

## VII- 964 – AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS) POTENCIALMENTE PERIGOSAS EM CENTROS DE TRIAGEM DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: ESTUDO DE CASO NA CTR DA ESTRUTURAL E IRR DO P-SUL NO DISTRITO FEDERAL

### **Greice Kelly Menezes Martins<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Universidade de Brasília – UnB (2008). Mestre em Patologia Molecular pela Universidade de Brasília - UnB (2011). Atualmente é professora do Instituto Federal de Brasília – IFB, *Campus* Estrutural.

### **Eneida Campos Felipe de Brites**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco – UCDB (2004). Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília - UnB (2008). Professora do Instituto Federal de Brasília – IFB, *Campus* Estrutural. Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília – PTARH/UnB.

### **Daniela Cristina Gadelha Lopes**

Graduada em Saúde Coletiva na Universidade de Brasília (2022). Atualmente trabalhando na empresa privada Visão Hospital de Olhos.

### **Vanessa Resende Nogueira Cruvinel**

Graduada em Odontologia pela Faculdade de Odontologia do Planalto Central (1992), mestre em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília (2005). Doutora em Ciências da Saúde- Área de concentração em epidemiologia pela Universidade de Brasília (2009). Pós-doutorado na Universidade de Toronto, Dalla Lana School of Public Health, Departamento de Saúde Ambiental e Saúde do trabalhador (2018). Atualmente é professora de epidemiologia da Universidade de Brasília - UnB, Faculdade de Ceilândia.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Instituto Federal de Brasília, *Campus* Estrutural, Parque Nacional de Brasília, Área Especial 01, Quadra 16- SCIA/Estrutural, Brasília-DF - CEP: 71200-020 - Brasil - Tel: +55 (61) 98153-4648 - e-mail: [greicemartins@gmail.com](mailto:greicemartins@gmail.com).

## **RESUMO**

Os catadores de materiais recicláveis são profissionais constantemente expostos a riscos ocupacionais, especialmente em relação às doenças e agravos respiratórios. Este trabalho avaliou a concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) potencialmente perigosas para a saúde de catadores em dois centros de triagem de materiais recicláveis do Distrito Federal. As medições foram realizadas em locais estratégicos dos centros de triagem, considerando o tempo de permanência dos trabalhadores nos locais, relação às condições de temperatura relativas ao período de medição, observa-se que não houve diferenças significativas. O trabalho evidencia, portanto, a vulnerabilidade à qual os catadores estão expostos no ambiente de trabalho e destaca a importância de se avaliar as partículas totais em suspensão que possam oferecer riscos ocupacionais relacionados ao trabalho dos catadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saúde do Trabalhador, Saúde Ocupacional, Catadores de Materiais Recicláveis, Gerenciamento de Risco.

## **INTRODUÇÃO**

A geração de resíduos sólidos aumenta proporcionalmente ao consumo global. O gerenciamento dos resíduos é crucial para o desenvolvimento sustentável das populações e para promoção da saúde, pois assegura que o material não será destinado de forma inadequada (SARDOKIE & OWSU, 2020).

Por muito tempo, o Aterro do Jóquei, conhecido como Lixão da Estrutural, foi considerado o maior lixão da América Latina. O local permaneceu em atividade por quase 60 anos e recebia todo o resíduo sólido urbano do Distrito Federal, chegando a quase 3.000 toneladas por dia (PEREIRA, 2015). A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS estabeleceu que a partir de agosto de 2014 os resíduos e rejeitos dos municípios brasileiros poderiam ser dispostos apenas em aterros sanitários (BRASIL, 2010). Assim, as atividades do Lixão da Estrutural se encerraram em janeiro de 2018. Cerca de duas mil pessoas viviam da coleta de materiais recicláveis no local e, após o seu fechamento, muitos desses catadores precisaram organizar em cooperativas e associações contratadas pelo GDF para prestar os serviços

de triagem, armazenamento e comercialização de resíduos sólidos em centros de triagem recém construídos (TEIXEIRA, 2018). Ainda em 2018, foi inaugurada a primeira Instalação de Recuperação de Resíduos (IRR) no Setor P-Sul. Já em 2020, foi entregue a Central de Triagem e Reciclagem da Estrutural.

