

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Programa de Pós-graduação em Medicina Interna - Pneumologia

**As Doenças Respiratórias Ocupacionais Causadas pela
Poeira na Armazenagem de Grãos Vegetais**

Estudo epidemiológico longitudinal controlado de
trabalhadores de grãos do Rio Grande do Sul e avaliação
ambiental de seus locais de trabalho



Tema de Dissertação de Doutorado

Carlos Nunes Tietboehl Filho

Orientador: Prof. Dr. José da Silva Moreira

Porto Alegre, 2004

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO

1.1. Os locais de trabalho	
1.1.1. Os riscos da exposição à poeira de grãos	pag. 1
1.1.2. A história da produção dos grãos vegetais	pag. 2
1.1.3. As estruturas de armazenagem	pag. 5
1.1.4. As operações de armazenagem	pag. 6
1.1.5. A formação de poeira nas unidades de armazenagem	pag. 7
1.1.6. As partículas inaláveis dos grãos	pag. 12
1.1.7. Outros fatores de risco na armazenagem de grãos	pag. 15
1.1.8. As condições de trabalho	pag. 17
1.1.9. Processos de avaliação do risco ambiental	pag. 20
1.1.10. Medidas para o controle do risco ambiental	pag. 21
1.2. As doenças ocupacionais dos trabalhadores de grãos	pag. 24
1.2.1. Histórico sobre as pesquisas	pag. 24
1.2.2. Obstrução aguda das vias aéreas	pag. 26
1.2.3. Alveolite alérgica extrínseca	pag. 29
1.2.4. A "febre dos grãos" (grain fever)	pag. 32
1.2.5. Outras manifestações clínicas agudas	pag. 33
1.2.6. Doença pulmonar obstrutiva crônica	pag. 33
1.2.7. Fatores preditivos e fatores de confusão	pag. 34
1.2.8. A contribuição da pesquisa	pag. 36
1.3. Investigação das doenças respiratórias ocupacionais	
1.3.1. Processos de rastreamento e vigilância	pag. 38
1.3.2. Questionário de sintomas respiratórios	pag. 38
1.3.3. Espirometria	pag. 40
1.3.4. Raio-x de tórax e outros testes diagnósticos	pag. 41

II.	ESTUDO AMBIENTAL EM SILOS DE ARMAZENAGEM	
	2.1. Objetivos	pag. 43
	2.2. Materiais e métodos da avaliação ambiental	pag. 43
	2.3. Resultados	pag. 54
	2.4. Discussão	pag. 59
III.	ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DOS TRABALHADORES DE GRÃOS	
	3.1. Propósitos e objetivos	pag. 66
	3.2. Materiais e métodos	pag. 68
	3.2.1. Instrumentos de avaliação	pag. 68
	3.2.2. A população em dois cortes transversais	pag. 70
	3.3. Resultados	pág. 75
	3.3.1. A classificação dos grupos de exposição	pag. 75
	3.3.2. A formação de uma coorte	pag. 79
	3.3.3. Características Gerais da População	pag. 82
	3.3.4. Fatores de confusão	pag. 87
	3.3.5. Manifestações Clínicas	pag. 92
	3.3.6. Achados do Exame físico	pag. 104
	3.3.7. Alterações na função pulmonar	pag. 108
	3.4. Discussão	pag. 118
IV.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	pag. 123
V.	RECOMENDAÇÕES	pag. 124
	BIBLIOGRAFIA	pag. 125

LISTA DE FIGURAS E TABELAS CONFORME APARECEM NO TEXTO

FIGURA 1: Produção mundial de grãos (1965 - 1998)	pag. 4
FIGURA 2: Produção de grãos vegetais no Rio Grande do Sul (1978 - 1987)	pag. 4
FIGURA 3: Silo metálico de pequeno porte	pag. 9
FIGURA 4: Silo conjugado, composto por um silo elevado e um silo horizontal	pag. 9
FIGURA 5: Tipos de armazenagem no Rio Grande do Sul e no Brasil	pag. 10
FIGURA 6: Pontos de geração de poeira durante os processos de armazenagem	pag. 11
FIGURA 7: Trabalhadores na armazenagem por regiões do Brasil (1984)	pag. 18
FIGURA 8: Trabalhadores de armazenagem nos Estados do Brasil (1984)	pag. 19
FIGURA 9: Trabalhadores no setor de armazenagem - flutuação sazonal (1984)	pag. 19
FIGURA 10: Medida de controle da poeira - sistema de ventilação	pag. 24
FIGURA 11: Medida de controle da poeira - equipamentos de proteção	pag. 24
FIGURA 12: Silo elevado da CESA em Cruz Alta, RS	pag. 46
FIGURA 13: Silo conjugado da CESA em Cachoeira do Sul, RS	pag. 47
FIGURA 14: Plataforma flutuante do silo da CESA em Rio Grande, RS	pag. 47
FIGURA 15: Elevação da caçamba do caminhão para descarga de milho	pag. 48
FIGURA 16: Descarga de soja na moega	pag. 48
FIGURA 17: Grãos de soja na grade do piso da moega	pag. 49
FIGURA 18: Ensacando grãos, próximo à peneira	pag. 49
FIGURA 19: Operando a fomalha do secador	pag. 50
FIGURA 20: Transilagem de farelo de soja	pag. 50
FIGURA 21: Correia transportadora	pag. 51
FIGURA 22: Expedição de grãos para um navio	pag. 51
FIGURA 23: Componentes do cassete para coleta de poeira inalável	pag. 53
FIGURA 24: Coletor gravimétrico em recebimento de soja em moega	pag. 53
TABELA 1: Concentrações de poeira inalável- coleta gravimétrica	pag. 56
TABELA 2: Avaliação micológica por exposição direta da placa de Petri	pag. 58
FIGURA 25: Coletor de Andersen em funcionamento na moega	pag. 58
TABELA 3: Espécies de fungos na poeira inalável das moegas	pag. 59
FIGURA 26: Placas do coletor de Andersen com colônias de fungos	pag. 59
FIGURA 27: Rhizopus sp. identificado na poeira inalável de milho	pag. 60
FIGURA 28: Localização das quinze unidades de armazenagem visitadas	pag. 73
FIGURA 29: Participações e abstenções no primeiro corte transversal	pag. 74
FIGURA 30: Causa de não comparecimento no primeiro corte transversal	pag. 74
FIGURA 31: População rastreada no estudo longitudinal	pag. 75
FIGURA 32: Causas de perda na corte no estudo longitudinal	pag. 75
FIGURA 33: Operações desenvolvidas em uma unidade de armazenagem	pag. 78
TABELA 4: Funções exercidas por grupo homogêneo de exposição	pag. 78
FIGURA 34: Opinião dos trabalhadores sobre a exposição	pag. 79
TABELA 5: Comparação entre os perdidos e dos sobreviventes da coorte	pag. 81
TABELA 6: Distribuição da coorte nas 15 unidades de armazenagem	pag. 82
TABELA 7: Características antropométricas	pag. 85
FIGURA 35: Idade dos indivíduos da corte no segundo corte transversal	pag. 86
FIGURA 36: Tempo de exposição à poeira no segundo corte transversal	pag. 86
FIGURA 37: Grupos étnicos na coorte	pag. 87
FIGURA 38: Escolaridade dos indivíduos da coorte	pag. 87
TABELA 8: Características do hábito tabágico	pag. 89
FIGURA 39: Características do hábito tabágico	pag. 90
FIGURA 40: Relatos de doenças respiratórias prévias	pag. 91

FIGURA 41: Exposição a outros agentes inaláveis, <u>antes do ingresso</u>	pag. 92
FIGURA 42: Exposição a outros agentes inaláveis, <u>durante a atividade</u>	pag. 92
TABELA 9: Sintomas apresentados pelos indivíduos da coorte	pag. 98
FIGURA 43: Prevalência de tosse, expectoração e bronquite crônica	pag. 97
FIGURA 44: Tosse conforme a categoria de hábito tabágico	pag. 99
FIGURA 45: Expectoração conforme hábito tabágico	pag. 100
FIGURA 46: Bronquite crônica conforme hábito tabágico	pag. 100
FIGURA 47: Tosse – persistência e tempo de duração	pag. 101
FIGURA 48: Expectoração – persistência e tempo de duração	pag. 101
FIGURA 49: Crises de “chiado no peito” e “chiado com falta de ar”	pag. 101
FIGURA 50: Graus de dispnéia no primeiro corte transversal	pag. 101
FIGURA 51: Sintomas de irritação de mucosas nasal e conjuntival	pag. 103
FIGURA 52: Sintomas de febre e aperto no peito (constricção torácica)	pag. 103
TABELA 10: Sintomas apresentados pelos indivíduos da coorte	pag. 104
TABELA 11: Achados no exame físico	pag. 107
FIGURA 53: Achados de ausculta pulmonar	pag. 108
FIGURA 54: Estertores sibilantes detectados durante a expiração forçada	pag. 108
TABELA 12: Alterações na função pulmonar	pag. 112
FIGURA 55: Percentual de VEF ₁ previsto	pag. 113
FIGURA 56: Percentual da CVF prevista	pag. 114
FIGURA 57: Prevalência de VEF ₁ abaixo do normal	pag. 115
FIGURA 58: Prevalência de CVF abaixo do normal	pag. 114
FIGURA 59: Queda de VEF ₁ nos dois cortes transversais	pag. 116
FIGURA 60: Queda da CVF nos dois cortes transversais	pag. 116
FIGURA 61: Tendência linear do VEF ₁ com a idade	pag. 117
FIGURA 62: Tendência linear da CVF com a idade	pag. 118

DEDICATÓRIA

Este projeto tornou-se possível graças à motivação e o estímulo que recebi antes e durante a sua elaboração de meus familiares diretos.

Devo a eles algo que nunca conseguirei retribuir - as horas que dediquei a este trabalho - e que forçosamente me afastaram dos agradáveis momentos de lazer e convívio.

Souberam acompanhar meu empenho com afeto, tolerância, paciência, compreensão e confiança.

Porto Alegre, 01 de dezembro de 2004

AGRADECIMENTOS

Todos os trabalhadores de armazenagem foram solícitos e colaborativos ao participaram das entrevistas e avaliações. Devo a eles um legado único de conhecimentos que adquiri durante a execução do projeto. Espero que essa publicação possa contribuir de alguma forma para a melhoria de suas condições de trabalho.

Aos técnicos, engenheiros, agrônomos, médicos e demais funcionários da CESA, que acolheram entusiasticamente a pesquisa em suas diversas etapas.

Diversas pessoas apoiaram e contribuíram para o desenvolvimento deste projeto através de consultorias, orientações técnicas, e apoio logístico, tanto como representantes competentes de suas instituições como pela iniciativa espontânea em colaborar.

Segue abaixo uma lista, em ordem alfabética, que certamente não é exaustiva:

Berenice Ferrari Goelzer – Organização Mundial da Saúde, Genebra
Clóvis Gaudie-Ley – Banco do Brasil, RS
Donald Enarson – International Union against Tuberculosis, Paris
Fernando Nunes Soares – Companhia Estadual de Silos e Armazéns, RS
José Alberto Schuh - Hospital de Beneficência de Cachoeira do Sul, RS
José Carlos Celaro – Companhia Estadual de Silos e Armazéns, RS
Josefa Sanchez – Fundação de Ciência e Tecnologia, RS
Luis Carlos Severo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Manoel Luis Soares Pitrez – Companhia Estadual de Silos e Armazéns, RS
Marcos Krahe Edelweiss – estudante de Medicina, UFRGS
Margaret Rigsby Becklake – MacGill University, Montreal
Margaret Weidenbach-Gerbase – Hospital da Universidade de Genebra
Maria Lucia Schoferneker - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Mario Bernardes Wagner - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Mario Cardoso – Companhia Estadual de Silos e Armazéns, RS
Marta Luiza Ost Frank – pesquisadora e médica do trabalho
Milton MacManis – Serviço Social da Indústria, RS
Moira Chan-Yeung – Universidade da Colúmbia Britânica, Vancouver
Nelson Gomes - Companhia Estadual de Silos e Armazéns, RS
Paulo Steger - Hospital Nossa Senhora Aparecida de Camaquã, RS
Rosa Finamor - Companhia Estadual de Silos e Armazéns, RS
Vania Naomi Hirakata – Hospital de Clínicas de Porto Alegre, RS
Victor Flavio Petrillo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

O projeto recebeu o fundamental apoio material e financeiro das seguintes instituições:

- Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) – Auxílio à Pesquisa
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Bolsa de pesquisador
- Organização Mundial da Saúde, Genebra – doação de materiais permanentes

RESUMO

A poeira de grãos de cereais é composta por fragmentos protéicos, microrganismos, material inorgânico e produtos químicos que causam reações irritativas, tóxicas, alergênicas e inflamatórias crônicas nas vias aéreas e pulmões.

A exposição ocupacional à poeira de grãos está associada com alterações respiratórias agudas e crônicas e com alterações na função pulmonar. Vários estudos epidemiológicos controlados em trabalhadores de armazenagem de grãos demonstram uma prevalência elevada de sintomas respiratórios e uma perda da função pulmonar acentuada quando a exposição é prolongada e intensa.

Realizamos a coleta de amostras de poeira respirável nas moegas de silos de grande porte que mostraram baixos níveis de concentração. Não foi analisado o teor de sílica livre das amostras.

As partículas da fração respiratória microbiologicamente contaminadas foram coletadas através de um amostrador de Andersen de seis estágios identificando espécies como *Aspergillus*, *Penicilium* e *Mucor* que podem causar patologia respiratória.

Foi estudada uma coorte longitudinal de 195 trabalhadores de grãos através de dois cortes transversais com um intervalo de aproximadamente nove anos entre eles.

Os trabalhadores foram classificados em dois grupos, um de elevada exposição à poeira (n=102) e outro de baixa exposição (n=93), conforme a atividade ocupacional que desempenhavam.

Um questionário de sintomas respiratórios e o teste espirométrico foram aplicados de forma padronizada.

Os indivíduos que saíram da coorte (n=99) durante o estudo não apresentavam por ocasião do primeiro corte transversal características diferentes dos que permaneceram (sobreviventes).

Foi encontrada uma prevalência aumentada de sintomas respiratórios e de baixos valores de VEF1 e CVF no grupo de alta exposição em comparação aos controles.

O grupo de alta exposição apresentou também um declínio mais rápido da função pulmonar durante o período da coorte independente do hábito tabágico.

Recomenda-se através de programas de saúde pública a prevenção primária e secundária dos efeitos respiratórios da exposição à poeira de grãos.

SUMMARY

The cereal grain dust is composed by fractured grain kernels, microorganisms, inorganic matter and chemicals that induce irritant, toxic, allergenic and chronic inflammatory effects in the airways and the lungs.

Grain dust exposure in occupational settings has been associated with both acute and chronic respiratory abnormalities. Several cross-sectional studies of grain elevator workers have shown a high prevalence of respiratory symptoms and pulmonary function loss.

We did the sample collection of respirable dust in the receiving areas of grain elevators that showed low levels of respirable dust. The free silica content of those samples was not measured. The viable particles in the respiratory range were sampled by a six-stage Andersen sampler identifying fungi species potentially allergenic or pathogenic in the receiving areas of grain elevators.

We studied a longitudinal cohort of 195 grain elevator workers by two cross-sectional surveys with a nine-year interval between them in 15 silos of Rio Grande do Sul, Brazil.

Grain workers were classified in two populations: a highly exposed (n=102) and a low level exposed group (n=93) according to their job categories

A questionnaire of respiratory symptoms and spirometry tests were applied in a standardized way.

The individuals who dropped out (n=99) had not significantly different characteristics from the survivors at the end of the survey.

We found more respiratory symptoms and low FEV1 and FVC values in the highly exposed group compared to the less exposed group. The highly exposed group had also a more rapid (annual) longitudinal decline of pulmonary function irrespective of smoking status

The primary and secondary prevention of the respiratory effects of grain dust exposure are recommended.

PREFÁCIO

A partir de década de 80, graças à iniciativa pioneira do Professor Dr. José da Silva Moreira, o Curso de Pós-graduação em Pneumologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul passou a desenvolver linhas de pesquisa na investigação das doenças pulmonares ocupacionais.

A meta comum desses projetos era a realização de estudos epidemiológicos e clínicos em trabalhadores do Rio Grande do Sul, identificando as pneumopatias ocupacionais associadas a fatores ambientais presentes nos locais de trabalho. Até então havia muito pouca investigação a esse respeito em nosso meio.

Considerando-se as características do setor econômico do Rio Grande do Sul foram priorizados inicialmente os setores de mineração de carvão, da produção de cerâmica, da indústria têxtil e da produção vegetal.

O risco que a inalação de gases e poeiras presentes nesses setores de trabalho representa para os trabalhadores é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde.

Dentro dessa perspectiva foi desenvolvido esse estudo, sobre os efeitos da exposição à poeira em trabalhadores de armazenagem de grãos de cereais de silos do Rio Grande do Sul.

A primeira parte desse projeto foi delineado como um estudo transversal controlado (TIETBOEHL, 1991). Em continuidade àquele estudo inicial foi realizado, sobre a mesma população de trabalhadores, um estudo longitudinal que ora apresentamos através desta monografia.

O processo de produção dos grãos vegetais, desde a lavoura até a sua industrialização, emprega um grande número de indivíduos em diversas atividades. Dentro desse universo são os trabalhadores de armazenagem que estão mais expostos à poeira, devido à velocidade do processo e ao volume da massa de grãos em movimento.

Os trabalhadores rurais envolvidos com a semeadura, colheita e manipulação dos grãos são em maior número, mas estão expostos a menores níveis de concentração de poeira. O fato de estarem muito dispersos geograficamente dificulta o levantamento de dados epidemiológicos.

A dissertação apresentada a seguir é o produto final de um estudo populacional de trabalhadores empregados na rede da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA), que é a empresa estatal de armazenagem do Rio Grande do Sul.

A produção crescente de cereais e de soja e a carência de informações sobre a saúde dos trabalhadores expostos à poeira vegetal em nosso meio foram fatores que motivaram o empreendimento deste trabalho.

Nos últimos anos aumentou o número de publicações internacionais sobre este assunto, mas ainda existem muitas controvérsias no que diz respeito aos fatores etiológicos e patogênicos das alterações respiratórias agudas causadas pela poeira dos grãos de cereais e leguminosas.

Os efeitos crônicos dessa exposição foram reconhecidos somente nos últimos dez ou vinte anos, graças aos resultados obtidos através de alguns estudos longitudinais.

A maioria desses estudos é proveniente de países do hemisfério setentrional, principalmente Estados Unidos e Canadá, onde as condições ecológicas e climáticas são distintas daquelas encontradas na zona subtropical da América do Sul.

A diversidade da microflora e microfauna dos grãos vegetais e o perfil nutricional, social, econômico e cultural do trabalhador brasileiro fazem supor que em nosso meio a relação entre agente e hospedeiro apresente características diferentes.

Além disso, os níveis de concentração de poeira de grãos nas unidades de armazenagem do Brasil devem ser em média mais elevados do que no Canadá e nos

Estados Unidos, pois aqui lamentavelmente são piores as condições de trabalho e não dispomos ainda dos recursos econômicos e tecnológicos necessários para controlar devidamente a qualidade do ar interno desses ambientes de trabalho.

Portanto as informações disponíveis não são suficientes para caracterizar a situação de saúde das populações ocupacionalmente expostas à poeira de grãos no Brasil e novas pesquisas epidemiológicas são necessárias.

Este trabalho tem a ambição de propor um padrão metodológico para sistematizar o rastreamento das doenças respiratórias causadas por poeiras orgânicas e também definir indicadores a serem utilizados em programas de vigilância ambiental e epidemiológica.

Propõe também uma estratégia básica para o reconhecimento, avaliação e controle da poeira nesses ambientes de trabalho e assim prevenir primariamente as doenças respiratórias a ela associadas.

Especialmente o trabalho de campo no seu decorrer trouxe uma experiência única e um aprendizado inestimável, tanto pelo convívio com os trabalhadores durante a aplicação das entrevistas e dos testes como pela observação e avaliação dos processos e ambientes de trabalho.

C. N. T. F.
Dezembro, 2004

I. INTRODUÇÃO

1.1. Os locais de trabalho

1.1.1. Os riscos da exposição à poeira de grãos

O termo **risco** é conceituado como a possibilidade de ocorrência de perigo, de perda ou de qualquer evento desfavorável. As duas origens etimológicas do termo (FERREIRA, 1986), uma latina (*ressecare* = cortar) e a outra espanhola (*risco* = penhasco alto e escarpado) são sugestivas de seu significado.. Em Epidemiologia fica restrito à possibilidade de um grupo de indivíduos previamente saudáveis apresentarem manifestações de doença quando expostos a um determinados fatores.

Nos locais de trabalho os fatores de risco são representados por agentes físicos, químicos e biológicos gerados durante os processos de produção.

Os fatores de risco que causam doenças ocupacionais agudas em geral são associados mais facilmente aos seus efeitos pelo surgimento imediato das manifestações clínicas durante ou logo após a exposição, tornando evidente onexo causal

A exposição ocupacional à poeira de grãos de cereais pode desencadear desde uma simples sensação de desconforto, que desaparece com o afastamento da exposição, passando por episódios agudos de irritação nasal e conjuntival, crises de tosse, expectoração e sibilância até chegar a alterações crônicas irreversíveis caracterizadas por sintomas respiratórios permanentes e obstrução das vias aéreas (CHAN-YEUNG, 1992).

Nas manifestações respiratórias crônicas, que incluem a bronquite crônica e a obstrução crônica das vias aéreas, é difícil estabelecer a relação causa-efeito devido ao longo período de latência que culmina com o surgimento de alterações clínicas e funcionais após vários anos de exposição. A hipótese que a exposição prolongada à poeira de grãos causa obstrução crônica das vias aéreas só foi comprovada recentemente (CHAN-YEUNG, 1981; ENARSON, 1985).

Esses riscos deveriam ser minimizados ou evitados através de programas preventivos e as alterações clínicas rastreadas nas populações expostas através de sistemas de vigilância que as detectassem precocemente por testes diagnósticos realizados periodicamente (WINNER & BLANCHARD, 1981). Entretanto no cotidiano as coisas não acontecem dessa maneira, e o que se vê com frequência são as doenças ocupacionais levarem os trabalhadores acometidos a buscarem o atendimento na rede de saúde, muitas vezes com episódios agudos severos ou com doença crônica já estabelecida.

