



KÁTIA SOARES MOREIRA

**ANÁLISE DE PARTICULADOS SÓLIDOS SUSPENSOS EM
COOPERATIVAS DE CAFÉS**

**LAVRAS - MG
2022**

KÁTIA SOARES MOREIRA

**ANÁLISE DE PARTICULADOS SÓLIDOS SUSPENSOS EM COOPERATIVAS DE
CAFÉS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Strictu-Sensu em Engenharia Agrícola, na área de concentração em Processamento de Produtos Agrícolas, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Moreira, Kátia Soares.

Análise de particulados sólidos suspensos em cooperativas de
cafés / Kátia Soares Moreira. - 2022.

64 p.

Orientador(a): Ednilton Tavares de Andrade.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Poeira de grãos. 2. Agrotóxicos. 3. Bioativos. I. de Andrade,
Ednilton Tavares. II. Título.

KÁTIA SOARES MOREIRA

**ANÁLISE DE PARTICULADOS SÓLIDOS SUSPENSOS EM COOPERATIVAS DE
CAFÉS**

ANALYSIS OF SUSPENDED SOLID PARTICULATE IN COFFEE COOPERATIVES

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Strictu-Sensu em Engenharia Agrícola, na área de concentração em Processamento de Produtos Agrícolas, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 01 de setembro de 2022.

Dr. Ednilton Tavares de Andrade	UFLA
Dra. Ana Paula de Carvalho Alves	UFLA
Dr. José Reinaldo Moreira da Silva	UFLA
Dra. Luana Elis de Ramos e Paula	UFLA
Dr. Raphael Nogueira Rezende	IFSULDEMINAS

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

RESUMO

A geração de poeira pela movimentação de grãos em cooperativas armazenadoras, pode apresentar riscos ocupacionais ao sistema respiratório. O objetivo deste estudo foi analisar ambientalmente e ocupacionalmente a poeira presente em duas unidades armazenadoras de café, analisando as características físicas e químicas destes. A análise de particulados sólidos suspensos foi realizada em outubro de 2021, em duas cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés commodities e especiais, com grande capacidade de armazenagem, localizadas no Sul de Minas Gerais. As coletas foram feitas em três alturas para cada área, nos pontos localizados à aproximadamente 2, 5 e 8m, na agroindústria de café commodity, e 1, 2 e 8m de altura, na de café especial. As amostras foram analisadas em laboratório por Difractometria de Raio-X e gravimetria, pelas metodologias NIOSH 7500, descritas pela National Institute for Occupational Safety and Health. Os mapeamentos da distribuição de materiais particulados nas cooperativas foram feitos com a utilização do Software Surfer 14®, com método de interpolação de Krigagem (Kriging Method). A granulometria das partículas sólidas foi determinada com a utilização de agitador de peneiras com vibração durante 10 min, com velocidade/intensidade 4, com malhas de 12, 20, 40, 60, 70, e 100 mesh. Para a caracterização química da poeira foi realizada a análise de bioativos, sendo a cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos, por meio de cromatografia líquida de alta eficiência. A determinação quantitativa e qualitativa de pesticidas nas amostras foi realizada no Laboratório de Resíduos de Pesticidas do Instituto Biológico, utilizando o método QuEChERS. A quantidade de poeira gerada nas cooperativas de café especial e commodity foi maior nos setores de recebimento e beneficiamento, com a maior concentração até a altura de 5m, sendo intensificada na unidade de cafés especiais. A análise do risco químico ambiental apresentou maior quantidade de poeira total para cooperativa de cafés especiais, entretanto o limite de sílica livre cristalizada foi inferior ao de detecção para as duas agroindústrias. De acordo com a análise granulométrica das partículas, observou-se que 5,8% da poeira é menor que 0,150 mm, podendo conter particulados com dimensões inferiores a 0,025mm, passíveis de chegar até o pulmão. Os bioativos de trigonelina, ácido clorogênico e cafeína tiveram maior teor na poeira da unidade de cafés especiais. A quantificação dos resíduos de agrotóxicos presentes na poeira demonstrou valores superiores ao limite máximo para a Tiametoxam e Lambida-cialotrina, na cooperativa de café especial, e de Ciproconazole para a de café commodity.

Palavras-chave: Poeira de grãos. Granulometria. Agrotóxicos. Bioativos.

ABSTRACT

The generation of dust by moving grains in storage cooperatives can present occupational risks to the respiratory system. The objective of this study was to analyze environmental and occupational dust present in two coffee storage units, analyzing their physical and chemical characteristics. The analysis of suspended solid particulates was carried out in October 2021, in two agro-industrial cooperatives that store commodity and specialty coffees, with large storage capacity, located in the south of Minas Gerais. The collections were made at three heights for each area, at points located at approximately 2, 5 and 8m, in the commodity coffee agroindustry, and 1, 2 and 8m in height, in the specialty coffee agroindustry. The samples were analyzed in the laboratory by X-Ray Diffractometry and gravimetry, using NIOSH 7500 methodologies, described by the National Institute for Occupational Safety and Health. The mapping of the distribution of particulate matter in the cooperatives was carried out using the Surfer 14® Software, with the Kriging Method of interpolation. The granulometry of the solid particles was determined using a sieve shaker with vibration for 10 min, with speed/intensity 4, with meshes of 12, 20, 40, 60, 70, and 100 mesh. For the chemical characterization of the dust, an analysis of bioactives was carried out, including caffeine, trigonelline and chlorogenic acids, using high-performance liquid chromatography. The quantitative and qualitative determination of pesticides in the samples was carried out at the Pesticide Residues Laboratory of the Instituto Biológico, using the QuEChERS method. The amount of dust generated in specialty and commodity coffee cooperatives was higher in the receiving and processing sectors, with the highest concentration up to a height of 5m, being intensified in the specialty coffee unit. The analysis of the environmental chemical risk showed a higher amount of total dust for the specialty coffee cooperative, however the limit of crystallized free silica was lower than the detection limit for the two agroindustries. According to the granulometric analysis of the particles, it was observed that 5.8% of the dust is smaller than 0.150 mm, and may contain particles smaller than 0.025 mm, likely to reach the lungs. The bioactives of trigonelline, chlorogenic acid and caffeine had a higher content in the dust of the specialty coffee unit. The quantification of pesticide residues present in the dust showed values above the maximum limit for Thiamethoxam and Lambda-cyhalothrin, in the specialty coffee cooperative, and Cyproconazole for the commodity coffee cooperative.

Keywords: Grain dust. Granulometry. Pesticides. Bioactives.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Produtividade e armazenamento de café	11
2.1.1 Produção de café	11
2.1.2 Unidades armazenadoras	12
2.2 Riscos ocupacionais em unidades armazenadoras de grãos	13
2.2.1 Agentes de riscos ocupacionais em cooperativas agroindustriais	13
2.2.2 Particulados sólidos suspensos em unidades armazenadoras	14
2.2.2.1 Riscos químicos de defensivos residuais em poeiras	17
2.3 Normas Regulamentadoras de saúde e segurança do trabalho	18
2.3.1 Programa de gerenciamento de riscos (NR 01)	18
2.3.2 NR 15	18
2.3.3 Normas de higiene ocupacional	19
REFERÊNCIAS	21
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	26
ARTIGO 1 - PARTICULADOS SÓLIDOS SUSPENSOS EM UNIDADES ARMAZENADORAS DE CAFÉS COMMODITIES E ESPECIAIS	27
1 INTRODUÇÃO	28
2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Caracterização dos locais de coleta	29
2.2 Método de coleta e análise de amostras de poeira	30
2.2.1 Coleta das amostras de poeira no ambiente de trabalho	30
2.2.2 Mapeamento da distribuição de materiais particulados	31
2.2.2.1 Distribuição dos dados coletados	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41
ARTIGO 2 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA POEIRA EM SUSPENSÃO DE COOPERATIVAS AGROINDUSTRIAS ARMazenadoras DE CAFÉ	45
1 INTRODUÇÃO	46
2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Caracterização dos locais de coleta	47
2.2 Coleta das amostras de poeira	48
2.3 Análises físico-químicas da poeira	48

2.3.1 Granulometria	48
2.3.2 Bioativos presentes na poeira	49
2.3.3 Análise de pesticidas	49
2.3.4 Análise estatística.....	51
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS	55
ANEXOS	59

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A alta produtividade de grãos no Brasil, especialmente de café, tem impulsionado o desenvolvimento das unidades armazenadoras do país. A expansão destas visam atender a capacidade estática de armazenagem, além de oferecer serviços de beneficiamento de grãos aos produtores, contribuindo na conservação e qualidade destes e agregando valor ao produto.

As operações desenvolvidas em cooperativas armazenadoras agroindustriais, pela movimentação de grãos, existência de espaços confinados e processos realizados, podem apresentar danos à segurança e saúde dos trabalhadores, necessitando de fiscalização e prevenção da ocorrência de agentes de riscos ocupacionais. Neste contexto, a poeira gerada nestes locais é um dos principais fatores de risco ocupacional para o sistema respiratório, causando enfermidades simples, complexas e, ou irreversíveis.

A determinação das características físicas e químicas dos particulados sólidos suspensos, bem como a concentração destes no ambiente é essencial para manutenção da saúde e segurança dos trabalhadores. Isso se deve ao fato de que dependendo da quantidade, composição, temperatura e teor de água destes, podem ser tóxicos, carcinogênicos e ainda conter o risco de explosões.

As Normas Regulamentadoras NR 01, NR 09 e NR 15 são base para o monitoramento da segurança em agroindústrias de grãos. O Programa contido na NR 01 avalia fatores de riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e acidentais, a NR 09 descreve as atividades, operações e agentes insalubres, aos quais os trabalhadores são submetidos, incluindo seus limites de tolerância, e por fim, a NR 15 determina as atividades consideradas insalubres, os limites aceitáveis e os valores adicionais ao salário caso estes sejam ultrapassados.

De acordo com as Normas de Higiene Ocupacional (FUNDACENTRO, 2021), as principais avaliações para ambientes com poeira em suspensão são as normas para análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos (NHO 03) e coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho (NHO 08). A NHO 03 tem o intuito de estabelecer a massa de poeira presentes no ambiente, por meio de análise gravimétrica, enquanto a NHO 08 padroniza o método de coleta de particulados sólidos em filtros de membrana, para obtenção de maior representatividade destas.

A composição química das partículas sólidas em unidades armazenadoras podem ser diversificada de acordo com o produto e local em que se encontram. Estas são caracterizadas por substâncias orgânicas e inorgânicas, como microrganismos, partículas de sílica, metais, resíduos químicos de pesticidas, entre outros.

Os defensivos utilizados no manejo da cultura do café, buscando o incremento da produtividade, podem estar presentes nos fragmentos dos grãos em suspensão em grandes quantidades. Este fato pode influenciar negativamente na saúde de trabalhadores em unidades armazenadoras. Dessa forma, tendo em vista a importância da segurança e a saúde dos trabalhadores, este trabalho tem como finalidade analisar ambientalmente e ocupacionalmente, os particulados sólidos suspensos em distintos ambientes de cooperativas armazenadoras de cafés.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produtividade e armazenamento de café

2.1.1 Produção de café

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, responsável por 33,6% da produtividade mundial, seguido do Vietnã e da Colômbia, com participação de 18,6% e 8,2%, respectivamente. A grande maioria dos cafés produzidos no país são commodities, entretanto a demanda por cafés especiais tem crescido cerca de 10% ao ano (COSTA, 2020; CONAB, 2022).

A exportação de café em 2021 teve queda de 3,3% com relação a 2020, mas ainda assim, foi 14,3% maior do que a média dos cinco anos anteriores, exportando 42,4 milhões de sacas. A estimativa para a produção de café beneficiado para o ano de 2022 é de 55.743,1 mil sacas, apresentando incremento de 16,8% comparado ao ano anterior (CONAB, 2022).

O estado de Minas Gerais tem se destacado como o maior produtor de café no país, em que nas últimas safras foi responsável por produzir quase metade de todo café brasileiro. O cultivo acontece por praticamente todo o estado, principalmente, na região Sul e Centro-Oeste mineiro, o Triângulo, o Alto Paraíba, o Noroeste, a Zona da Mata, o Vale do Rio Doce e a Zona Central (ALVES, LINDNER, 2020). Espera-se que o estado produza em torno de 26.997 mil sacas de café beneficiado em 2022, representando um aumento de 21,9% da temporada passada (CONAB, 2022).

Dentre as regiões produtoras de café, o Sul de Minas se destaca no setor do agronegócio por ser responsável por 24% da produção nacional, repercutindo na economia, no ambiente, sociedade e nas políticas do local. Este ocasiona efeitos diretos no setor agrário e urbano, e

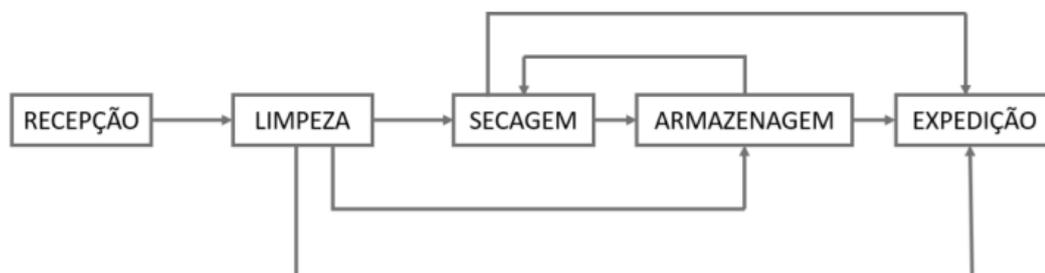
como fator negativo favorece o uso de pesticidas, a degradação do meio ambiente, danos à saúde da população, entre outros (OLIVEIRA, 2016; ALVES, LINDNER, 2020).

2.1.2 Unidades armazenadoras

A produção agrícola brasileira tem expandido com o passar dos anos, sendo o quinto maior produtor de grãos do mundo, alcançando na safra de 2021 cerca de 253,2 milhões de toneladas, classificada como a segunda maior desde 1975, ficando atrás apenas da safra do ano anterior, que foi maior cerca de 0,4%. A expectativa para 2022 é de produzir 277,1 milhões de toneladas, o que equivale ao acréscimo de 9,4% do ano passado. Além disso, tem ocorrido a ampliação do setor agroindustrial, como as unidades armazenadoras, para atender as demandas do mercado interno e externo, e assim conseguir suprir as necessidades quanto a capacidade estática de armazenagem de grãos (BARONI et al., 2017; IBGE, 2022).

As cooperativas armazenadoras agroindustriais oferecem diversos serviços aos produtores. Estas não se limitando apenas a estocagem de grãos, como também processamentos pós-colheita, proporcionando a conservação da qualidade destes, contribuindo na reprodução do capital, inserção no mercado nacional e internacional, e concessão de certificações aos produtores (JIAN et al., 2017). O beneficiamento e rebeneficamento são processos comumente encontrados nos armazéns agroindústrias, como limpeza, separação física de grãos para classificação e direcionamento dos lotes, como exemplificado na Figura 1.

Figura 1 - Processos em unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos.



Fonte: Gomide (2017)

De acordo com o acondicionamento e manuseio do café se tem o tipo de armazenamento, sendo em sacos de juta e big bags em fibras de polipropeno ou outro tipo de sacarias. O método predominante no Brasil é o armazenamento convencional, utilizando-se mão de obra nas operações de movimentação e reposição de sacaria e do produto. O outro também muito utilizado é o granel, quando o café é estocado em coco ou pergaminho em tulhas,

silos multicelulares com fundo plano ou inclinado utilizados com essa finalidade. Alguns armazéns e cooperativas operam no sistema a granel combinado com o sistema convencional (BORÉM et al, 2015).

Tendo em vista a amplitude das operações e práticas desenvolvidas nas unidades de beneficiamento e armazenamento de grãos, se torna primordial alguns cuidados na execução das atividades, por apresentar riscos à saúde e segurança dos indivíduos que participam dos processos (SCHOENINGER et al., 2019).

2.2 Riscos ocupacionais em unidades armazenadoras de grãos

2.2.1 Agentes de riscos ocupacionais em cooperativas agroindustriais

As atividades realizadas em unidades armazenadoras e beneficiadoras de grãos, assim como em qualquer outro setor industrial, precisam ser fiscalizadas quanto à ocorrência de danos à saúde dos trabalhadores, por meio da prevenção de riscos ocupacionais. Estes, consistem em riscos devido sua natureza, concentração e tempo de exposição à agentes físicos, químicos e biológicos em ambientes de trabalho, com o objetivo de verificar a relação entre acidentes, doenças, condições do ofício e sistemas (BRASIL, 2022).

Em cooperativas agroindustriais os ruídos emitidos pelos equipamentos e o acúmulo de poeira são os principais fatores propulsores de riscos, sendo os acidentes mais recorrentes por intoxicação, soterramento, asfixia, explosões, quedas, entre outros (MOTA, 2015; SILVA et al., 2020). O afogamento e soterramento de trabalhadores são acidentes que podem ocorrer com operadores de silos armazenadores de grãos, em situações de manutenção, levando a asfixia e morte. Este tipo de fatalidade tornou preocupante em alguns países como os Estados Unidos a partir dos anos 1970, por ser recorrente, o que acarretou na promoção de conscientização, fiscalização e monitoramento de todo setor agropecuário (RIEDEL, FIELD, 2010). No Brasil ainda não existem registros com informações detalhadas destes acidentes, mas há indícios de que este é um dos países que apresentam maior índice no setor (FELLET, 2018).