Os catadores de materiais recicláveis estão expostos a elevados riscos associados à saúde ocupacional. Um estudo realizado intitulado Pare, Pense, Descarte mostrou que 14,3% dos catadores em Brasília declararam ter algum tipo de doença respiratória. Análises de amostras de cabelo indicaram níveis de chumbo, cádmio e cobre maiores nos trabalhadores de centros de triagem fechados quando comparados aos trabalhadores do lixão a céu aberto, sugerindo uma possível veiculação pelo ar. Além disso, pesquisas realizadas pelos catadores revelaram altas concentrações de partículas em suspensão e aerossóis nos centros de triagem, indicando que há uma ventilação inadequada (CRUVINEL *et al*, 2019).

Os catadores de materiais recicláveis são frequentemente associados a populações marginalizadas, mas são responsáveis pela prestação de serviços ambientais que transformam o resíduo sólido em mercadoria geradora de renda e reduz consideravelmente a quantidade de material encaminhada para aterros e lixões (IPEA, 2016). Com isso, tornam-se importantes estudos que visem melhorar as condições laborais dos catadores.

Uma revisão sistemática da literatura revelou que os perigos ocupacionais mais comuns aos quais catadores de materiais recicláveis estão expostos são de caráter físico (77,6%), social (70,7%), biológico (65,5%), químico (53,4%), ergonômico (34,5%) e mecânico (25,9%) (ZOLKINOV *et al*, 2021). Em relação às doenças e agravos, as doenças respiratórias foram relatadas em 41,4% dos trabalhos pesquisados no referido estudo. Considerando a realidade dos centros de triagem, a vulnerabilidade à qual os catadores estão expostos no ambiente de trabalho e o cenário da pandemia no país, há uma necessidade de mapear e gerenciar os riscos respiratórios nos locais, bem como de identificar as partículas totais em suspensão que possam oferecer riscos ocupacionais relacionados ao trabalho dos catadores. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) potencialmente perigosas para a saúde de catadores em centros de triagem de materiais recicláveis do Distrito Federal.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica acerca dos referenciais teóricos adotados para medição da qualidade do ar. O monitoramento foi realizado em dois centros de triagem do Distrito Federal. O primeiro local foi a Central de Triagem e Reciclagem (CTR) da Central das Cooperativas de Trabalho de Materiais Recicláveis (CENTCOOP) na Cidade Estrutural-DF. O segundo foi a Instalação de Recuperação de Resíduos (IRR), da Associação Recicle a Vida, localizada no P-Sul. Para definição dos pontos de monitoramento em cada local, foi mapeada a área de trabalho e selecionados os locais onde os trabalhadores permanecem por mais tempo durante sua jornada. Como as duas unidades possuem a mesma planta, os croquis com a organização de ambas são os mesmos (Figuras 1 e 2).

A avaliação da qualidade de ar nos centros de triagem foi realizada através de um medidor de PTS multifuncional colocado nos pontos estratégicos selecionados. O aparelho utilizado foi HAZ-DUST I, uma ferramenta portátil de monitoramento de partículas que utiliza dispersão de luz próxima para medir a concentração de poeira. As aplicações incluem a identificação de áreas com altos níveis de poeira respirável e avaliação da geração e supressão de poeira. A medição das PTS ocorreu no intervalo de 10 a 15 minutos em cada local. Foram realizadas três medições na Estrutural e duas no P-Sul

Nesta pesquisa, foi utilizado como referência o padrão de qualidade final do ar (PF) das Partículas Totais em Suspensão - PTS (Tabela 1), de acordo com o estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente através da Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