A poeira gerada durante os processos de armazenagem de grãos é o principal fator de risco ocupacional para o sistema respiratório existente nesses locais de trabalho. Embora existam os gases potencialmente tóxicos ou até mesmo letais nesses ambientes eles estão presentes em níveis perigosos só em situações determinadas.

No decorrer dessa Introdução vamos analisar o binômio ambiente-efeito biológico em alguns dos seus aspectos: as características da poeira de grãos, os processos de trabalho em que se apresenta, e os efeitos deletérios da poeira sobre a saúde dos trabalhadores. Em seguida descreveremos sucintamente as estratégias, materiais e processos utilizados para caracterizar as condições de risco no local de trabalho e como controlá-lo. A metodologia de avaliação para detectar precocemente e monitorar essas manifestações clínicas serão comentadas.

Finalmente, depois dessas colocações introdutórias, relataremos dois estudos realizados concomitantemente em locais de trabalho de uma rede de armazenagem no

Rio Grande do Sul: uma avaliação ambiental da qualidade do ar em silos de armazenagem e um estudo epidemiológico longitudinal em trabalhadores desses mesmos locais, buscando comprovar que a exposição prolongada à poeira aumenta a prevalência de sintomas respiratórios e de perda acentuada da função pulmonar nos trabalhadores de armazenagem de grãos.

1.1.2. A história da produção dos grãos vegetais

Os cereais são gramíneas que produzem sementes comestíveis sob a forma de grãos que são utilizados em larga escala na alimentação humana e de animais. O arroz (*Oryza sativa*), o milho (*Zea mays*) e o trigo (*Triticum sp.*) são os mais consumidos no mercado mundial. Outros como o sorgo (*Sorghum sp.*), o centeio (*Lolium sp.*), a aveia (*Avena sp.*) e a cevada (*Hordeum vulgare*) são utilizados em menor escala. Algumas leguminosas produzem sementes comestíveis que são muito consumidas, como o feijão (*Phaseolus sp.*) e a soja (*Glycine max*).

O cultivo de grãos comestíveis e a estocagem do excesso de produção permitiu o desenvolvimento das primeiras civilizações da Antiguidade, e permanece até hoje como a principal fonte mundial de alimento.

No período paleolítico as comunidades humanas primitivas coletavam diretamente do seu ambiente natural as sementes, frutas e raízes para a sua subsistência. Entre 40.000 e 10.000 a. C., a manufatura de instrumentos de pedra também tornou possível a caça de animais de grande porte. No início do período Neolítico o pastoreio e domesticação de alguns animais selvagens determinou o estabelecimento dessas comunidades em regiões com pastagens perenes. Há interrupção do hábito nômade propiciou o cultivo da terra e a domesticação de algumas plantas silvestres comestíveis.

Com a agricultura surgiu nas regiões do Sudoeste da Ásia e do Oriente Médio entre 10.000 e 7.000 a.C., a moagem e panificação do trigo e da cevada.

A partir de 6.000 a.C. a produção agrícola se estendeu pelo vale do Nilo e pela Mesopotâmia e a partir de 2.000 a.C. na China e no norte da Índia. Surgem os primeiros sistemas de irrigação artificiais e as primeiras estruturas arquitetônicas para armazenar os excedentes da produção. A moagem dos cereais era praticada manualmente, com o uso de pilões (CLARK, 1969) e posteriormente utilizando a tração animal. Essas técnicas primitivas foram as primeiras fontes de exposição ocupacional à poeira de cereais.

Depois do século IV a.C. o cultivo do trigo e da aveia se difundiu na bacia do Mediterrâneo e foram construídos os primeiros moinhos movidos à energia hidráulica. Na Idade Média foram implementadas as técnicas de moagem dos cereais empregando como fonte motriz a energia eólica e hidráulica (GAMA, 1985).

A partir do século XVI com o aumento da atividade mercantil e os novos descobrimentos marítimos a atividade agrícola se expande geograficamente e a cultura de cereais é introduzida na América pelos colonizadores europeus. O milho já era cultivado pelas civilizações pré-colombianas desde 3.000 a. C. na região do México, de onde se difundiu para o resto do continente americano, chegando no altiplano andino somente no século IX a.C.

Nos séculos XVIII e XIX durante a Revolução Industrial são criados novos artefatos mecânicos para cultivar, ceifar e trilhar os cereais, acionados inicialmente por dispositivos mecânicos e mais tarde pela máquina a vapor.

O surgimento do motor a explosão desenvolve a agricultura científica do século XX. A produção de grãos atinge níveis nunca antes alcançados, exigindo a ampliação da capacidade instalada de armazenagem.

O crescimento demográfico fomentou ainda mais a produção mundial, e desenvolveu o mercado de importações e exportações. A partir da segunda metade do século XX a ONU implantou um programa internacional denominado "Revolução Verde" que substituiu os métodos tradicionais de agricultura de base familiar por novas técnicas agrícolas visando a monocultura e o aumento da produção por área cultivada.

Os principais cereais cultivados hoje em todo o mundo, por ordem de importância, são o trigo, o arroz e o milho, seguidos da cevada e do sorgo. O trigo é o cereal mais comercializado no mercado internacional, responsável por 30 % da produção mundial de cereais.

Algumas leguminosas também foram cultivadas extensivamente nos últimos cem anos. A soja foi trazida para a América em 1804 como pastagem para animais, mas em 1930, foi introduzido um novo processo que eliminava o odor desagradável do óleo de soja, propiciando a sua industrialização em larga escala. A partir da década de 50, a soja é também utilizada como matéria prima na produção de cosméticos, tintas e vernizes.

Os Estados Unidos, a URSS, o Canadá, a Austrália, a Argentina e, a partir da década de 90 também o Brasil, são grandes produtores mundiais de grãos.

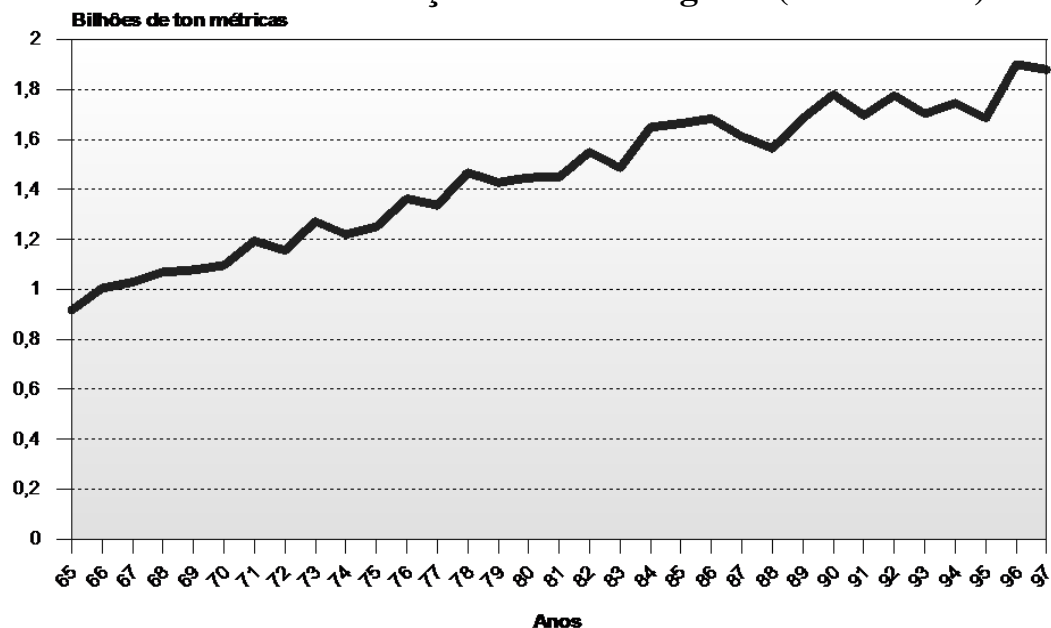
A produção mundial de grãos cresceu em torno de 30% entre 1972 e 1987 (de 1.206 para 1.567 bilhões de toneladas) e continuou aumentando nos anos subsequentes (**FIGURA 1**). O estoque excedente de grãos sofreu uma variação de 217 para 458 milhões de toneladas entre 1972 e 1987, o que equivale a um aumento de 111 % da capacidade de estocagem em um período de 15 anos. Essas tendências evidenciam a necessidade de ampliação contínua da capacidade instalada de armazenagem. E o recrutamento de mão-de-obra assalariada para os setores de armazenagem e industrialização de grãos vegetais também aumenta (FAO, 1984).

O crescimento do setor agrícola no Brasil foi também considerável pois a produção de grãos entre 1980 e 1989 aumentou em torno de 80%, (**FIGURA 2**), passando de 35 para 63,5 milhões de toneladas (AGRICULTURA, 1989). A produção de grãos continuou em franca ascensão de 1991 até o ano 2000, crescendo de 56,7 milhões para 84 milhões de toneladas. Alcançou em 2003 um recorde de 110 milhões de toneladas, sendo que desse total 52 milhões eram devidos à soja (CONAB, 2004).

Apesar das oscilações causadas por fatores climáticos e financeiros, a produção da soja, milho, arroz e trigo também cresceu no Rio Grande do Sul significativamente a partir da década de 70 (DESAFIOS, 1987).

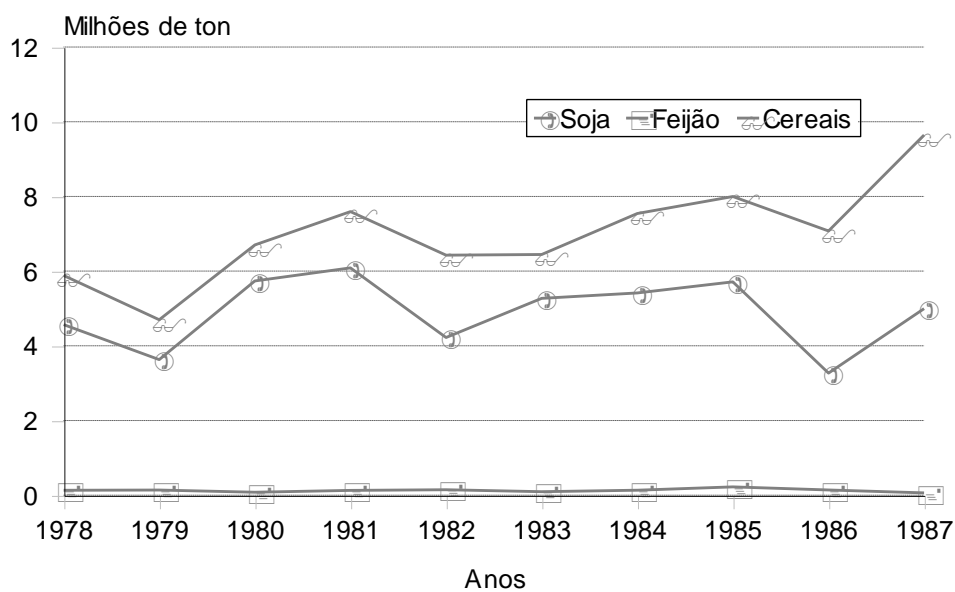
Esse desenvolvimento agrícola repentino trouxe consigo problemas sociais e ecológicos como o empobrecimento do pequeno agricultor, o uso abusivo de agrotóxicos e a destruição de ecossistemas do nossas matas nativas e do nosso pampa. Há hoje uma a recuperar a produção agrícola heterogênea e auto-suficiente, baseada na agricultura familiar e visando ao consumo regional.

FIGURA 1: Produção mundial de grãos (1965 - 1998)



Fonte: Worldwatch Inst. & USDA

FIGURA 2: Produção de grãos vegetais no Rio Grande do Sul (1978 - 1987)



Com o aumento da produção agrícola surgiram também novas técnicas de armazenagem para preservar os grãos por longos períodos e permitir a comercialização dos grãos na entressafra..

Embora haja uma desigualdade na distribuição de alimentos, principalmente nos países pobres, essas novas tecnologias garantem o suprimento alimentar para a população mundial em contínuo crescimento.

No entanto, os cereais se por um lado suprem a carência alimentar que trouxeram tais benefícios ao homem, também representam um risco para a saúde dos indivíduos que lidam com os mesmos em sua jornada de trabalho.

Nos moinhos e nos silos, a movimentação intensa dos grãos gera uma grande quantidade de poeira. As partículas de poeira comprometem a saúde ao causarem uma agressão direta sobre a área de superfície corporal (pele e mucosas) que se manifesta através de reações irritativas, alérgicas ou tóxicas.

Quem visitar um silo graneleiro em pleno funcionamento terá em poucos minutos de exposição a pele e a roupa cobertas pela poeira, podendo de imediato apresentar eritema, prurido, lacrimejamento, ardência ocular, coriza, espirros e prurido nasal. Em alguns indivíduos mais suscetíveis a poeira desencadeia crises de broncoconstrição ou tosse irritativa.

Os efeitos da exposição à poeira de grãos podem ser agudos, sub-agudos ou crônicos. Essas manifestações clínicas variam de tipo e intensidade conforme a susceptibilidade de cada hospedeiro, a composição da poeira inalada e a intensidade da exposição.

Os mecanismos etiopatogênicos destas reações ainda são pouco conhecidos e são determinados pelas características químicas dos constituintes da poeira e por sua propriedade de formar partículas microscópicas, passíveis de serem inaladas, e penetrarem profundamente nas vias aéreas.

1.1.3. As estruturas de armazenagem

Para reconhecer os riscos ambientais no processo de trabalho da armazenagem de grãos é fundamental conhecer as características estruturais e a funcionalidade das unidades de armazenagem.

O período da safra dura apenas dois a três meses ao ano, enquanto a demanda de consumo é ininterrupta. Os armazéns e silos conservam o excesso da produção para ser distribuído durante a entressafra (PUZZI, 1977).

Uma rede de armazenagem é formada por uma infra-estrutura que viabiliza o fluxo de escoamento e distribuição dos grãos desde unidades coletoras próximas às fontes de produção até unidades terminais de grande porte em centros urbanos e zonas portuárias.

As unidades de armazenagem são classificadas conforme a sua capacidade e a sua estrutura arquitetônica em três tipos frequentemente encontrados no Rio Grande do Sul:

1. Os **silos de pequeno porte**, de estrutura metálica, localizados nas áreas rurais, próximos às lavouras (**FIGURA 3**).

2. Os **silos horizontais ou armazéns** graneleiros apresentam uma base retangular e uma capacidade de armazenagem entre cinco milhões e trinta milhões de toneladas.

3. Os **silos elevados** são conjuntos de seis a oito estruturas cilíndricas (células) alinhadas duas a duas, com capacidade entre cinco a oitenta milhões de toneladas.

4. As **unidades mistas ou conjugadas** são constituídas por um armazém graneleiro acoplado a um silo elevado (**FIGURA 4**).

Em 1984 havia no Brasil 14.468 unidades de armazenagem (IBGE, 1986), das quais 2.513 (17,4%) estavam localizadas no Rio Grande do Sul (**FIGURA 5**). Em 1989 a capacidade de armazenagem estática do Rio Grande do Sul era de 16 milhões de toneladas, representando somente 37% da demanda de estocagem (EMPRESA, 1989). Como a produção agrícola continuou aumentando, este déficit se agravou nos últimos anos – em 2004 a capacidade atingiu somente 19,6 milhões de toneladas (CONAN, 2004). Esse déficit só será compensada pelo aumento da rede de armazenagem e pelo recrutamento de novos trabalhadores para o setor.

Em torno de 5% da capacidade de armazenagem do Rio Grande do Sul pertence à rede da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA), que é uma empresa estatal autárquica criada oficialmente pelo governo do Estado em 1952 para atender à necessidade de escoamento da produção (DESMONTE, 1989). Foi a primeira rede de armazenagem estruturada no Rio Grande do Sul oferecendo reconhecida qualidade técnica de armazenagem. Possui aproximadamente trinta unidades em diferentes municípios do Estado, perfazendo uma capacidade estática total de aproximadamente 750.000 toneladas. Os trabalhadores da rede da CESA e suas unidades de armazenagem foram avaliados no estudo cujos resultados serão relatados mais adiante.

1.1.4. As operações de armazenagem

Uma série de operações são realizados nas unidades de armazenagem para conservar em bom estado os grãos estocados. Os trabalhadores dos silos estão em contato direto e diário com estas operações, das quais participam com sua força de trabalho.

O conhecimento detalhado desses processos de trabalho auxilia na identificação das áreas onde há maior risco de exposição à poeira. Depois de localizados os pontos geradores de poeira serão aplicadas as medidas de controle para diminuir os níveis de concentração de poeira.

O ciclo de funcionamento de uma unidade de armazenagem de grande porte (**FIGURA 6**) inicia com o recebimento ou descarga dos grãos nas unidades de armazenagem e termina com a sua expedição para consumo e industrialização. Durante o longo período da estocagem que dura de alguns meses até dois a três anos, o produto passa por operações intermediárias, como a limpeza, a secagem, o expurgo e a transilagem, que garantem a boa qualidade de sua conservação.

O **recebimento** consiste na descarga dos grãos em áreas específicas chamadas de tremonhas ou moegas, depois de serem transportados em caminhões, trens ou navios. No piso das moegas existem grades de ferro onde a carga de grãos é despejada pela inclinação da caçamba do caminhão e pelo trabalho manual com o uso de pás. A massa de grãos cai sobre uma esteira transportadora localizada no sub-solo sendo levada até a base do elevador e depois deslocada verticalmente até o topo do silo.

Quando chegam na parte superior ou cabeça do elevador os grãos são lançados sobre outra correia transportadora e então distribuídos para as células ou enviados para outras operações de armazenagem como a limpeza, a secagem ou o expurgo (PUZZI, 1977).

Outros sistemas transportadores são usados para deslocar ou remover a massa de grãos no interior dos silos durante as operações de armazenagem:

1. A rosca sem-fim é um helicóide montado sobre um eixo que ao girar desloca a massa de grãos através de tubos que operam em posição inclinada.
2. O transportador pneumático impulsiona os grãos através de uma tubulação flexível utilizando uma força de sucção ou de pressão, sendo utilizado nas descargas de navios e vagões
3. A chamada operação de recheio utiliza tratores para distribuir a massa de grão em silos horizontais ou em porões de navios.

Todas essas operações de transporte ou deslocamento produzem grande quantidade de poeira pois geram uma movimentação intensa dos grãos.

Outras operações de armazenagem têm como finalidade manter a massa de grãos conservada durante o período de armazenagem.

A **limpeza** é um processo que diminui o teor de detritos provenientes da lavoura. É realizada por equipamentos que utilizam peneiras com orifícios de diferentes diâmetros, em contínuo movimento. Durante a limpeza existe formação de poeira devido ao atrito dos grãos entre si e contra as estruturas metálicas da peneira.

A **secagem** é uma operação que visa diminuir o teor de umidade dos grãos, impedindo o crescimento de microorganismos como bactérias, fungos, ácaros ou insetos que necessitam de umidade e substrato orgânico para proliferarem

Os grãos são lançados em uma câmara por onde circula uma corrente de ar aquecida, evaporando a água contida no interstício da massa de grãos. Métodos mais modernos introduziram a movimentação contínua da massa de grãos, propiciando a formação de poeira. Quando a ventilação na área de secagem é deficiente, os operadores da fornalha usada para aquecer o sistema ficam também expostos aos gases e fumaça da queima do óleo Diesel ou da lenha.

O **expurgo** consiste na aplicação de um pesticida em estado gasoso, denominado genericamente como fumigante, sobre a massa de grãos estocados. Visa o controle das pragas, principalmente os insetos, que causam prejuízos materiais ao infestarem a massa de grãos. Como o processo é estático não há formação de poeira mas há risco de intoxicação pelo fumigante quando a técnica de aplicação não segue as recomendações de segurança.

A **transilagem** é a principal fonte de poeira nos silos durante o período da entressafra. Consiste na transferência da massa de grãos de uma célula para outra, assegurando a sua integridade pois essa movimentação elimina os focos de infestação e a proliferação de microrganismos que utilizam os grãos como nutrientes.

A **expedição** é a operação final de armazenagem. Consiste no esvaziamento das células de armazenagem para carregar caminhões, vagões de trem ou navios que irão distribuir os grãos para o mercado consumidor. Assim como as outras operações de armazenagem, a expedição envolve uma grande movimentação dos grãos, gerando muita poeira durante a sua execução.

1.1.5. A formação de poeira nas unidades de armazenagem

A elevada produção de poeira nos silos é devida à velocidade de processamento e à atividade contínua dos processos de armazenagem.

Segundo dados de 1980, a poeira gerada por operações agrícolas nos Estados Unidos contribuiu com uma emissão de material particulado da ordem de 1.768.000 toneladas por ano, das quais 1.700.000 toneladas (96%) foram geradas em silos de armazenagem (YOSHIDA & MAYBANK, 1980). Durante a década de setenta, a

produção agrícola foi considerada a terceira fonte de emissão de partículas nos Estados Unidos, sendo ultrapassada somente pela combustão de derivados do petróleo e pela extração mineral.

Alguns fatores também contribuíram para tornar a exposição à poeira mais prejudicial à saúde:

1. Alguns cereais, como o trigo, fragmentam-se mais e aparentemente causam mais sintomas respiratórios do que outros tipos de grãos.

2. As condições precárias de estocagem favorecem a proliferação de bactérias, fungos, ácaros e insetos nos grãos, gerando partículas contaminadas pelos seus fragmentos ou metabólitos desses microorganismos.

3. O número de processamentos anteriores determina maior grau de fragmentação dos grãos, produzindo maior quantidade de poeira.

4. A intensidade da atividade física exercida pelo trabalhador exposto aumenta a frequência respiratória e o volume de ar corrente, expondo as vias aéreas a uma dose maior de agentes inaláveis.

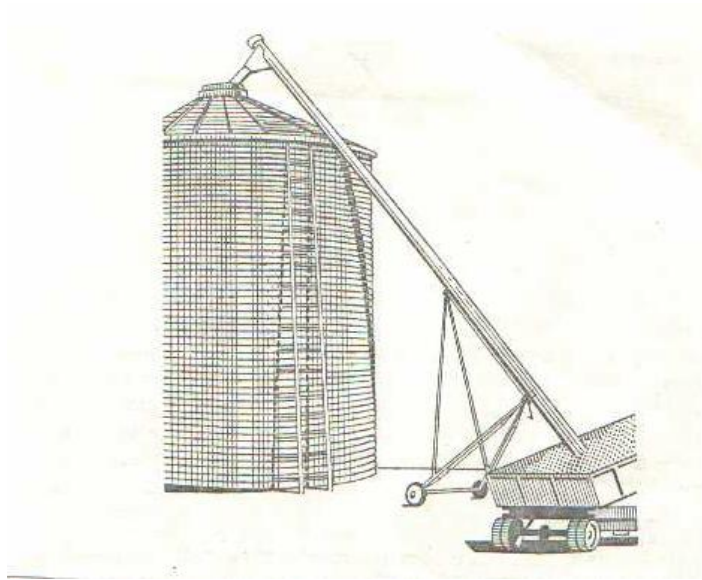
Durante as operações de armazenagem a poeira é gerada em determinados locais, chamados **pontos de transferência**, onde os grãos em movimento sofrem algum tipo de resistência. Isto acontece por exemplo quando a direção do fluxo de grãos é alterada ou quando este fluxo é interrompido abruptamente. A poeira é formada pelo atrito dos grãos entre si ou pela abrasão que sofrem ao se chocarem contra a estrutura dos equipamentos de armazenagem, como tubulações, esteiras e componentes dos elevadores.

