências e correlações.

Tabela 3 – Associação entre exposição à produção de carvão vegetal e presença de material particulado

		Exposição				Total	P ^a	
		Sim		Não				
		n	%	n	%			
Escarro por Papanicolau	AUS	20	100,0	19	95,0	39	97,5	1,000
	MP	0	0,0	1	5,0	1	2,5	
Escarro por MGG	AUS	20	100,0	20	100,0	40	100,0	NC
	MP	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
Swab nasal por MGG	AUS	19	90,5	20	100,0	39	95,1	0,488
	MP	2	9,5	0	0,0	2	4,9	

MGG: May-Grumwald-Giemsa; AUS: ausência de material particulado; MP: material particulado.

^a Teste exato de Fisher. 28,6% (n = 6) e 10% (n = 2) dos expostos e não expostos à produção de carvão vegetal apresentaram neutrófilos no *swab* nasal, respectivamente (P = 0,238). NC = não calculado.

A tabela 3 apresenta os resultados do estudo citopatológico, em que não foi possível observar diferença estatística significativa entre expostos e controles. A falta de estudos citopatológicos em exposição ocupacional de carvoeiros limita nossa análise apenas à interpretação da coleta de dados, em que novamente o uso de EPIs é visto como fator protetor de extrema importância.

A tabela apresenta, no *swab* nasal, apenas as amostras com MP dentro de macrófagos, contudo destacamos que foi observado, em 85% das amostras, MP no muco, o que vai ao encontro do relatado pelos carvoeiros, que afirmaram apresentar secreção escura em grande quantidade após a realização das atividades carvoeiras. Esse fato também demonstra a eficiência do sistema fisiológico de proteção.

6 CONCLUSÃO

Ultimamente a ciência tem demonstrado interesse em estudar a influência da exposição ocupacional na saúde dos trabalhadores. Contudo, poucos são os estudos que abordam a influência da produção do carvão vegetal na saúde humana. Apesar de o estudo citopatológico não ter mostrado resultados clínicos e estatísticos significativos, atribuímos a esse resultado alguns fatores: 71,4% dos trabalhadores relataram utilizar máscara como EPI. Outro fator de extrema relevância é que os trabalhadores desenvolvem suas atividades ao ar livre, o que permite a dispersão do MP oriundo da fabricação do carvão, evitando, dessa

forma, que os trabalhadores fiquem expostos ao MP em ambientes fechados. Além disso, foi verificado que os produtores rurais possuem uma rotina de 7,6 horas trabalhadas por dia, sendo que suas atividades laborais alternam desde o plantio da acácia negra (matéria-prima) ao ensacamento e à comercialização do produto final (carvão vegetal), logo, a exposição não é diária nem permanente.

Um dado que não foi contemplado em nosso questionário é se os produtores de carvão produzem Licor Pirolenhoso durante o processo de pirólise da madeira. Essa informação se torna relevante, uma vez que a produção do pirolenhoso reduz significativamente a emissão de poluentes na atmosfera, o que, por sua vez, pode ser um fator de proteção tanto quanto a utilização de EPIs.

Dessa forma, a atividade carvoeira não mostrou ser um fator determinante na ocorrência de problemas respiratórios, em promover danos morfológicos celulares, ou desencadear processos inflamatórios. Contudo, outros estudos “mais complexos e com amostragem maior, não apenas estudo-piloto” (sugerimos a dosagem da carboxihemoglobina como marcador de exposição à fumaça), são necessários, para avaliar o impacto dessa atividade nos trabalhadores e na comunidade onde estão inseridos.

REFERÊNCIAS

- BOGLIOLO, L. et al. **Patologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- CASTRO, H. A.; GOUVEIA, N.; ESCAMILLA-CEJUDO, J. A. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 2, p. 135-149, 2003.
- COLOMBO, S. F. O.; PIMENTA, A. S.; HATAKEYAMA, K. Produção de carvão vegetal em fornos cilíndricos verticais: um modelo sustentável. In: SIMPEP, 13., 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2006.
- DIAS, E. C. et al. Processo de trabalho e saúde dos trabalhadores na produção artesanal de carvão vegetal em Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, p. 269-277, jan./fev. 2002.
- EMATER. **O Carvão Vegetal e seu Impacto Ambiental**. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/sobre/artigos/carvao_vegetal_impacto_ambiental.pdf>. Acesso em: 7 set. 2012.
- GABAS, G. C. C. **Análise crítica dos critérios de seleção de respiradores para particulados em ambientes de mineração**. 2008. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GIGANTE, L. A. et al. Um estudo da similaridade das queimadas entre municípios no estado de Mato Grosso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SOBER, 2007.

MCKEE, G. T. **Citopatologia**. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 1997.

MYAKE, M. A. M. et al. Mecanismos Imunológicos da Mucosa das Vias Aéreas Superiores e Fisiopatologia do Anel Linfático de Waldeyer: Conceitos Atuais. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**, v. 7, p. 232, abr./jun. 2003.

PIMENTA, A. S. et al. Avaliação do perfil de trabalhadores e de condições ergonômicas na atividade de produção de carvão vegetal em bateria de fornos de superfície do tipo “rabo- quente”. **Revista Árvore**, v. 30, p. 779-785, abr. 2006.

QUEIROZ, P. G. M. et al. Composição elementar do material particulado presente no aerossol atmosférico do município de Sete Lagoas, Minas Gerais. **Química Nova**, v. 30, p. 1233-1239, set./out. 2007.

SOUZA, R. M. et al. Sintomas respiratórios em trabalhadores de carvoarias nos municípios de Lindolfo Collor, Ivoti e Presidente Lucena, RS. **Revista Brasileira de Pneumologia**, v. 32, p. 210-217, mar./abr. 2010.

TORRES, F. T. P.; MARTINS, L. A. Fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 4, p. 23-39, out. 2005.

TZANAKIS, N. et al. Short-term effects of Wood smoke exposure on the respiratory system among charcoal production workers. **Chest**, v. 119, p. 1260-1265. 2001.