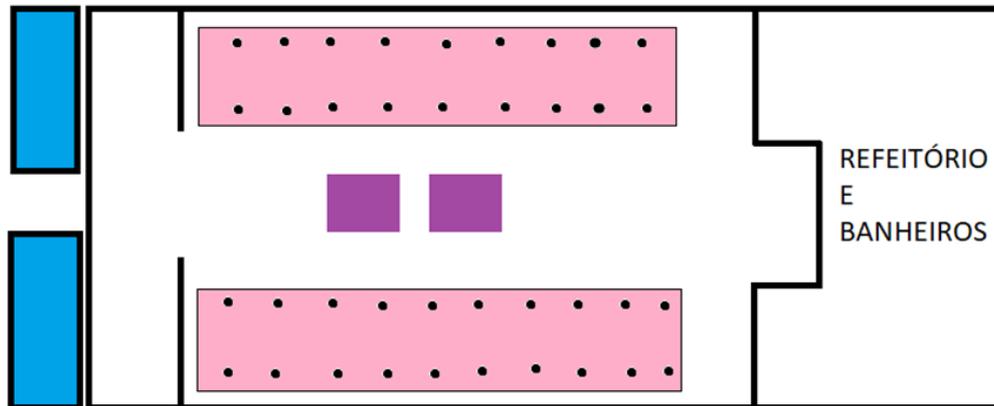


Figura 1: Croqui do térreo do CTR e da IRR, indicado silo externo de alimentação do material seletivo (em azul), área de resgate do material selecionado (em rosa), máquinas de prensagem (em roxo) e posicionamento das big bags (pontos pretos).

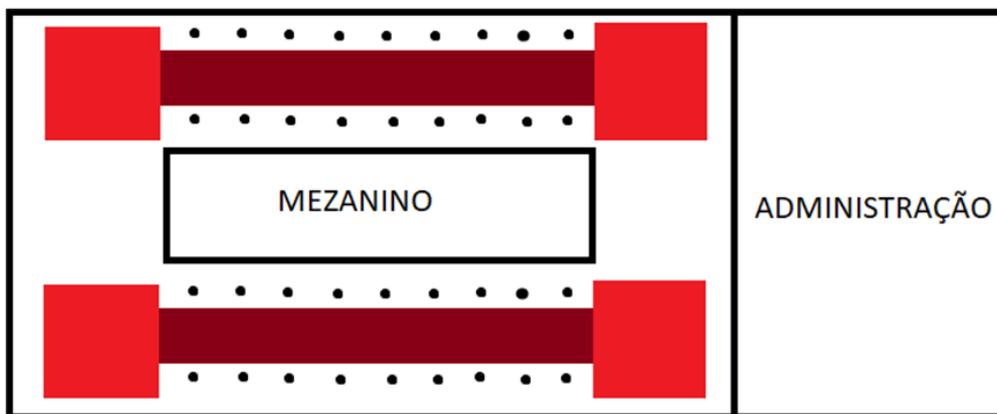


Figura 2: Croqui do mezanino do CTR e da IRR, indicando as esteiras (em vermelho escuro), exaustores (em vermelho claro) e dutos de segregação que conduzem os resíduos para as big bags (pontos pretos).

Tabela 1: Padrão de qualidade do ar das partículas totais em suspensão (PTS) - Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018 CONAMA.

Poluente Atmosférico	Período de Referência	Padrão de Qualidade Final- PF
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	240
	Anual	80

## RESULTADOS

O início do trabalho desenvolvido nos centros de triagem se dá com a entrega do material proveniente da coleta seletiva realizada pela cooperativa ou empresa contratada pelo SLU. O descarregamento dos resíduos coletados ocorre no silo externo do galpão. A quantidade de coletas recebidas é definida de acordo com a rota dos caminhões e a quantidade de cooperados de cada cooperativa. Os rejeitos da triagem do material são armazenados em contêineres, os quais são destinados para o Aterro Sanitário de Brasília - ASB.