Os principais pontos de transferência são as áreas de recebimento, as peneiras durante a limpeza dos grãos e o topo dos elevadores, com os "canecos" do elevador despejando os grãos nas correias transportadoras (FIGURA 6). Parte dessa poeira é lançada para o ambiente externo através de um sistema de ventilação instalado na parte superior do silo. Dependendo do regime predominante dos ventos, as comunidades circunvizinhas serão também atingidas pela poeira.

O ambiente confinado dos silos contribui para a elevação dos níveis de concentração, que pioram quando a ventilação é deficiente, os elevadores apresentam vazamento ou não há uma eficiente remoção da poeira depositada.

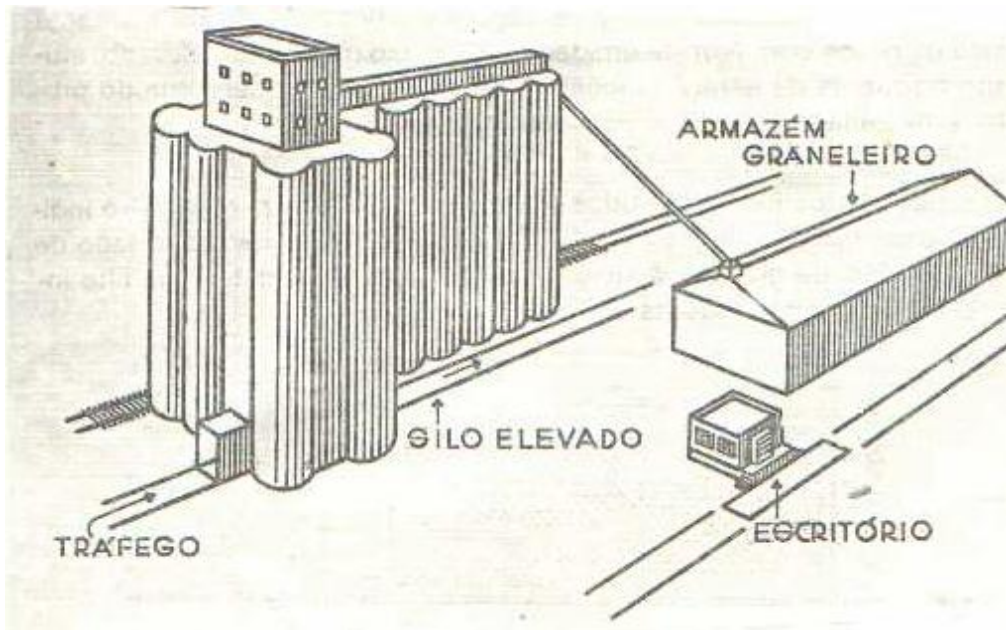
Portanto a identificação dos pontos geradores de poeira na planta de um silo depende da observação dos processos de trabalho, das atividades ocupacionais desenvolvidas e do número de indivíduos em cada cargo e função, bem como dos turnos, periodicidade e rotatividade dessas funções.

FIGURA 3: Silo metálico de pequeno porte



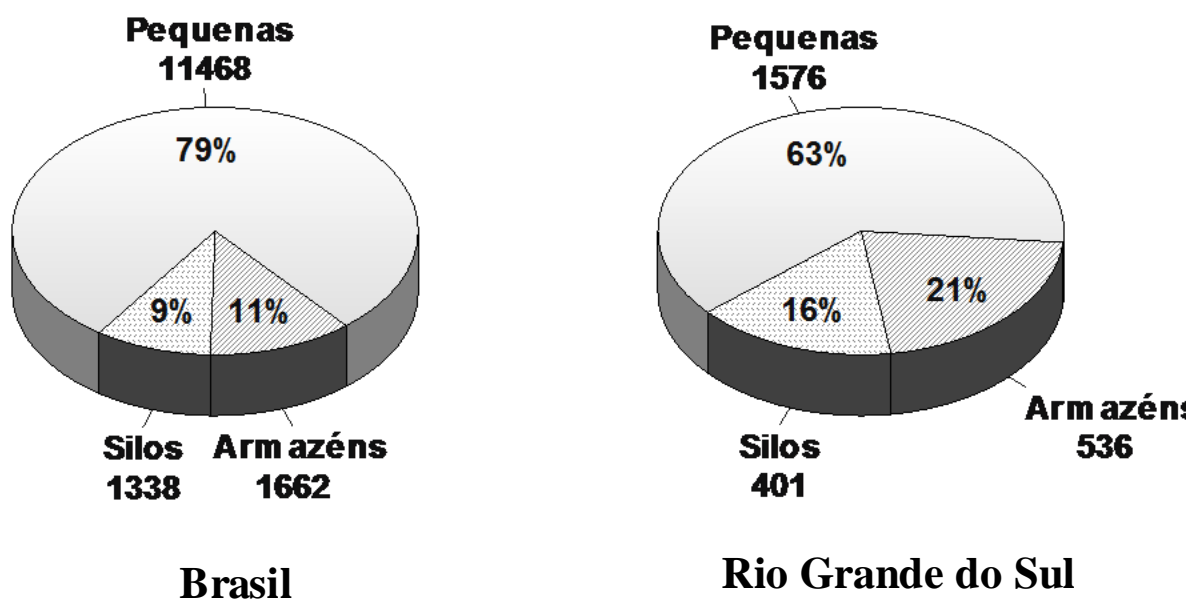
Fonte: PUZZI, 1977

FIGURA 4: Silo conjugado, composto por um silo elevado e um silo horizontal ou armazém



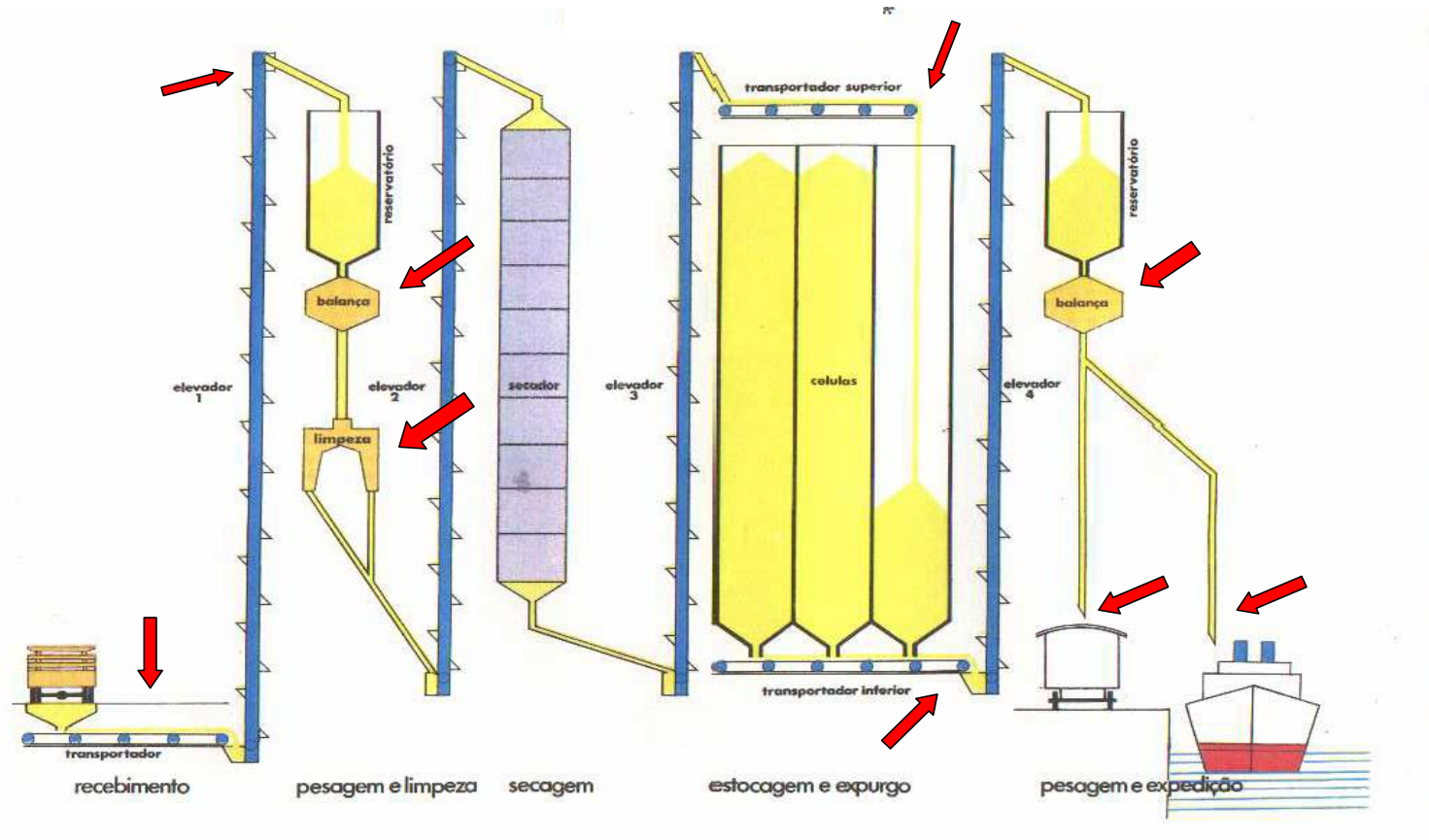
Fonte: PUZZI, 1977

FIGURA 5: Tipos de unidade de armazenagem no Rio Grande do Sul e no Brasil



Fonte: IBGE, 1987.

FIGURA 6: Pontos de geração de poeira durante os processos de armazenagem



Fonte: CESA,1978.

1.1.6. As partículas inaláveis dos grãos

A poeira total produzida durante a atividade de um silo equivale aproximadamente a 0,5% da massa dos grãos movimentados. A fração de poeira inalável é estimada em 40% da poeira total, ou seja, 0,2% da massa total dos grãos (YOSHIDA & MAYBANK, 1980). Portanto a movimentação de uma tonelada de grãos produziria em torno de 20 kg de poeira inalável.

A poeira dos grãos é visualizada facilmente, fazendo supor que a poeira mais grosseira, visível a olho nu, seja a causadora das manifestações respiratórias agudas. No entanto, essa suposição não tem fundamento na realidade. São as partículas invisíveis a olho nu, com diâmetro aerodinâmico equivalente abaixo de dez μm (micrômetros ou micra) que representam maior risco para os trabalhadores expostos por penetrarem profundamente nas vias aéreas, podendo atingir os espaços alveolares (NIOSH, 1977; WHO, 1984; COLACIOPPO, 1989).

O diâmetro aerodinâmico equivalente é definido como "o diâmetro de uma partícula de formato esférico e de densidade unitária que tem a mesma velocidade de sedimentação no ar que uma partícula de formato e densidade arbitrários" (ABNT, 1989).

As partículas com diâmetro acima de 50 μm se depositam rapidamente acumulando-se sobre a superfície dos pisos e dos equipamentos no interior do silo porque o seu peso é maior que o oferecido pela resistência das moléculas de ar.

As partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente entre 10 μm e 50 μm já ficam em suspensão e podem ser inaladas, ficando a maior parte retida nas vias aéreas superiores, principalmente na nasofaringe. Aquelas abaixo de 10 μm penetram nas vias aéreas inferiores e são eliminadas por ação do tapete mucociliar ou se depositam nos alvéolos. Principalmente aquelas com diâmetro aproximado de 1 a 2 μm apresentam maior deposição a nível alveolar, mas essa propriedade diminui para as partículas com diâmetro em torno de 0,5 μm . As partículas com diâmetros ainda menores voltam a apresentar maior deposição alveolar devido ao movimento Browniano (WHO, 1984).

A maior parte das partículas de grãos que atinge o compartimento alveolar são fagocitadas pelos macrófagos e transportadas até a zona de ação do tapete mucociliar. Em torno de 20 % delas migram dos alvéolos para o espaço intersticial, sendo que 5% são carreadas pela circulação sanguínea e 15% pelo sistema de drenagem linfática. A maior parte das partículas absorvidas pelos linfáticos (90 %), ficam retidas nos linfonodos regionais e somente 10 % atingem a circulação sanguínea através do ducto linfático (BRAIN & MOSIER, 1980).

Outro fator associado ao risco de inalar a poeira é a intensidade da atividade física exercida pelo trabalhador exposto, que ao aumentar a frequência respiratória e o volume de ar corrente, expõe as vias aéreas a uma dose maior de agentes inaláveis.

Vários estudos ambientais realizados em silos do Canadá comprovaram que, em determinados pontos de transferência, as concentrações observadas excediam em muito o limite de tolerância previsto para a poeira de grãos (LIAM FINN et al., 1980).

Um estudo sobre as propriedades aerodinâmicas da poeira de grãos demonstrou que 75 % das partículas caíam por ação da gravidade imediatamente após a sua formação, enquanto 25% permaneciam em suspensão no ambiente dos silos (YOSHIDA & MAYBANK, 1980). Na área de recebimento a fração de poeira inalável foi de 44% da poeira total, elevando-se para 60% junto à área da balança (pesagem). Na área próxima à coifa do sistema de ventilação esta fração caiu para 32 %. O trigo foi o cereal que

apresentou maior fração de poeira inalável, correspondendo a 50% da poeira total (YOSHIDA & MAYBANK, 1980).

Os valores de concentração de poeira total nas moegas variaram de 10 a 40 mg/m³, mas alcançaram valores até 840 mg/m³ em alguns pontos internos do silo (YOSHIDA & MAYBANK, 1980). Foram encontrados valores de poeira total entre 0,18 a 781 mg/m³ em 754 amostras coletadas em 17 silos (FARANT & MOORE, 1980). Nesses mesmos locais, a poeira inalável variou de zero a 76,3 mg/m³. Havia níveis relativamente baixos de concentração de poeira nas moegas em relação ao interior do silo devido à ventilação natural existente nesses pontos localizados em áreas semi-abertas, pois o deslocamento do ar por ação dos ventos determinava uma baixa captação das partículas pelo coletor gravimétrico.

Na área confinada dos túneis de recepção no sub-solo foram encontrados os níveis mais elevados de poeira total de grãos, atingindo uma média de 109 mg/m³. Nas galerias dos andares superiores do silo, onde a circulação de pessoal é maior e por mais tempo, podem ser encontradas concentrações em torno de 1.000 mg/m³, limiar em que o risco de explosões aumenta consideravelmente (FARANT & MOORE, 1980). Cerca de 65 a 70 % da poeira de grãos é constituída de material puramente orgânico, sendo que esta é a fração que apresenta maior risco de combustão.

O sistema de ventilação elimina grande parte da poeira para o ambiente externo, mas não consegue suprimi-la totalmente do interior do silo, por maior que seja o seu poder de vazão.

As partículas inaláveis da poeira dos grãos vegetais são constituídas por substâncias potencialmente tóxicas, irritativas ou alergênicas para o sistema respiratório (PEPYS & HUTCHCROFT, 1980; BRAIN & MOSIER, 1980). Apresentam uma constituição heterogênea composta por uma variedade de substâncias orgânicas e minerais, cujos componentes principais são:

1. Fragmentos dos próprios grãos e de outros resíduos vegetais.
2. Partículas de sílica e traços de metais.
3. Várias espécies de fungos e bactérias, e suas toxinas.
4. Fragmentos e dejetos de insetos e ácaros que colonizam os grãos.
5. Resíduos de roedores e aves que se alimentam dos grãos.
6. Resíduos químicos de pesticidas e herbicidas.

Através da microscopia eletrônica foram detectadas, em amostras de partículas inaláveis de trigo e de cevada, fibras orgânicas com diâmetro de 5 a 10 µm e com 100 a 200 µm de comprimento, denominadas de **tricomos**, e que representam até 30% do total de partículas inaláveis (YOSHIDA & MAYBANK, 1980).

Foram também encontradas na poeira inalável dos grãos **partículas de forma globular**, que apresentam propriedades higroscópicas. Absorvem água das mucosas respiratórias aumentando de volume depois de serem inaladas. São eliminadas com mais facilidade que as partículas não higroscópicas de igual tamanho (YOSHIDA & MAYBANK, 1980).

As partículas não respiráveis, por sua vez, formam na maioria resíduos alongados, visíveis à microscopia ótica e que são constituídos por glicoproteínas próprias da parede celular dos grãos (DASHEK et al., 1986).

Partículas de **sílica**, principalmente cristais de quartzo, são provenientes provavelmente do solo de onde o grão foi colhido

Quanto maior o grau de limpeza dos grãos armazenados, menor é o conteúdo de sílica. FARANT (1980) encontrou na poeira inalada de grãos vindos da lavoura um conteúdo de quartzo de 6,5%. Com a operação de limpeza a média de concentração de sílica baixou para 2,1%.

Foram também detectados na poeira de grãos traços de metais como **alumínio, titânio, manganês e vanádio**, mas em concentrações tão pequenas que sua toxicidade para o homem é pouco relevante. Estes resíduos são originários do solo, de pesticidas agrícolas ou dos equipamentos utilizados na colheita

Estudos ambientais comprovaram que na poeira inalável de grãos existe uma variada **microflora e microfauna** de bactérias, fungos, Actinomicetos e ácaros microscópicos. Esses microrganismos são responsáveis em grande parte por manifestações de hipersensibilidade como conjuntivite, rinite, dermatite, obstrução aguda das vias aéreas e alveolite alérgica extrínseca prevalentes em trabalhadores expostos à poeira orgânica.

Os grãos formam um substrato orgânico propício ao crescimento desses microrganismos. Esta microflora sofre alterações conforme o processo a que o grão é submetido (colheita, armazenagem ou industrialização).

A poeira formada durante o uso da colheitadeira mecânica pode ser inalada pelo manobrista do trator, ou pelo agricultor que utiliza uma ceifadeira manualmente. Essa poeira contém uma microflora de espécies saprófitas e fitopatogênicas para os cereais que é própria da lavoura. Em amostras de poeira oriundas da colheita de cereais no Canadá, a espécie de fungo que predominou foi *Cladosporium sp* (LACEY, 1980), seguidas de *Alternaria sp.*, *Verticillium sp.*, *Epicoccum sp.*, *Puccinia sp.* e *Ustilago sp.*

Habitualmente durante a estocagem há uma mudança qualitativa da microflora. As espécies que colonizam ou parasitam os grãos antes da estocagem declinam e são substituídas por outras, em função das condições de temperatura, ventilação e umidade do interior do silo.

Em silos fechados e com pouca ventilação, mas secos, o crescimento de fungos e bactérias fica inibido. A presença de umidade nesses locais oferece condições para o crescimento de espécies anaeróbicas, como as leveduras e o *Penicillium roqueforti*.. Quando a ventilação aumenta, estas espécies são substituídas por *Penicillium sp.* e *Aspergillus sp.* e por outros microrganismos aeróbicos (LACEY, 1980).

A microflora em suspensão no ambiente dos silos é, portanto, um reflexo das condições da armazenagem.

Essas variações da microflora dos grãos estocados foram comprovadas através de estudos ambientais em diferentes regiões.

Em silos da Inglaterra, utilizados para a estocagem de cevada, foram encontrados na poeira em suspensão espécies de *Penicillium sp.*, *Aspergillus fumigatus*, *Absidia sp.*, *Mucor sp.* e Actinomicetos como *Humicola lanuginosa* e *Mycropolyspora faeni*. Os Actinomicetos, devido a suas propriedades de termofilia e de anaerobiose proliferavam quando a temperatura era elevada e a movimentação mínima (LACEY,1980).

Na poeira de grãos em 31 silos de diferentes regiões do Canadá durante o recebimento foram encontrados esporos viáveis de fungos em todas as coletas de poeira inalável realizadas (FARANT & MOORE, 1980). Os mais frequentes foram os do gênero *Ustilago*, encontrado em 70% das amostras examinadas ao microscópio. Outras espécies como *Aspergillus sp.*, *Mucor sp.* e *Cladosporium sp.* também predominaram com frequência. Houve uma variação significativa na concentração de esporos no ar de

$0,11 \times 10^6$ a $0,96 \times 10^9$ esporos/m³. Os níveis mais elevados ocorreram em silos com sistemas de ventilação deficientes.

Como várias espécies de fungos são patogênicas, alergênicas ou tóxicas para o homem, supõe-se que diferentes espécies possam causar o mesmo sintoma respiratório, e por outro lado o mesmo microorganismo possa causar diferentes sintomas respiratórios..

Em alguns estudos, no entanto, a relação causal entre os sintomas clínicos e um agente foi confirmada.

Muitos dos fungos identificados nos grãos de cereais durante a colheita, como *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Puccinia sp.* e *Ustilago sp.*, provocam reação de hipersensibilidade tipo I. Outras espécies, como *Aspergillus sp.* e *Micropolyspora faeni*, causam reação de hipersensibilidade tipo III (LACEY, 1980), ou mesmo infecção micótica, como *Absidia corymbifera* e *Mucor pusillus*. A presença de Actinomicetos termofílicos, como a *M. faeni* em grãos estocados pode desencadear alveolite alérgica extrínseca quando seus esporos formam partículas com diâmetro abaixo de 5 µm.

Em trabalhadores de cereais de uma comunidade rural das ilhas Orkney (Escócia), que apresentavam quadro clínico de asma ou de alveolite, foi identificado como provável agente causal um ácaro do gênero *Glycyphagus sp.*, através da realização de testes imunológicos (CUTHBERT et al, 1980).

Alguns fungos produzem micotoxinas que apresentam patogenicidade comprovada para o homem e para animais de laboratório. Muitas delas são hepatotóxicas e algumas nefrotóxicas. Outras, como a aflatoxina, produzida por algumas espécies de *Aspergillus*, são mutagênicas e carcinogênicas (HAYES, 1980).