Segundo Tietboehl Filho (2004), a poeira gerada pelo processamento de grãos para armazenagem é o principal risco ocupacional para o sistema respiratório em ambientes agroindustriais, podendo desencadear desde desconforto até alteração crônica irreversível, com sintomas respiratórios permanentes e ou obstrução das vias aéreas. Além disso, tendo em vista que a poeira é composta de partículas orgânicas, se estiver em condições específicas de temperatura e umidade, são fontes para crescimento microbiano, possibilitando a produção e

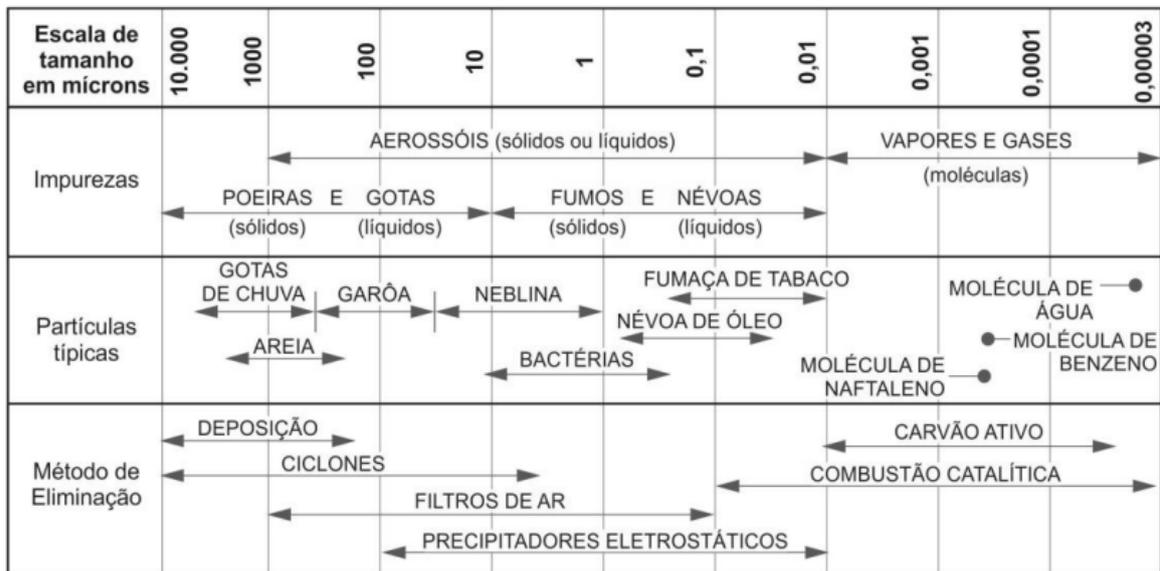
toxinas com atividades carcinogênica, hepatotóxica, nefrotóxica, imunossupressora e mutagênica, ou ainda, dependendo da concentração e granulometria de particulados sólidos em suspensão, ocasionar explosões (PRADO, 2014; COSTELLA et al., 2016; KROESSIN et al., 2019).

A elaboração e aplicação de mapa de riscos em cooperativas agroindustriais é uma ferramenta que fornece diagnósticos e prevenção dos riscos ambientais, ergonômicos e de acidente de trabalho, contribuindo na diminuição de acidentes e danos à saúde do colaborador, por elucidar a respeito dos perigos dos locais (GOUVEIA et al., 2013). A classificação dos riscos é dividida em cinco grupos, sendo: físicos, referente a ruídos, vibrações, pressão, e temperaturas anormais, e radiações; químicos, substâncias que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores que pela natureza e tempo de exposição possam penetrar no organismo pela pele ou ingeridos; biológicos, bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus; ergonômicos, relacionado a falta de adaptação ergonômica para a execução das atividades; e por fim, de acidentes (KROESSIN et al., 2019).

2.2.2 Particulados sólidos suspensos em unidades armazenadoras

O ar é composto por uma mistura de gases, contendo uma fração de matéria sólida suspensa, que dependendo da concentração pode causar prejuízos à saúde humana. De acordo com a Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH, 2010), os principais poluentes do ar são os aerossóis, compostos por partículas sólidas, líquidas e ou microrganismos, como a poeira mineral, vegetal ou animal (com diâmetro entre $0,1\mu$ e 1000μ), fumos (com 10μ a 1μ), fumaça (inferior a 1μ), névoas (entre $0,1\mu$ e 100μ) e por fim, organismos vivos (polens das flores de 5μ a 10μ , bactérias de $0,2$ a 5μ e os vírus com $0,002$ a $0,05\mu$ de diâmetro). Os métodos de eliminação dessas impurezas presentes, variam de acordo com o tipo de contaminante, como apresentado na Figura 3 (ACGIH, 2010).

Figura 3 – Impurezas presentes no ar e os métodos de eliminação



Fonte: ACGIH (2010).

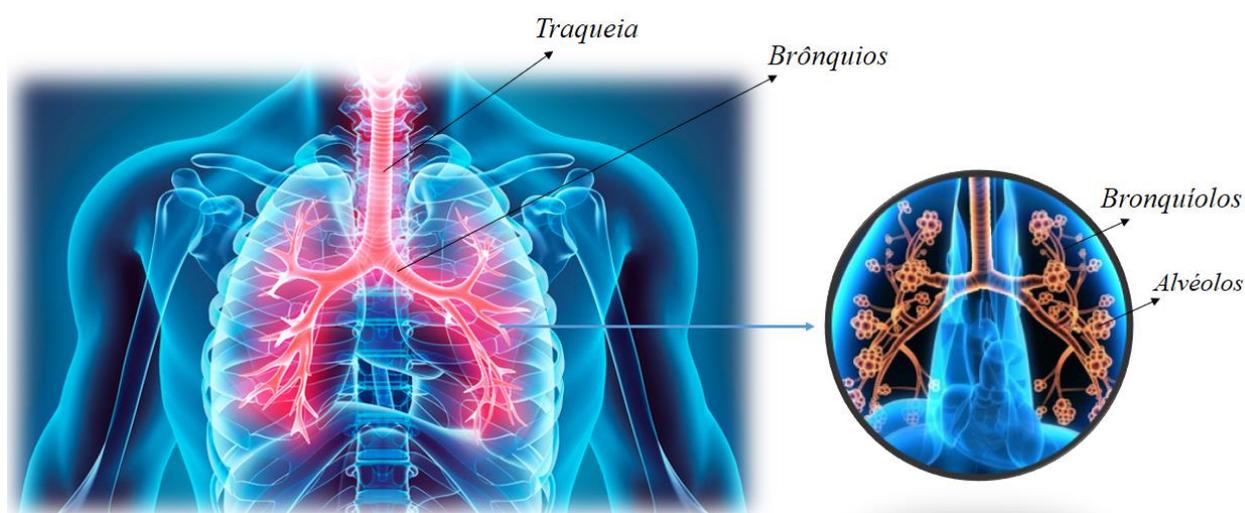
A desintegração mecânica de substâncias orgânicas ou inorgânicas do material sólido processado produzem partículas sólidas, denominadas poeiras, em geral com diâmetros maiores que 1 µm. Pode ser resultante do manuseio de substâncias ou consequência de operações de trituração, moagem, peneiramento, broqueamento, polimento, detonação, dentre outros fatores (NEFUSSI, 1979).

A análise de particulados sólidos suspensos em unidades armazenadoras e beneficiadoras de grãos são extremamente relevantes no que tange a saúde e segurança dos trabalhadores. De acordo com Tietboehl Filho (2004), a poeira gerada pela movimentação dos grãos em cooperativas agroindustriais costuma ser de aproximadamente 0,5% da massa total do produto armazenado, em que 0,2% corresponde à poeira inalável, ou seja, poeira passível de ser aspirada. Estes ainda, podem conter partículas de sílica advindas do plantio, presentes no solo, propiciando que o trabalhador desenvolva silicose, que consiste em uma doença caracterizada pela formação de tecido conjuntivo no pulmão, denominado como fibrose (FELIX, 2020).

O sistema respiratório possui dispositivos de defesa naturais, como cílios, muco, pêlos do nariz, entre outros, além da capacidade regenerativa. Entretanto o excesso de exposição à poeira pode desencadear diversas enfermidades (SILVA, 2010; FELIX, 2020). O ar ao ser inalado é conduzido para os pulmões, mas nem todas as partículas suspensas presentes nele chegam nestes órgãos, já que no nariz existem barreiras que retêm as de maior tamanho,

passando apenas as menores (SILVA, 2010). Estas, caso não sejam retidas nos cílios e mucos presentes no percurso, como apresentado na Figura 4, podem passar pela traqueia, chegando nos brônquios e bronquíolos, se tiverem menos que 10 µm de diâmetro, ou ainda, nos alvéolos pulmonares, se inferiores a 2,5 µm de diâmetro (KUNZLI et al., 2010).

Figura 4 – Sistema respiratório demonstrando o percurso a ser percorrido pela poeira respirável



Fonte: adaptado de GETTY IMAGES (2022).

A taxa respiratória, o movimento do ar ao redor da zona respiratória, a probabilidade da inalação e o tamanho da partícula associado a forma e a densidade determinam o percurso da partícula na região do trato respiratório e onde ela se alojará na qual possuem potencial para causar danos à saúde (SANTOS, 2005).

Os componentes presentes nas partículas sólidas suspensas em unidades armazenadoras são substâncias orgânicas e inorgânicas, constituídas de fragmentos do próprio grão; partículas de sílica e traços de metais; fungos, bactérias e toxinas provenientes destas; fragmentos e dejetos de insetos e ácaros; resíduos de roedores e aves; e por fim, resíduos químicos de pesticidas, fungicidas e herbicidas, sendo então substâncias tóxicas, alérgicas e danosas ao sistema respiratório (TIETBOEHL FILHO, 2004).

A presença de agrotóxicos nos grãos e conseqüentemente, na poeira podem apresentar riscos à saúde dos trabalhadores ao serem inalados. No agronegócio do café, a utilização de defensivos é considerada um aporte tecnológico para produtividade, para o pequeno e grande produtor (ALVES, LINDNER, 2020). Em 2017, mais de 60mil propriedades do Sul de Minas Gerais fizeram uso de defensivos nas lavouras, sendo a maioria produtoras de café. Neste

mesmo ano, a região teve 285 trabalhadores acometidos por intoxicação de agrotóxico (ALVES, LINDNER, 2020). Alguns dos princípios ativos utilizados na formulação dos agrotóxicos, utilizados no manejo de café são: Boscalida; Pyraclostrobin; Oxicloreto de cobre; Dimetilditiocarbamet; Espiromesifeno; Piraclostrobina; Epoxiconazol; Ciproconazol e Trifloxistrobina; Glifosato, Ácido diclorofenoxiacético; Mancozebe; Clorpirifós e Flutriafol (HERZOG, 2017).

2.2.2.1 Riscos químicos de defensivos residuais em poeiras

Os agroquímicos são defensivos agrícolas como pesticidas, herbicidas e inseticidas, muito utilizados nas lavouras, visando a segurança e produtividade dos produtos agrícolas. O café é uma das culturas que possuem mais defensivos registrados no país, sendo os cinco mais comercializados o glifosato, 2-4-D (ácido diclorofenoxiacético), mancozebe, clorpirifós e o flutriafol (LEITE et al., 2020). Do ponto de vista ambiental, a toxicidade destes se enquadram na Classe II e III, como produto perigoso e muito perigoso ao meio ambiente, respectivamente (IBAMA, 2020).

Alguns estudos, em animais, demonstram diversos riscos relacionados a exposição destes agroquímicos, como distúrbios metabólicos, interferências na reprodução e no desenvolvimento, danos celulares nos ovários, entre outros (LI et al., 2017; LOPEZ-ANTIA et al., 2018; CARNIEL et al., 2019; IORI et al., 2019).

A Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) é um documento normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas de acordo com a NBR 14725-4, em que dispõe de informações referentes aos riscos de produtos aos seres humanos, animais e ambiente, descrevendo os riscos químicos que estes possuem, com a finalidade de conscientização e diminuição de eventuais problemas de saúde e danos ao meio ambiente (MENEZES et al., 2020).

A determinação e caracterização de resíduos de agrotóxicos em poeira presentes em unidades agroindustriais, aliadas as informações destes contidas na FISPQ, constituem uma ferramenta de suma importância no que se refere a saúde e segurança dos trabalhadores (LEITE et al., 2020).

2.3 Normas Regulamentadoras de saúde e segurança do trabalho

2.3.1 Programa de gerenciamento de riscos (NR 01)

O Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) da Norma Regulamentadora NR01 é uma atualização da legislação federal que foi emitida pelo Ministério do Trabalho e Emprego no ano de 1994, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) pertencente a Norma Regulamentadora NR 09. O PGR visa o estabelecimento das disposições gerais, campo de aplicação, os termos e as definições comuns às Normas Regulamentadoras relativas à segurança e saúde no trabalho (BRASIL, 2020).

Em janeiro de 2022, o Governo Federal, a fim de minimizar a burocratização dos processos acerca da Saúde e Segurança do Trabalho (SST), instituiu-se a NR 01 com enfoques diferentes da NR 09, por gerenciar não somente os riscos ambientais, mas os ocupacionais de maneira integral. A nova NR9 é nomeada de Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos, a qual possui o objetivo de estabelecer requisitos para analisar e controlar os agentes de risco de forma específica e abrangente, identificados pelo PGR, auxiliando nas medidas de prevenção para os riscos ocupacionais (BRASIL, 2022).

O PGR é integrado com a SST, determinando os responsáveis, objetivos, metas e plano de ação a fim de minimizar os riscos ocupacionais das instituições, devendo conter o inventário de riscos, com a caracterização dos processos, ambientes de trabalho e atividades, descrição de perigos e de possíveis lesões ou agravos à saúde dos colaboradores, resultados da análise preliminar e ou monitoramento das exposições aos agentes físicos, químicos e biológicos, avaliação de ergonomia, e por fim, os critérios adotados, avaliação dos riscos e sua classificação, juntamente com a elaboração do plano de ação e da tomada de decisão. Além disso, o programa contempla as Normas Reguladoras NR 15 e NR 16, que estabelecem as atividades e operações insalubres e perigosas, como também as condições de trabalho de acordo com a Norma Reguladora NR 17 (BRASIL, 2022).

2.3.2 NR 15

A Norma Regulamentadora NR 15 consiste na descrição de atividades, operações e agentes insalubres, incluindo seus limites de tolerância, em que os trabalhadores são submetidos, tendo como base os artigos 189 a 192 da Consolidação das Leis do Trabalho. A esta norma compete regulamentar a adoção de medidas que conservem o ambiente de trabalho

dentro dos limites de tolerância, diminuindo a intensidade do agente agressivo, e caracterizando as atividades consideradas insalubres (BRASIL, 1978).

Os limites de tolerância são regulamentados quanto a ruído contínuo e intermitente; ruídos de impacto; a exposição ao calor; radiações ionizantes e vibrações. Ainda, no que tange as partículas em suspensão, no Brasil não existe diferenciação entre os materiais particulados, sendo apenas regulamentado pela NR 15 o limite em sílica livre cristalizada, em poeira respirável (Portaria 3214/78, NR 15, Anexo N° 12), medidos por meio de seletor com a especificação determinada na Tabela 1.

Tabela 1- Características da poeira para determinação de limite de tolerância

Diâmetro Aerodinâmico (μm) (esfera de densidade unitária)	Passagem pelo seletor (%)
< ou = 2,0	90
2,5	75
3,5	50
5,0	25
10,0	0

Fonte: BRASIL (1978).

Em casos nos quais o particulado sólido não apresentar sílica, a concentração de poeira total ($<10 \text{ mg.m}^{-3}$) e ou respirável ($<3 \text{ mg.m}^{-3}$) é comparada com o valor recomendado pela ACGIH para partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade) não específicas de outra maneira (PNOS), devidamente corrigido para a jornada de trabalho vigente (SILVA, 2017).

2.3.3 Normas de higiene ocupacional

As Normas de Higiene Ocupacional (NHO) consiste em normas técnicas desenvolvidas pela Fundacentro, determinadas por procedimentos e critérios de identificação, além da avaliação e controle de riscos ocupacionais, para adoção de medidas preventivas contra doenças e fatores que causem danos à saúde e à segurança dos trabalhadores. As normas são baseadas em normativas de abrangência mundial e são divididas em 11, sendo elas (FUNDACENTRO, 2021):

NHO 01 - Norma de higiene ocupacional: procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional ao ruído;

NHO 02 - Norma de higiene ocupacional (método de ensaio): análise qualitativa da fração volátil (vapores orgânicos) em colas, tintas e vernizes por cromatografia gasosa / detector de ionização de chama;

NHO 03 - Norma de higiene ocupacional (método de ensaio): análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtros de membrana;

NHO 04 - Norma de higiene ocupacional (método de ensaio): método de coleta e análise de fibras em locais de trabalho - análise por microscopia ótica de contraste de fase;

NHO 05 - Norma de higiene ocupacional (procedimento técnico): avaliação da exposição ocupacional aos raios-x nos serviços de radiologia;

NHO 06 - Norma de higiene ocupacional (procedimento técnico): avaliação da exposição ocupacional ao calor;

NHO 07 - Norma de higiene ocupacional (procedimento técnico): calibração de bombas de amostragem individual pelo método da bolha de sabão;

NHO 08 - Norma de higiene ocupacional (procedimento técnico): coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho;

NHO 09 - Norma de higiene ocupacional (procedimento técnico): avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro;

NHO 10 - Norma de higiene ocupacional (procedimento técnico): avaliação da exposição ocupacional a vibração de mãos e braços;

NHO 11 - Norma de higiene ocupacional (procedimento técnico): avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho.

As principais Normas de Higiene Ocupacional utilizadas na avaliação de poeiras são as NH 03 e NH 08.

A NHO 03 foi proposta com a finalidade de estabelecer um procedimento padronizado para análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtros de membrana, para determinação de poeiras coletadas no ar em ambientes de trabalho, estimando as concentrações dos contaminantes presentes. O método colabora na prevenção de doenças ocupacionais originadas pela exposição dos trabalhadores a poeira, fornecendo subsídios para a proposição de medidas de controle e para a verificação de sua eficiência (FUNDACENTRO, 2021).

Já a NHO 08, consiste na padronização da coleta de material particulado sólido em filtros de membrana, com o objetivo de obter amostras representativas das partículas suspensas no ar dos ambientes de trabalho. Este procedimento se aplica à coleta de partículas de origem mineral, metálica, vegetal e animal, de negro de fumo e de partículas insolúveis não especificadas de outra maneira (FUNDACENTRO, 2021).

A NR 15, anexo 12, estabelece limites de tolerância para poeira contendo sílica livre cristalizada, válidos por horas 48h trabalhadas. Essa NR estabelece limite de poeira total e

respirável para fins de caracterização de insalubridade. A ACGIH recomenda o limite 0,025 mg m⁻³ para poeira respirável de sílica livre cristalizada na forma de quartzo.