Após o mapeamento realizado na IRR e na CTR, foram definidos como pontos de medição os lugares em que os catadores ficavam mais expostos aos resíduos por período de tempo mais prolongado. Os pontos foram: silo

externo, esteira de triagem (interno); big bags e fim da esteira com o container dos rejeitos, conforme apresentado nas Figuras 3 e 4.



**Figura 3: Caracterização dos ambientes do CTR - Estrutural. (a) Silo Externo; (b) Esteira de triagem (interno); (c) Big Bags; (d) Fim da esteira.**



**Figura 4: Caracterização dos ambientes da IRR - P-Sul. (a) Silo Externo; (b) Esteira de triagem (interno); (c) Big Bags; (d) Fim da esteira**

A temperatura, a umidade e a chuva podem influenciar na medição das PTS (KIM *et al*, 2016). Dessa forma, foram utilizados os dados oficiais de temperatura e umidade fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da Estação Brasília (Tabela 2), estação mais próxima ao CTR da Estrutural e da Estação Brazlândia (Tabela 3), localizada próxima à IRR P-Sul.

**Tabela 2: Temperatura e Umidade na Estação Brasília (Dados: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET)**

Data	Hora	Temperatura			Umidade		
		Máx.	Inst.	Mín.	Máx.	Inst.	Mín.
07/02/22	15h	26.3	25.3	24.5	63%	58%	63%
	16h	26.7	27	25.1	60%	56%	60%
09/03/22	15h	27,1	26,1	25,1	59%	51%	50%
	16h	27,8	27,1	25,7	53%	41%	40%
06/04/22	15h	27.3	26.2	25.7	54%	50%	48%
	16h	28.3	27	25.7	52%	47%	39%

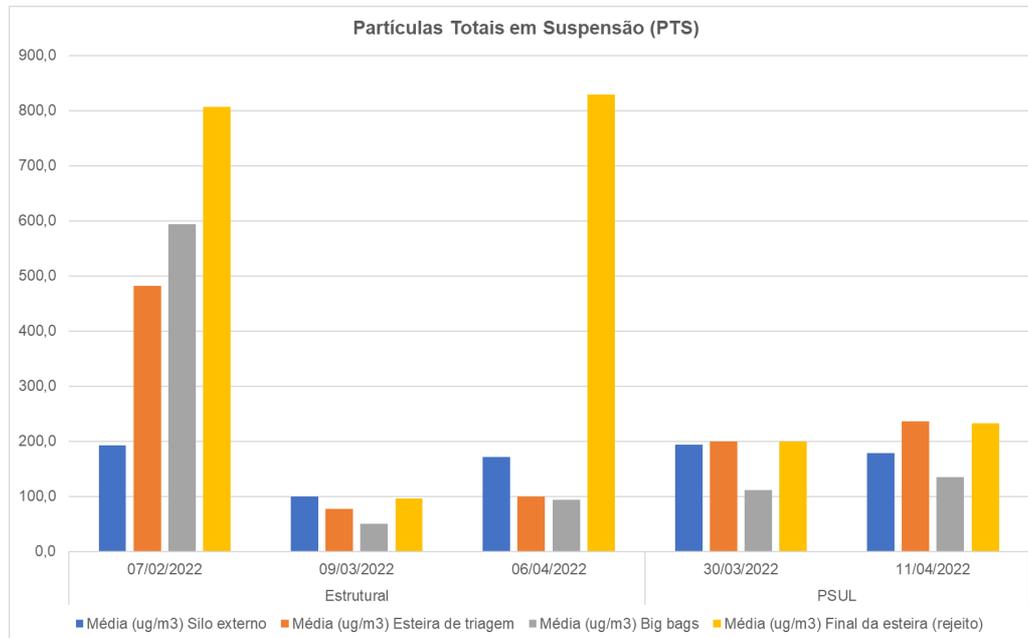
**Tabela 3: Temperatura e Umidade na Estação Brazlândia (Dados: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET)**