Micotoxinas identificadas em partículas inaláveis da poeira de milho são citotóxicas para os fagócitos alveolares (SORENSEN et al, 1986; BURG et al, 1981). PALMGREN & LEE (1986) encontraram concentrações aumentadas de aflatoxinas e de ácido D-secalônico em partículas inaláveis de grãos contendo esporos de *Aspergillus* e *Penicillium*.

A endotoxina de uma bactéria gram-negativa, a *Erwinia herbicola*, pode causar doença broncopulmonar em trabalhadores de cereais (DUTKIEWICZ et al, 1985). Uma concentração elevada de toxinas de bactérias gram-negativas foi também relatada na poeira inalável do arroz, em comunidades rurais na China (OLENCHOCK et al, 1984).

Mais pesquisas serão necessárias para determinar que doenças esses agentes biológicos podem causar em diferentes situações, considerando-se as peculiaridades sazonais e geográficas de cada amostragem.

1.1.7. Outros fatores de risco na armazenagem de grãos

Os agentes inaláveis presentes nos ambientes de armazenagens se apresentam sob a forma de aerodispersóides e gases. Os aerodispersóides são partículas sólidas ou líquidas em fase de dispersão na atmosfera e que se depositam muito lentamente (CLARKE & PAVIA, 1988; MURRAY, 1988).

Além da poeira dos grãos propriamente dita, que é o principal aerodispersóide presente nesses locais, existem outros produzidos ocasionalmente durante alguns processos de armazenagem.:

Na operação de expurgo dos grãos armazenados se formam **névoas** ("mists") originadas dos **fumigantes** utilizados, que apresentam toxicidade elevada em altas concentrações e são irritantes das vias respiratórias em concentrações menores.. Os principais fumigantes empregados em nosso meio são:

1. O **brometo de metila** ($\text{CH}_3\text{-Br}$), comercializado sob a forma líquida se volatiliza quando em contato com a temperatura ambiente. Apresenta uma toxicidade elevada, causando neuropatias centrais e periféricas
2. A **fosfina** (PH_3) é liberada através de uma reação química de hidrólise ($\text{AlP} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{PH}_3$) em que o fosfeto de alumínio (AlP) sob a forma de tabletes entra em contato com o a umidade ambiental.
3. O **dissulfeto de carbono** (CS_2) e o **tetracloroeto de carbono** (CCl_4) são fumigantes com propriedades neurotóxicas de uso infreqüente (PETERS, 1986).

A **fumaça** é formada por partículas sólidas e líquidas muito finas, geradas pela combustão de material contendo carbono. Está presente nas áreas de secagem dos silos pela **queima de combustíveis de derivados do petróleo ou de madeira** para fornecer calor ao sistema.

Alguns **gases asfixiantes ou tóxicos** são também encontrados no interior de unidades de armazenagem com inadequada ventilação. Resultam do metabolismo dos próprios grãos e de outros seres vivos, como fungos e insetos, que proliferam nos locais de armazenagem. Os mais encontrados são:

1. O **dióxido de nitrogênio** (NO_2) está presente em silos que receberam grãos recém colhidos. Por um processo de fermentação anaeróbica; os radicais nitrato (NO_3^-) contidos nos grãos reagem com ácidos orgânicos formando o NO_2 que pode permanecer semanas no ambiente. Como apresenta baixa solubilidade em água, o NO_2 penetra até o nível da zona respiratória do pulmão provocando uma reação inflamatória. A absorção sistêmica pode causar hipotensão e meta-hemoglobinemia. Em concentrações elevadas provoca uma síndrome denominada "silo- filler's disease" ("doença dos enchedores de silos"). Logo após a exposição surge tosse e dispnéia intensa que pode levar ao edema agudo de pulmão. Depois de um período de 2 a 3 semanas assintomático, ou com grau mínimo de dispnéia, o indivíduo passa a apresentar febre, tosse, dispnéia intensa e ocasionalmente cianose. Esse estágio evolui para a cura, para a obstrução crônica das vias aéreas por bronquiolite fibrosa obliterante ou para a morte por insuficiência respiratória (SUMMER & HAPPONIK, 1984).
2. O **gás carbônico** (CO_2) em altas concentrações diminui a pressão parcial de O_2 nos espaços alveolares, levando à hipoxemia. Os grãos apresentam atividade biológica como qualquer outro ser vivo, absorvendo o O_2 e eliminando o CO_2 no seu processo respiratório. As altas concentrações de CO_2 em áreas confinadas de silos repletos podem causar acidentes fatais por asfixia.
3. A **amônia** (NH_4), o **dissulfeto de hidrogênio** (H_2S) e o **metano** (CH_4) são outros gases tóxicos ou asfixiantes produzidos durante a decomposição de matéria orgânica decorrente de condições inadequadas de armazenagem (COCKCROFT, 1981). Dependendo do grau de confinamento e dos níveis de concentração no ambiente essa exposição pode levar a acidentes fatais.

Para a prevenção das intoxicações agudas por esses gases é imprescindível que o trabalhador receba a orientação adequada, evitando as situações de risco. Nos locais de

trabalho deve haver pessoas com treinamento básico para atendimento de primeiros socorros que entrem prontamente em ação caso ocorra um acidente desse tipo.

Além dos aerodispersóides e gases, as atividades ocupacionais desempenhadas no interior dos silos apresentam outros fatores de risco para a saúde dos trabalhadores, tais como:

O **ruído** intenso e contínuo dos silos que é proveniente das peneiras e das correias transportadoras em movimento. Além de alterações psicológicas e de conduta, a exposição prolongada ao ruído causa danos à estrutura neurossensorial do ouvido interno, podendo levar à perda irreversível da audição.

As fornalhas do secador podem causar **calor** excessivo. Além do desconforto térmico, o calor provoca depleção salina e intermação. Causa também, a longo prazo, alterações cardiovasculares, hepáticas, renais e neurológicas (ZENZ, 1975).

O risco de **acidentes traumáticos** está presente durante as operações de armazenagem e decorre da falta de segurança no uso dos equipamentos mecânicos ou durante a descarga de caminhões e vagões. A observação de algumas rotinas básicas de prevenção pode evitar esses acidentes.

A poeira de grãos ao atingir níveis elevados de concentração (acima de 1 g/cm³) em áreas pouco ventiladas dos silos pode causar graves **explosões**. Cerca de 65 a 70 % da poeira de grãos é constituída de material puramente orgânico que apresenta risco de combustão. Uma fonte de ignição casual, como uma faísca ou um fósforo aceso, deflagra a combustão da matéria orgânica contida na poeira em suspensão e na depositada sobre as superfícies, propagando a explosão. Sinistros desse tipo podem causar extensos danos materiais, ferimentos graves e morte (ILO, 1980).

Portanto, as possíveis fontes de ignição na armazenagem devem ser eliminadas e a concentração mantida abaixo do nível de risco. O hábito tabágico sob esse aspecto é um fator de risco ambiental a ser prevenido através de programas de controle do tabagismo dirigido aos trabalhadores.

1.1.8. As condições de trabalho.

Milhões de pessoas no mundo inteiro trabalham nos setores de colheita, armazenagem e industrialização. Essa população é constituída por ceifadores, colheitadores, pequenos agricultores, trabalhadores de silos e armazéns, moageiros, estivadores portuários, marítimos e operários da indústria de transformação e depois dessa etapa, os ensacadores de farinha, os padeiros e confeitadores, os criadores de animais que manipulam rações e outras atividades ocupacionais em que os grãos vegetais ou seus derivados são empregados.

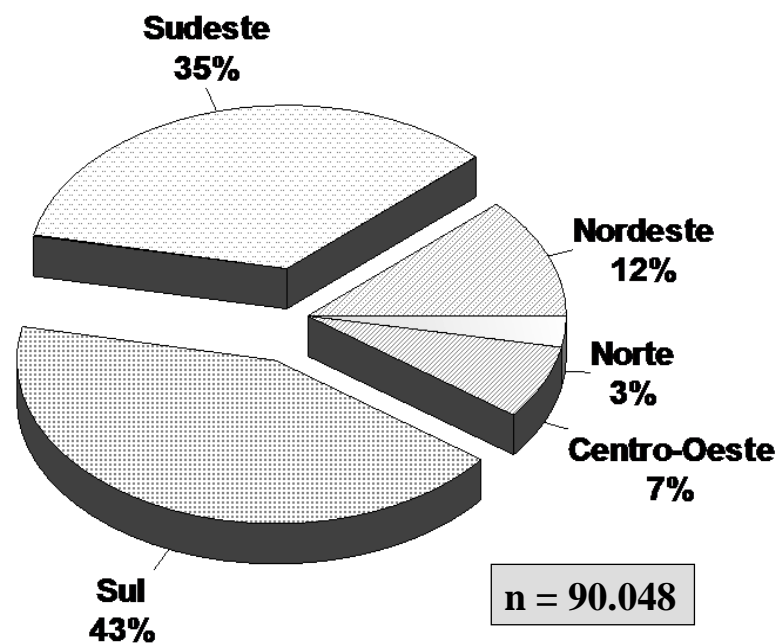
No Canadá, em 1977, aproximadamente 100.000 indivíduos trabalhavam no setor de armazenagem e industrialização de cereais e quase 150.000 tinham contato com cereais na área rural (YOSHIDA, 1980). Nessa mesma época, cerca de 500.000 trabalhadores estavam empregados no setor de armazenagem de grãos nos Estados Unidos (DO PICO et al, 1977).

Em dezembro de 1984 o número de trabalhadores empregados em caráter permanente no setor de armazenagem no Brasil era de 90.000 (IBGE, 1986), dos quais 38.617 (43%) estavam na região Sul (**FIGURA 7**) e 18.083 (20 %) estavam no Rio Grande do Sul (**FIGURA 8**). Naquele ano, o Rio Grande do Sul foi o Estado da federação que empregou maior número de trabalhadores no setor, seguido de perto por São Paulo (17.559) e Paraná (15.291). Parte desses indivíduos trabalhava na

armazenagem de produtos embalados, onde a exposição à poeira é menor do que na estocagem a granel.

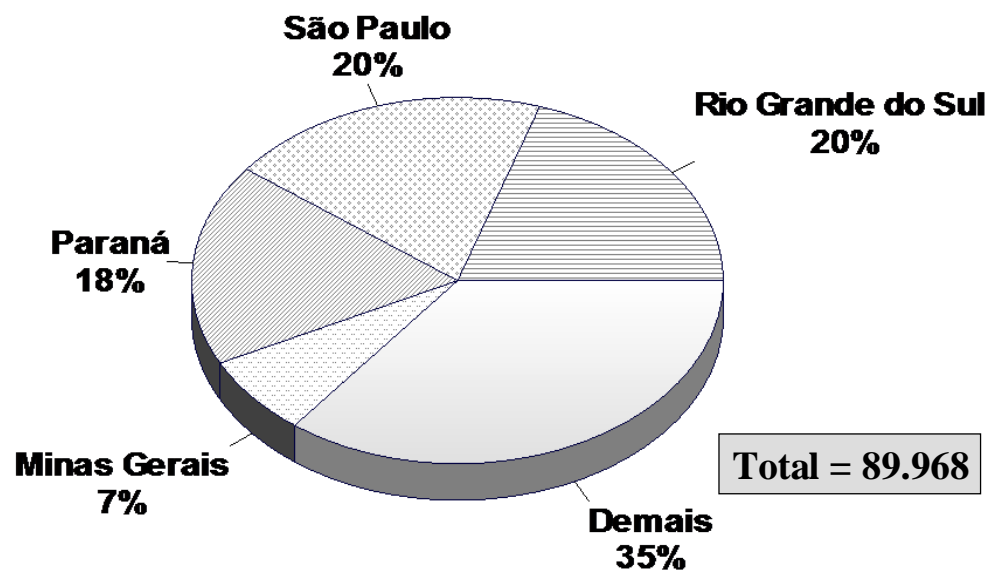
No setor agrícola de produção existem espalhados pelo interior do país milhões de trabalhadores rurais ocupacionalmente expostos à poeira dos grãos ou orgânica, e cujo número total é difícil de estabelecer. Anualmente a população de trabalhadores é acrescida temporariamente por um contingente contratado durante o período da safra da soja e do trigo tanto no Rio Grande do Sul como no resto do país, conforme mostra a **FIGURA 9** (IBGE, 1984).. Na entressafra esses trabalhadores são dispensados.

FIGURA 7: Trabalhadores na armazenagem por regiões do Brasil (1984)



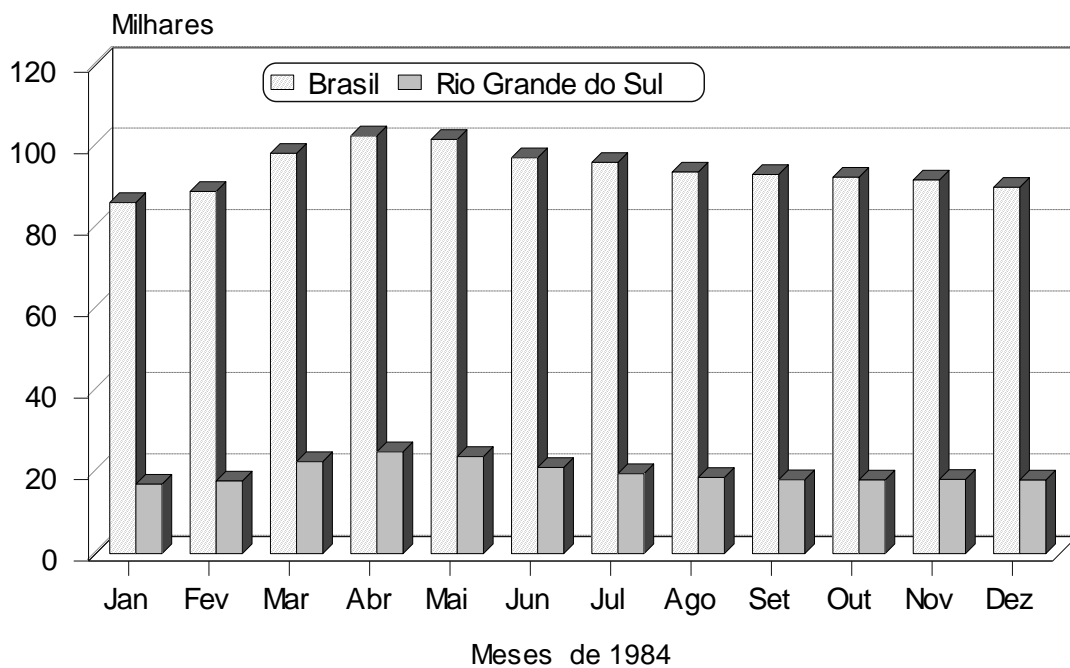
Fonte: IBGE, 1986.

FIGURA 8: Trabalhadores de armazenagem nos Estados do Brasil (1984)



Fonte: IBGE, 1986.

FIGURA 9 :Trabalhadores empregados no setor de armazenagem - flutuação sazonal (1984)



Fonte: IBGE, 1986

Existem aproximadamente trinta e cinco tipos de funções exercidas pelos trabalhadores durante as operações de armazenagem, entre elas as de operário, varredor, eletricista, mecânico de manutenção e supervisores (FARANT, 1980). Com a rotatividade dos postos de trabalho muitos desses trabalhadores de silos exercem mais de uma função. Uma unidade de armazenagem emprega de 15 a 50 homens cujas atividades de intensificam durante o período de safra, quando o funcionamento dos silos é quase ininterrupto.

As unidades de armazenagem devem adotar uma série de medidas de rotina para prevenir os A Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTbE), de 08/06/1988, estabelece em sua Norma Regulamentar nº 5 (NR-5) que a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. são da responsabilidade da chamada Comissão Internas de Prevenção de Acidentes (CIPA). Em 1980, a CIPA da CESA publicou um manual de segurança para orientação e treinamento de seu pessoal (CESA, 1980).

A Norma Regulamentar nº 15 (NR 15) do Ministério do Trabalho e Emprego que regulamenta as atividades e operações consideradas insalubres, não cita a exposição à poeira de grãos como atividade de risco. A NR 16, que qualifica as atividades e operações perigosas, também não alude à atividade em silos de armazenagem de grãos como sujeita ao risco de explosões.

A recente Portaria 86 de 04/03/2005, que aprova a Norma Regulamentadora nº 31 (NR 31) regulamenta o planejamento e o desenvolvimento de atividades de segurança, saúde e meio ambiente no trabalho em agricultura. De acordo com a NR 31, cabe aos empregadores garantir adequadas condições de trabalho, realizar avaliações dos riscos, analisar causas de acidentes e doenças com participação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes no Trabalho Rural (Cipatr). Essa nova regulamentação cria pela primeira vez a perspectiva de um amparo legal para a prevenção dos riscos ocupacionais na área rural, e por ilação no setor de armazenagem de grãos.

1.1.9. Processos de avaliação do risco ambiental

A coleta de material particulado nos ambientes de trabalho permite avaliar a concentração dos contaminantes inalados determinando se existe risco dos trabalhadores expostos de adquirirem doenças pulmonares ocupacionais.

A maioria dos equipamentos para coleta de aerossóis inaláveis simulam o processo aerodinâmico de penetração e deposição das partículas nas vias aéreas, sendo formados basicamente por um sistema coletor, uma bomba de sucção, um medidor de fluxo e uma fonte de energia para ativar o seu funcionamento.

O método de avaliação ambiental pode ser individual ou "de área", conforme se queira avaliar a exposição de um trabalhador ou de uma determinado ponto da planta industrial.

A análise realizada no material coletado se classifica como quantitativa, quando estima a concentração ou o número de partículas por volume de ar, ou qualitativa, quando analisa o conteúdo do material coletado.

Cada um destes enfoques de avaliação requer estratégias e procedimentos diversos quanto à técnica de coleta e de análise laboratorial. Entretanto o seu objetivo comum é orientar a implantação ou implementação de medidas de controle que minimizem o impacto da exposição, reduzindo os níveis de concentração de poeira inalável ou eliminando os contaminantes nela contidos (WHO, 1980).

A avaliação ambiental também é utilizada para monitorar a eficácia das medidas de controle depois de implantadas.

Discutiremos a seguir alguns aspectos relativos somente à metodologia de avaliação que empregamos para caracterizar a poeira inalável em silos no Rio Grande do Sul.

As **avaliações quantitativas** compreendem a medição dos níveis de concentração que depois são comparados a padrões de "normalidade" estipulados para cada contaminante, denominados limites de tolerância. O limite de tolerância é "a concentração de substância no ar sob a qual se acredita que a maioria dos trabalhadores possam ser expostos repetidamente dia após dia durante toda a sua vida laboral, sem apresentarem efeitos adversos à saúde" (ABNT, 1989). Quando os limites de tolerância se mantêm abaixo do limite de tolerância diminui significativamente o risco de dano causado pela exposição ao contaminante.

O **coletor gravimétrico** é um amostrador quantitativo de aerodispersóides que consiste basicamente num cassete contendo um filtro de membrana de PVC acoplado a um dispositivo pré-coletor conectado a uma bomba aspirativa de fluxo contínuo. Para fins de amostragem, a "poeira respirável" é definida operacionalmente como a fração de material particulado que fica retido no filtro do sistema coletor. Foi projetado originalmente para coletar amostras individuais de trabalhadores durante a jornada de trabalho, porém pode ser utilizado como coletor de área desde que mantido num ponto fixo na altura das narinas dos trabalhadores. Utilizamos esse critério para realizar a avaliação quantitativa da poeira inalável nos silos da CESA.

O sistema pré-coletor retém a poeira não respirável (acima de 10 µm de diâmetro), possibilitando que o sistema coletor absorva somente a porção respirável de poeira.

Através do princípio aerodinâmico do ciclone separa a poeira não respirável da poeira total no sistema pré-coletor. O ar entra no pré-coletor movimentando-se em espiral, induzindo as partículas não respiráveis a se depositarem por ação da gravidade.

As partículas com diâmetro menor do que 5 µm (respiráveis), se deslocam no sentido da aspiração contínua da bomba, penetram no sistema coletor e são retidas no filtro de membrana instalado no cassete. Depois de concluído o tempo de amostragem, o filtro é retirado e as partículas inaláveis que contém são analisadas qualitativa e quantitativamente.

Para caracterizar o risco de exposição adequadamente deve ser realizada uma amostragem de coletas e calculada uma concentração média ponderada pelo tempo (MPT), que é o somatório dos produtos das concentrações de cada amostra pelo seu tempo de duração ($C_i \times T_i$), sobre o somatório do tempo de duração das amostras (T_i); conforme a equação " $MPT = \frac{\sum (C_i \times T_i)}{\sum T_i}$ " (COLACIOPPO, 1989).

O **coletor microbiológico de Andersen** é um amostrador de área que serve tanto para a análise qualitativa como quantitativa da amostra. Seleciona partículas inaláveis biologicamente viáveis, conforme o seu diâmetro aerodinâmico, pela impactação sobre a superfície de um meio de cultura.. Consiste numa torre cilíndrica, com 20 cm de altura por 10 cm de diâmetro conectada a uma bomba de aspiração contínua. Possui 3 ou 6 estágios de classificação cada um contendo um disco de metal com 400 orifícios, montado sobre uma placa de Petri com o meio de cultura específico para o agente a ser pesquisado. Os orifícios propiciam a seleção das partículas conforme o seu diâmetro, simulando a deposição nas vias aéreas. As partículas contendo microrganismos viáveis formam colônias que são posteriormente cultivadas em

laboratório. O coletor de Andersen permite também uma estimativa aproximada do número de partículas viáveis por mm^3 de ar ambiente.

Utilizamos o coletor de Andersen de 6 estágios empregando o meio de Saboureaud a 5% na avaliação qualitativa dos esporos de fungos na poeira de grãos em silos do Rio Grande do Sul, conforme será relatado mais adiante.

Os gases no ambiente são detectados através de sistemas de coleta diferentes dos utilizados para os aerossóis e não serão abordados no presente trabalho.

1.1.10. Medidas para o controle do risco ambiental

Para manter os níveis de concentração de poeira abaixo do limite de tolerância previsto e diminuir a população de agentes biológicos inaláveis é necessária a utilização das chamadas **medidas de controle** do risco ambiental.

Alguns métodos de controle aplicáveis ao problema da poeira nos silos são:

1) O enclausuramento dos pontos de transferência, evitando a propagação da poeira para o ambiente de trabalho.

2) A captação da poeira pelos sistemas de ventilação.

3) A varredura e remoção/manutenção sistemática da poeira depositada

4) A utilização de máscaras ou equipamentos de proteção individual.