Os Limites de Tolerância determinados na norma têm como base os valores de *Threshold Limits Values (TLV)* do texto da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)* que menciona limites a diferentes tipos de poeiras. A poeira de grãos que ocorre na agricultura, portos e em locais de armazenamento podem provocar efeitos na saúde quando inalados, mas os limites de tolerância ainda não são regulamentados, na ausência de sílica livre cristalizada e ou asbestos.

O *Institute of Occupational Medicine* divulgou um regulamento de saúde – *Control Control of Substances Hazardous to Health (COSHH)* com limite de exposição de 10 mg m⁻³ para poeiras advindas da colheita, secagem, manuseio, armazenamento e processamento de cevada, trigo, aveia, milho e centeio essa definição inclui quaisquer contaminantes ou aditivos, considerando potenciais picos de exposição a curto e longo prazo (COSHH,2010).

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. TLVs and BEIs: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. Cincinnati, 2010.

ALVES, Flamarion Dutra; LINDNER, Michele. Agronegócio do café no Sul de Minas Gerais: territorialização, mundialização e contradições. OKARA: Geografia em debate, p. 433-452, 2020.

AGUIAR, C. C. C, RIBEIRO, L. C. V., GONZALES, A. D. F., RODRIGUES, E. D., DE SOUZA, M. C., DOS ANJOS, J. L. M., ... & DA SILVA GUERREIRO, M. L. Impactos respiratórios nos trabalhadores da extração do óleo de palma (*Elaeis guineensis*) na mesorregião do sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 12, n. 9, p. e3689-e3689, 2020.

BAAL, Edson. Recomendações para projeto de unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos com enfoque em segurança do trabalho. 2013. 58f. Monografia do Curso de Pós Graduação (Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2013.

BARONI, G.D., BENEDETI, P.H., SEIDEL, D.J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. **Revista Thema**, v.14, n.4, p. 55-64, 2017.

BORÉM, F.M., RABELO, G.F., CARVALHO, C.C.S., Pós colheita do café. 2015. Ambiente e Segurança no trabalho. 607pg. 1º. Reimpressão. Lavras.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 17: Ergonomia: Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>>. Acesso em: 3 mar 2022.

BRASIL. Lei nº 6514, de 22 de dezembro de 1978. Norma Regulamentadora (NR), aprovada pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 jun. 1983.

CARNIEL, L. S.C.; NIEMEYER, J. C.; FILHO, L. C.I. O.; ALEXANDRE, D.; GEBLER, L.; KLAUBERG-FILHO. The fungicide mancozeb affects soil invertebrates in two subtropical Brazilian soils. *Chemosphere*, v. 232, p. 180–185, 2019.

CONAB, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>> Acesso em: 3 mar 2022.

COSTA, Bruna De Ribeiro. Brazilian specialty coffee scenario. In: **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. Woodhead Publishing, p. 51-64, 2020.

COSHH. Control of Substances Hazardous to Health. Disponível em: <<https://www.hse.gov.uk/coshh/>> Acesso em: 3 mar 2022.

COSTELLA, Marcelo Fabiano; PILZ, Silvio Edmundo; BET, Andrisio. Método de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos. *Gestão & Produção*, v. 23, p. 503-514, 2016.

FELIX, Guilherme Morete. Análise de riscos ambientais em uma indústria de beneficiamento de soja com relação à insalubridade e periculosidade: um estudo de caso. 2020. 174 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

FELLET, J. As silenciosas mortes de brasileiros soterrados em armazéns de grãos. Artigo de jornal. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45213579>. Acesso em: 3 mar 2022.

FRANCISCO, Ana Caroline; LUZ, Maria de Lourdes Santiago. Análise dos riscos ocupacionais da função operador de expedição em uma cooperativa agroindustrial. *Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP*, v. 13, n. 1, 2018.

FUNDACENTRO. Disponível em: <<https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/nhos>>. Acesso em: 3 mar 2022.

GALDOS-RIVEROS, A. C., PESSOLATO, A. G., PALOMINO-RODRIGUEZ, M., MARIA, D. A. Análise de pesticidas por espectrometria de massas acoplada a cromatografia gasosa (cg-em). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

GOMIDE, Diogo. Desenvolvimento de Gestão de segurança em espaços confinados em de Beneficiamento e Armazenamento de Grãos. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Engenharia de Produção, CEng – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

GOUVEIA, R., GALVANI, E., HENRIQUE JUNIOR, M., & GOUVEIA, R. Avaliação das condições de segurança no trabalho em armazéns agrícolas na cidade de Tangará da Serra/MT-Brasil. **Espacios**, v. 34, n. 10, p. 1-7, 2013.

HERZOG, Thaisa Thomazini, M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo. Fungicidas e efeitos fisiológicos na cultura do café conilon; Orientador: Marcelo Barreto da Silva, Co-orientador: Fábio Luiz Partelli, 60f, 2017.

IBAMA, 2020. Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 24 de maio de 2022.

IBGE. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/tag/ibge/>> Acesso em: 1 mar 2022.

IORI, S.;ROVERE, G. D.;EZZAT, L.;SMITS, M.;FERRARESSO, S. S.;BABBUCCI, M.; MARIN, M. G.; MASIERO, L.; FABRELLO, J.; GARRO, E.; CARRARO, L.; CARDAZZO, B.; PATARNELLO, T.; MATTOZO, V.; BARGELLONI, L.; MILAN, M. The effects of glyphosate and AMPA on the mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* and its microbiota. **Environmental Research**, v. 182, p. 1-39, 2019.

JIAN, F.; NARENDRAN, R. B.; JAYAS, D. S. Segregation in stored grain bulks: Kinematics, dynamics, mechanisms, and minimization – A review. **Journal of Stored Products Research**, v. 81, p. 11–21, Mar. 2019

KROESSIN, L., MALLMANN, J. F., TIMM, N. D. S., BEMVENUTI, R. H., VANIER, N. L., & DORS, G. C. Elaboração do mapa de riscos do laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 6729-6735, 2019.

KUNZLI N, PEREZ L, RAPP R. Air quality and health. Lausanne: European Respiratory Society; 2010.

LEITE, Luan Carlos Octaviano Ferreira; DE OLIVEIRA PEREIRA, Renata; SILVA, Jonathas Batista Gonçalves. Mapeamento de áreas de risco de contaminação por agrotóxicos: um estudo de caso no estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 60, p. 87-106, 2020.

LI, M. H.; RUAN, L. Y.; ZHOU, J. W.;FU, Y. H.;JIANG, L.;ZHAO, H.; WANG, J. S. Metabolic profiling of goldfish (*Carassius auratis*) after long-term glyphosate-based herbicide exposure. **Aquatic Toxicology**, v. 188, p. 159–169, 2017.

LOPEZ-ANTIA, A.; ORTIZ-SANTALIESTRA, M. E.; MOUGEOT, F.; CAMARERO, P. R.; MATEO, R. Brood size is reduced by half in birds feeding on flutriafol-treated seeds below the recommended application rate. **Environmental Pollution**, v. 243, 2018.

MENEZES, G. A, DO NASCIMENTO, J. F., DE MENEZES, J. E. S. A., DE SOUSA FEITOSA, C. R., SOUZA, N. F., & BATISTA, A. C. D. O. N. Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em Laboratório de Ensino em um Curso de Graduação em Química. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 58743-58756, 2020.

MOTA, FST. Identificação de Riscos na Atividade de Beneficiamento de Grãos: um estudo de caso. 2015, 47 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho)- Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

NEFUSSI, N. **Curso de engenharia do trabalho**. São Paulo: UNDACENTRO, p. 150, 1979.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. **Mundialização da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Iandé Editorial, 2016.

PRADO, G. Contaminação de alimentos por micotoxinas no brasil e no mundo. **Revista de Saúde Pública do SUS/MG**, v. 2, n.2, p. 13-26, 2014.

RIEDEL, S. M.; FIELD, W. E. Summary of grain entrapments in the United States. West Lafayette, Ind.: Purdue University, Department of Agricultural and Biological Engineering, 2010.

SANTOS, A. M. A. **Exposição ocupacional a poeiras em marmorarias: tamanhos de partículas característicos**. 2005. 192 p. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SCHOENINGER, V., Siqueira, V. C., Neto, A. N., Leite, R. A., Pinto, V. D., Ferraz, L. R., & Pagnoncelli, L. C. Saúde e segurança no trabalho em unidades armazenadoras de grãos no estado do Mato Grosso do Sul. **Realização**, v. 6, n. 12, p. 05-15, 2019.

SILVA, Bruna Ohana da. Análise das condições de insalubridade por exposição a poeira sílica dos trabalhadores de uma empresa de fabricação de argamassa. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SILVA, Jardel de Oliveira da. Controle de material particulado nos acessos de mina a céu aberto. 2010. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Marabá, Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente, Marabá, 2010.

SILVA, T. A. A., BARBOSA, D. S., DE SOUZA SABÓIA, A., & DE OLIVEIRA ALVES, C. Análise sensorial da qualidade do ar na área de influência de unidades armazenadoras de grãos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 28284-28291, 2020.

TIETBOEHL FILHO, Carlos Nunes. As Doenças Respiratórias Ocupacionais Causadas pela Poeira na Armazenagem de grãos Vegetais. Porto Alegre:UFRGS, 2004.147p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Interna – Pneumologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Produção, suprimento e distribuição. PSD. Disponível em:

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads?tabName=de-fault>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 - PARTICULADOS SÓLIDOS SUSPENSOS EM UNIDADES ARMAZENADORAS DE CAFÉS COMMODITIES E ESPECIAIS

RESUMO

As práticas realizadas em unidades de beneficiamento e armazenamento de café geram poeira em suspensão, pela movimentação dos produtos durante a realização dos processos, sendo necessária a fiscalização e o monitoramento para que não apresente riscos à segurança e saúde dos trabalhadores. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição de poeira em duas unidades armazenadoras, sendo uma de cafés commodities e outra de cafés especiais, bem como o risco ocupacional. A análise de particulados sólidos suspensos foi realizada em duas cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés commodities e especiais, com grande capacidade de armazenagem, localizadas no Sul de Minas Gerais. As coletas foram feitas em três alturas diferentes para cada área, nos pontos localizados à aproximadamente 2, 5 e 8m, na agroindústria de café commodity, e 1, 2 e 8m de altura, na de café especial. O recolhimento de particulados sólidos para medição da poeira total e respirável foi realizada por meio de bomba gravimétrica, da marca Gillian, modelo BDX, operando na vazão de $1,5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, em que as amostras passavam por um filtro de membrana de policloreto de vinila (PVC), de 37 mm de diâmetro e $5,0 \mu\text{m}$ de porosidade. A separação das dimensões de poeira total e respirável foi feita com a utilização de ciclones. As amostras foram analisadas em laboratório por Difratometria de Raio-X e gravimetria, pelas metodologias NIOSH 7500, descritas pela National Institute for Occupational Safety and Health. Os mapeamentos da distribuição de poeira nas cooperativas agroindustriais foram feitos com a utilização do Software Surfer 14®, com método de interpolação de Krigagem (Kriging Method). A quantidade de poeira gerada nas cooperativas de café especial e commodity foi maior nos setores de recebimento e de beneficiamento, com concentração superior na altura de até 5m, sendo na unidade de cafés especiais de maior teor. A análise do risco ocupacional apresentou maior quantidade de poeira total para cooperativa de cafés especiais, entretanto o limite de sílica livre cristalizada foi inferior ao de detecção para as duas agroindústrias.

Palavras-chave: Café, poeiras de grãos, risco ocupacional, Difratometria de Raio-X, gravimetria.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, responsável por 33,6% da produtividade mundial, sendo que a maioria dos cafés produzidos são commodities, mas com o incremento de 10% da produção de cafés especiais ao ano (COSTA, 2020). Nas últimas safras o estado de Minas Gerais foi responsável por produzir quase metade de todo café do país, com perspectiva de produção para 2022 de 26.997 mil sacas de café beneficiado, 21,9% maior do que da safra anterior (ALVES, LINDNER, 2020; CONAB, 2022).

Com o aumento da produtividade de café e a necessidade de atender as demandas do mercado interno e externo, as unidades armazenadoras têm sido ampliadas para o fornecimento da capacidade estática necessária na armazenagem de grãos (BARONI et al., 2017). Estas oferecem diversos serviços aos produtores, além do armazenamento, como os processamentos pós-colheita, beneficiamento e rebeneficiamento, a fim de proporcionar condições para a manutenção da qualidade dos grãos, contribuindo na valorização do produto (JIAN et al., 2017).

As práticas realizadas em unidades de beneficiamento e armazenamento de café, desde a recepção, limpeza, secagem, classificação, armazenagem, até a expedição, acabam gerando poeiras em suspensão, devido a movimentação dos produtos, requerendo a fiscalização para que não apresente riscos à segurança e saúde dos indivíduos (GOMIDE, 2017; SCHOENINGER et al., 2019).

A poeira gerada no processamento de grãos é considerada um dos principais riscos ocupacionais para o sistema respiratório nos ambientes agroindustriais, podendo ocasionar pequenos desconfortos ou alterações crônicas graves, como sintomas respiratórios permanentes e até mesmo obstrução das vias aéreas (TIETBOEHL FILHO, 2004; AGUIAR et al., 2020; FELIX, 2020). A geração de poeira em cooperativas agroindustriais tende a ser aproximadamente de 0,5% da massa total do produto armazenado, com diâmetro entre $0,1\mu$ e 1000μ , em que 0,2% corresponde à poeira inalável, menor que $0,100\mu$ (TIETBOEHL FILHO, 2004; ACGIH, 2010; SILVA, 2010; AGUIAR et al., 2020; FELIX, 2020).

A poeira respirável ($< 0,10\mu\text{m}$), por ser composta de partículas pequenas, podem passar pela traqueia, chegando aos brônquios e bronquíolos, desencadeando diversas enfermidades aos trabalhadores como a silicose, pela presença de sílica provenientes do plantio. (TIETBOEHL FILHO, 2004; FELIX, 2020). Além disso, como contém partículas orgânicas, são fontes para crescimento microbiano, como fungos e bactérias, que são produtores de toxinas, podendo causar alergia e danos ao sistema respiratório (PRADO, 2014; COSTELLA et al., 2016; KROESSIN et al., 2019).

Para garantia da saúde e segurança dos trabalhadores, se faz necessário o controle e monitoramento do ambiente de trabalho, a serem realizados por meio das Normas de Higiene Ocupacional (NHO), que descreve procedimentos e critérios de identificação, avaliação e controle de riscos ocupacional e da Norma Regulamentadora nº15 (NR 15), por discorrer sobre as atividades, operações e agentes insalubres, e seus limites de tolerância, em que os trabalhadores são submetidos. Estas normas elucidam quanto a necessidade de adoção de medidas preventivas como a utilização de equipamentos de proteção individual, diminuindo a intensidade do agente agressivo (BRASIL, 1978; FUNDACENTRO, 2021).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição de poeira em duas unidades armazenadoras, sendo uma de cafés commodities e outra de cafés especiais, bem como o risco ocupacional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização dos locais de coleta

A análise da poeira foi realizada em outubro de 2021, em duas cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés commodity e especiais, com grande capacidade de armazenagem e movimentação de grãos, localizadas no Sul de Minas Gerais. Para seleção das áreas de coleta, foram realizadas avaliações quantitativas dos ambientes de trabalho quanto à geração de poeira, selecionando os locais de recebimento, rebeneficiamento e armazenagem, dimensionados no Tabela 1, por apresentarem maior incidência de particulados. Os colaboradores avaliados desenvolvem as seguintes funções: ajudante geral, de limpeza, operador de máquinas, moega e armazém.

Tabela 1 - Caracterização da área e movimentação das cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés

	Café Commodity	Café Especial
Local	Área total (m²)	
Recebimento	1500	300
Rebeneficiamento	5000	260
Armazém	13400	8000
Local	Movimentação média (sacas)	
Recebimento	80000	19870

Rebeneficiamento	14000	13758
Armazém	218000	44500
Local	Movimentação por área (kg.m⁻²)	
Recebimento	3200	3974
Rebeneficiamento	168	3175
Armazém	976	334

2.2 Método de coleta e análise de amostras de poeira

2.2.1 Coleta das amostras de poeira no ambiente de trabalho

As coletas foram feitas em três alturas diferentes para cada área, de forma que o recipiente permanecesse na horizontal, acumulando a poeira por uma semana, sendo na agroindústria de café commodity e de café especiais, nos pontos localizados à aproximadamente 2, 5 e 8 m, e 1, 2 e 8 m de altura, respectivamente, os quais foram escolhidos pela viabilidade da montagem do artefato de coleta. Os recipientes eram de plásticos, com dimensões de 18 cm de comprimento, 13 cm de largura e 5 cm de altura, e fixados nos equipamentos e torres locais por sete dias, período correspondente a um ciclo de limpeza. Ao serem retirados, foram tampados e levados ao laboratório para realizar a checagem da massa de cada amostra, para posterior análise física e química da poeira.

O recolhimento de particulados sólidos para medição da poeira total e respirável foi realizada por meio de bomba gravimétrica, da marca Gillian, modelo BDX, operando na vazão de 1,5 L.min⁻¹, em que as amostras passavam por um filtro de membrana de policloreto de vinila (PVC), de 37 mm de diâmetro e 5,0 µm de porosidade. Os suportes dos filtros eram constituídos de poliestireno e preparados para que não houvesse contaminação e umidade. A separação das dimensões de poeira total e respirável foi feita com a utilização de ciclones. As amostras foram analisadas em laboratório por Difractometria de Raio-X e gravimetria, conforme os Anexos C e D. As metodologias utilizadas para coleta e avaliação de particulados foram a NIOSH 500 e 7500, descritas pela National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), e as NH 07 e 08 da Fundação Jorge Duprat Figueiredo (Fundacentro).

2.2.2 Mapeamento da distribuição de materiais particulados

Os mapeamentos da distribuição de materiais particulados nas cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés commodities e especiais, foram feitos com a utilização do Software Surfer 14[®], com método de interpolação de Krigagem (Kriging Method).