Data	Hora	Temperatura			Umidade		
		Máx.	Inst.	Mín.	Máx.	Inst.	Mín.
30/03/22	14h	27.3	26.7	24.8	60%	47%	48%
	15h	27.7	27.4	25.7	47%	47%	45%
11/04/22	14h	27.4	26.4	25.4	61%	60%	56%
	15h	27.8	24.8	24.8	63%	62%	53%

Com relação às condições de temperatura relativas ao período de medição, observa-se que não houve diferenças significativas (Tabelas 2 e 3). Com relação à umidade do ar, de acordo com Kim *et al* (2016), há alterações significativas no padrão de adesão das PTS a partir de umidades relativas acima de 60% ou abaixo de 30%. A máxima umidade aferida foi de 63%, no dia 07/03 considerada na CTR da Estrutural e a mínima medida foi de 39% também para a CTR da Estrutural. Importante ressaltar, que não se pode inferir que a máxima apresentada seja de fato influência para a dispersão das partículas nos locais de estudo, uma vez que as condições das Estações Meteorológicas de Brasília e de Brazlândia são diferentes da condição *in loco*. No presente trabalho, tais dados foram considerados *a priori* como norteadores do estudo preliminar e, dada a literatura, as variações de temperatura e umidade relativa do ar não foram consideradas significantes para efeitos na saúde dos trabalhadores.

A Figura 5 apresenta as médias encontradas das Partículas Totais em Suspensão nos pontos estratégicos. Considerando o padrão de qualidade do ar de PTS de 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , podemos observar que a maioria dos pontos estratégicos mapeados estão adequados, exceto o final da esteira da Estrutural nos dias 07/02/2022 e 06/04/2022 e as big bags e esteira da Estrutural no dia 07/02/2022. Algumas considerações podem ser relacionadas para tal

diferença, tais como: (i) volume do resíduo, os quais variam a cada dia a depender da qualidade da separação domiciliar dos resíduos, favorecendo ou não uma maior dispersão de partículas no ar (ii) condição de umidade e da direção e intensidade do vento, uma vez que os silos externos são localizados em ambiente aberto e as esteiras da Estrutural possuem janelas abertas ao lado, desta forma recomenda-se a utilização do aparelho em ambientes com pouco influência do vento para evitar a interferência medição do aparelho HAZ DUST I.



**Figura 5. Média das Partículas Totais em Suspensão no CTR-Estrutural e na IRR P-Sul.**

Quando comparadas as concentrações de PTS entre as duas unidades, pode-se inferir que a menor concentração de PTS da IRR do P-Sul ocorre devido à inoperância dos dutos exaustores das esteiras do CTR da Estrutural. Estudos detalhados devem ser conduzidos a fim de avaliar a efetividade dos ductos citados.

Outro ponto crítico é o final da esteira da Estrutural. Ao observar a Figura 3(d) constata-se que não há qualquer tipo de barreira de proteção entre o rejeito, o operador e o contêiner. Contudo, a Figura 4(d) que demonstra as condições da IRR do P-Sul, é inserida big bag, com o fundo aberto, conectando o fim da esteira com o container. Esse mecanismo, apesar de improvisado, mostrou-se como um potencial forma de gerenciamento dos riscos ambientais e de promoção da saúde dos catadores do P-Sul em relação aos da Estrutural, pois reduz a propagação de poeira.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os catadores de materiais recicláveis estão expostos a elevados riscos associados à saúde ocupacional. Diante dos resultados alcançados quanto à caracterização das PTS potencialmente perigosos presentes nos centros de triagem, conclui-se, no geral, que a qualidade do ar dentro dos centros de triagem de material reciclável está dentro dos padrões, porém o fim da esteira da Estrutural precisa ser reavaliado. Sugere-se que seja realizado o mesmo mecanismo do centro de triagem do P-Sul, conectando o fim da esteira com o container através de um ducto que impeça a poeira de se propagar.