Entre esses o mais utilizado é o sistema de ventilação. Constituído por uma coifa e um exaustor, o ar interior é aspirado pelo sistema e lançado para o exterior. As partículas em suspensão ficam retidas no fundo de um recipiente em forma de cone invertido denominado ciclone, de onde o resíduo é removido (**FIGURA 10**).

O sistema de ventilação quando devidamente aplicado às fontes de emissão, nas moegas, nas peneiras da operação e no topo do elevador reduz significativamente os níveis de concentração de poeira (HALTER, 1980).

Entretanto há limitações operacionais e financeiras na instalação desses equipamentos de controle em estruturas já existentes. Os custos elevados de construção e manutenção muitas vezes inviabilizam o projeto. O ideal seria planejar essas medidas na planta ou “lay-out” do projeto de construção das unidades de armazenagem.

Portanto, o objetivo de diminuir a concentração da poeira até níveis abaixo do limite de tolerância previsto só é atingido parcialmente na medida em que as soluções adotadas na prática devem atender uma relação custo-benefício conveniente.

Os **equipamentos de proteção individual** (EPIs) do sistema respiratório são também denominados de “máscaras” e devem ser utilizados como recurso complementar às medidas de controle ambiental, quando essas depois de implementadas não foram suficientes para diminuir a concentração de poeira a um nível aceitável.

Os EPIs respiratórios são encontrados comercialmente sob a forma de dois modelos básicos. A mais comum é a máscara facial de borracha que recobre a boca e as narinas do trabalhador. Devem ficar perfeitamente ajustadas à face para evitar a entrada de ar por espaços laterais. A admissão do ar é feita através de um ou dois cartuchos que contêm filtros onde ficam retidos os contaminantes inaláveis. Uma válvula de entrada e outra de saída regulam a inalação e exalação do ar. Os filtros devem ser trocados periodicamente, antes de atingirem um ponto de saturação (**FIGURA 11**).

Um modelo mais complexo é constituído por um elmo, que recobre toda a cabeça do trabalhador, conectado ou não a um sistema externo de suprimento de ar. A

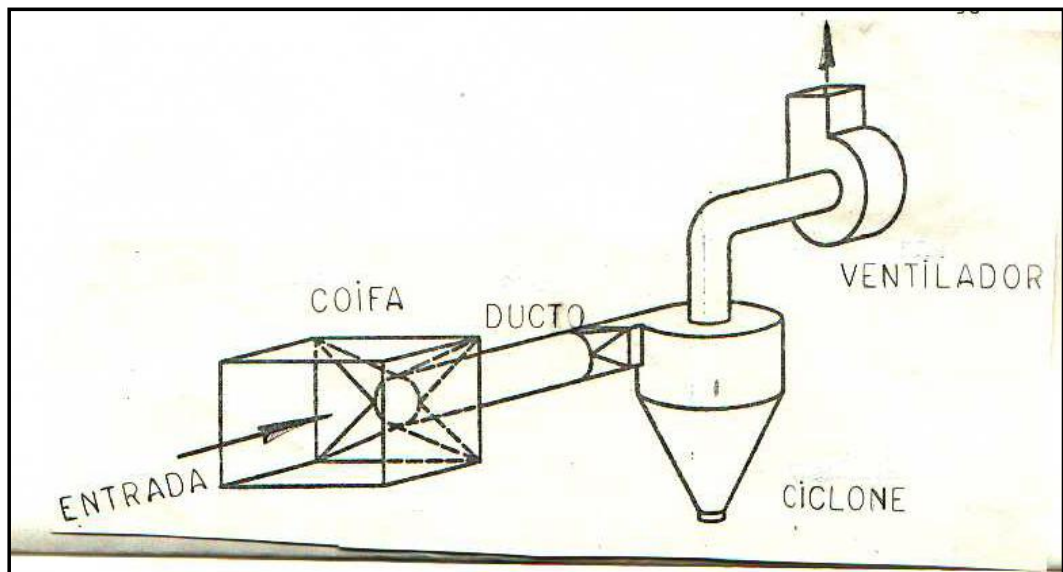
intensidade da exposição ou o tipo de partícula no ambiente vão determinar qual o tipo de EPI mais adequado a cada situação ocupacional.

Apesar das recomendações preconizadas pela Norma Regulamentar nº 5 do MTbE, o uso do EPI é pouco valorizado.

Os EPIs são pouco aceitos pelos trabalhadores porque aumentam o esforço respiratório quando os filtros saturados não são renovados. Além disso são incômodos, quando o calor é intenso, sendo assim removidas ou não utilizadas pelos trabalhadores. Por outro lado, a sua manutenção traz um ônus pouco aceito pelos empregadores. Os EPIs precisam atender as exigências de controle de qualidade, conferidas pelo Governo Federal através de um Certificado de Aprovação.

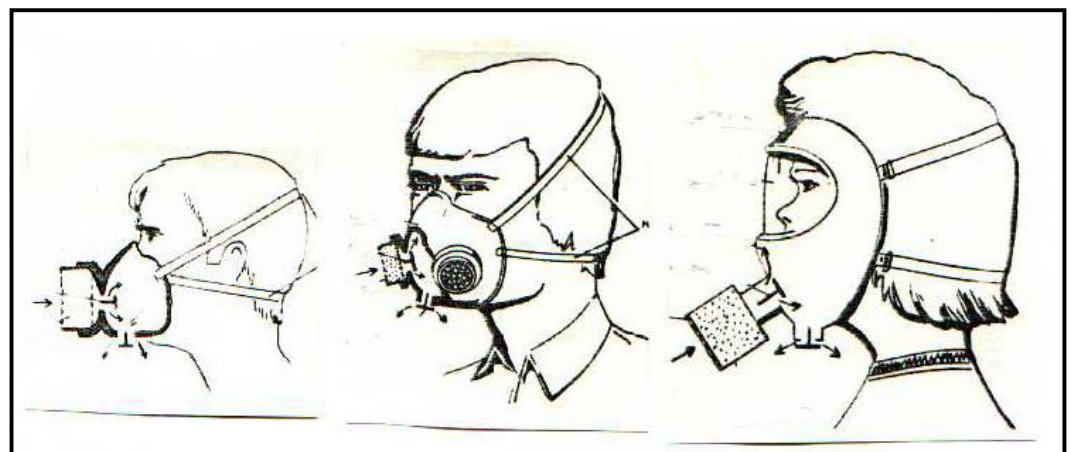
A execução das medidas de controle são eficazes somente quando amparadas por programas de prevenção de riscos ambientais com normas de vigilância que vigorem a nível nacional ou regional (OMS, 1973). A nível da empresa essa vigilância consiste na execução de procedimentos para o reconhecimento e avaliação do risco, o monitoramento da qualidade das medidas de controle adotadas e a organização de Serviços de Segurança e Medicina do Trabalho.

FIGURA 10: Medida coletiva de controle da poeira ambiental
Sistema de ventilação



Fonte: NIOSH, 1981

FIGURA 11: Medida individual de controle da poeira ambiental
Equipamentos de proteção



Fonte: NIOSH, 1981

1.2. As doenças ocupacionais dos trabalhadores de grãos

1.2.1. Histórico sobre as pesquisas

Bernardino Ramazzini em sua famosa obra intitulada "De Morbis Artificum Diatriba" foi quem mencionou pela primeira vez a doença dos trabalhadores de grãos. Editada em sua versão completa em 1713, em Pádua, essa obra faz um inventário de 52 capítulos das doenças relacionadas com os ofícios dos operários e artesãos da Itália do século XVII. Em seu capítulo XXIII, intitulado "As Doenças dos Peneiradores e Medidores de Cereais", descreve as doenças respiratórias dos trabalhadores que manipulavam cereais no porto de Veneza (RAMAZZINI, 1985):

Depois do relato pioneiro de Ramazzini, Thackrah em 1832 observou tosse, expectoração e dispnéia em moedores de milho (WILLIAMS et al., 1980). Entre 1920 e 1939, pelo menos cinco autores norte-americanos relacionaram a manipulação da farinha de trigo com casos de asma e de outras manifestações de alergia em padeiros e trabalhadores de moinhos (DUKE et al., 1935; SHERIDAN et al., 1980).

Em 1941 foi realizado o primeiro estudo epidemiológico em uma população de 216 trabalhadores de silos, evidenciando uma prevalência de tosse em 27 %, e de expectoração em 19 % dos examinados. O raio-x de tórax mostrou fibrose pulmonar em 2,3% desses casos (SMITH, 1941) e em 20% de uma população de estivadores portuários que carregavam grãos (DUNNER, 1946). A brópsia do pulmão de um trabalhador de moinho com fibrose pulmonar evidenciou presença de granulomas contendo poeira de trigo (VON RUTNER & STOFER, 1954).

Não há comprovação que a sílica livre da poeira de grãos cause pneumoconiose. Um único caso suspeito de silicose foi relatado em um trabalhador que descarregava cereais em um túnel de estrada de ferro. Entretanto não foi realizada nenhuma investigação histopatológica para a confirmação diagnóstica (HEATLEY et al., 1944).

Nas décadas seguintes diversos estudos clínicos e epidemiológicos associaram a exposição à poeira de grãos com episódios de broncoconstrição (WEIL et al., 1964; COWAN et al., 1968) ou confirmaram uma prevalência aumentada de tosse e expectoração e dispnéia em trabalhadores de silos em pequenas unidades de armazenagem (SIEMENS, 1969) e em grandes silos verticais, relevando o papel do tabagismo e da alergia (WILLIAMS et al., 1964; KLEINFELD, 1968; TSE et al., 1973; BECKLAKE, 1977; DO PICO et al., 1977).

Em 1977 foi realizado em Saskatchewan, Canadá, um Simpósio Internacional que sintetizou todo o conhecimento adquirido até então sobre a poeira de grãos e seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores. Os estudos clínicos existentes tentavam associar reações de hipersensibilidade com os alergenicos que compõe a poeira de grãos e esclarecer os mecanismos etiopatogênicos que intermediavam estas reações (BECKLAKE, 1977). A maioria dos estudos epidemiológicos publicados até 1977 eram transversais não controlados. Somente dois estudos haviam considerado grupos não expostos como controles (BECKLAKE, 1977; BRODER et al., 1979) e nenhum incluía uma avaliação ambiental concomitante que permitisse estabelecer uma relação dose-resposta (BECKLAKE, 1980). As pesquisas delineadas depois desse Simpósio buscaram esclarecer algumas questões levantadas como validação da amostragem da população (estudos controlados) e a caracterização dos efeitos biológicos a longo prazo (estudos longitudinais).

Um estudo transversal controlado comparou as variáveis respiratórias de 441 trabalhadores de silos com as de 180 funcionários públicos não expostos, encontrando

uma leve diminuição das variáveis respiratórias dos expostos em relação aos controles (BRODER et al., 1979).

Outros estudos transversais controlados (CHAN-YEUNG et al., 1980; DO PICO et al., 1984; YACH, 1985) conseguiram comprovar que havia maior prevalência de sintomas e alterações funcionais nos expostos.

Um estudo longitudinal controlado no Canadá (CHAN-YEUNG et al., 1980), comparou os parâmetros respiratórios com os níveis de concentração de poeira total obtidas através de coletores individuais. Havia uma relação significativa entre a razão de chance ("odds ratio") de ser um "caso" de pneumopatia ocupacional e o grau de exposição associado (ENARSON et al., 1985). Outro estudo que incluiu uma avaliação ambiental evidenciou uma relação dose-resposta entre os níveis de concentração medidos no ambiente e as diminuições dos fluxos espirométricos observados durante uma jornada de trabalho (COREY et al., 1982).

O Canadá e os EUA são os países que mais realizaram estudos epidemiológicos em trabalhadores de armazenagem de cereais. Outros países como a Austrália, a África do Sul, a URSS, a Romênia, a Líbia, o Egito, a Malásia e Argentina também apresentaram relatos. Nos países em desenvolvimento são encontradas as maiores prevalências de sintomas e alterações da função pulmonar nos trabalhadores expostos devido a deficiências na adoção de medidas de controle ambiental (CHAN-YEUNG, 1992). O estudo epidemiológico que relatamos no presente trabalho é a única investigação epidemiológica sobre os efeitos da exposição à poeira de grãos realizado no Brasil.

Estudos epidemiológicos em **trabalhadores rurais** também comprovaram que os mesmos apresentam mais alterações respiratórias do que a população em geral.

Trabalhadores rurais ingleses referiam dispnéia durante a colheita de cereais provavelmente relacionada a uma reação de hipersensibilidade tipo I a esporos de fungos identificados na poeira inalável (DARKE et al., 1976). Uma relação entre a exposição e sintomas respiratórios crônicos e alterações de função pulmonar também foi constatado em trabalhadores rurais no Canadá (WARREN, 1980). Entretanto essa correlação não foi confirmada em outro grupo de 1982 trabalhadores agrícolas também do Canadá (MANFREDA et al., 1989).

A exposição à poeira de derivados de cereais também gera doenças respiratórias em **suinocultores e avicultores** que lidam com rações para animais constituída de cereais (HEEDERIK et al., 1994) e em **trabalhadores de moinhos, padeiros e confeiteiros** que manipulam a farinha (FONN et al., 1993; MASSIN et al., 1995), assim como naqueles **empregados na indústria de transformação** dos grãos, como a moagem e a extração de óleos vegetais (KIKHORN et al., 2000; TALIN et al., 2003).

As **comunidades** próximas das áreas onde há processamento de grãos também podem ser atingidas manifestando sintomas (PONT et al., 1997; WHITE et al., 1997). Portanto a exposição à poeira de grãos é um risco ambiental que compromete a saúde de milhões de indivíduos no mundo inteiro em diversas situações ocupacionais e ambientais (CHAN-YEUNG et al., 1992).

Paralelamente aos estudos epidemiológicos, vários **estudos experimentais** pesquisaram os efeitos biológicos da poeira de grãos, concentrando-se na investigação dos mecanismos patogênicos desencadeados pelos diversos componentes da poeira de grãos. As reações inflamatórias das vias aéreas e a broncoconstrição são mediadas por processos celulares e humorais. As células envolvidas são os macrófagos alveolares, os leucócitos polimorfonucleares, os mastócitos, os basófilos, os eosinófilos e os linfócitos

(ARMANIOUS, 1981; BRODER & Mc AVOY, 1981; OLENCHOCK, 1980). As imunoglobulinas e o complemento desempenham um papel ainda pouco compreendido (COOPER et al., 1986).

A seguir relataremos os tipos de manifestações clínicas associados a exposição a poeira de cereais cujas características foram definidas a partir de estudos clínicos, experimentais e epidemiológicos.

1.2.2. Obstrução aguda das vias aéreas

As poeiras orgânicas podem causar sintomas respiratórios agudos caracterizados por episódios parcial ou totalmente reversíveis de sibilância, dispnéia e tosse com pouca expectoração. Este quadro clínico foi convencionalmente denominado de "asma ocupacional". Pode surgir de forma imediata, no momento da exposição, ou iniciar algumas horas após ela ter cessado. Pode também se repetir diversas vezes após um primeiro episódio agudo, independentemente muitas vezes do indivíduo permanecer ou não exposto (BECKLAKE, 1980).

A prevalência de asma brônquica na população mundial é estimada em 2 a 5% mas varia conforme a área geográfica e os fatores desencadeantes de cada ambiente. Os novos processos industriais geram no ambiente de trabalho a cada ano um número crescente de contaminantes que atuam como fatores causais da asma ocupacional (DOSMAN et al., 1981).

Com o afastamento da fonte de exposição muitos pacientes com asma ocupacional experimentam melhora importante dos sintomas, no entanto aproximadamente a metade dos indivíduos permanecem com sintomas apesar do afastamento, necessitando o uso de medicação broncodilatadora (CHAN-YEUNG, 1982).

Na asma ocupacional o tempo entre a exposição e o início dos sintomas é na maioria das vezes um fator indicativo donexo causal. Quando os sintomas respiratórios surgem durante a exposição, o próprio trabalhador percebe esta relação. Porém em muitos casos a relação causal não é tão óbvia pois a reação pode surgir horas após a exposição (PEPYS & HUTCHCROFT, 1975; CHAN-YEUNG, 1979). Nestes casos o paciente ou o próprio médico muitas vezes não reconhece de imediato a relação de causa-efeito

Testes de broncoprovocação específicos utilizando extratos de poeira de cereais por via inalatória ou manipulação direta dos grãos foram empregados em alguns estudos clínicos (WARREN et al., 1974;) induzindo reações em alguns trabalhadores (WARREN et al., 1974; CHAN-YEUNG et al., 1979; NEWMAN TAYLOR & DAVIES, 1981; DO PICO et al., 1982). Foram observados dois padrões de resposta: alguns indivíduos apresentaram uma reação de broncoespasmo imediata, única, logo após a inalação, seguida por uma remissão espontânea. Outros indivíduos posteriormente apresentaram uma reação tardia, que se manifestava 6 a 8 horas após o teste, durando não mais do que 24 horas e configurando a assim chamada reação bifásica. Em alguns casos a reação asmática tardia era acompanhada de febre, leucocitose e mal estar.

Em trabalhadores de cereais sintomáticos afastados da atividade durante um tempo prolongado constatou-se a diminuição dos sintomas respiratórios. Com o retorno ao trabalho havia um recrudescimento dos sintomas e uma redução significativa dos fluxos aéreos na espirometria demonstrando que os efeitos agudos da exposição à poeira de grãos são parcialmente reversíveis. (BRODER & MINTZ, 1980).

Outro estudo avaliou os indivíduos expostos à poeira de cereais em duas ocasiões: primeiro imediatamente após serem admitidos e, novamente, dois meses e meio após terem ingressado no emprego. Nesse intervalo houve um aumento significativo na prevalência de tosse, expectoração e conjuntivite, além de alterações leves na função pulmonar, sugestivas de uma insuficiência ventilatória restritiva. Não houve alterações sintomáticas semelhantes no mesmo intervalo de tempo em trabalhadores empregados há mais de 9 anos, ou em indivíduos de um grupo controle. Os trabalhadores novatos e os veteranos apresentaram graus de alteração semelhante nas provas de função pulmonar (BRODER et al., 1984).

Através de espirometrias efetuadas antes do início e no final do dia ou da semana de trabalho foi comprovado que alguns trabalhadores de grãos apresentavam uma redução bastante acentuada da função pulmonar durante uma jornada de trabalho (CHAN-YEUNG et al., 1980; COREY et al., 1982; DO PICO et al., 1983). Essas alterações não foram verificadas em grupos controle que trabalhava em escritórios (CHAN-YEUNG, 1980) ou na construção civil e limpeza urbana (DO PICO et al., 1983). Em uma série de 510 indivíduos, (CHAN-YEUNG, 1980) foram encontrados 3,9% dos trabalhadores com decréscimo diário do VEF1 acima de 10%. Esta alteração foi também observada em 4,3% dos trabalhadores ao final de cinco dias de trabalho úteis consecutivos. DO PICO et al. (1983) encontraram também uma alteração semelhante em 11% dos 248 trabalhadores que avaliaram. Identificaram em 5% deles uma diminuição do VEF1, acima de 15%, que era acompanhada de uma diminuição do Vmax50 e do Vmax75 superior a 35%. Essas respostas demonstravam nesse grupo uma perda diária e reversível de função pulmonar. Um estudo longitudinal apresentou evidências que as pequenas alterações de função pulmonar observadas em uma jornada de trabalho levam a uma taxa mais acentuada de declínio anual do VEF1 sendo portanto considerado um possível fator para obstrução crônica das vias aéreas (TABONA et al., 1984).

Foram levantadas duas hipóteses para explicar o mecanismo responsável pela broncoconstrição aguda causada pela exposição à poeira de grãos. A primeira delas relaciona a reação brônquica a uma manifestação alérgica e a segunda a uma manifestação não alérgica, secundária a um processo inflamatório de natureza inespecífica (CHAN-YEUNG et al., 1985).

Os primeiros autores que realizaram estudos clínicos em trabalhadores de cereais (DUKE et al., 1935; COHEN et al., 1953; SKOULAS et al., 1964) consideraram, que uma reação alérgica determinava a susceptibilidade à poeira, mas não definiram critérios diagnósticos que confirmassem essa suposição.

Estudo que realizaram testes de broncoprovocação específicos com extratos de poeira de grãos induziram a reações imediatas ou bifásicas em alguns trabalhadores de cereais (CHAN-YEUNG et al., 1979; WARREN et al., 1974) sugerindo um mecanismo alérgico.

Outros autores (WARREN et al., 1974; WILLIAMS et al., 1964) conseguiram estabelecer uma correlação entre testes cutâneos positivos para extratos de poeira de grãos e reação de bronco espasmo após a inalação desses extratos.

DO PICO et al. (1977) encontraram 27,6% de atópicos em 297 trabalhadores de grãos. A atopia foi definida pelos testes cutâneos positivos para pólenes, fungos (*Alternaria*), insetos, pelos de ratos e penas. Com extratos de grãos a positividade ao teste cutâneo variou de 8,8 a 11% em 216 trabalhadores. Apenas 30% destes indivíduos

eram atópicos, mas 56% dos 45 indivíduos atópicos apresentavam reações cutâneas também aos extratos de grãos.

DO PICO et al. (1977), identificaram precipitinas séricas positivas para antígenos de poeira de grãos de cereais em 1 a 23 % dos trabalhadores avaliados, sendo que 19 % apresentaram anticorpos precipitantes a um ou mais antígenos de diversos fungos. A existência de anticorpos precipitantes para extratos de grãos de cereais no soro dos indivíduos expostos não foi entretanto confirmada em outros estudos (CHAN-YEUNG et al., 1980; BRODER & Mc AVOY, 1981).

Devido à complexidade da composição da poeira dos grãos na maioria dos casos não é possível identificar o alérgeno responsável pelo desencadeamento da broncoconstrição aguda.

Entretanto alguns estudos clínicos conseguiram identificar componentes da poeira de grãos possivelmente envolvidos com o desencadeamento de um mecanismo de obstrução aguda das vias aéreas.

Um ácaro, o *Glyciphagus destructor*, seria o provável causador da asma noturna recorrente apresentada por um trabalhador (DAVIES et al., 1976). Em trabalhadores de cereais das Ilhas Orkney, Escócia, foi também encontrada uma associação entre doença respiratória alérgica e a exposição a ácaros do gênero *Glyciphagus*, comprovada através de testes cutâneos e do RAST ("radioallergosorbent test") (CUTHBERT et al., 1980).