2.2.2.1 Distribuição dos dados coletados

Para realização da simulação do mapeamento dos materiais particulados nos setores, foi realizada a caracterização geométrica destes, estabelecendo a formação das malhas/nós de acordo com a Tabela 2, em que:

X – distância (m) na horizontal;

Y – distância (m) na vertical;

Z – Massa de material de material particulado coletado (g).

Tabela 2 – Distribuição dos dados coletados nas agroindústrias de café

CAFÉS ESPECIAIS								
Recebimento			Rebeneficiamento			Armazém		
X (m)	Y (m)	Z (g)	X (m)	Y (m)	Z (g)	X (m)	Y(m)	Z (g)
5	1,10	14,999	5	0,60	57,937	5	1,52	13,774
10	1,74	14,355	10	1,03	19,396	10	1,28	13,432
15	0,79	13,770	15	2,00	29,460	15	1,46	15,210
20	8,00	13,416	20	1,87	14,624	20	1,47	13,231
25	0,79	13,774	25	1,50	16,727			
30	1,56	13,770	30	0,30	15,689			
35	1,09	14,709	35	8,00	18,884			
			40	8,50	15,876			
CAFÉS COMMODITIES								
Recebimento			Rebeneficiamento			Armazém		
X (m)	Y (m)	Z (g)	X (m)	Y (m)	Z (g)	X (m)	Y(m)	Z (g)
5	2,00	2,525	2,5	8,00	34,478	5	1,80	10,148
10	6,00	8,607	5,5	8,50	79,489	10	5,00	2,736

15	12,00	1,549	7,5	9,00	58,590	15	8,00	4,000
20	2,00	5,713				20	1,80	11,538
25	6,00	13,507				25	5,00	2,997
30	12,00	1,778				30	8,00	9,952
35	2,00	5,713				35	1,80	11,825
40	6,00	13,507				40	5,00	3,516
45	12,00	1,703				45	8,00	7,569

2.2.2.2 Geometria de saída (Output Grid Geometry)

Tabela 3 – Geometria de Saída dos dados coletados

CAFÉS ESPECIAIS			CAFÉS COMMODITY		
Recebimento			Recebimento		
Eixo	Mínimo	Máximo	Eixo	Mínimo	Máximo
X	0	40	X	0	50
Y	0	10	Y	0	15
Rebeneficiamento			Rebeneficiamento		
X	0	45	X	0	50
Y	0	10	Y	0	15
Armazém			Armazém		
X	0	40	X	0	10
Y	0	10	Y	0	15

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação da quantidade de poeira gerada nos diferentes setores e alturas das unidades agroindustriais de café especial e commodity estão apresentadas nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Quantificação da presença de poeira em diferentes setores e alturas na cooperativa de cafés especiais

Local	Café Especial		
	Massa (g)	Fração por altura (%)	Massa por área total (g.m ²)
Recebimento (1m)	57,25	57,95	0,1908

Recebimento (2m)	28,13	28,47	0,0938
Recebimento (8m)	13,42	13,58	0,0447
Recebimento (total)	98,79	100,00	0,3293
Rebeneficiamento (1m)	93,02	49,32	0,3578
Rebeneficiamento (2m)	60,81	32,24	0,2339
Rebeneficiamento (8m)	34,76	18,43	0,1337
Rebeneficiamento (total)	188,59	100,00	0,7254
Armazém (1m)	41,87	75,25	0,0052
Armazém (2m)	13,77	24,75	0,0017
Armazém (total)	55,65	100,00	0,0070

Fonte: Própria Autora (2022).

Tabela 5 - Quantificação da presença de poeira em diferentes setores e alturas na cooperativa de cafés commodities

Local	Café Commodity		
	Massa (g)	Fração por altura (%)	Massa por área total (g.m ⁻²)
Recebimento (2m)	14,49	52,47	0,0097
Recebimento (5m)	7,08	25,64	0,0047
Recebimento (8m)	6,04	21,89	0,0040
Recebimento (total)	27,61	100,00	0,0184
Rebeneficiamento (2m)	8,21	37,14	0,0016
Rebeneficiamento (5m)	6,21	28,09	0,0012
Rebeneficiamento (8m)	7,69	34,77	0,0015
Rebeneficiamento (total)	22,10	100,00	0,0044
Armazém (2m)	9,88	49,58	0,0007
Armazém (5m)	4,58	22,97	0,0003
Armazém (8m)	5,47	27,44	0,0004
Armazém (total)	19,93	100,00	0,0015

Fonte: Própria Autora (2022).

De acordo com a Tabela 4 pode-se observar que mais de 70% da poeira em suspensão coletado está localizado no recebimento e rebeneficiamento das unidades agroindustriais de cafés commodities e especiais, respectivamente. Segundo Zago (2013) a poeira proveniente da movimentação dos grãos nas cooperativas tende a maior incidência em pontos de instalações onde ocorrem descargas, transporte, limpeza, secagem, separação e classificação, como nos setores de recebimento e beneficiamento.

Outro fator observado foi a diferença da quantidade de poeira por área de cada setor, entre as duas empresas. A cooperativa de café commodity recebe em média 80 mil sacas e beneficia 14 mil sacas, entretanto apresentou massa de poeira por área menor do que a de café

especial, que recebe 19,8 mil e movimenta 13,7 mil sacas na área de beneficiamento. Este fato é decorrente do manejo de sacas por espaço, corroborando para maior concentração de poeira na unidade de café especial, já que esta movimenta em média 53 sacas.m⁻² no beneficiamento, enquanto a commodity apenas 3 sacas.m⁻².

De acordo Tietboehl Filho (2004) a poeira gerada pela movimentação de grãos em cooperativas agroindustriais costuma ser de aproximadamente 0,5% da massa total do produto armazenado, no entanto as características das instalações como o tamanho e sistemas de exaustão devem ser consideradas. Na cooperativa de café commodity existe um sistema de exaustão de poeira que permeia todo a área dos armazéns já na cooperativa de cafés especiais, não havia um sistema de exaustão bem consolidado, o que pode explicar maior acúmulo de poeira.

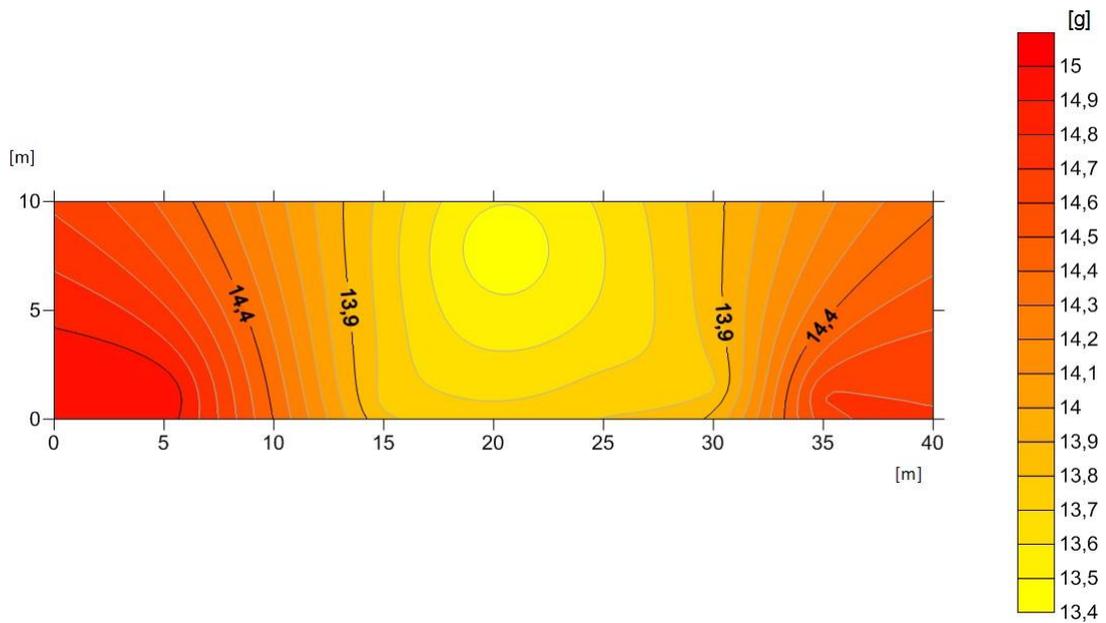
Conforme Saliba (2010) uma das medidas de controle de um ambiente é a ventilação local exaustora que consiste em captar os poluentes de uma fonte, antes que ele disperse no ar no ambiente de trabalho e atinja a zona de respiração do trabalhador. A ventilação exaustora captura e permite maior controle da emissão dos particulados no ambiente de trabalho.

Em geral, nas propriedades de beneficiamento de café, observa-se alto teor de dispersóides, contendo risco de inalação e desenvolvimento de doenças pulmonares (BORÉM, 2015).

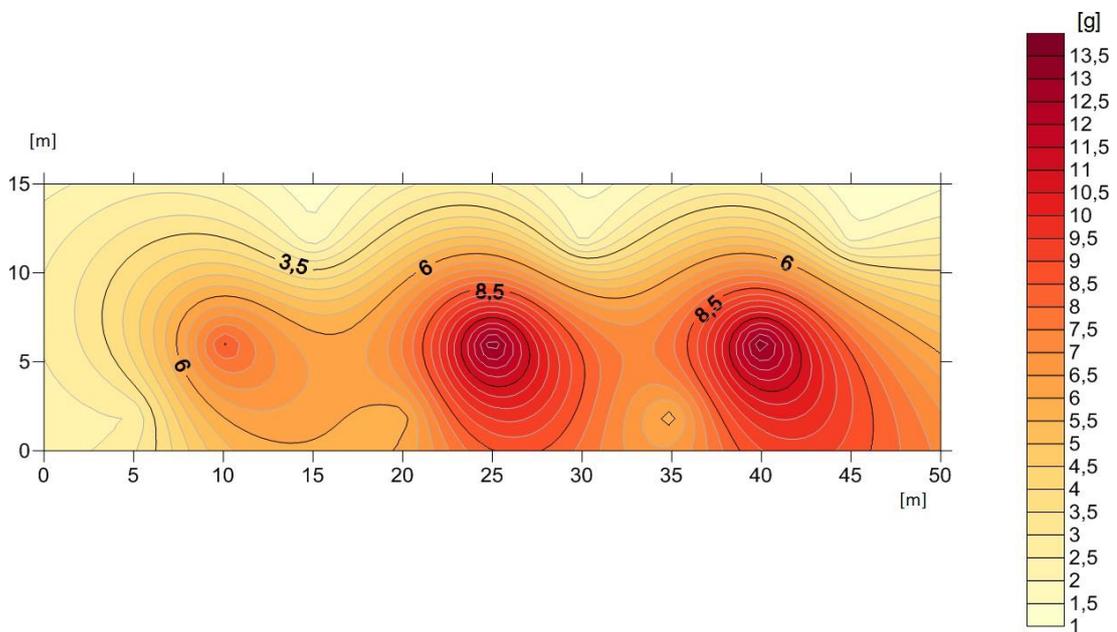
Nas Figuras 1 a 3 foram identificadas as regiões com maior incidência de poeira nos setores, por meio do mapeamento da distribuição da massa dos materiais particulados (g), em que o eixo x corresponde a distância (m) na horizontal e y a altura (m).

Nas extremidades da entrada do armazém (Figura 1), existem duas moegas de recebimento dos grãos, onde os caminhões descarregam os produtos, considerando ainda que existe fluxo de passagem de caminhões que contribui para a propagação dos particulados. Percebe-se que a concentração dos particulados na cooperativa de café especial foi maior, o que se justifica pela relação da quantidade manejada de produto por área de trabalho, sendo de em média 3974 kg.m⁻², em comparação a de commodity com 3200 kg.m⁻².

Figura 1 - Mapeamento da distribuição de materiais particulados (g) coletados na seção de recebimento de uma unidade de rebeneficiamento de cafés.



a) Figura representativa da concentração da poeira na cooperativa de café especial
Fonte: Própria Autora (2022).



b) Figura representativa da concentração da poeira na cooperativa de café commodity
Fonte: Própria Autora (2022).

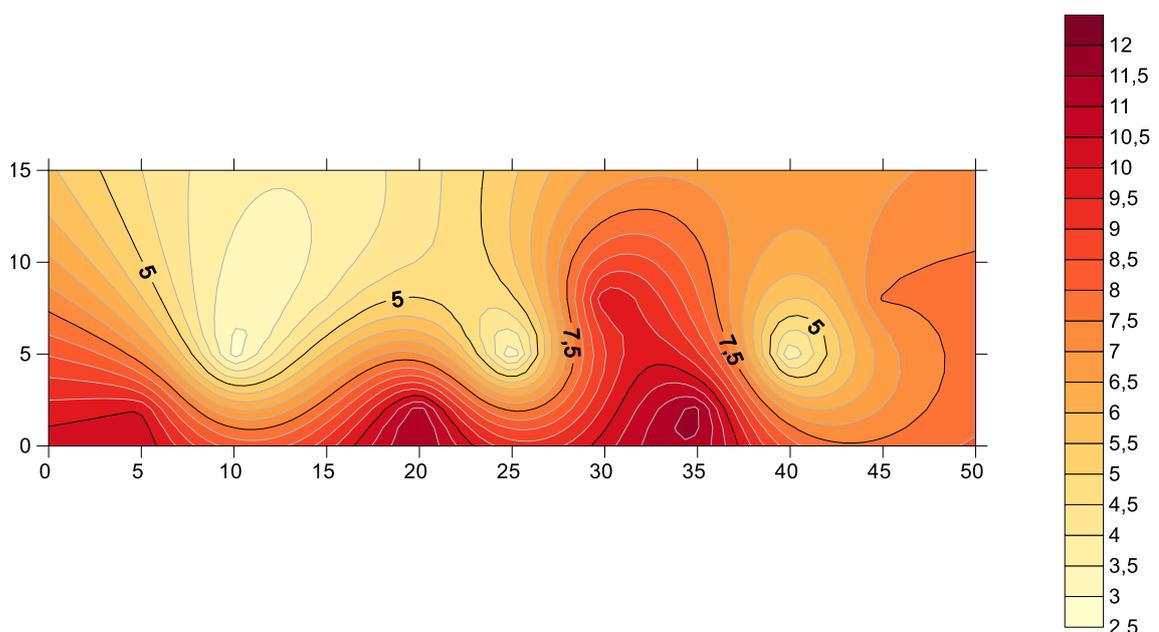
Na Figura 1 (a) e (b), correspondentes ao local de recebimento de café especial e commodity, respectivamente, observa-se maior intensidade na coloração vermelha nas alturas

até 5m. A concentração de particulados sólidos na Figura 1 está localizado nas proximidades das moegas. Que recebem e ou armazenam temporariamente os grãos e posteriormente por gravidade direciona o material para dutos que interligam a elevadores e correias transportadoras. Segundo Silva e Souza (2018) no momento de carga e descarga do café, a movimentação do produto pode produzir poeira, que varia de acordo com tipo de grão e instalação, ficando entre 0,1 a 1% do volume total.

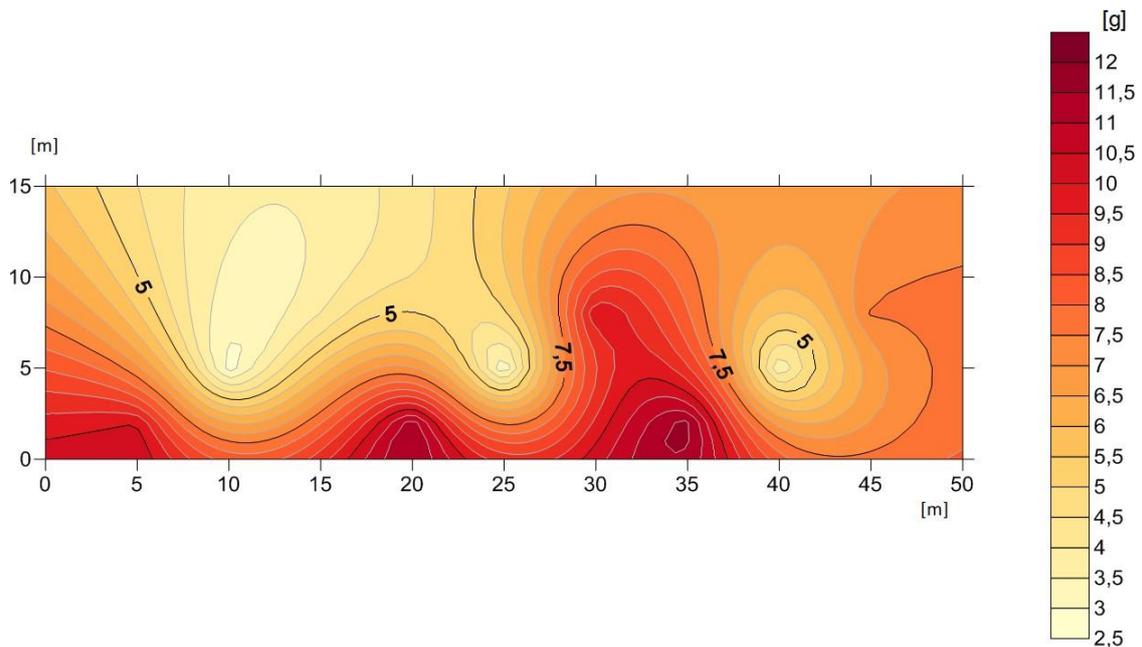
A poeira gerada nos ambientes está relacionada não só com a saúde dos trabalhadores, mas também com o risco de acidentes no local de trabalho. Vijayaraghavan (2004), ao estudar a incidência de acidentes por poeira em agroindústrias e sua relação com os equipamentos, menciona que 20% ocorrem em silos e moegas. Algumas medidas como a instalação de filtros acoplados a moegas e sistemas de captação de pó, podem contribuir para diminuição da concentração de poeira nesses locais.

Na Figura 2, está representada, as áreas com maior quantidade de poeira do setor de beneficiamento e rebeneficiamento dos cafés commodity. Em ambas as cooperativas, essa etapa do processo demanda o maior número de máquinas para limpar e segregar através de peneiras vibratórias, elevadores, transportadores, concentrando particulados na atmosfera.