Embora este estudo preliminar aponte para uma qualidade do ar dentro dos padrões nos centros de triagem analisados, o presente trabalho evidenciou a vulnerabilidade à qual os catadores estão expostos no ambiente de trabalho, identificando a importância de se avaliar as partículas totais em suspensão que possam oferecer riscos ocupacionais relacionados ao trabalho dos catadores. Ressalta-se que após a inalação, o grau de danos fisiológicos causados depende prioritariamente do tamanho e da composição das partículas, especialmente no

trato respiratório. Entretanto, a exposição prolongada a altas concentrações de partículas tem efeitos deletérios à saúde dos trabalhadores do local (LELIEVELD *et al*, 2015).

Recomenda-se para os próximos estudos a caracterização das partículas e avaliação das condições de trabalho sob o prisma das doenças respiratórias e da contaminação ambiental nos locais. O monitoramento deverá ser realizado ao longo de um ano, considerando os períodos chuvosos e secos do DF, com medições de umidade relativa do ar e temperatura *in locu*.

A caracterização das partículas deverá incluir o monitoramento de Material Particulado MP2,5 (materiais na forma de poeira, neblina, aerossol, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros), os quais possuem maior potencial de causar danos pulmonares graves (LELIEVELD *et al*, 2015). Além disso, recomenda-se a investigação de possível contaminação por metais pesados, especialmente os mais comuns como ferro, níquel, chumbo, zinco e cobre (ESSIEN *et al*, 2022). Os dados gerados servirão como base para a elaboração do mapa de gerenciamento de riscos respiratórios das cooperativas estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*. Brasília, 2010.
2. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. (2018). RESOLUÇÃO CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018.
3. CRUVINEL, V. R. N., MARQUES, C. P., CARDOSO, V., NOVAES, M. R. C. G., ARAÚJO, W. N., ANGULO-TUESTA, A. Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public Health*, 19(1), 581, 2019.
4. ESSIEN JP, IKPE DI, INAM ED, OKON AO, EBONG GA. Occurrence and spatial distribution of heavy metals in landfill leachates and impacted freshwater ecosystem: An environmental and human health threat. *PLOS ONE* 17(2): e0263279, 2019.
5. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional*. Brasília. Brasília, 2016.
6. LELIEVELD J, EVANS JS, FNAIS M, GIANNADAKI D, POZZER A. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525:367, 2015.
7. PEREIRA, R. R. O lixo de Brasília. *Retrato do Brasil*. Ed. 98, 2015.
8. SARDOKIE, S.A., OWUSU, P.A. Impact of COVID-19 pandemic on waste management. *Environ Dev Sustain*. 23, 7951–7960, 2021.
9. TEIXEIRA, Isadora. Catadores que deixaram o Lixão denunciam atraso no pagamento de bolsa. *Metrópole*, Brasília. 9 jan 2018. Disponível em <https://www.metropoles.com/distrito-federal/catadores-que-deixaram-o-lixao-denunciam-atraso-no-pagamento-de-bolsa>. Acesso em 10 nov 2018.
10. YOOJEONG KIM, GLYN WELLUM, KERRIANNE MELLO, KENNETH E. STRAWHECKER, RICHARD THOMS, ARJAN GIAYA, BARBARA E. WYSLOUZIL. Effects of relative humidity and particle and surface properties on particle resuspension rates, *Aerosol Science and Technology*, 50:4, 339-352, 2016.
11. ZOLNIKOV TR, FURIO F, CRUVINEL V, RICHARDS J. A systematic review on informal waste picking: Occupational hazards and health outcomes. *Waste Manag*. May 1;126:291-308. 2021.