Foram relatados episódios de broncoconstrição em alguns trabalhadores com a inalação de partículas do chamado trigo duro (DO PICO et al., 1982). Outros estudos clínicos identificaram a partir de relatos e investigação de casos diversos outros agentes causando manifestações agudas de broncoconstrição como ácaros (*Lepidoglypus destructor*, *Acarus sirus*) e insetos como o *Sitophilus granarius* (CHAN-YEUNG, 1992).

Entretanto algumas evidências apontam para a hipótese de um mecanismo não imunológico contribuindo para desencadear os efeitos agudos.

Os indivíduos alérgicos ou portadores de asma brônquica frequentemente apresentam crises de sibilância quando visitam um silo de cereais pela primeira vez, sem terem passado por uma fase anterior de sensibilização. Além disso a poeira de cereais pode também induzir uma crise de broncoconstrição em indivíduos previamente normais. Estas respostas sugerem que a poeira de cereais possa somente atuar como fator irritativo, determinando hiperreatividade brônquica inespecífica.

Foi detectada uma prevalência aumentada de hiperreatividade brônquica inespecífica em trabalhadores de cereais através do teste de provocação com a metacolina (LAM et al., 1979). Essa reatividade diminuía com o afastamento de exposição e não estava associado à presença de atopia.

A relação entre a dose de exposição e a ocorrência de efeitos agudos na função pulmonar também suscita a hipótese de um mecanismo não imunológico, pois quanto maiores os níveis de concentração de poeira total ou inalável, mais evidentes são as alterações ventilatórias na função pulmonar nos expostos (CHAN-YEUNG et al., 1985; HUY et al., 1991).

COREY et al. (1982) registraram uma perda semanal da função pulmonar em trabalhadores cujos níveis de exposição foram monitorizados diariamente através de análise gravimétrica da poeira. Quando os níveis de concentração da poeira respirável eram elevados, os fluxos pulmonares diminuía (VEF₁, (VEF₁/CV) x 100, Vmax₅₀ e Vmax₇₅). Correspondeu a uma diminuição de Vmax₅₀ de pelo menos 923 ml/seg para

cada aumento de 1 mg/m³ de poeira respirável para 50% de 42 trabalhadores (COREY et al., 1982). Não houve alteração da CV em função da concentração de poeira.

BRODER et al. (1983) compararam dois grupos selecionados de trabalhadores de cereal. Um desses grupos apresentava testes cutâneos positivos para extratos de poeira de cereal e de fungos e o outro testes cutâneos negativos. Constataram que não havia uma prevalência maior de sintoma respiratórios ou de provas funcionais alteradas entre os dois grupos. Além disso os trabalhadores com possíveis alterações respiratórias relacionadas com a exposição não mostraram resposta ao teste de broncoprovocação inalatória aos extratos de poeira de grãos. Também não foram encontrados níveis séricos elevados do terceiro e quarto componentes do complemento. Estes autores concluíram que não havia um estado alérgico envolvido nesta reação e que as discrepâncias nos resultados dos testes cutâneos são devidos à complexidade da poeira e às suas diferenças regionais.

Um estudo experimental demonstrou que extratos de grãos purificados quando em contato com o soro humano normal formam um precipitado que reage com o receptor Fc da IgE, sugerindo assim uma reação não imunológica por estar associada à hemaglutinação, à atividade de fixação do complemento e interagir com a IgG humana (BRODER & Mc AVOY, 1981).

Em extratos de poeira de milho, cevada e aveia foi identificada a presença de fitohemaglutininas (ou lecitinas) que são glicoproteínas não imunogênicas que provocam a aglutinação de eritrócitos (OLENCHOCK et al., 1986; THE MERCK, 1983). Embora a atividade precipitante do extrato de cereais seja presumivelmente não imunológico, não foi excluída a possibilidade da interação com a IgG seja parcialmente imunológica.

Na poeira dos grãos foi também identificado um componente semelhante ao tanino ou ao ácido tânico (SKEA & BRODER, 1988) que tem a propriedade de induzir uma reação de fixação do complemento.

Os extratos de poeira de grãos ativam in vitro as vias clássica e alternativa do complemento, liberando os componentes C3a ou C35, que por sua vez, induzem à liberação de histamina de basófilos periféricos e dos mastócitos, aumentando a permeabilidade vascular (OLENCHOCK, 1978; OLENCHOCK, 1980).

1.2.3. Alveolite alérgica extrínseca ou pneumonite de hipersensibilidade

A alveolite alérgica extrínseca ou pneumonite de hipersensibilidade é uma doença inflamatória do parênquima pulmonar, de origem imunológica, que é secundária à inalação de poeiras orgânicas. Foi identificada em trabalhadores de grãos por vários autores (GRANT et al., 1972; WARDROP et al., 1977; DUTKIEWICZ et al., 1985). O diagnóstico clínico é presumido pela história recente de exposição à poeira orgânica seguida de sintomas respiratórios e sistêmicos característicos. O diagnóstico é confirmado através do raio-x de tórax, das provas de função e dos testes imunológicos (LEVY & FINK, 1987).

A descrição mais antiga desta síndrome é de um autor sueco, Olaus Magnus, que em um manuscrito de 1555 faz referência aos malefícios da inalação da poeira decorrente do ato de peneirar o trigo (PEPYS, 1987). Ramazzini em 1713 também descreve trabalhadores de cereais apresentando "secura na garganta, tosse seca obstinada, falta de ar e morte prematura" (RAMAZZINI, 1985). Esses são sintomas coincidentes com a forma evolutiva crônica da alveolite.

Na primeira metade do século XX surgem relatos de sintomas respiratórios e sistêmicos agudos em trabalhadores rurais lidando com cereais ou feno estocados em

locais pouco ventilados e úmidos. Pickles, em 1944, identificou fibrose pulmonar nesses trabalhadores, denominando-a síndrome de "farmer's lung" ou "pulmão do fazendeiro" (GRANT, 1972). PEPYS identificou no soro de pacientes portadores da síndrome, precipitinas séricas contra extratos do feno mofado (PEPYS, 1963). Um ano após os mesmos autores isolaram os esporos de um fungo considerado como o principal agente causal. Trata-se de um Actinomiceto termofílico, o *Micropolyspora faenii* atualmente denominada *Saccharopolyspora rectivirgula*. (MUNDT et al., 1996). Foi também identificada a presença de precipitinas séricas específicas contra esse agente no soro dos indivíduos com a doença (PEPYS, 1963).

Outro possível agente é uma bactéria gram-negativa, a *Erwinia herbicola*, que é um contaminante habitual da poeira de cereais (DUTKIEVICZ, 1985). Outros agentes produzem a alveolite alérgica extrínseca como as poeiras de madeira, de cana-de-açúcar ou de cortiça, os esporos de outras espécies de fungos, as proteínas das fezes de aves e agentes químicos inorgânicos como o isocianato e o anidrido trimetílico (BAUR et al., 1995).

A apresentação clínica da alveolite alérgica extrínseca se caracteriza por três etapas:

1. Uma crise aguda, que surge algumas horas após a exposição e se torna recorrente quando a exposição é repetida. Os sintomas são tosse com pouca expectoração e dispnéia, mialgias, mal-estar, cefaléia, febre com calafrios e sudorese. Estes sintomas podem durar dias ou semanas, mesmo após o afastamento da fonte de exposição e na maioria das vezes evoluem para a remissão total. O exame físico pode detectar estertores crepitantes finos nos terços inferiores dos pulmões.

2. Episódios subagudos persistem em alguns indivíduos, manifestando uma evolução insidiosa e prolongada, com sintomas leves intercalados por períodos de exacerbação semelhantes à forma aguda, geralmente desencadeados por novas exposições aos antígenos.

3. As manifestações crônicas são decorrência da repetição dos quadros agudos e sub-agudos, levando à fibrose pulmonar difusa, com seu quadro clínico característico de dispnéia, estertores crepitantes nos terços inferiores dos pulmões e hipocratismo digital. Tardamente a fibrose pulmonar induz à insuficiência respiratória crônica, ao "cor pulmonale" e ao óbito. A importância do diagnóstico precoce reside na prevenção das complicações, pois o afastamento precoce do indivíduo da fonte de exposição evita a evolução para fibrose pulmonar extensa.

A radiografia de tórax mostra na fase aguda um infiltrado pulmonar de padrão alveolar que predomina nas metades superiores dos pulmões e que regride dentro de dias ou semanas. Na fase crônica aparecem fibrose intersticial com faveolamento e retração dos lobos superiores.

A espirometria mostra um padrão restritivo, que pode estar acompanhado por um padrão obstrutivo devido a associação com broncoconstrição aguda.. As reduções do VEF1 e da CV podem ser retardadas, ocorrendo 6 a 8 horas após a exposição, ou serem bifásicas (LEVY & FINK, 1985). Pode haver um aumento do gradiente alvéolo-arterial, comprovada pelo teste de difusão do CO e uma diminuição da complacência pulmonar (PEPYS, 1987).

A dosagem de precipitinas séricas contra os Actinomicetos está elevada em quase todos os indivíduos na fase aguda. Como foram encontrados testes positivos em 17 a 18% dos indivíduos expostos assintomáticos, a presença de precipitina sérica positiva

não confirma a doença. A dosagem de precipitinas séricas pode diminuir abruptamente com o afastamento do indivíduo da exposição.

Os testes cutâneos evidenciam reação imediata tipo I aos antígenos de *M. faeni* em 75% dos trabalhadores rurais com a síndrome e em 79% dos normais (FREEDMAN et al., 1981). Uma reação tardia do tipo III foi observada em todos os indivíduos com alveolite alérgica e em indivíduos normais com precipitinas positivas (PEPYS, 1987). Os testes cutâneos aos antígenos mais comuns são negativos na maioria dos indivíduos com alveolite alérgica, demonstrando que não há um mecanismo alergênico envolvido. Outros métodos de investigação utilizados são os testes de broncoprovocação específicos e o lavado bronco-alveolar, onde já foi demonstrado um aumento do número de linfócitos T.

Avaliações micológicas realizadas em moinhos e celeiros em áreas rurais da Escócia demonstrou que as concentrações de esporos de Actinomicetes termofílicos eram mais elevadas em locais onde havia casos conhecidos de alveolite alérgica extrínseca. O teste de imunodifusão com 3 bandas positivas aos extratos de *Micropolyspora faeni* foram encontrados nos trabalhadores com manifestações clínicas mais severas (WARDROP, 1977).

A sensibilidade da imunodifusão como critério diagnóstico da alveolite alérgica é muito variável (GRANT et al., 1972; WARDROP et al., 1977). Um teste positivo indica tão somente sensibilização ao antígeno, acompanhada ou não de doença e por outro lado até 30% dos indivíduos normais apresentam com teste positivo (WARDROP et al., 1977; CORNIER & BELANGER, 1989).

Com o uso da imunofluorescência a sensibilidade aumentou significativamente para 91%. Através da técnica de imunofluorescência foram encontrados imunocomplexos em fragmentos de biópsia pulmonar mas que não eram acompanhados de vasculite, como era de se esperar na reação tipo III. Os Actinomicetes termofílicos podem ativar a via alternativa do complemento, induzindo à formação de fatores quimiotáticos e de ativação dos macrófagos alveolares. Existem também evidências que uma reação de hipersensibilidade tipo IV, mediada por linfócitos, devido à formação de infiltrado de macrófagos e linfócitos nos espaços alveolares e interstício e também granulomas não caseosos lembrando a reação de hipersensibilidade tuberculínica. A análise do lavado bronco-alveolar em indivíduos com alveolite alérgica revelou uma predominância de linfócitos T (LEVY & FINK, 1985).

Conclui-se que a patogenia da alveolite está associada a vários mecanismos, sendo necessário o desenvolvimento de novas pesquisas para que seja mais bem esclarecido.

1.2.4. A "febre dos grãos" (grain fever).

A febre dos grãos, livremente traduzida aqui do inglês "grain fever" se manifesta durante ou logo após a exposição maciça à poeira de cereais. O indivíduo apresenta inicialmente tosse seca ou pouco produtiva, rubor facial, cefaléia, sensação de constrição torácica e dispnéia. Posteriormente surgem mal-estar geral, hipertermia, calafrios e mialgias. O hemograma pode apresentar leucocitose. O quadro é episódico e não durando mais do que 24 horas. Alguns trabalhadores ficam sintomáticos logo após o retorno ao trabalho depois de um longo período de afastamento.

A febre dos grãos geralmente não é acompanhada de infiltrações pulmonares como acontece na alveolite alérgica extrínseca. Os seus sintomas são também mais brandos e menos duradouros. A alveolite está comumente associada a grãos contaminados por fungos, mas esta condição ambiental já não é necessária para o aparecimento da febre dos grãos. A et al. prevalência desta síndrome em estudos transversais variou de 6 a 32% (CHAN-YEUNG, 1977; DO PICO et al., 1982).

O mecanismo fisiopatogênico é ainda pouco conhecido. Alguns sugerem que possa, à semelhança da alveolite, ser desencadeado por uma reação de hipersensibilidade tipo III provocada por alergenios presentes na poeira inalada (COTTON et al., 1978). Esta hipótese, no entanto, não foi comprovada por um estudo (DO PICO et al., 1982), que não mostrou correlação entre a história clínica compatível e a presença de precipitinas séricas positivas para fungos e constituintes da poeira de grãos no soro de sintomáticos. Não foram também encontradas evidências de ativação da fixação do complemento, ou de alterações no teste de difusão.

A possibilidade da febre dos grãos não ser uma reação imunológica é reforçada pelo fato de se manifestar em indivíduos sem história prévia de exposição à poeira. Além disso o surgimento e a intensidade do episódio é proporcional ao nível de concentração da poeira, ou seja, é dose-dependente.

Dennis em 1973 propôs que essa reação fosse determinada pela inalação de micotoxinas, que são metabólitos eliminados por fungos que colonizam os grãos de cereal (BECKLAKE, 1980). O quadro clínico de micotoxicose ocorre após a exposição maciça a esporos de fungos e é semelhante aquele apresentado pelo paciente com alveolite alérgica, com a ausência das manifestações radiológicas. O estudo anátomo-patológico de necrópsia do pulmão de um indivíduo com suspeita de micotoxicose evidenciou a presença de fungos do gênero *Penicillium*.

Outros autores consideram que as reações febris sejam secundárias à inalação de endotoxinas bacterianas detectadas na poeira de grãos as quais estimulariam a liberação de substâncias vasoativas como a histamina (PERNIS et al., 1971; OLENCHOCK, 1980; DUTKIEWICZ et al., 1985). A liberação da histamina poderia ser também desencadeada por fragmentos da própria poeira dos grãos através da estimulação das células pulmonares (DO PICO et al., 1982). Estes quadros febris seriam possivelmente a manifestação clínica de uma reação tóxica associada a uma reação de hipersensibilidade.

1.2.5. Outras manifestações clínicas agudas.

A ação irritativa ou alergênica da poeira de cereais se manifesta também sobre a superfície da pele e mucosas nasais e oculares.

O efeito mais observado sobre a pele é a **dermatite eczematosa de contato**. Este tipo de reação cutânea corresponde a 75% das dermatoses ocupacionais em geral (NIOSH, 1977). Queixas de prurido cutâneo relacionado com a exposição à poeira de grãos foram encontrados em 51% de uma série de 1954 indivíduos avaliados nos anos de 1978 e 1979 (HOGAN et al., 1986). Em uma série mais recente, de 796 trabalhadores avaliados por estes mesmos autores em 1985, havia uma prevalência de prurido após a exposição em 95 % dos indivíduos, principalmente durante a manipulação da aveia e da cevada. Em 13,1% o prurido era acompanhado de rubor cutâneo, que em 65 % dos casos foi transitório, durando menos do que um dia.

Sintomas sugestivos de **conjuntivite** (ardência ocular e lacrimejamento), **rinite** (prurido, corrimento e obstrução nasais) e **irritação da orofaringe** (“secura na garganta”) também foram relatados em diversas séries, sendo talvez os sintomas mais comumente associados à poeira de grãos.

Conjuntivite associada à exposição foi referida em estudos transversais por 21% (WILLIAM et al., 1964) a 78 % (DO PICO et al., 1984) dos indivíduos avaliados. Já os sintomas próprios de rinite foram identificados em 64% (DO PICO, 1980) a 79% (DO PICO et al., 1984) dos trabalhadores expostos.

1.2.6. Doença broncopulmonar obstrutiva crônica (DPOC)

Estudos prospectivos de indivíduos com bronquite crônica evidenciam que essa população de risco chega a atingir taxa de mortalidade próximas a 50% em cinco anos (BURROWS & EARLE, 1969).

A doença broncopulmonar obstrutiva crônica (DPOC) de origem ocupacional se desenvolve quando existe uma exposição a concentrações elevadas de certos contaminantes inaláveis no ambiente durante um período de tempo prolongado. As suas manifestações clínicas inicialmente são pouco evidentes devido à forma de evolução lenta e insidiosa. Com frequência é detectada em fase tardia, quando o grau das lesões já é avançado ou as alterações funcionais já são irreversíveis. Os sinais e sintomas de DPOC muitas vezes não são associados com a exposição ocupacional porque o quadro clínico se confunde com o estágio avançado de pneumopatias não ocupacionais.

A susceptibilidade individual para adquirir estas pneumopatias ocupacionais está relacionada a múltiplos fatores ainda pouco conhecidos (SCHILLING, 1980).

Diversos estudos transversais controlados demonstraram que a prevalência de tosse crônica e expectoração, sintomas característicos da bronquite crônica, é maior em trabalhadores de grãos do que em indivíduos não expostos com os mesmos hábitos tabágicos. Em 1964 constatou-se a presença de tosse em 35% dos indivíduos trabalhando em silos de pequeno e médio porte, na província de Saskatchewan, Canadá (WILLIAMS, 1964). Alguns anos mais tarde SHERIDAN et al. (1980) encontraram, nesta mesma província, uma prevalência de 38% de tosse em um número maior de trabalhadores. Queixas de tosse foram também freqüentes em trabalhadores de silos de grande porte. SIEMENS et al. (1980) relataram uma prevalência elevada (45%), mas em outras séries esta prevalência variou de 27% (KLEINFELDT, 1968) a 40% (DO PICO et al., 1977; BECKLAKE, 1980). Como 60 a 70% destes indivíduos eram fumantes, a tosse não pode ser atribuída unicamente à poeira de grãos. Nos estudos controlados, os

indivíduos expostos apresentaram a média do VEF1, da CV e do FMEF mais baixos que os controles em todas as categorias de hábito tabágico (CHAN-YEUNG, 1985). Estudos longitudinais controlados, que serão comentados mais adiante, mostraram que a tosse e a expectoração persistem nesses trabalhadores e muitos deles apresentam uma perda anual acelerada da função pulmonar no decorrer dos anos de exposição (CHAN-YEUNG, 1992; BECKLAKE, 1995; BECKLAKE, 1996)

Existem poucos estudos que tenham investigado as alterações patológicas crônicas causadas pela poeira de grãos no sistema respiratório. COHEN & OSGOOD (1953) encontraram alterações compatíveis com bronquite crônica, enfisema e fibrose pulmonar em peças de necrópsia de pulmões de trabalhadores de grãos. No entanto, estes trabalhadores também eram fumantes. FRIBORSKY et al. (1972) após exporem ratos durante dois meses à poeira de cereais, encontraram evidências de ativação macrofágica alveolar e de enfisema pulmonar nesses animais. ARMANIOUS et al. (1982) também observaram uma resposta dos macrófagos alveolares sem evidências de comprometimento do interstício pulmonar em ratos expostos a altas concentrações de poeira de cereais (acima de 1g/cm^3).

Provavelmente a poeira de cereais estimule a proliferação de fagócitos alveolares, aumentando assim a produção de enzimas proteolíticas e provocando enfisema, de uma forma semelhante a que ocorre no tabagismo.

STEPNER et al. (1986) observaram broncopneumonia intersticial granulomatosa com exsudação de células mononucleares em pulmões de coelhos submetidos a concentrações elevadas de poeira durante períodos de até seis meses. Essas alterações surgiram cinco dias após o início da exposição, alcançaram um pico em três semanas, mantendo uma evolução relativamente estável daí em diante.

Os achados são consistentes com os resultados de estudos epidemiológicos em trabalhadores expostos. O tipo histopatológico das lesões e o seu surgimento precoce sugerem que o mecanismo etiopatogênico seja irritativo e não-imunológico. As alterações patológicas observadas nas vias aéreas, alvéolos e interstício em coelhos talvez correspondam às alterações restritivas e obstrutivas da função pulmonar observadas nos estudos epidemiológicos em humanos. A ausência de fibrose nos pulmões dos coelhos ao final de seis meses de exposição sugere que a reação inflamatória seja reversível. A melhora dos sintomas e das provas de função pulmonar após o afastamento dos trabalhadores da exposição à poeira de grãos corrobora tais achados.

Apesar dos estudos experimentais associarem a obstrução das vias aéreas a mecanismo inflamatórios de natureza celular e humoral (imunoglobulina, fixação do complemento), o papel etiopatogênico dessas alterações ainda é incerto, pelo desconhecimento dos componentes da poeira de grãos que sejam toxicamente ativos, sendo talvez as endotoxinas de bactérias gram-negativas os contaminantes mais suspeitos.

1.2.7. Fatores preditivos e fatores de confusão

O prognóstico desfavorável apresentado pela doença broncopulmonar obstrutiva crônica justifica as tentativas para identificar seus fatores agravantes e preditivos.

Alguns fatores que determinam comprometimento das vias respiratórias podem intervir ou agravar as doenças associadas à poeira de grãos.

O mais importante deles é o **hábito tabágico**. Conforme foi comentado anteriormente, os efeitos combinados do tabagismo e da poeira de grãos podem ser

aditivos para alguns autores (CHAN-YEUNG et al., 1980; DO PICO et al., 1984) ou sinérgicos na opinião de outros (DOSMAN et al., 1977), no que diz respeito à diminuição da função pulmonar.

Os valores médios das variáveis espirométricas apresentam diferença significativa quando se comparam grupos de fumantes e não-fumantes (TOCKMAN et al., 1976). Devido à dose cumulativa da exposição, essas diferenças se acentuam com a idade e o dos indivíduos, causando alterações irreversíveis na função pulmonar dos fumantes.

SHERIDAN et al. (1980) estudando a relação entre tabagismo e exposição à poeira de grãos em 1.066 trabalhadores selecionaram nessa população dois grupos: um com menos de 10 anos de exposição à poeira e o outro com mais de 20 anos. Entre os não fumantes dos dois grupos não havia diferenças nas variáveis espirométricas, entretanto esta diferença foi significativa entre os trabalhadores fumantes.