Figura 2 - Mapeamento da distribuição de materiais particulados (g) coletados na seção de rebeneficiamento de cooperativas de café.



a) Figura representativa da concentração da poeira na cooperativa de café especial
Fonte: Própria Autora (2022).

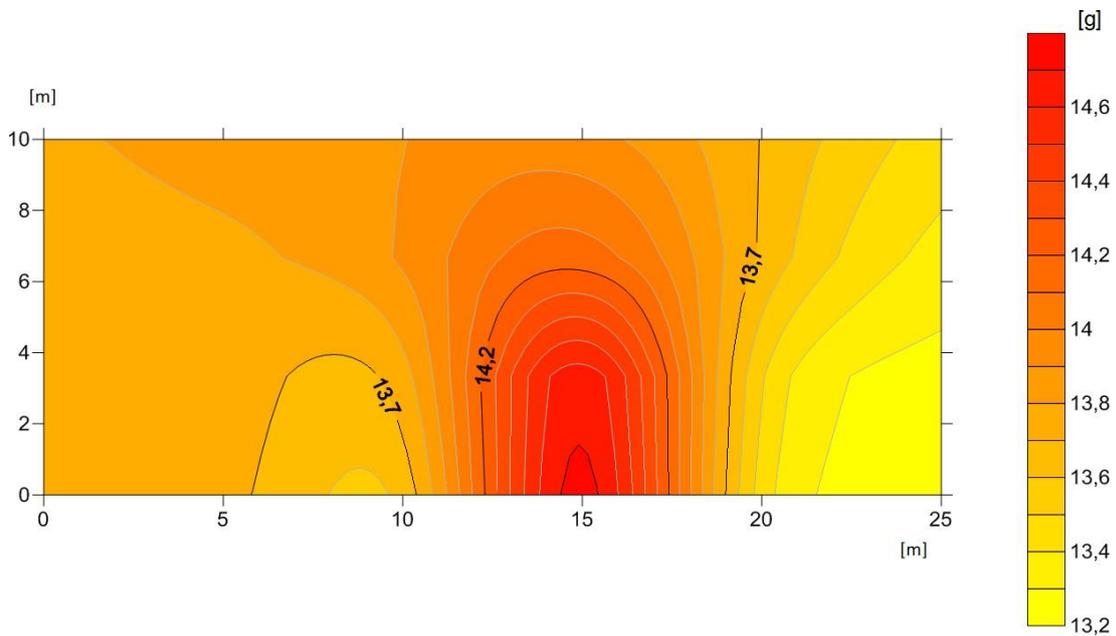


b) Figura representativa da concentração da poeira na cooperativa de café commodity
 Fonte: Própria Autora (2022).

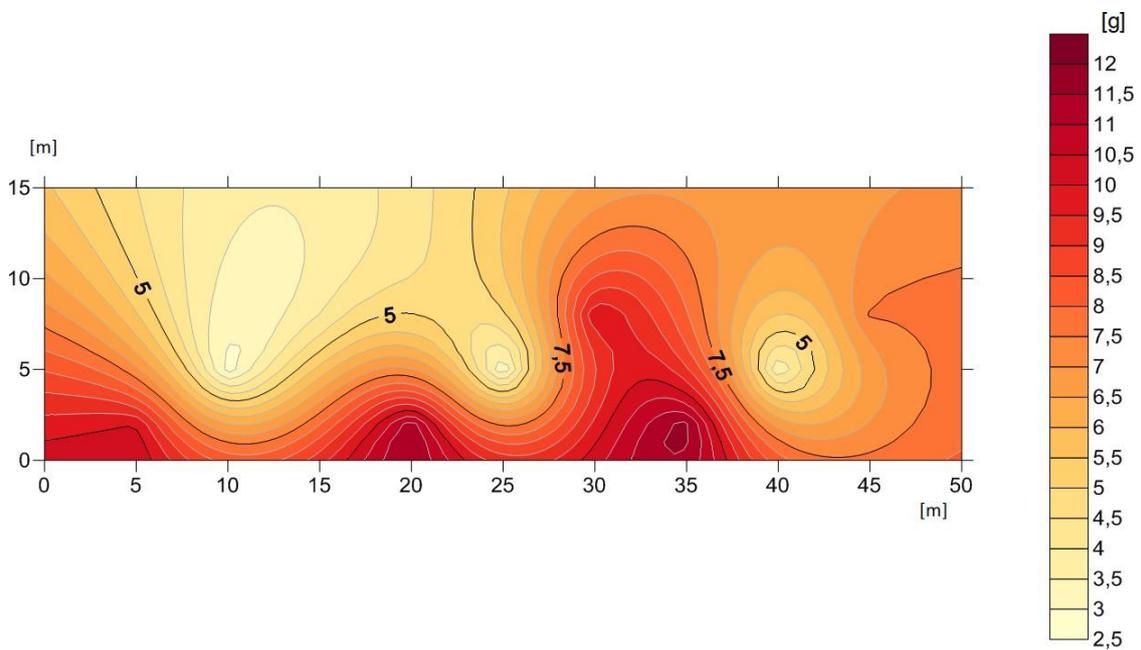
As peneiras vibratórias e os sistemas de fluxo de ar acoplados nas máquinas para remoção de impurezas são abertas, que fazem a movimentação do café durante os processos e que pelo atrito entre o produto e os equipamentos acabam gerando particulados sólidos na atmosfera em torno (FELIX, 2020). Para a diminuição da concentração de poeira nesses locais é recomendada a inserção de filtros nos equipamentos, bem como manutenções periódicas para o controle da emissão do particulado, além da utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) pelos funcionários do setor (BRASIL, 2013; BAAL, 2013).

A identificação da poeira em suspensão nos armazéns das agroindústrias está apresentada em seguida, nas Figura 3.

Figura 3 - Mapeamento da distribuição de materiais particulados (g) coletados na seção de armazém de cooperativas de café.



a) Figura representativa da concentração da poeira na cooperativa de café especial
Fonte: Própria Autora (2022).



b) Figura representativa da concentração da poeira na cooperativa de café commodity
Fonte: Própria Autora (2022).

No armazém, representado pela Figura 3(a), pode se observar que a poeira está dissipada por todo o ambiente. Provavelmente, em comparação com a outra cooperativa o menor tamanho de área de armazenamento e circulação de empilhadeiras pode ter influenciado. O número de ruas e quadras são menores demandando menos deslocamentos dos equipamentos,

empilhadeiras. A altura das pilhas dos bags são de no máximo 4 empilhamentos. Na figura 3(b) percebe-se a intensificação da poeira gerada de forma a permanecer também em todo o ambiente. Essa cooperativa possui uma frota de empilhadeiras bem robusta com circulação constante dos veículos que trabalham com estocagem de 8 bags de altura. Além das empilhadeiras ainda existem outros equipamentos de circulação como plataforma elevatória, há uma maior movimentação de cargas devido ao volume armazenado, pois existem cargas sendo carregadas e descarregadas com frequência.

O monitoramento quanto aos riscos em armazéns é de suma importância, podendo ser físicos, químicos e biológicos. Francisco e Luz (2017) ao analisarem os riscos ocupacionais da função operador de expedição em uma cooperativa agroindustrial, identificaram a presença constante da poeira no ambiente, principalmente na área de circulação do armazém. Dependendo da concentração destes particulados, o local pode ficar mais susceptível a ocorrência de combustão, intoxicação e prejuízos a saúde dos trabalhadores (FRANCISCO, LUZ, 2017).

Os mapas da distribuição de materiais particulados apresentam, em todos os setores, maior incidência de poeira até a altura de 2m, abrangendo a área ocupada pelos trabalhadores. A quantidade de poeira por área foi maior nos setores de recebimento e beneficiamento da agroindústria de café especial, com aproximadamente $0,28 \text{ g.m}^{-2}$ e $0,59 \text{ g.m}^{-2}$, respectivamente.

O risco químico ocupacional das unidades está apresentado na Tabela 5 e determinada de acordo com os métodos NIOSH 7500 e NIOSH 7602.

Tabela 5 - Tabela de risco químico ocupacional das cooperativas agroindustriais de armazenamento de cafés commodities e especiais

Café Commodity					
Local	Poeira Total	Poeira Respirável	Massa sílica	% Silica	Método
Recebimento	$0,17\text{mg.m}^{-3}$	n/a	<0,01mg	nd	NIOSH 7500
Rebeneficiamento	n/a	$0,13\text{mg.m}^{-3}$ a $0,39\text{mg.m}^{-3}$	<0,01mg	nd	NIOSH 7500
Rebeneficiamento	$0,04\text{mg.m}^{-3}$ a $0,17\text{mg.m}^{-3}$	n/a	<0,01mg	nd	NIOSH 7500
Armazém	n/a	$0,14\text{mg.m}^{-3}$ a $0,17\text{mg.m}^{-3}$	<0,01mg	nd	NIOSH 7500
Café Especial					
Local	Poeira Total	Poeira Respirável	Massa sílica	% Silica	Método
Geral (Armacenista)	$0,40\text{mg.m}^{-3}$	n/a	<0,005mg	nd	NIOSH 7602

* n/a - Não consta a análise

** nd - Limite Inferior de detecção em massa de sílica (0,01 mg)

Fonte: Própria Autora (2022).

De acordo com a Tabela 5, a quantidade de poeira total foi superior na cooperativa de cafés especiais, tendo em vista que o valor máximo para a de cafés commodity foi de $0,17 \text{ mg.m}^{-3}$, com menor concentração por área. A poeira respirável foi estimada apenas na agroindústria de commodity, apresentando maior teor no setor de beneficiamento, com $0,39 \text{ mg.m}^{-3}$. Este fato pode estar relacionado ao atrito dos grãos durante os processos para o seu benefício, ocasionando o incremento da geração de partículas finas em suspensão, reforçando a necessidade de medidas preventivas de segurança e monitoramento do risco ambiental.

A determinação de sílica presente na poeira foi realizada, mas foi menor que o limite inferior de detecção de $0,01 \text{ mg}$. O percentual deste mineral é diretamente proporcional a nocividade do material particulado, sendo regulado no Brasil pela NR 15, que determina o limite em sílica livre cristalizada, em poeira respirável. É importante ressaltar que mesmo que o percentual de sílica seja baixo, outros componentes químicos, como resíduos de agrotóxicos, devem ser considerados por poderem acarretar danos à saúde dos trabalhadores (MENEZES et al., 2020; LEITE et al., 2020).

Para partículas totais de trigo, aveia e cevada, a ACGIH recomenda limite menor que $4,0 \text{ mg/m}^3$, desde que não contenham asbestos e teor de sílica livre cristalizada menor que 1%. Desse modo, as amostras coletadas deverão determinar o percentual de sílica livre cristalizada objetivando definir o limite de tolerância (SALIBA,2019).

O monitoramento da exposição dos trabalhadores deve ser realizado de forma sistemática e repetitiva da exposição, visando à introdução ou modificação das medidas de controle.

4 CONCLUSÕES

A quantidade de poeira gerada nas cooperativas de café especial e commodity foi maior nos setores de recebimento e de beneficiamento, com maior intensidade na altura de até 5 m. A concentração de particulados suspensos na agroindústria de cafés especiais foi superior a outra cooperativa, possivelmente devido à grande movimentação de sacas por área.

A análise do risco químico determinado pelas metodologias NIOSH 7500 e NIOSH 7602 apresentou maior concentração de poeira total para cooperativa de cafés especiais, entretanto o limite de sílica livre cristalizada foi inferior ao de detecção para as duas agroindústrias. É importante manter o sistema de exaustão em funcionamento como medida de controle do nível de poeira em suspensão.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. C. C, RIBEIRO, L. C. V., GONZALES, A. D. F., RODRIGUES, E. D., DE SOUZA, M. C., DOS ANJOS, J. L. M., ... & DA SILVA GUERREIRO, M. L. Impactos respiratórios nos trabalhadores da extração do óleo de palma (*Elaeis guineensis*) na mesorregião do sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 12, n. 9, p. e3689-e3689, 2020.
- ALVES, Flamarion Dutra; LINDNER, Michele. Agronegócio do café no Sul de Minas Gerais: territorialização, mundialização e contradições. **OKARA: Geografia em debate**, p. 433-452, 2020.
- BAAL, Edson. Recomendações para projeto de unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos com enfoque em segurança do trabalho. 2013. 58f. Monografia do Curso de Pós Graduação (Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2013.
- BARONI, G.D., BENEDETI, P.H., SEIDEL, D.J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. **Revista Thema**, v.14, n.4, p. 55-64, 2017.
- BOREM, F.M., RABELO, G.F., CARVALHO, C.C.S., Pós colheita do café. 2015. Ambiente e Segurança no trabalho. 607pg. 1º. Reimpressão. Lavras.
- BRASIL. Lei nº 6514, de 22 de dezembro de 1978. Norma Regulamentadora (NR), aprovada pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 jun. 1983.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego - MTE. NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA. Manuais de Legislação Atlas. 72. ed. São Paulo, 2013.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 17: Ergonomia:<<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>>. Acesso em: 3 mar 2022.
- CONAB, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 3 mar 2022.
- COSTA, Bruna De Ribeiro. Brazilian specialty coffee scenario. In: **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. Woodhead Publishing, 2020. p. 51-64.
- COSTELLA, Marcelo Fabiano; PILZ, Silvio Edmundo; BET, Andrisio. Método de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos. **Gestão & Produção**, v. 23, p. 503-514, 2016.

FELIX, Guilherme Morete. Análise de riscos ambientais em uma indústria de beneficiamento de soja com relação à insalubridade e periculosidade: um estudo de caso. 2020. 174 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

FELLET, J. As silenciosas mortes de brasileiros soterrados em armazéns de grãos. Artigo de jornal. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45213579>> Acesso em: 2 fev 2022.

FRANCISCO, A. C.; LUZ, M. L. S. Análise dos riscos ocupacionais da função operador de expedição em uma cooperativa agroindustrial. Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP, v. 13, n. 1, 2017.

FUNDACENTRO. Disponível em: <<https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/nhos>. Acesso em: 3 mar 2022.

GALDOS-Riveros, A. C., Pessolato, A. G., Palomino-Rodriguez, M., & Maria, D. A.. Análise de pesticidas por espectrometria de massas acoplada a cromatografia gasosa (cg-em). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

GOMIDE, Diogo. Desenvolvimento de Gestão de segurança em espaços confinados em de Beneficiamento e Armazenamento de Grãos. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Engenharia de Produção, CEng – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

GOUVEIA, R., GALVANI, E., HENRIQUE JUNIOR, M., & GOUVEIA, R. Avaliação das condições de segurança no trabalho em armazéns agrícolas na cidade de Tangará da Serra/MT-Brasil. **Espacios**, v. 34, n. 10, p. 1-7, 2013.

HERZOG, Thaisa Thomazini, M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Fevereiro de 2017; Fungicidas e efeitos fisiológicos na cultura do café conilon; Orientador: Marcelo Barreto da Silva, Co-orientador: Fábio Luiz Partelli, 60f.

JIAN, F.; NARENDRAN, R. B.; JAYAS, D. S. Segregation in stored grain bulks: Kinematics, dynamics, mechanisms, and minimization – A review. *Journal of Stored Products Research*, v. 81, p. 11–21, Mar. 2019

KROESSIN, L., MALLMAN, J. F., TIMM, N. D. S., BEMVENUTI, R. H., Vanier, N. L., & Dors, G. C. Elaboração do mapa de riscos do laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 6, p. 6729-6735, 2019.

MENEZES, G. A, DO NASCIMENTO, J. F., DE MENEZES, J. E. S. A., DE SOUSA FEITOSA, C. R., SOUZA, N. F., & BATISTA, A. C. D. O. N. Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em Laboratório de Ensino em um Curso de Graduação em Química. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 58743-58756, 2020.

MOTA, FST. Identificação de Riscos na Atividade de Beneficiamento de Grãos: um estudo de caso. 2015, 47 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho)- Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. Mundialização da Agricultura Brasileira. São Paulo: Iandê Editorial, 2016.

PRADO, G. Contaminação de alimentos por micotoxinas no brasil e no mundo. Revista de Saúde Pública do SUS/MG, v. 2, n.2, p. 13-26, 2014.

RIEDEL, S. M.; FIELD, W. E. Summary of grain entrapments in the United States. West Lafayette, Ind.: Purdue University, Department of Agricultural and Biological Engineering, 2010.

SALIBA, T.M., Manual Prático de Avaliação e Controle de Poeira e outros Particulados. São Paulo. 4º. Edição. Editora LTr p.74 -77, 2010.

SALIBA, T.M.; CORRÊA, M. A. C., Insalubridade e Periculosidade. São Paulo, 15º. Edição. Editora LTr p 107 – 112, 2015.SCHOENINGER, V., Siqueira, V. C., Neto, A. N., Leite, R. A., Pinto, V. D., Ferraz, L. R., & Pagnoncelli, L. C. Saúde e segurança no trabalho em unidades armazenadoras de grãos no estado do Mato Grosso do Sul. **Realização**, v. 6, n. 12, p. 05-15, 2019.

SILVA, Bruna Ohana da. Análise das condições de insalubridade por exposição a poeira sílica dos trabalhadores de uma empresa de fabricação de argamassa. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SILVA, R.F.; SOUZA, G.F.M. Descarregamento de grãos em tombador de terminais portuários: um Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) para a gestão de risco do processo. In: XXV Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP. Bauru. Anais, 2018.

SILVA, T. A. A., Barbosa, D. S., de Souza Sabóia, A., & de Oliveira Alves, C. Análise sensorial da qualidade do ar na área de influência de unidades armazenadoras de grãos. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 5, p. 28284-28291, 2020.

TIETBOEHL FILHO, Carlos Nunes. As Doenças Respiratórias Ocupacionais Causadas pela Poeira na Armazenagem de grãos Vegetais. Porto Alegre:UFRGS, 2004.147p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Interna – Pneumologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Produção, suprimento e distribuição. PSD. Disponível em:

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads?tabName=de-fault>. Acesso em: 14 dez. 2021.

VIJAYARAGHAVAN, G. (2004). Impact assessment, modelling, and control of dust explosions in chemical process industries (Dissertação de mestrado). Department of Chemical Engineering, Coimbatore Institute of Technology, Coimbatore.

SCHOENINGER, V., SIQUEIRA, V. C., NETO, A. N., LEITE, R. A., PINTO, V. D., FERRAZ, L. R., PAGNONCELLI, L. C. Saúde e segurança no trabalho em unidades armazenadoras de grãos no estado do Mato Grosso do Sul. *Realização*, v. 6, n. 12, p. 05-15, 2019.

ZAGO, Marcelo. Análise da Aplicação da NR – 33 Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados em Silos de Grãos. 2013.

ARTIGO 2 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA POEIRA EM SUSPENSÃO DE COOPERATIVAS AGROINDUSTRIAIS ARMAZENADORAS DE CAFÉ

RESUMO

A poeira gerada no processamento e armazenamento de grãos é considerada um dos principais riscos ocupacionais em ambientes agroindustriais. Diante da importância do conhecimento e monitoramento dos particulados sólidos suspensos, visando a segurança e saúde dos trabalhadores da agroindústria, este estudo teve como objetivo analisar as características físicas e químicas da poeira em suspensão de unidades armazenadoras de cafés commodities e cafés especiais. A análise da poeira foi realizada em outubro de 2021, em duas cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés commodities e especiais, com grande capacidade de armazenagem, localizadas no Sul de Minas Gerais. As coletas foram feitas em três alturas diferentes para cada área, acumulando a poeira semanalmente, nos pontos localizados à aproximadamente 2, 5 e 8m, na agroindústria de café commodity, e 1, 2 e 8m de altura, na de café especial. A granulometria das partículas sólidas foi feita com a utilização de um agitador de peneiras com mesh de 12, 20, 40, 60, 70, e 100, com vibração durante 10 min e velocidade/intensidade 4, determinando a porcentagem de poeira retida e acumulada de acordo com o tamanho das malhas. Para a caracterização química, foi quantificado três bioativos, sendo cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos, por meio de cromatografia líquida de alta eficiência. A determinação quantitativa e qualitativa de pesticidas nas amostras foi realizada no Laboratório de Resíduos de Pesticidas Instituto Biológico, utilizando o método QuEChERS. De acordo com a análise granulométrica das partículas, observou-se que 66,1% da poeira coletada na cooperativa de cafés especiais tem diâmetro entre 0,840mm e 1,68mm, enquanto a de cafés commodities alcançou 67,2% ultrapassando os valores encontrados da cooperativa de cafés especiais. Os bioativos apresentaram maior teor na poeira da unidade de cafés especiais. Os resíduos de agrotóxicos presentes que tiveram valores superiores ao limite máximo permitido foram a Tiametoxam e Lambida-cialotrina, na cooperativa de café especial, e Ciproconazole na de café commodity.

Palavras-chave: agrotóxicos, bioativos, granulometria.

1 INTRODUÇÃO

A produtividade de grãos no Brasil tem sido crescente, sendo o quinto maior produtor do mundo, alcançando na safra de 2021 cerca de 253 milhões de toneladas, classificada como a segunda maior desde 1975, atrás apenas da safra do ano anterior que teve 0,4% a mais de produtividade (IBGE, 2022). Diante disso, tem ocorrido a necessidade da expansão das unidades armazenadoras agroindustriais, quanto a capacidade estática de armazenagem, como também no oferecimento de processos pós-colheita de beneficiamento de grãos (BARONI et al., 2017).

No agronegócio cafeeiro o estado de Minas Gerais tem se destacado como o maior produtor do país, sendo responsável por quase metade de todo café brasileiro produzido nas últimas safras (CONAB, 2022). O Sul de Minas tem se sobressaído, por ser responsável por 24% da produção nacional de café, repercutindo na economia, no ambiente, sociedade e nas políticas do local (OLIVEIRA, 2016; ALVES & LINDNER, 2020).

O incremento da produção de café pode estar relacionado com a utilização de agrotóxicos, por este fazer parte do pacote tecnológico tanto para o pequeno, como para o grande produtor (ALVES, LINDNER, 2020). De acordo com o Censo Agropecuário, em 2017 mais de 60 mil propriedades do Sul de Minas Gerais fizeram uso de agrotóxico nas lavouras, as quais a maioria são produtoras de cafés commodities e especiais. Neste mesmo ano, a região registrou 285 trabalhadores acometidos por intoxicação de agrotóxico (ALVES, LINDNER, 2020).

Nesse contexto, diante da amplitude das operações e práticas desenvolvidas nas unidades de beneficiamento e armazenamento de grãos, a movimentação de produtos e geração de poeira e possível existência de resíduos químicos presentes nestas, torna-se essencial a avaliação e monitoramento de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores (JIAN et al., 2017; SCHOENINGER et al., 2019). Além disso, a avaliação do tamanho das partículas em suspensão é primordial para estimativa de riscos, já que as maiores tendem a ficarem retidas nas barreiras existentes no início do percurso sistema respiratório, como cílios e mucos, e as menores com possibilidade de chegada aos brônquios e bronquíolos (SILVA, 2010).

Segundo Tietboehl Filho (2004), o pó suspenso em unidades armazenadoras, é constituído de substâncias orgânicas e minerais, danosas à saúde humana, provenientes de fragmentos do próprio grão, resíduos de sílica, traços de metais, fungos, bactérias que são constituídas também por toxinas produzidas por dejetos de insetos e ácaros; resíduos de roedores e aves e além de resíduos químicos de pesticidas, fungicidas e herbicidas. Ainda, a

exposição contínua à agrotóxicos podem acarretar problemas metabólicos, interferências no desenvolvimento e no sistema reprodutivo, danos celulares nos ovários, entre outros (LI et al., 2017; LOPEZ-ANTIA et al., 2018; CARNIEL et al., 2019; IORI et al., 2019).

A Agência Nacional de Vigilância (ANVISA) é a autoridade brasileira responsável pelo estabelecimento dos Limites Máximos de Resíduo (LMR) e a publicação das monografias dos ingredientes ativos, e pela recomendação da Ingesta Diária Aceitável (IDA) obtida a partir do processo conhecido como “avaliação de risco” (ANVISA, 2022).

O LMR é o nível máximo oficialmente permitido em alimento após o uso de agrotóxico por meio de registro de produtos junto a ANVISA e estabelecido por ingrediente ativo em culturas específicas, alimentação e processados de origem vegetal e para a alimentação e processados de origem animal (ANVISA 2022).

Os princípios ativos mais utilizados na formulação dos agrotóxicos empregados no manejo de café são: Boscalida; Pyraclostrobin; Oxicloreto de cobre; Dimetilditiocarbamet; Espiromesifeno; Piraclostrobin; Epoxiconazol; Ciproconazol e Trifloxistrobin; Glifosato, Ácido diclorofenoxiacético; Mancozebe; Clorpirifós e Flutriafol (HERZOG, 2017).

Diante da importância do conhecimento e monitoramento dos particulados sólidos suspensos, para segurança e saúde de trabalhadores de agroindústrias, este estudo teve como objetivo analisar as características físicas e químicas da poeira em suspensão de unidades armazenadoras de cafés commodities e cafés especiais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização dos locais de coleta

A análise de particulados sólidos suspensos foi realizada em outubro de 2021, em duas cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés commodity e especiais, com grande capacidade de armazenagem e movimentação de grãos, localizadas no Sul de Minas Gerais. Para seleção das áreas de coleta, foram realizadas avaliações qualitativas dos ambientes de trabalho quanto a geração de poeira, selecionando os locais de recebimento, rebeneficiamento e armazenagem, dimensionados no Tabela 1, por apresentarem maior incidência de particulados. Os colaboradores destes setores avaliados desenvolviam as seguintes funções: ajudante geral, de limpeza, operador de máquinas, moega e armazém.

Tabela 1 - Caracterização da área e movimentação das cooperativas agroindustriais

	Café Commodity	Café Especial
Local	Área total (m²)	
Recebimento	1500	300
Rebeneficiamento	5000	260
Armazém	13400	8000
Local	Movimentação média (sacas)	
Recebimento	80000	19870
Rebeneficiamento	14000	13758
Armazém	218000	44500
Local	Movimentação por área (kg.m⁻²)	
Recebimento	3200	3974
Rebeneficiamento	168	3175
Armazém	976	334

2.2 Coleta das amostras de poeira

As coletas foram feitas em três alturas diferentes para cada área, de forma que os recipientes permanecesse na horizontal, acumulando a poeira por uma semana, sendo na agroindústria de café commodity e especiais, nos pontos localizados à aproximadamente 2, 5 e 8m, e 1, 2 e 8m de altura, respectivamente, os quais foram escolhidos pela viabilidade da montagem do artefato de coleta. Os recipientes eram de plásticos, com dimensões de 18 cm de comprimento, 13 cm de largura e 5 cm de altura, e fixados nos equipamentos e torres locais por sete dias, período correspondente a um ciclo de limpeza. Ao serem retirados, foram tampados e levados ao laboratório para realizar a checagem da massa de cada amostra, para posterior análise físico-química da poeira.

2.3 Análises físico-químicas da poeira

2.3.1 Granulometria

A granulometria das partículas sólidas foi feita utilizando um agitador de peneiras da marca Lucadema, com vibração durante 10 min, com velocidade/intensidade 4. Para a análise as amostras foram homogeneizadas e pesadas em balança analítica de precisão e peneiradas em malha com *mesh* de 12, 20, 40, 60, 70, e 100, determinando posteriormente a quantidade de sólido retido em cada peneira. Para determinar a granulometria, calculou-se a porcentagem da

fração de poeira retida em cada peneira (R), como apresentado na Equação 1, e retida acumulada (Ra) a partir da soma das que foram retidas nas peneiras de mesh menor.

$$\% R = (Mr \times 100)/Mt \quad \text{Equação 1}$$

% R = Porcentagem retida em cada peneira;

Mr = Massa retida na peneira;

Mt = Massa total da amostra de poeira.

2.3.2 Bioativos presentes na poeira

A poeira foi coletada nas cooperativas agroindustriais armazenadoras de cafés commodity e especiais, sendo homogeneizada, obtendo uma amostra geral de cada uma das empresas, e submetida a análise de alguns bioativos presentes em grãos de cafés, sendo a cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos, por meio de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), segundo metodologia adaptada de VITORINO *et al.* (2001), em três repetições. Amostras de 0,5 g de poeira foram adicionadas em 50 mL água destilada em ebulição e colocadas em banho-maria, durante 3 min. O extrato foi filtrado em papel de filtro comum e em seguida, filtrado em membrana de 0,45 µm. A determinação desses compostos foi realizada em cromatógrafo da marca Shimadzu, com sistema de detecção por arranjo de diodos (modelo SPD-M10A), coluna cromatográfica Discovery C18 (250 x 4,6 mm, 5 µm), comprimento de onda de 272 nm. A fase móvel constituiu-se de metanol: água : ácido acético (20:80:1), com vazão de 1 mL.min⁻¹. Para a identificação e análise quantitativa, foi elaborada curva-padrão, utilizando-se padrões de cafeína, trigonelina e ácido-5-cafeiolquínico (5-ACQ).

2.3.3 Análise de pesticidas

A determinação quantitativa e qualitativa de pesticidas nas amostras de poeira, foram realizadas no Laboratório de Resíduos de Pesticidas Instituto Biológico.

O método utilizado foi o QuEChERS, em que são adicionados sais na amostra homogênea, para que com a agitação da mistura e em seguida, centrifugação, ocorra a separação de fases e possibilite a retirada da fase orgânica. Esta é limpa com adsorventes a granel (PSA) e MgSO₄ anidro, para remoção da água residual, e diluída em acetonitrila.

A determinação de pesticidas foi realizada por meio de cromatografia líquida (HPLC-MS/MS), com coluna Atlantis T3 2,1x100 mm, 3 µm, temperatura da coluna de 40°C, fase

móvel A com H₂O, 2 mM de formiato de amônia, 0,1 1% de ácido fórmico, e fase móvel B com metanol. O volume de injeção é de 10µL e a temperatura do amostrador automático de 10°C, com tempo de análise de 18 min. Além disso, foi feita a determinação por cromatografia gasosa (GC-MS/MS), com Agilent 7890 Series, amostrador automático injetor Agilent 7683 e bandeja de amostra, sendo a entrada Splitless, e o gás carreador Hélio. A temperatura de entrada foi de 250°C, com volume de injeção de 1 µL. Os fluxos de gás de colisão utilizados foram de Nitrogênio a 1,5 mL.min⁻¹, Hélio a 25 mL.min⁻¹. Dessa forma, foi determinado e quantificado 237 princípios ativos, que podem ser nocivos à saúde dos trabalhadores (GALDOS-RIVEROS et al., 2012).

Os agrotóxicos avaliados foram: acrinatrina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aldicarbe sulfóxido, aldrim, ametrina, atrazina, azinfós-etílico, azinfós-metílico, azoxistrobina, amicarbazona, benfuracarbe, bifentrina, bromopropilato, butilato, buprofezina, carbaril, carbendazim, càrnoienotiona, carbofurano, 3-hidroxi carbofurano, carbosulfano, lambda-cialotrina, cicloato, ciflutrina (I, II, III, IV), beta-ciflutrina, cipermetrina (I, II, III, IV), alfa-cipermetrina, zeta-cipermetrina, alfa-clordano, gama-clordano, óiorotalonil, ctorpiifós, clorpirifós-metílico, clorprofam, clotianidina, clomozona, ctorfenapir, DDD-pp' e op', DDE-pp' e po', DDT-pp' e op', deltamehina, diazinona, diclorvós, dicofol, dicofol op', dieldrim, dimetenamida, dimetenamida p, dimetoato, dissulfutona, dodecacloro (Mirex), dinocape, diurom, alfa-endossulfam, beta-endossulfam, endossulfam sulfato, endrim, endrim aldeído, EPTC, esfivalerato, etiona, etofenproxi, epoxiconazol, espirodiclofeno famoxadona, fempropatrina, fenamidona, fenamifós, fenarimol, fenclorfós, fenitrotiona, fentiona, fentoato, fenvalerato, fluazinam, flumetralina, folpete, fonofós, formotiona, fosalona, fosmete, fenoxaprope, haloxifope-P-metil HCB, alfa-HCH, beta-HCH, delta-HCH, heptacloro, heptacloro epóxido, imidacloprido, iprovalicarbe, lindane, malaoxona, malationa, metidationa, metiocarbe, metomil, metoxicloro, metoxifenoazida, mevinfós, molinato, nalede, oxamil, paraoxona-etílica e metílica, parationa-etílica, parationa-metílica, PCBs (28, 52, 101, 138, 153 e 180), pentaclorofenol, permetrina, cis permetrina, trans permetrina, piraclostrobina, piretrinas (I e II), piridafentiona, pirimifós-metílico, procimidona, profenofós, propoxur, quintozeno, tecnazeno, teflurina, terbufós, sulfona tetraconazol, tetradifona, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxam, tioancaroe (bentiocarbe), tiofanato-metílico, trialato, triazofós, triciclazol, triclorfom, trifloxistrobina, trinexapaqueetílico, vernolato, evinclozolina, abamectina, acefato, acetamiprido, 2-aminobezimidazol, amitraz, anilazina, benalaxil, benfluralina, benomil, OúpiriOáquã sódico, bistriflurom, butóxido de piperonila, captafol, captana, cáltape, cianazina, ciazofamida, cihexatina, cimoxanil, ciproconazol, ciromazina, óletodim, clorfensom,

clorfenvinfós, clorfluazurom, clorobenzilato' cresoxim-metílico, demetom-S-metílico, demetom-S-metil sulfóxido, demetom-S-metil sulíona, diclofluanida, diclorana, dicrotofós, difenoconazol (I e II), espiromesifeno, óxido de fembutatina, Íenotiol (MCPA - tioetil)' fenoxaprope, fensom, fensulfotiona, Íipronil, flazassulfurom, flufenoxuron, Íluquinconazol, flutiacete metil, flutriafol' forato, foiato sulfona, forato sufóxido, hexazinona, iprodiona, lactofem, metalaxil, metamidofós, metil pentaclorofenil sulfito, milbemectina, monocrotofós, nicossulfurom, nitrofem, novalurom, ometoato, óxido de iembutatina, pebulato, pendimetalina, pentacloroanilina, petoxamida, pirimicarbe, piriproxifeno, procloraz, profluralina, prometom,'prometrina, propizàmida (pronamida), propaquizafope, propargito, propazina, propiconazol tt e tt), proiioconazol iproazoltionna),simazina, tebuconazol, terbutilazina, terbutrina, tetraclorvinfós, tetrasul, iiazopii, tiometom, toliffiüanida, hiadimefom, triadimenol, 2-4-6 triclorofenol, triflumurom, trifluralina, vamidotiona.

2.3.4 Análise estatística

Os dados obtidos da análise granulométrica e de bioativos presentes na poeira, das cooperativas agroindustriais de café especial e commodity, foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ($p < 0,05$), utilizando-se o programa Sisvar, versão 5.5 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 a seguir, estão os resultados obtidos mediante a análise granulométrica da poeira coletada em cada unidade de armazenamento agroindustrial de café, em percentual de poeira retida (R) e acumulada (Ra), bem como a representação de poeira Ra na Figura 1.