DOSMAN et al. (1977) comparou os resultados do FMEF desses 1.066 trabalhadores com os de controles fumantes, fazendo um pareamento do tempo de exposição com a idade dos não-expostos. Concluiu que os expostos não-fumantes apresentavam um declínio do FMEF em função do tempo semelhante àquele apresentado pelos fumantes não-expostos, evidenciando que existe um efeito equivalente desses dois fatores quanto à função respiratória. Os fumantes expostos apresentaram um declínio muito acentuado do FMEF, que era superior ao efeito aditivo dos dois fatores. Segundo McFADDEN & LINDEN (1972), o FMEF é uma variável espirométrica sensível às alterações de pequenas vias aéreas, podendo assim detectar a doença obstrutiva em uma fase precoce (DOSMAN et al., 1977).

A prevalência de **atopia** em trabalhadores expostos à poeira de grãos foi menor do que aquela encontrada em um grupo controle (GRZYBOWSKY, 1980). Uma explicação plausível para este achado é que provavelmente existiu um processo de autoseleção no grupo exposto, devido à tendência dos trabalhadores atópicos abandonarem precocemente o emprego na poeira por não suportarem a severidade dos sintomas desencadeados pelas reações alérgicas (CHAN-YEUNG, 1980).

Foi encontrada uma prevalência aumentada de atopia entre indivíduos com maior renda familiar (BARBEE et al., (1976). Esse achado poderia invalidar a comparação com um grupo controle com nível de renda mais elevada do que os expostos. Entretanto GRZYBOWSKY (1980) não encontrou diferenças nos níveis de renda entre os dois grupos do estudo controlado que relatou. Num estudo que analisou os fatores preditivos sobre o declínio anual da função pulmonar constatou-se que a presença de atopia não influenciava a taxa de declínio anual da função pulmonar dos trabalhadores de grãos, apesar dos trabalhadores de grãos que eram atópicos terem duas vezes mais chance de apresentarem hiperreatividade brônquica do que os não atópicos (ENARSON et al., 1985). Nesse mesmo relato ficou comprovado que nos expostos a **hiperreatividade brônquica** está associada a atopia, aos sintomas de constrição torácica e dispnéia, ao tempo de exposição e ao nível de VEF1 antes do início do teste de provocação.

A **deficiência de alfa-1-antitripsina** é uma alteração genética determinada por pares de alelos múltiplos cuja manifestação fenotípica é a inibição da enzima proteolítica alfa-1-antitripsina, levando conseqüentemente ao enfisema pulmonar (ERICKSON & LAURELL, 1963).

O tipo homocigótico ZZ exibe uma apresentação clínica característica, de maior gravidade e com pior prognóstico. Existem diversas formas intermediárias em indivíduos heterocigóticos do tipo MZ ou MS, ou homocigóticos SS. Os resultados que avaliam a apresentação clínica destas formas intermediárias em trabalhadores de grãos,

principalmente a MZ, não foram conclusivos. HORNE et al. (1980) avaliaram 1395 trabalhadores de grãos, e encontraram alterações da função pulmonar (diminuição do FMEF) em 43 % dos indivíduos com o fenótipo MZ, sugerindo que esse grupo representa um maior risco para desenvolver obstrução das vias aéreas. CHAN-YEUNG et al.(1992) não confirmou este achado. Dos 1138 indivíduos que avaliou, 8 % tinham o fenótipo MS e 2,7 %, o MZ. A maioria dos demais (88,8 %), apresentavam o fenótipo normal MM. Não foram encontradas diferenças significativa na prevalência de sintomas respiratórios ou nas alterações das provas funcionais entre os três grupos.

1.2.8. A contribuição da pesquisa

A identificação de sinais e sintomas de uma doença ocupacional em um trabalhador é, muitas vezes, a primeira manifestação da existência de risco no ambiente de trabalho. A partir desse caso sentinela se estabelece uma hipótese denexo causal entre o risco e a doença, sendo necessário verificar se outros trabalhadores no mesmo local não foram também atingidos (SCHILLING, 1980). Entra em cena então o **inquérito epidemiológico**.

A validade de uma pesquisa epidemiológica depende do seu delineamento, arcabouço sobre o qual se sustentam as hipóteses formuladas durante a fase de planejamento.

No caso da exposição a poeira de grãos, a hipótese inicial é que haja uma associação entre a inalação de poeira e os efeitos clínicos observados. Outros fatores que também causam efeitos semelhantes, como o fumo e as doenças respiratórias prévias, devem ser controlados.

As pesquisas realizadas com esse intuito em trabalhadores de grãos podem ser genericamente classificadas como:

1. Estudos clínicos de indivíduos expostos
2. Estudos experimentais controlados, realizados em animais ou "in vitro".
3. Estudos epidemiológicos

Os **estudos clínicos** pesquisam cada indivíduo exposto para elucidar os mecanismos fisiopatogênicos envolvidos ou identificar componentes específicos da poeira que sejam responsáveis pelas manifestações clínicas ou alterações funcionais observadas (BECKLAKE, 1980).

As **investigações epidemiológicas** realizadas em populações expostas a poeira de grãos riscos ocupacionais geralmente procuram testar hipóteses formuladas nos estudos clínicos.As observações clínicas de um relato de caso são o ponto de partida para supor a associação entre o fator de risco e o efeito observado.

Nos estudos epidemiológicos o “diagnóstico” é expresso através de indicadores de prevalência ou de incidência que exigem uma padronização na aplicação e na interpretação dos testes aplicados.

A amostra da população em risco escolhida em um estudo epidemiológico deve apresentar características semelhantes às da população alvo. Quando o propósito do estudo é inferir sobre a prevalência dos efeitos da exposição ocupacional em trabalhadores de grãos, os indivíduos selecionados para a amostra devem ter as características que os identifiquem como representantes do total dos trabalhadores envolvidos nessa atividade.

O método epidemiológico e a análise estatística são os instrumentos por excelência para determinar os efeitos do risco ambiental em populações humanas por

permitir o controle de fatores de confusão. Para isso os objetivos do estudo devem ser precisos, utilizar critérios operacionais mensuráveis, preferencialmente acompanhados de dados ambientais confiáveis e contemporâneos ao estudo (Mc DONALD, 1981).

Os estudos epidemiológicos são delineados como **estudos transversais** quando determinam a prevalência de sinais e sintomas e de alterações de função pulmonar em indivíduos expostos num determinado ponto no tempo. A comparação a um grupo de indivíduos não expostos ou minimamente expostos ao fator de risco auxilia na interpretação dos resultados.

A repetição de um estudo transversal sobre a mesma população em um outro momento posterior caracteriza o **estudo longitudinal**, possibilitando o acompanhamento de uma coorte de indivíduos ao longo do tempo. Nessa situação, o próprio indivíduo é seu controle, o que evita os erros de seleção e de confusão comuns em estudos transversais controlados. Os estudos longitudinais têm a desvantagem de serem bastante prolongados, e muito dispendiosos. Além disso, é freqüente a perda de indivíduos da coorte durante o seu seguimento.

Quando o estudo longitudinal avalia as alterações de função pulmonar, é necessário um intervalo de pelo menos **5 anos** entre um corte transversal e outro para que se observe um declínio sensível das variáveis espirométricas. Este seria o intervalo de tempo mínimo necessário para que não se confundissem os efeitos causados pela exposição sobre a função pulmonar e o declínio normal dos fluxos pulmonares determinado pela idade (ENARSON et al., 1985).

As informações epidemiológicas, bem como os dados ambientais, fornecem subsídios importantes para a implementação ou a implantação de medidas de controle dos fatos de risco.

Essas observações são muitas vezes corroboradas por **estudos experimentais** em animais ou "in vitro", que investigam os mecanismos inflamatórios ou imunológicos envolvidos nos efeitos causados. Os estudos experimentais auxiliam também na determinação de limites de tolerância biológicos e ambientais dos contaminantes em estudo.

O atual conhecimento dos problemas de saúde trazidos pela exposição à poeira dos grãos ainda mostra diversas lacunas a serem preenchidas na medida que as pesquisas evoluírem.

Os vários pesquisadores envolvidos buscaram e ainda buscam respostas às seguintes questões:

Quais são os mecanismos patogênicos das várias síndromes clínicas associadas à poeira de grãos?

Qual é o limite de concentração segura para que diminua o risco de doenças para os indivíduos expostos?

Até que ponto a obstrução aguda manifestada por alguns trabalhadores é um fator preditivo de um declínio mais acentuado da função pulmonar nesse grupo?

A exposição prolongada à poeira de grãos pode levar ao enfisema pulmonar?

Quais os componentes da poeira de grãos que são nocivos para o sistema respiratório?

Existem fatores individuais, excluindo-se o fumo, que predisponham um trabalhador a desenvolver as síndromes associadas à poeira dos grãos?

1.3. Investigação das doenças respiratórias ocupacionais

1.3.1. Processos de rastreamento e vigilância dos efeitos da exposição

Antes da utilização do raios-x como método diagnóstico, a observação clínica de sinais e sintomas respiratórios era o único meio disponível para identificar as doenças pulmonares ocupacionais (CLENDENING, 1960).

O termo pneumoconiose criado por Zenker em 1866 designa hoje as doenças pulmonares ocupacionais “clássicas”, decorrentes da inalação de poeiras inanimadas que ficam retidas no parênquima pulmonar e causam uma reação patológica (MENDES, 1978).

O conceito de doença pulmonar ocupacional se ampliou quando surgiram novos processos industriais que introduziram novos contaminantes nos locais de trabalho. Atualmente o termo "pneumopatias ocupacionais" designa as doenças respiratórias secundárias à inalação de gases e poeiras presentes nos ambientes de trabalho, abrangendo, além das pneumoconioses, as patologias respiratórias causadas por poeiras orgânicas ou vegetais.

O tipo de agressão determinado pelas poeiras vegetais sobre o sistema respiratório exigiu um novo enfoque tanto na investigação clínica como na avaliação epidemiológica de trabalhadores expostos pois determinam reações patológicas distintas da poeira mineral. Comprometem predominantemente as vias aéreas e menos o parênquima pulmonar, com exceção da alveolite alérgica extrínseca. A asma ocupacional, a bronquite crônica e a hiperreatividade brônquica inespecífica são manifestações clínicas desencadeadas por poeiras vegetais e que não possuem uma apresentação radiológica específica.

SCHILLING e MCKERROW (1958) ao avaliarem indivíduos expostos a poeira de algodão introduziram a realização da prova funcional respiratória antes e depois da jornada de trabalho). A partir de então o emprego das provas de função pulmonar em avaliações de massa comprovou que as poeiras orgânicas causavam doença obstrutiva aguda e crônica (GANDEVIA, 1981).

O caráter inespecífico dos sintomas e das alterações funcionais dificultam a identificação donexo causal em indivíduos isolados. A prevalência dos sintomas em grupos expostos é um indicador que discrimina melhor esta relação de causa-efeito, principalmente em estudos epidemiológicos controlados (GANDEVIA, 1981).

O método epidemiológico empregado em grandes populações exigiu a busca de instrumentos de investigação de baixo custo, confiáveis e práticos. Desde que padronizados esses instrumentos permitem o rastreamento (screening) e o diagnóstico precoce de novos casos de doenças ocupacionais e ambientais. Servem também como porta de entrada para alimentar bancos de dados de programas de vigilância (surveillance) epidemiológica (WAGNER, 1996)

Os métodos de investigação que empregamos no estudo epidemiológico de trabalhadores de grãos do Rio Grande do Sul são instrumentos básicos para a coleta de dados. Esses instrumentos foram padronizados e testados exaustivamente antes de sua aplicação, para expressarem de maneira fidedigna os achados na população em estudo.

1.3.2. O questionário de sintomas respiratórios.

Os questionários de sintomas respiratórios foram criados diante da necessidade de padronização para a coleta de dados epidemiológicos, embora também sirvam para a investigação de casos individuais. Os questionários utilizam uma metodologia única que

segue critérios bem definidos e permite com facilidade a tabulação dos resultados e a sua comparação com outros estudos semelhantes.

O questionário de sintomas respiratórios é comumente utilizado para definir indicadores epidemiológicos de doenças respiratórias crônicas. Constitui-se principalmente por, o que facilita a sua tabulação posterior. A padronização através de perguntas “fechadas” admitindo respostas binárias, do tipo "sim" e "não", contorna eventuais aspectos subjetivos que sejam introduzidos pelo entrevistado e entrevistador e diminui a variabilidade entre diversos entrevistadores, ou do mesmo entrevistador em diferentes momentos (FLETCHER, 1960). Em estudos com múltiplas variáveis ou com amostras relativamente grandes permite criar uma base de dados, grandando variáveis passíveis de serem analisadas estatisticamente (LEBOWITZ, & BURROWS, 1981).

O primeiro questionário de sintomas respiratórios foi organizado em 1959 pelo Conselho Britânico (BMRC) para investigar a população inglesa depois do nefasto episódio de poluição atmosférica ocorrida em Londres em dezembro de 1954. Naquela ocasião as autoridades de saúde pública não conseguiram avaliar adequadamente a brusca elevação da morbidade e mortalidade por doenças cardiorrespiratórias por não haver esse instrumento padronizado. Mais tarde

O questionário do Conselho Britânico serviu de modelo para a elaboração de outros questionários padronizados em que foram desenvolvidas perguntas relativas a hábito tabágico, história familiar e história ocupacional. O National Heart and Lung Institute (NHLI) dos E.U.A. através da Sociedade Torácica Americana (ATS) promoveu também a elaboração de um questionário cuja versão mais conhecida, o ATS-DLD-78, da (FERRIS, 1978) é utilizado internacionalmente (HELSING, 1979) e que foi adotado por nós no estudo epidemiológico descrito mais adiante.

Um estudo testando a reprodutibilidade desses dois questionários, o MRC e o ATS, mostrou pouca variabilidade das respostas entre os mesmos (LEBOWITZ, 1981). Entretanto, para o mesmo questionário, foi identificada uma variabilidade individual nas respostas em função do tempo. Se o intervalo de tempo entre duas entrevistas aplicadas ao mesmo indivíduo pelo mesmo entrevistador for maior do que um ano, a variabilidade nas respostas pode chegar a 25%. Variava também a precisão das respostas em função do entrevistador que aplicava o questionário (LEBOWITZ, 1981).

Segundo as normas da ATS o entrevistador deve ser devidamente treinado antes de aplicar questionários, estar bem familiarizado com as perguntas e entendê-las claramente.(BOEHLECKE & MERCHANT, 1981).

As modificações semânticas introduzidas pela tradução para um outro idioma podem alterar sensivelmente o conteúdo das perguntas e também comprometer a precisão do instrumento. No Brasil, RAMOS (1983) testou um questionário de sintomas respiratórios que foi aplicado na população de Ribeirão Preto, SP. Posteriormente, NUNES de AGUIAR et al. (1988) testaram a validade de uma versão para o português do questionário da ATS- DLD, obtendo uma confiabilidade de 92,7 %.

Fatores culturais, sócio-econômicos e individuais determinam uma variabilidade nas respostas, comprometendo assim a reprodutibilidade dos questionários. A negação da doença, o temor de ser considerado inapto para o trabalho e ficar desempregado podem levar à omissão ou minimização dos sintomas. Por outro lado, os ganhos secundários que o indivíduo espera receber com a doença podem causar efeito contrário, motivando o exagero dos sintomas alegados. O sintomático respiratório diante de um entrevistador que ele identifique como um profissional de saúde pode aumentar seus sintomas para receber a orientação ou o tratamento de que necessita.

1.3.3. A espirometria

A utilização diagnóstica de um teste apresenta vantagens e desvantagens que devem ser consideradas no planejamento que antecede a sua aplicação. A escolha do teste mais adequado é determinada pelos objetivos do estudo e pelos recursos disponíveis.

O teste de função pulmonar ideal é aquele que acumula atributos como precisão, sensibilidade, baixo custo operacional e fácil utilização no local de trabalho. Quanto ao seu poder de resolução diagnóstica deve detectar e medir o mais precocemente possível as alterações funcionais respiratórias (GARDNER, 1981). Até o momento a espirometria ainda é o teste que melhor preenche estas condições.

A espirometria utiliza parâmetros com sensibilidade para detectar de forma satisfatória a doença de pequenas vias aéreas, embora não consiga fazê-lo em estágio tão precoce como alguns outros testes. A interpretação da curva expiratória forçada permite também diferenciar criteriosamente a doença restritiva da doença obstrutiva. O tempo necessário para a realização da curva expiratória é mínimo, facilitando a sua utilização em avaliações de massa e o seu custo de manutenção é baixo devido à simplicidade de seu funcionamento. O uso de espirômetros em estudos epidemiológicos exige a utilização de aparelhos válidos, confiáveis, precisos e sensíveis (GARDNER, 1980) pois a exposição ocupacional ou o tabagismo provocam inicialmente alterações que são sutis e pouco evidentes clinicamente. A American Thoracic Society regulamentou normas de manutenção e calibração dos espirômetros e manter a sensibilidade e reproducibilidade dos resultados (ATS, 1987) e evitar erros sistemáticos de aferição dos resultados. Padrões quanto ao treinamento do técnico que realiza o exame, bem como nos procedimentos de leitura e interpretação do teste também são preconizadas pela ATS e adotados internacionalmente (ATS, 1987).

São necessários pelo menos tres traçados de curvas expiratórias aceitáveis segundo esses critérios sendo que os dois melhores traçados dos tres realizados não devem variar mais do que 5% (ou 100 ml) do maior valor registrado (ZAMEL, 1983).

As principais variáveis de função respiratória definidas pela espirometria são:

A capacidade vital forçada (CVF), que é o máximo volume de ar expirado através de uma manobra realizada com o máximo de esforço partindo de um ponto de inspiração máxima. Sua unidade de medida é o litro (l).

O volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), que é o volume de ar expirado durante o primeiro segundo de realização da manobra expiratória forçada. Sua unidade de medida também é o litro (l).

O fluxo médio expiratório forçado (FMEF), que é o fluxo obtido no intervalo de tempo correspondente aos dois quartos médios da curva expiratória (entre 25 % e 75 % da capacidade vital). Sua unidade e expressa em litros por segundo (l/seg).

A interpretação dos resultados espirométricos é realizada em comparação a valores previstos que são padronizados a partir de estudos populacionais em indivíduos normais.

Os valores de normalidade dos parâmetros espirométricos utilizados com maior frequência são aqueles referenciados por KORY et al. (1961), MORRIS et al. (1971), CRAPO et al. (1981) e KNUDSON et al. (1976) e que consideram como principais variáveis biológicas a idade e a altura. Os critérios também devem ser padronizados quando aplicados à avaliação de grupos populacionais.

Foi estabelecido convencionalmente que os valores "anormais" seriam aqueles abaixo de 80 % do valor normal previsto do VEF₁ e da CVF. Este critério foi contestado por ZAMEL (1983), que sugeriu como alternativa a definição do critério de normalidade a partir da equação de regressão destes parâmetros em função da idade. Segundo este método um indivíduo apresentaria um VEF₁ ou uma CV anormais quando os mesmos se localizassem em um ponto abaixo de 1 desvio padrão do valor médio previsto para a sua idade e altura. Assim sendo se considera que 95 % da população em geral se situe dentro da faixa de normalidade.

A espirometria é um instrumentos de valor incontestável para detectar alterações respiratórias agudas ou crônicas em determinadas etapas da doença evolutiva, mas é insuficiente a sua precisão para diagnosticar as alterações funcionais em uma fase precoce em que existia um grau considerável de obstrução de pequenas vias aéreas. A participação das pequenas vias aéreas na resistência ao fluxo respiratório é muito pequena, porque possuem uma área de corte transversal muito maior do que as vias aéreas de grande calibre. Como as pequenas vias aéreas podem apresentar um grau acentuado de obstrução, sem alterar o VEF₁ (INGRAM & Mc FADDEN, 1981), são chamadas genericamente de "zona silenciosa" do pulmão. Algumas técnicas de avaliação funcional são mais sensíveis que a espirometria (CHERNIACK, 1979; ZAMEL, 1980) para detectarem distúrbios ventilatórios nessa fase inicial, como os métodos de diluição gasosa, mas não serão discutidos nem abordados nesse trabalho. A complexidade e o custo desses métodos tornam inviáveis a sua aplicação em avaliações de massa ou em pesquisas de campo,.

Diversos estudos epidemiológicos em trabalhadores de cereais utilizam os questionários e a espirometria.

Programas para a prevenção secundária das pneumopatias ocupacionais utilizando os tres instrumentos básicos de avaliação (questionário, espirometria e raio-x de tórax) deveriam ser implantados de forma sistemática e continuada para o monitoramento das populações de risco.

1.3.4. O Raio-x de tórax e outros testes diagnósticos.

O questionário de sintomas respiratórios e a espirometria mereceram uma discussão detalhada porque foram os instrumentos utilizados no estudo epidemiológico que descreveremos a seguir.

Vejamos, embora brevemente, de que forma outros métodos diagnósticos contribuem na investigação destas pneumopatias.

A **radiografia de tórax** é um método de baixo rendimento para diagnosticar as pneumopatias por poeira vegetal, uma vez que estas se manifestam predominantemente através de alterações que não possuem sinais radiológicos específicos.

Na série de SMITH et al. (1941), 2,3 % dos trabalhadores de cereais apresentavam fibrose pulmonar, enquanto SKOULAS et al. (1964) encontrou esta alteração em 4 % dos casos investigados (BRAIN & MOSIER, 1980). Em um recenseamento torácico realizado em 1969 e que incluiu mais de 1500 trabalhadores de cereais em Alberta, Canadá, as anormalidades radiológicas encontradas foram inespecíficas e provavelmente não relacionadas com a exposição, incluindo 5 casos de resíduo pleural e 43 com aumento da área cardíaca (SIEMENS et al., 1980). Em outros estudos realizados posteriormente não foram encontradas alterações radiológicas que se relacionassem com a exposição (DO PICO et al., 1977).

O teste de broncoprovocação ou os testes imunológicos tem adquirido importância cada vez maior no estudo etiopatogênico das pneumopatias por poeira orgânica.. Os testes imunológicos utilizados com mais frequência na investigação de antígenos específicos dos contaminantes inalados são os testes cutâneos e as avaliações qualitativas de anticorpos específicos, como o teste de imuno- difusão e o RAST (Radioallergosorbent test). Determinam a presença de reações de hipersensibilidade imediata (tipo I, da classificação de Gell & Coombs) ou tardia (tipo III). A reação de hipersensibilidade retardada (tipo IV) é comprovada através de testes cutâneos e pela dosagem de linfocinas em linfócitos cultivados (WILSON et al., 1981).