Tabela 2 – Análise granulométrica da poeira presente nas cooperativas agroindustriais

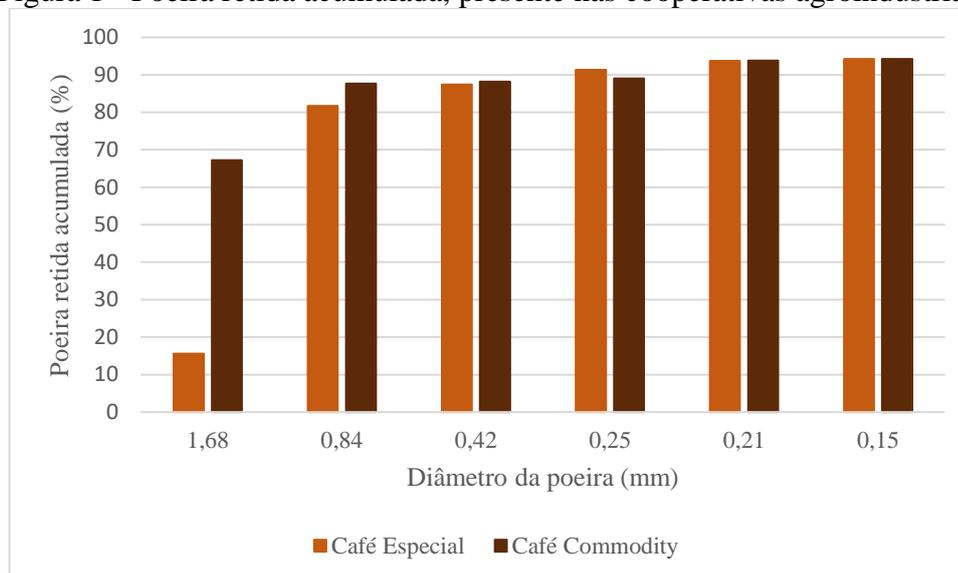
Peneiras	Abertura da malha (μm)	Café Commodity		Café Especial	
		R (%)	Ra (%)	R (%)	Ra (%)
Mesh 12	1680	67,2 a	67,2	15,6 b	15,6
Mesh 20	840	20,1 b	87,7	66,1 a	81,7
Mesh 40	420	0,9 b	88,2	5,7 a	87,4
Mesh 60	250	0,8 ns	89,0	3,9 ns	91,3
Mesh 70	210	4,8 ns	93,8	2,4 ns	93,7
Mesh 100	150	0,4 ns	94,2	0,5 ns	94,2
Fundo	< 150	5,8 ns	100,0	5,8 ns	100,0

*Os valores com letras diferentes na linha, diferem entre si em nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

**ns - não significativo.

Fonte: Própria Autora (2022).

Figura 1 - Poeira retida acumulada, presente nas cooperativas agroindustriais



Fonte: Própria Autora (2022).

De acordo com a Tabela 2, as características físicas quanto ao tamanho das partículas sólidas suspensas se diferiram estatisticamente entre as agroindústrias. Enquanto a cooperativa de cafés especiais possui 66,1% da poeira coletada com o diâmetro entre 0,84mm (mesh 20) e 1,68mm (mesh 12), na de café commodity obteve maiores dimensões, sendo 67,2% do particulado maior que 1,68mm. A Figura 1 demonstra a principal variação na granulometria entre as agroindústrias na abertura de mesh 12, em que 67,2% e 15,6 % do material fica retido acumulado, para café commodity e especial, respectivamente.

A determinação do tamanho da poeira presente no ambiente de trabalho é de suma importância para avaliação de riscos ocupacionais, já que dependendo das dimensões desta, pode chegar até os pulmões (SILVA, 2010). As partículas maiores que 10 μ m são retidas pelas defesas naturais do nariz, como muco e cílios, mas as menores passam por estas barreiras, podendo chegar nos brônquios, ou até alvéolos pulmonares, desencadeando doenças respiratórias (KUNZLI et al., 2010; FELIZ, 2020). Assim, observa-se pelos resultados da análise granulométrica que somente 5,8% da poeira pode chegar até os pulmões, por ser menor que 0,15 mm (mesh 100) e ter a possibilidade de apresentar dimensões inferiores a 0,001mm.

A concentração de partículas finas e passíveis de serem inaladas é outro fator relevante a ser avaliado. Na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos teores de poeira coletada em cada setor das unidades agroindustriais e a porcentagem desta suscetível de ser inalada.

Tabela 3 – Massa de poeira (g) coletada nas cooperativas de cafés e o percentual passível de ser inalado

	Café Commodity		Café Especial	
	Massa de poeira (g)	Menor que 100 Mesh (%)	Massa de poeira (g)	Menor que 100 Mesh (%)
Recebimento	27,61	1,61	98,79	5,78
Beneficiamento	22,10	1,29	188,59	11,03
Armazém	19,93	1,16	55,65	3,26
Total	69,64	4,06	343,03	20,07

O setor de beneficiamento da cooperativa de cafés especiais foi o que mais apresentou particulado que pode estar propenso a chegar aos pulmões, já que 11,03% da poeira que ficou no fundo, equivalente à 20,80g, é menor que 0,150mm e pode conter particulados com dimensões inferiores à 0,025mm. Tietboehl Filho (2004) relata que os particulados suspensos em unidade armazenadora de grãos podem chegar a 0,5% da massa total de produto, valor significativamente superior ao encontrado neste estudo.

Os resultados referentes a caracterização química quanto aos bioativos presentes no pó em suspensão, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Concentração de bioativos presentes na poeira das cooperativas agroindustriais

Bioativo	Café Commodity (g/100g)	Café Especial (g/100g)
Trigonelina	0,221 ± 0,001 a	0,307 ± 0,001 b
Ácido Clorogênico	0,084 ± 0,002 a	0,172 ± 0,002 b
Cafeína	0,644 ± 0,004 a	0,710 ± 0,004 b

*Os valores com as mesmas letras na linha, não diferem entre si em nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Fonte: Própria Autora (2022).

Na Tabela 4 observa-se maior concentração de trigonelina, ácido clorogênico e cafeína na poeira proveniente da unidade de cafés especiais. O teor de ácido clorogênico nas amostras proveniente desta foi de 0,172g/100g, duas vezes maior do que da cooperativa de café commodity, com 0,084g/100g. A quantificação de compostos bioativos no café pode diferenciar de acordo com a espécie, local de cultivo e processamento (PRIETO, VÁZQUEZ, 2014). Nos grãos o teor de trigonelina varia em torno de 1,0 à 2,2%, de ácido clorogênico de 5,7 à 6,5% e de cafeína de 1,05 à 3,4% (FARINHOTO, 2012; LIMA et al., 2019).

Os resíduos de agrotóxicos encontrados na poeira, bem como sua quantificação, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Resíduos de agrotóxicos presentes na poeira das cooperativas agroindustriais

Agrotóxicos	Café Commodity (mg/kg)	Café Especial (mg/kg)	Limite máximo de resíduo (mg/kg)
Azoxistrobina	0,04 ± 0,0208	0,04 ± 0,0200	0,05
Ciproconazole	0,04 ± 0,0208	nd	0,02
Epoxiconazole	0,01 ± 0,0064	0,01 ± 0,0064	0,10
Flutriafol	0,04 ± 0,0208	0,02 ± 0,0115	0,05
Tiametoxam	0,13 ± 0,0566	0,23 ± 0,0918	0,20
Lambda-cialotrina	nd	0,12 ± 0,0528	0,05
Butoxido de piperonila	nd	0,35 ± 0,1312	sinergista

*Para o cálculo da incerteza expandida foi utilizado fator de abrangência k=2 com nível de confiança de 95%

*nd – Não detectado

* LMR de acordo com a Anvisa para a cultura de café – www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias

Fonte: Própria Autora (2022).

De acordo com a Tabela 5, o material sólido suspenso da agroindústria de café especial apresentou valores superiores ao limite máximo para os resíduos de agrotóxico de Tiametoxam e Lambda-cialotrina, com 0,23 e 0,12mg/kg, respectivamente. O Tiametoxam e o Lambda-cialotrina são inseticidas de segunda geração, que apresentam classificação toxicológica III (medianamente tóxico) e classe ambiental III (perigoso para o meio ambiente) (CAMPOS, 2009; BELCHIOR et al., 2017). A intoxicação por estes compostos pode ocasionar náuseas, dor de cabeça, tontura, vômito, dor abdominal, ulcera gástrica, convulsão, edema pulmonar, pneumonia química, coma, falha renal, fadiga, salivação e leucocitose (CAGE et al., 1998; LOPES, ALBUQUERQUE, 2018).

A poeira proveniente da cooperativa de café commodity obteve concentração de 0,40mg/kg do resíduo Ciproconazole, representando o dobro do valor de limite máximo estabelecido. O Ciproconazole é um fungicida de amplo espectro, com classificação toxicológica III (medianamente tóxico), que dependendo da exposição, pode causar danos ao trato respiratório, fígado e sistema endócrino (THEUNISSEN et al., 2012).

Segundo Belchior et al. (2017) alguns agrotóxicos, mesmo que classificados como medianamente ou pouco tóxicos, não devem ser desconsiderados os efeitos crônicos pela exposição a longo prazo, podendo desencadear anomalias congênitas, câncer, disfunções na reprodução humana, distúrbios endócrinos, neurológicos e mentais. Dessa forma, a utilização

de equipamentos de proteção coletiva como exautores industriais, aberturas para fluxo de ar e filtros nas agroindústrias é uma alternativa para diminuição dos riscos químicos ambientais.

4 CONCLUSÕES

Com a análise granulométrica das partículas sólidas suspensas no ar nas agroindústrias, observou-se que 66,1% da poeira coletada na cooperativa de cafés especiais tem diâmetro entre 0,841mm e 1,68mm, enquanto a de café commodity apresentou maiores dimensões, com 67,2% do particulado maior que 1,68mm. Além disso, notou-se que menos de 5,8% da poeira tem a possibilidade de chegar até os pulmões, por ser menor que 0,150 mm e ser passível de apresentar dimensões inferiores a 0,025mm.

A caracterização química quanto aos bioativos foi realizada, obtendo maior concentração de trigonelina, ácido clorogênico e cafeína na poeira da unidade de cafés especiais. A quantificação dos resíduos de agrotóxicos presentes na poeira, demonstrou valores superiores ao limite máximo para a Tiametoxam e Lambida-cialotrina, na cooperativa de café especial, e de Ciproconazole para a de café commodity.

REFERÊNCIAS

ANVISA <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos>

ALVES, Flamarion Dutra; LINDNER, Michele. Agronegócio do café no Sul de Minas Gerais: territorialização, mundialização e contradições. **OKARA: Geografia em debate**, p. 433-452, 2020.

BAAL, Edson. Recomendações para projeto de unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos com enfoque em segurança do trabalho. 2013. 58f. Monografia do Curso de Pós Graduação (Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2013.

BARONI, G.D., BENEDETI, P.H., SEIDEL, D.J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. *Revista Thema*, 14(4): 55-64, 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 17: Ergonomia:< <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>>. Acesso em: 3 mar 2022.

CONAB, 2022. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>

COSTA, Bruna De Ribeiro. Brazilian specialty coffee scenario. In: **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. Woodhead Publishing, 2020. p. 51-64.

COSTELLA, Marcelo Fabiano; PILZ, Silvio Edmundo; BET, Andrisio. Método de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos. *Gestão & Produção*, v. 23, p. 503-514, 2016.

FELLET, J. As silenciosas mortes de brasileiros soterrados em armazéns de grãos. Artigo de jornal. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45213579>

FERREIRA, D. F. (2014).Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.*Ciência e Agrotecnologia*,38(2):109-12.

FRANCISCO, Ana Caroline; LUZ, Maria de Lourdes Santiago. ANÁLISE DOS RISCOS OCUPACIONAIS DA FUNÇÃO OPERADOR DE EXPEDIÇÃO EM UMA COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL. *Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP*, v. 13, n. 1, 2018.

Galdos-Riveros, A. C., Pessolato, A. G., Palomino-Rodriguez, M., & Maria, D. A.. Análise de pesticidas por espectrometria de massas acoplada a cromatografia gasosa (cg-em). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

GOMIDE, Diogo. Desenvolvimento de Gestão de segurança em espaços confinados em de Beneficiamento e Armazenamento de Grãos. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Engenharia de Produção, CEng – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

GOUVEIA, R., GALVANI, E., HENRIQUE JUNIOR, M., & GOUVEIA, R. Avaliação das condições de segurança no trabalho em armazéns agrícolas na cidade de Tangará da Serra/MT-Brasil. **Espacios**, v. 34, n. 10, p. 1-7, 2013.

JIAN, F.; NARENDRAN, R. B.; JAYAS, D. S. Segregation in stored grain bulks: Kinematics, dynamics, mechanisms, and minimization – A review. *Journal of Stored Products Research*, v. 81, p. 11–21, Mar. 2019

Kroessin, L., Mallmann, J. F., Timm, N. D. S., Bemvenuti, R. H., Vanier, N. L., & Dors, G. C. Elaboração do mapa de riscos do laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 6, p. 6729-6735, 2019.

MOTA, FST. Identificação de Riscos na Atividade de Beneficiamento de Grãos: um estudo de caso. 2015, 47 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho)-Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. *Mundialização da Agricultura Brasileira*. São Paulo: Iandé Editorial, 2016.

PRADO, G. Contaminação de alimentos por micotoxinas no Brasil e no mundo. *Revista de Saúde Pública do SUS/MG*, v. 2, n.2, p. 13-26, 2014.

RIEDEL, S. M.; FIELD, W. E. Summary of grain entrapments in the United States. **West Lafayette, Ind.: Purdue University, Department of Agricultural and Biological Engineering**, 2010.

Schoeninger, V., Siqueira, V. C., Neto, A. N., Leite, R. A., Pinto, V. D., Ferraz, L. R., & Pagnoncelli, L. C. Saúde e segurança no trabalho em unidades armazenadoras de grãos no estado do Mato Grosso do Sul. **Realização**, v. 6, n. 12, p. 05-15, 2019.

SILVA, Bruna Ohana da. Análise das condições de insalubridade por exposição a poeira sílica dos trabalhadores de uma empresa de fabricação de argamassa. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

Silva, T. A. A., Barbosa, D. S., de Souza Sabóia, A., & de Oliveira Alves, C. Análise sensorial da qualidade do ar na área de influência de unidades armazenadoras de grãos. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 28284-28291, 2020.

TIETBOEHL FILHO, Carlos Nunes. As Doenças Respiratórias Ocupacionais Causadas pela Poeira na Armazenagem de grãos Vegetais. Porto Alegre:UFRGS, 2004.147p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Interna – Pneumologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Produção, suprimento e distribuição. PSD. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads?tabName=de-fault>. Acesso em: 14 dez. 2021.

HERZOG, Thaisa Thomazini, M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Fevereiro de 2017; Fungicidas e efeitos fisiológicos na cultura do café conilon; Orientador: Marcelo Barreto da Silva, Co-orientador: Fábio Luiz Partelli, 60f.

FELIX, Guilherme Morete. Análise de riscos ambientais em uma indústria de beneficiamento de soja com relação à insalubridade e periculosidade: um estudo de caso. 2020. 174 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

SILVA, Jardel de Oliveira da. Controle de material particulado nos acessos de mina a céu aberto. 2010. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Marabá, Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente, Marabá, 2010.

Valeria Bittencourt de Lima; Terezinha de Jesus Garcia Salva; Franciane Rueda Barboza; Masako Toma Braghini. VARIABILIDADE NA CONCENTRAÇÃO DE DOIS COMPOSTOS BIOATIVOS EM GRÃOS CRUS DE CAFÉ ROBUSTA. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil – ISSN: 1984-9249 8 a 11 de outubro de 2019, Vitória – ES.

Farinhoto, R. J. C. R. (2012). Análise física e química de cafés verdes com diferentes origens geográficas. Dissertação. Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

Gawlik-Dziki, U., et al. (2014). Lipoxygenase inhibitors and antioxidants from green coffee-mechanism of action in the light of potential bioaccessibility. *Food Research International*, 61, pp. 48-55.

PRIETO, M. A.; VÁZQUEZ, J. A. In vitro determination of the lipophilic and hydrophilic antioxidant capacity of unroasted coffee bean extracts and their synergistic and antagonistic effects. *Food Research International*, 62, p. 1183-1196, 2014.

Belchior, D. C. V., de Souza Saraiva, A., López, A. M. C., & Scheidt, G. N. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 135-151, 2017.

CAMPOS, Paola Souto. Destino ambiental dos agrotóxicos e avaliação de risco ambiental e humano nos municípios de Manaus, Iranduba e Careiro da Várzea, no Estado do Amazonas. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

CAGE, S. A.; e col. Lambda-cyhalothrin. National Poisons Information Service. Birmingham, UK, 1998.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

Theunissen PT, Robinson JF, Pennings JLA, de Jong E, Claessen SMH, Kleinjans JCS, Piersma AH (2012) Transcriptomic concentration-response evaluation of valproic acid, cyproconazole, and hexaconazole in the neural embryonic stem cell test (ESTn). *Toxicol Sci* 125(2):430-438.

ANEXOS

Anexo A: Certificado de Análise de Resíduos de Agrotóxico – Cafés Commodity



**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO BIOLÓGICO**

CERTIFICADO DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS

Certificado nº: 0111/22
 Amostra: Particulado de café
 Solicitante: Kátia Soares Moreira - R: Risoleta Pinto Sardinha 98, Bairro Planalto, Belo Horizonte, MG
 Data de entrada da amostra: 20/04/2022
 Data de início da análise: 25/04/2022
 Informações adicionais: Cooxupe A

Métodos analíticos utilizados:
 Multirresíduos: PT-004 V9
 Referências: Manual of pesticide residue analysis. Vol.I, 1987 e Vol.II, 1992. Extend Revision According Modular Multi Method L 00,00-34 of the Official Collection of Test methods according to § 35 LMBG (Law of Food and Commodities), Berlin, Germany. A Mini-Multiresidue Method for the Analysis of Pesticide Residues in Low-Fat Products (QuEChERS).

Agrotóxicos:
 acrinatrina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aldicarbe sulfóxido, aldrin, ametrina, atrazina, azinfós-etílico, azinfós-metilico, azoxistrobina, amicarbazona, benfuracarbe, bifentrina, bromopropilato, butilato, buprofezina, carbaril, carbendazim, carbofenotona, carbofurano, 3-hidroxi carbofurano, carbosulfano, lambda-cialotrina, cicloato, ciflutrina (I, II, III, IV), beta-ciflutrina, cipermetrina (I, II, III, IV), alfa-cipermetrina, zeta-cipermetrina, alfa-clordano, gama-clordano, clortalonil, clorpirifós, clorpirifós-metilico, clorprofam, clotianidina, clomozona, clorfenapir, DDD-pp' e op', DDE-pp' e op', DDT-pp' e op', deitamefina, diazinona, diclorvós, dicofol, dicofol op', dieldrin, dimetenamida, dimetenamida P, dimetoato, dissulfotona, dodecacoloro (Mirex), dinocape, diurom, alfa-endossulfam, beta-endossulfam, endossulfam sulfato, endrim, endrim aldeído, EPTC, esfenvalerato, etiona, etofenproxi, epoxiconazol, espirocloteno famoxadona, fempropatrina, fenamidona, fenamifós, fenarimol, fenclorvós, fenitrotiona, fentiona, fentoato, fenvalerato, fluazinam, flumetralina, folpete, fonofós, formotona, fosadona, fosmete, fenoxaprop, haloxifop-P-metil HCB, alfa-HCH, beta-HCH, delta-HCH, heptacoloro, heptacoloro epóxido, imazalit, imidacloprido, iprovalicarbe, lindane, malaoxona, malationa, metdationa, metiocarbe, metomil, metoxicloro, metoxifenozida, mevinfós, molinato, nalede, oxamil, paraoxona-etilica e metilica, parationa-etilica, parationa-metilica, PCBs (28, 52, 101, 138, 153 e 180), pentaclorofenol, pemetrina, cis pemetrina, trans pemetrina, piraclostrobina, piretrinas (I e II), piridafentona, pirimifós-metilico, procimidona, profenofós, propoxur, quintozeno, tecnazeno, teflutrina, terbufós sulfona tetraconazol, tetradiфона, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxam, tiobencarbe (bentiocarbe), tiofanato-metilico, trialato, triazofós, triciclazol, triclorform, trifloxistrobina, trinexapaque-etílico, vermolato e vinclozolina.
 Limite de Quantificação (LQ) = 0,01 mg/kg

abamectina, acefato, acetamiprido, 2-aminobezimidazol, amitraz, anilazina, benalaxil, benfluralina, benomil, bispirabaque sódico, bistriflurum, butóxido de piperonila, captalol, captana, cartape, cianazina, ciazofamida, cihexatina, cimoxanil, ciproconazol, ciromazina, cletodim, clorfensom, clorfenvinfós, clorfluazurom, clorbenzilato, cresoxim-metilico, demetom-S-metilico, demetom-S-metil sulfóxido, demetom-S-metil sulfona, diclofluanida, diclorana, dicrotofós, difenoconazol (I e II), espiromesifeno, óxido de fembutatina, fenotiol (MCPA – tioetil), fenoxaprop, fensom, fensulfotona, fipronil, flazasulfurom, flufenoxuron, fluquinconazol, flutiacete metil, flutriafol, forato, forato sulfona, forato sulfóxido, hexazinona, iprodiona, lactofem, metalaxil, metamidofós, metil pentaclorofenil sulfito, milbemectina, monocrotofós, nicosulfurom, nitrofen, novalurom, ometoato, óxido de fembutatina, pebulato, pendimetalina, pentacloroanilina, petoxamida, pirimicarbe, piriproxifeno, procloraz, profuralina, prometom, prometrina, propizamida (pronamida), propaquizalope, propargito, propazina, propiconazol (I e II), protriocozazol (proazoltiona), simazina, tebuconazol, terbutilazina, terbutrina, tetraclorvinfós, tetrasul, tiazopir, tiometom, lolilfluana, triadimefom, triadimenol, 2-4-6 triclorofenol, triflumuron, trifluralina, vamidotona.
 Limite de Quantificação (LQ) = 0,05 mg/kg



Av. Conselheiro Rodrigues Alves, 1.252, 04014-900 – São Paulo – SP - Brasil



**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO BIOLÓGICO**

Resultados:

Amostra/número	Agrotóxico/resultado \pm incerteza expandida (mg/kg)	LMR* (mg/kg)
Particulado de café LRP200422/222/IQ/0111	Azoxistrobina / 0,04 \pm 0,0208	0,05
	Ciproconazole / 0,04 \pm 0,0208	0,20
	Epoxiconazole / 0,01 \pm 0,0064	0,10
	Flutriafol / 0,04 \pm 0,0208	0,05
	Tiametoxam / 0,13 \pm 0,0566	0,20

L.M.R. - Limite Máximo de Resíduos
N.P.C. - Não Permitido para a Cultura

N.D. - Não Detectado

* De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para a cultura do café
<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setor-regulado/regulacao/agrotoxicos/monografias> ;

Observação:

- Os resultados destas análises são restritos e se aplicam tão somente às amostras coletadas e enviadas pelo solicitante.
- Para o cálculo da incerteza expandida foi utilizado fator de abrangência $k=2$ com nível de confiança de 95%.

Laboratório Resíduos Pesticidas

São Paulo, 29 de abril de 2022.

Dr. Sérgio H. Monteiro
Pesquisador Científico
Responsável Técnico



Anexo B: Certificado de Análise de Resíduos de Agrotóxico – Cafés Especiais



**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO BIOLÓGICO**

CERTIFICADO DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS

Certificado nº: 0112/22
 Amostra: Particulado de café
 Solicitante: Kátia Soares Moreira - R: Risoleta Pinto Sardinha 98, Bairro Planalto, Belo Horizonte, MG
 Data de entrada da amostra: 20/04/2022
 Data de início da análise: 25/04/2022
 Informações adicionais: Sancoffe B

Métodos analíticos utilizados:
 Multiresíduos: PT-004 V9
 Referências: Manual of pesticide residue analysis. Vol.I, 1987 e Vol.II, 1992. Extend Revision According Modular Multi Method L 00,00-34 of the Official Collection of Test methods according to § 35 LMBG (Law of Food and Commodities), Berlin, Germany. A Mini-Multiresidue Method for the Analysis of Pesticide Residues in Low-Fat Products (QuEChERS).

Agrotóxicos:
 acrinatrina, alacloro, aldicarbe, aldicarbe sulfona, aldicarbe sulfóxido, aldrim, ametrina, atrazina, azinfós-etílico, azinfós-metilico, azoxistrobina, amicarbazona, benfuracarbe, bifentrina, bromopropilato, butilato, buprofezina, carbaril, carbendazim, carbofenotona, carbofurano, 3-hidroxi carbofurano, carbosulfano, lambda-cialotrina, cicloato, ciflutrina (I, II, III, IV), beta-ciflutrina, cipermetrina (I, II, III, IV), alfa-cipermetrina, zeta-cipermetrina, alfa-clordano, gama-clordano, clortalonil, clorpirifós, clorpirifós-metilico, clorprofam, clotianidina, clomozona, clorfenapir, DDD-pp' e op', DDE-pp' e op', DDT-pp' e op', deitametrina, diazinona, diclorvos, dicofol, dicofol op', dieldrin, dimetenamida, dimetenamida P, dimetoato, dissulfotona, dodecacloro (Mirex), dinocape, diurom, alfa-endossulfam, beta-endossulfam, endossulfam sulfato, endrim, endrim aldeído, EPTC, esfenvalerato, etiona, etofenproxi, epoxiconazol, espirodiclofeno famoxadona, fempropatrina, fenamidona, fenamifós, fenarimol, fenclorfós, fenitrotiona, fentiona, fentoato, fenvalerato, fluazinam, flumetralina, flutriafol, folpete, fonofós, formotiona, fosadona, fosmete, fenoxaprope, haloxifope-P-metil HCB, alfa-HCH, beta-HCH, delta-HCH, heptacloro, heptacloro epóxido, imazail, imidacloprido, iprovalicarbe, lindane, malaoxona, malationa, metidationa, metiocarbe, metomil, metoxicloro, metoxifenozida, mevinfós, molinato, nalede, oxamil, paraoxona-etilica e metilica, parationa-etilica, parationa-metilica, PCBs (28, 52, 101, 138, 153 e 180), pentaclorofenol, permetrina, cis permetrina, trans permetrina, piraclostrobina, piretrinas (I e II), piridafeniona, pirimifós-metilico, procimidona, profenofós, propoxur, quintozeno, tecnazeno, teflutrina, terbufós sulfona tetraconazol, tetradifona, tiabendazol, tiacloprido, tiametoxam, tiobencarbe (bentiocarbe), tiofanato-metilico, trialato, triazofós, triciclazol, triclorfom, trifloxistrobina, trinexapaque-etilico, vernolato e vinclozolina.
 Limite de Quantificação (LQ) = 0,01 mg/kg

Laboratório Resíduos Pesticidas

abamectina, acefato, acetamiprido, 2-aminobezimidazol, amitraz, anilazina, benalaxil, benfluralina, benomil, bispirbaque sódico, bistriflurum, butóxido de piperonila, captafol, captana, cartape, cianazina, ciazofamida, cihexatina, cimoxanil, ciproconazol, ciromazina, cletodim, clorfensom, clorfenvinfós, clorfluazurom, clorbenzilato, cresoxim-metilico, demetom-S-metilico, demetom-S-metil sulfóxido, demetom-S-metil sulfona, diclofluanida, dictiona, diclotofós, difenoconazol (I e II), espiromesifeno, óxido de fembutatina, fenotiol (MCPA - Isoetil), fenoxaprope, fensom, fensulfotona, fipronil, flazassulfurom, flufenoxuron, fluquinconazol, fluiacete metil, forato, forato sulfona, forato sulfóxido, hexazinona, iprodiona, lactofem, metalaxil, metamidofós, metil pentaclorofenil sulfito, milbemeclina, monocrotofós, nicossulfurom, nitrofen, novalurom, ornetoato, óxido de fembutatina, pebulato, pendimetalina, pentacloroanilina, petoxamida, pirimicarbe, piriproxifeno, procloraz, profuralina, prometom, prometrina, propizamida (pronamida), propaquizafope, propargitô, propazina, propiconazol (I e II), prothioconazol (proazolliona), simazina, tebuconazol, terbutilazina, terbutrina, tetraclorvinfós, tetrasul, tiazopir, tiometom, tolfilfluana, triadimefom, triadimenol, 2-4-6 triclofenol, triflumuro, trifluralina, vamidotiona.
 Limite de Quantificação (LQ) = 0,05 mg/kg



Av. Conselheiro Rodrigues Alves, 1252, 04014-900 - São Paulo - SP - Brasil
 www.biologico.agricultura.sp.gov.br - Tel. +55 11 5082-1232



**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO BIOLÓGICO**

Resultados:

Amostra/número	Agrotóxico/resultado \pm incerteza expandida (mg/kg)	LMR* (mg/kg)
Particulado de café LRP200422/222/IQ/0112	Azoxistrobina / 0,04 \pm 0,0208	0,05
	Epoxiconazole / 0,01 \pm 0,0064	0,10
	Flutriafol / 0,02 \pm 0,0115	0,05
	Tiametoxam / 0,23 \pm 0,0918	0,20
	Lambda-cialotrina / 0,12 \pm 0,0528	0,05**
	Butóxido de piperonila / 0,35 \pm 0,1312	sinergista

L.M.R. - Limite Máximo de Resíduos
N.P.C. - Não Permitido para a Cultura

N.D. - Não Detectado

* De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para a cultura do café
<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias> ;

** os LMRs referem-se à cialotrina - soma dos isômeros.

Observação:

- Os resultados destas análises são restritos e se aplicam tão somente às amostras coletadas e enviadas pelo solicitante.
- Para o cálculo da incerteza expandida foi utilizado fator de abrangência $k=2$ com nível de confiança de 95%.

Laboratório Resíduos Pesticidas

São Paulo, 29 de abril de 2022.

Dr. Sérgio H. Monteiro
Pesquisador Científico
Responsável Técnico



Anexo C: Amostras – Poeira Respirável – Cafés Commodity


Relatório de Ensaio
 Página 1/1

Relatório de Ensaio (RE) Nº 34392

 Data de recebimento da amostra: 17/03/21
 Data do Ensaio: 20/03/21

 Cliente: COOP. REGIONAL DE CAFEICULTORES EM GUAXUPÉ LTDA - COOXUPE.
 Rua Manuel Joaquim Magalhães Gomes, 400.
 Vila Santa Barbara
 TEL.: (35) 3696.1375

Dados da Amostragem:

 Amostra: Cassete
 Poeira Respirável
 Método Utilizado: NIOSH 7500 - Difração de Raios-X

Amostra	BRXN	Data Coleta	Nome	Função	Local	Peso do Resíduo	% de Silica	Peso de Silica
A - 177775	40180	12/03/21	Allison Reis de Souza Silva	Ajudante Geral	Indústria Japy 1	0,39 mg	ND	< 0,01 mg

OBS: ND – Limite inferior de detecção em peso de sílica: 0,01 mg

Observações:

- Este Relatório é válido somente para a amostra ensaiada, e só poderá ser reproduzido parcialmente com autorização do CEAQ & MA.
- Os resultados contidos neste relatório de ensaio se referem exclusivamente a (s) amostra (s) acima identificada (s).
- A amostragem e os dados de coleta fornecidos são de total responsabilidade do cliente.
- Os amostradores estão com pesagens iniciais superiores ao recomendável pelo laboratório CEAQ que é de 45 dias no máximo. Podendo assim haver interferência higroscópica diretamente no método gravimétrico e possíveis teores de sílica livre cristalizada.

 Responsável Técnico: Maria de Fátima Campos
 C/RG: 02600822 - 2ª Região
 CREA-MG 15208 0

 Assinado de forma digital por Maria de Fátima Campos:16647769668
 DN: cn=Maria de Fátima Campos:16647769668, o=cn=MARIA DE FÁTIMA CAMPOS:16647769668, ou=DN: c=BR, o=ICP-Brasil, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=(EM BRANCO), ou=Autenticado por AR Nort Apercon, ou, email=gestor@ceaq.com.br, c=BR
 Dados: 2021.03.22 21:39:02 -03'00'

 Rua Tomaz de Andrade, 200 • Industrial
 CEP: 32223-000 • Contagem • MG
 Telefax: 31 3361-0699
 ceaq@ceaq.com.br
 www.ceaq.com.br



Relatório de Ensaio

Página 1/1

Relatório de Ensaio (RE) Nº 34392

Data de recebimento da amostra: 17/03/21
Data do Ensaio: 20/03/21

Ciente: COOP. REGIONAL DE CAFEICULTORES EM GUAXUPÉ LTDA - COOXUPÉ.

Rua Manuel Joaquim Magalhães Gomes, 400.
Vila Santa Barbara
TEL.: (35) 3696.1375

Dados da Amostragem:

Amostra: Cassete
Poeira Respirável

Método Utilizado: NIOSH 7500 - Difração de Raios-X

Amostra	SRXN	Data Coleta	Nome	Função	Local	Peso do Resíduo	% de Silica	Peso de Silica
A-177771	40172	12/03/21	Wellinton Macedo Santos	Ajudante Geral	Indústria Japy 1	0,13 mg	ND	< 0,01 mg

OBS: ND – Limite inferior de detecção em peso de sílica: 0,01 mg

Observações:

- Este Relatório é válido somente para a amostra ensaiada, e só poderá ser reproduzido parcialmente com autorização do CEAQ & MA.
- Os resultados contidos neste relatório de ensaio se referem exclusivamente a (s) amostra (s) acima identificada (s).
- A amostragem e os dados de coleta fornecidos são de total responsabilidade do cliente.
- Os amostradores estão com pesagens iniciais superiores ao recomendável pelo laboratório CEAQ que é de 45 dias no máximo. Podendo assim haver interferência higroscópica diretamente no método gravimétrico e possíveis teores de sílica livre cristalizada.

Responsável Técnico: Maria de Fátima Campos
CPF: 02400802 - 2ª Região
CRQA 460 18286 D

Assinado de forma digital por Maria de Fátima Campos:16647769668
DN: cn= Maria de Fátima Campos:16647769668, o=cn=MARIA DE FÁTIMA CAMPOS:16647769668, ou=DN: c=BR, o=ICP-Brasil, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=(EM BRANCO), ou=Autenticado por AR Nort Apercon, ou, email=gestor@ceaq.com.br, c=BR
Dados: 2021.03.22 21:40:36 -03'00'

Rua Tomaz de Andrade, 200 • Industrial
CEP: 32223-000 • Contagem • MG
Telefax: 31 3361-0699
ceaq@ceaq.com.br
www.ceaq.com.br

Anexo D: Amostras – Poeira Respirável – Cafés Especiais



**SANCOFFEE - COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE CAFES ESPECIAIS
SANTO ANTONIO ESTATE COFFEE LTDA**

**PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS
- LAUDO TÉCNICO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE TRABALHO -**

IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO

Area:	Cargo / Função:
ARMAZÉM	ARMAZENISTA

RESULTADO DAS MONITORIZAÇÕES DOS RISCOS AMBIENTAIS

RISCO QUÍMICO – POEIRAS MINERAIS

Agente:	Data	Tempo	Vazão	% Sílica / Massa da Amostra	Concentração	LT. - NR 15	LR-ACGIH/16 TWA	Relatório Ensaio Nº
POEIRA DE SÍLICA	09/07/2021	243 min	1,7 l/min	< 0,005 mg	N.A	8,00 mg/m ³	0,022 mg/m ³ (1)	FPT 2539
PARTICULADO TOTAL (PNOC)	09/07/2021	243 min	1,7 l/min	0,40 mg	0,97 mg/m ³	N.A.	8,80 mg/m ³	FPT 2539
Jornada: 8 Horas	Exposição: Contínua		Equipamento Utilizado: Bomba Gravimétrica – Gilian BDX II			Técnica Utilizada: NIOSH 7602 Difratometria de Raios-X		

OBSERVAÇÃO

- NA – Não se Aplica;
- ND – Não Detectado;
- (1) Limite de Referência STEL (TETO);
- O Limite de Referência ACGIH-2009 – TWA (mg/m³), foi corrigido pelo fator de redução, conforme fórmula de Brief & Scala – $FR = 40/44 \times (168 - 44) / 128 = 0,88$.

CONCLUSÃO

- O agente químico Sílica Livre Cristalizada não foi detectada na monitorização. A atividade não é insalubre para este agente.
- A concentração de 0,97 mg/m³ do agente químico Particulado Total (PNOC) encontra-se abaixo do Limite de Referência de 8,80 mg/m³, preconizado na ACGIH 2019 (EUA). Este agente químico não se enquadra como insalubre. Fica obrigatório que o colaborador faça o uso do respirador semi facial PFF 2 durante sua jornada de trabalho

LOCAL E DATA:

Santo Antônio do Amparo, 30 de Julho de 2021.

LUIZ CARLOS CORREA
DA COSTA:05735658646

Assinado de forma digital por
LUIZ CARLOS CORREA DA
COSTA:05735658646
Dados: 2022.01.12 16:01:50 -03'00'

Luiz Carlos Correa da Costa
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA-MG 186.238D