Não entraremos em detalhes quanto à metodologia e o valor diagnóstico dos testes imunológicos, uma vez que a tentativa de aplicarmos os mesmos no estudo epidemiológico foi frustrada. Alguns autores abordam o assunto com propriedade (HENDRIK, 1975; PEPYS & HUTCHCROFT, 1980; WILSON et al., 1981).

II. ESTUDO AMBIENTAL DE SILOS E ARMAZENS NO RIO GRANDE DO SUL

2.1. Objetivos

Para manter a qualidade do ar no ambiente interno de uma unidade de armazenagem de grãos devem ser instituídas medidas de controle para reduzir os níveis de concentração de poeira e evitar a contaminação microbiológica da massa de grãos.

A eliminação ou redução dos fatores de risco ambiental se constituem na chamada prevenção primária das doenças ocupacionais. Antes da implantação das medidas de controle, duas etapas fundamentais são o reconhecimento e a avaliação do risco no ambiente. Esse modelo segue um princípio básico da Higiene Ocupacional e foi adotada como estratégia para delinear o estudo ambiental desenvolvido nos silos da CESA, o qual será descrito a seguir.

Na fase de elaboração do projeto planejava-se realizar um estudo dose-resposta que associasse os dados da avaliação ambiental com os resultados obtidos no estudo epidemiológico. Esse propósito inicial não foi viável devido à limitação de recursos que não possibilitou a realização de um número suficiente de amostras de poeira inalável. O estudo limitou-se então a uma descrição do perfil de exposição a poeira representado por um ponto ou área de trabalho de risco elevado a ser caracterizado na fase de observação dos processos de armazenagem.

A partir desse novo propósito definiram-se os seguintes objetivos:

Objetivos gerais:

1. Reconhecer as situações de risco ambiental durante o processo de armazenagem no interior de silos de armazenagem
2. Avaliar a intensidade e a natureza da exposição à poeira de grãos
3. Preconizar medidas para melhorar a qualidade do ambiente de trabalho.

Objetivos específicos

1. Identificar os principais pontos de geração de poeira no processo de armazenagem
2. Escolher o ponto ou área de maior risco para ali realizar as coletas de poeira inalável
3. Avaliar os níveis de concentração de poeira inalável na área de maior risco
4. Identificar as principais espécies de fungos presentes na poeira inalável
5. Gerar informações que permitam implementar de medidas de controle efetivas para reduzir o risco de exposição à poeira

2.2. Materiais e métodos de reconhecimento e avaliação do risco ambiental.

A fase do **reconhecimento do risco** de exposição à poeira durante a atividade da armazenagem dos grãos iniciou com uma visita aos locais de trabalho no interior dos silos. Nessa etapa conhecida pelo termo "walk-through- survey" (GOELZER, 1983) foi realizada uma inspeção preliminar que acompanhou passo a passo todo o processo de armazenagem, visou identificar pontos geradores de poeira, identificar os possíveis contaminantes inaláveis no ambiente, planejar como caracterizá-los do ponto de vista quantitativo e qualitativo e averiguar a presença de outros fatores de risco além da poeira..

Reconhecer os riscos ambientais nas unidades de armazenagem implicou em integrar conhecimentos básicos nas áreas Engenharia Agrônômica, Higiene Ocupacional, Toxicologia e Biologia e empregar a observação do processo de trabalho (WINNER et al., 1981). Essa etapa fornece subsídios para o planejamento da avaliação ambiental propriamente dita.

Essa constatação *in loco* foi acompanhada de uma pesquisa bibliográfica a respeito dos riscos que surgem durante as operações de armazenagem. Os relatos de avaliações ambientais em silos de outros países (FARANT & MOORE, 1980; LACEY, 1980) orientaram na identificação das áreas de geração de poeira nas unidades de armazenagem.

Muitas das informações e conhecimentos adquiridos nessa etapa de pesquisa bibliográfica já foi mencionada nos parágrafos anteriores.

Outra fonte de informação para o entendimento das operações de armazenagem foram os diálogos mantidos durante as visitas aos silos da CESA com engenheiros, chefes de equipe e com os próprios trabalhadores. Esse aprendizado prático das operações de armazenagem auxiliaram na localização das fontes geradoras de poeira. Alguns comentários espontâneos de trabalhadores durante as entrevistas da avaliação clínica levantaram aspectos peculiares da relação entre os trabalhadores e o seu meio. Cita-se de lembrança o exemplo de um trabalhador afirmando que "o trigo produz mais coceira na pele e nos olhos do que outros grãos". A leitura posterior de um artigo científico que confirmava a presença de alérgenos específicos na poeira de trigo (DO PICO et al., 1982) corroborou aquela informação.

Outro relato veio de um capataz empregado em um dos silos visitados. Esse funcionário supervisionava os trabalhadores e criou por conta própria uma forma de selecionar indivíduos ingressando no trabalho em contato com a poeira, submetia-os a um "teste de resistência" logo nos primeiros dias de atividade colocando-os a trabalhar nas áreas transportadoras do sub-solo, onde a quantidade de poeira é tão elevada que a visibilidade fica prejudicada a uma distância de 3 metros! O indivíduo que suportasse por mais de uma semana neste local, segundo os critérios deste capataz, era considerado apto para o trabalho. Posteriormente, consultando a bibliografia (FARANT, 1980), constatamos que no sub-solo existem níveis muito elevados de poeira respirável, devido à dificuldade em manter um sistema de ventilação adequado nesses locais.

Os conhecimentos e a experiência adquiridos durante essa fase de reconhecimento foi importante para a identificação subsequente da dinâmica das operações de armazenagem e para a elição de pontos para efetuar a coleta de poeira inalável.

Cada silo ou armazém que foi visitado apresentava variações quanto a sua estrutura, tipo de cereal processado, operação sendo realizada e condições climáticas.

As **FIGURAS 12, 13 e 14** mostram a aparência externa de alguns silos terminais da rede da CESA que foram visitados durante o estudo ambiental e na investigação epidemiológica que será apresentada mais adiante.

No interior dos silos utilizou-se o registro fotográfico com uma câmara Miranda-D de 35mm para captar a imagem de trabalhadores desempenhando suas atividades.

Na moega do silo conjugado de Cachoeira do Sul foram tiradas fotos no momento em os caminhões descarregavam milho importado (**FIGURA 15**) ou soja recém colhida e ensacada pelo produtor (**FIGURA 16**).

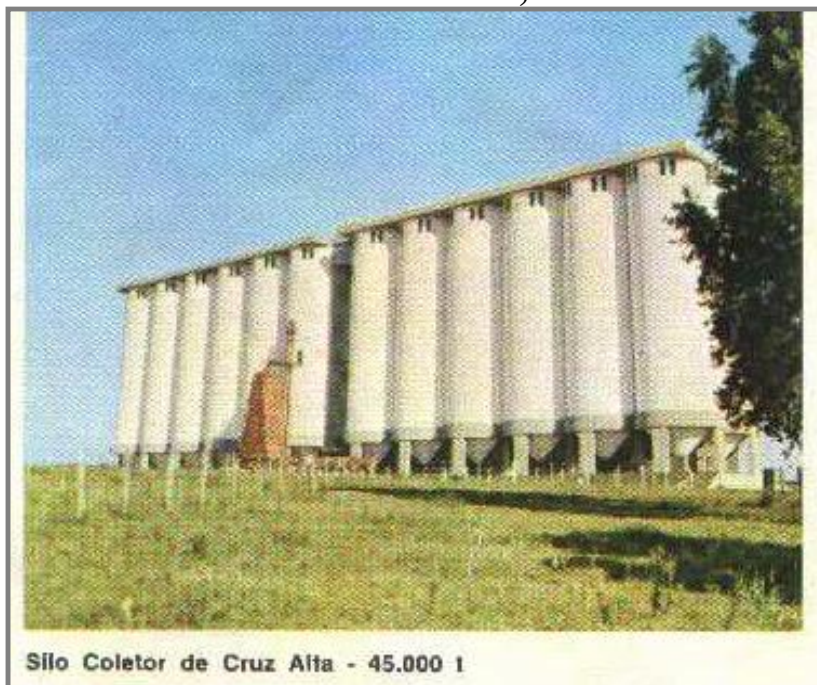
Em detalhe na **FIGURA 17** os grãos de soja são despejados da caçamba do caminhão e passam pela grade do piso da moega para logo depois terem acesso à correia transportadora do subsolo.

Na **FIGURA 18** um operário faz o ensacamento da soja após a operação de limpeza realizada pela peneira que se visualiza ao fundo. A foto da **FIGURA 19** mostra outro operário alimentando o forno de secagem dos grãos com toras de madeira de eucalipto. A transilagem de farelo de soja esta sendo depositada na área de expedição através de uma correia transportadora, conforme mostra a **FIGURA 20**.

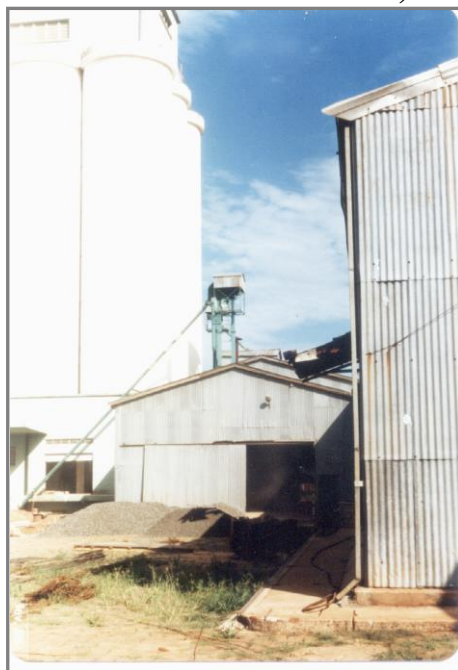
Na **FIGURA 21**, vê-se uma outra correia transportadora em funcionamento em um dos andares superiores do silo de Porto Alegre.

A **FIGURA 22** (obtida no site www.corbis.com) mostra a expedição de grãos de uma unidade de armazenagem para um navio cargueiro.

**FIGURA 12: Silo elevado da CESA
em Cruz Alta, RS**



**FIGURA 13: Silo conjugado da CESA
em Cachoeira do Sul , RS**



**FIGURA 14: Plataforma flutuante do silo portuário da
CESA em Rio Grande , RS**



FIGURA 15: Elevação da caçamba do caminhão para descarga de milho - Cachoeira do Sul, RS

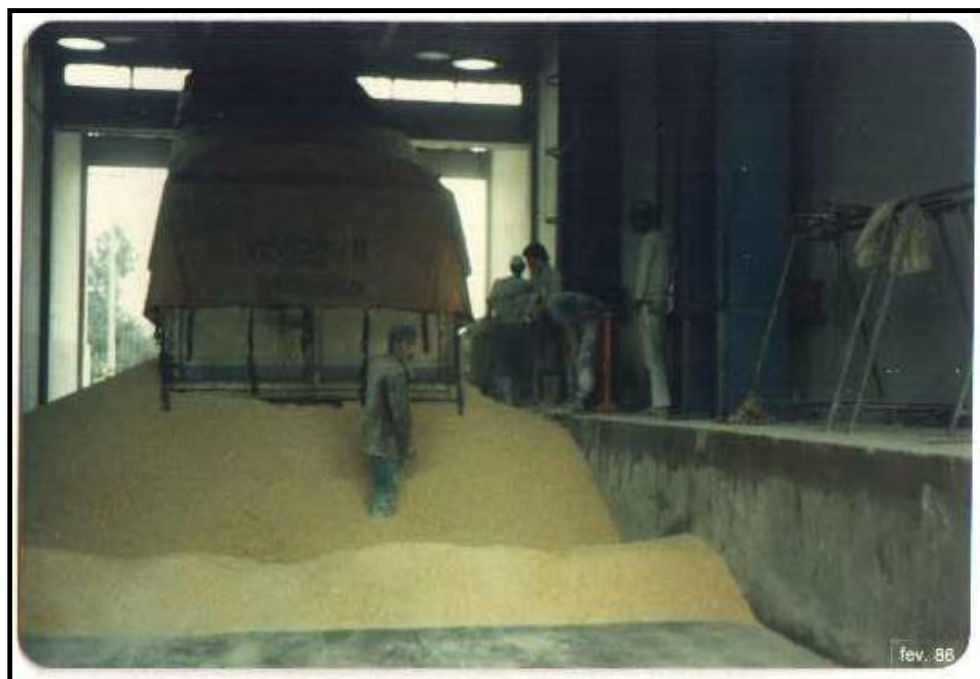


FIGURA 16: Descarga de soja na moega Cachoeira do Sul, RS



**FIGURA 17: Grãos de soja na grade do piso da moega
Cachoeira do Sul, RS**



**FIGURA 18: Ensacando grãos próximo à peneira
Cachoeira do Sul, RS**

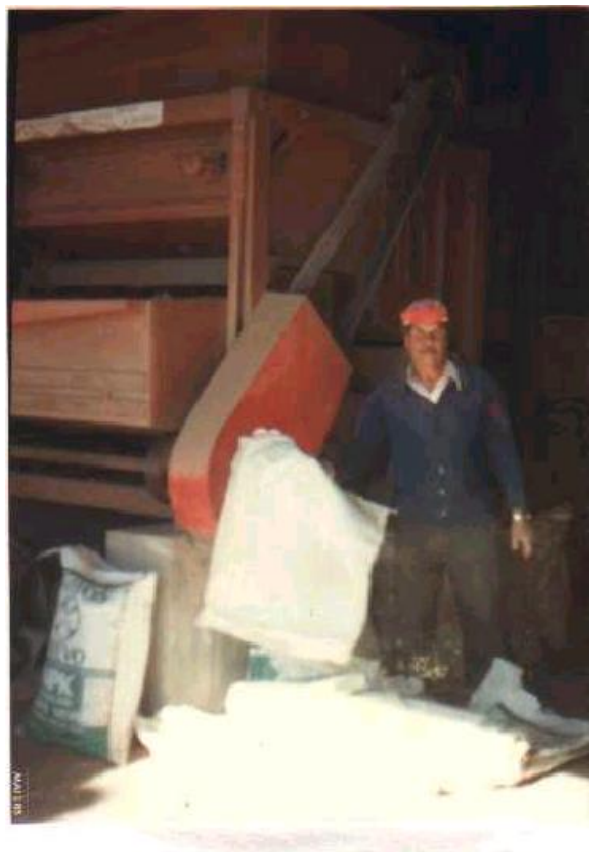
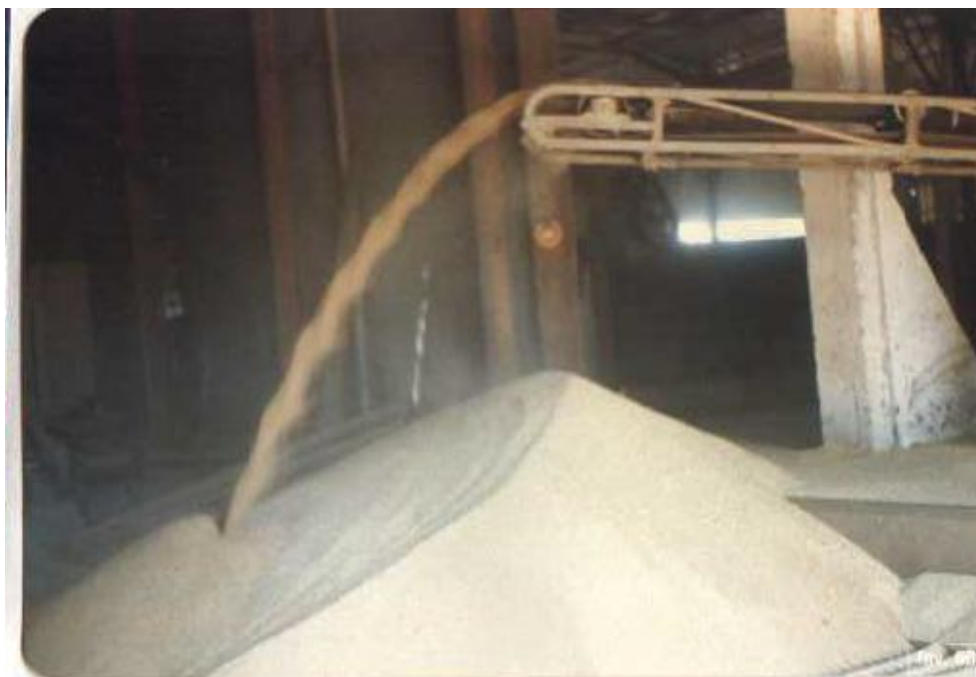


FIGURA 19: operando a fornalha do secador
Cachoeira do Sul



FIGURA 20: Transilagem de farelo de soja
Cachoeira do Sul, RS



**FIGURA 21: Correia transportadora
Porto Alegre, RS**



FIGURA 22: Expedição de grãos para um navio



Fonte: www.corbis.com

Observou-se que as áreas de recebimento (moegas) e de expedição dos cereais produzem grande quantidade de poeira visível no período da safra devido ao movimento intenso de caminhões descarregando. Embora esses locais não costumam ser os que apresentem maior concentração de poeira inalável e total, conforme nos mostra outros estudos ambientais (FARANT & MOORE, 1980), nêles se concentrava um grande número de trabalhadores durante a jornada de trabalho.

Dessa forma as moegas foram escolhidas como principal local das coletas de poeira inalável, em razão da sua representatividade como fonte de exposição para um grande número de indivíduos.

A **avaliação do risco ambiental** é um procedimento fundamental para o planejamento das medidas de controle, pois tem a função de identificar e quantificar o grau de exposição. No entanto as dificuldades operacionais e o custo excessivo impedem que a avaliação ambiental seja aplicada a todas as áreas de risco. Face a essas limitações é necessário definir uma estratégia de avaliação ambiental antes da coleta dos dados, e assim otimizar o método de amostragem e coleta para que os resultados obtidos sejam representativos.

A avaliação quantitativa em nosso caso resumiu-se à coleta de amostras de poeira inalável para então se estabelecer uma média das concentrações de poeira e assim estimar o risco de exposição naquele ponto do local de trabalho. Esses resultados seriam posteriormente comparados com o limite de tolerância específico para a poeira de grãos.

Essas mesmas amostras poderiam ser analisadas através de métodos laboratoriais para identificar características físicas, químicas e biológicas das partículas inaláveis. O teor de sílica, por exemplo, poderia ser dosado pelo método de difração de raio-x ou pela espectrofotometria infravermelha. Entretanto em nosso estudo esses recursos não foram utilizados.

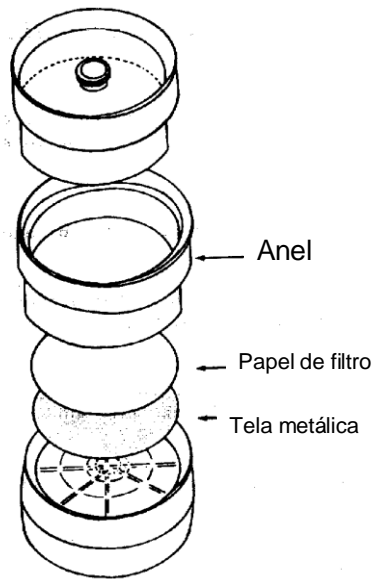
A avaliação ambiental quantitativa foi realizada em 4 silos, visitados durante o período de outubro de 1984 a maio de 1985. Utilizaram-se 2 coletores gravimétricos MSA para a coleta de poeira inalável. A retenção das partículas inaláveis foi realizada através de filtros de membrana de PVC de 37 mm colocados no coletor (**FIGURA 23**) e conectados à bomba de aspiração contínua com um fluxo constante de 1,5 a 2 l/min. Outras informações foram registradas durante a amostragem como o tempo de exposição, as condições climáticas, o tipo de atividade desempenhada e o uso ou não de equipamentos de proteção individual.

Os locais escolhidos preferencialmente como pontos de coleta foram as moegas e as áreas de expedição. Somente uma das amostras foi coletada na balança do terceiro andar de um silo. As coletas foram realizadas no período de safra, quando a movimentação do silo é intensa. Nos momentos de coleta sempre havia um grande número de trabalhadores circulando na área, envolvidos com a operação de recebimento dos grãos. Nenhum deles estava utilizando EPI.

Os coletores foram colocados em pontos fixos, a uma altura correspondente ao nível das vias aéreas dos trabalhadores (**FIGURA 24**). O fluxo de vazão das bombas coletoras foi sempre calibrado antes de cada coleta com o "método da bolha" através do equipamento de calibragem (MSA Gravimetric Pump Calibrator) disponibilizado pelo Serviço Social da Indústria (SESI) de Porto Alegre.

Os filtros da membrana foram pesados antes e após a coleta em balanças de precisão com três decimais de miligrama, na Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (CIENTEC). Duas amostras foram desprezadas por problemas técnicos havidos durante a coleta.

FIGURA 23: Componentes do cassete para coleta de poeira inalável



Fonte: WHO, 1984

FIGURA 24: Coletor gravimétrico em funcionamento durante recebimento de soja em moega – Cachoeira do Sul, RS



Em uma planilha de trabalho foram registrados os dados relativos a cada amostra para facilitar o cálculo posterior das concentrações de poeira inalável.

Para cada uma das amostras foram anotados os seguintes dados: o cereal sendo processado, a data e local da amostra, o horário de início e de término da coleta, a massa do papel de filtro antes e depois da amostragem e o resultado da concentração de poeira.

O procedimento de coleta e análise seguiu uma rotina que foi reproduzida na preparação e leitura de cada amostra, descrita abaixo na sequência cronológica em que era realizada:

1. Pré-pesagem do filtro (m_1) em balança com sensibilidade de 0,01 mg
- 2.. Colocação do filtro no cassete e vedação com banda de celulose.
3. Identificação do cassete através de um número seriado.
4. Registro da massa do papel de filtro na planilha
5. Colocação do cassete em câmara de dessecação com sílica gel durante um período mínimo de 24 horas antes da coleta.
7. Depois da retirada da câmara de dessecação, selagem dos cassetes com pinos de vedação àrta o transporte.
8. Adaptação e ajuste do cassete ao sistema pré-coletor e à bomba de fluxo contínuo.
9. Instalação do amostrador no ponto de coleta escolhido, com o sistema coletor posicionado ao nível das vias aéreas dos trabalhadores na área.
10. Acionamento da bomba com um fluxo constante de 1,5 l/min.
11. O horário de início e o número do cassete eram registrados na planilha.
- 12 Conferência e ajuste do fluxo de vazão a cada 15 minutos durante o período da coleta..
- 13 No término da amostragem, o horário era registrado na planilha, os cassetes retirados do sistema coletor e novamente vedados.
- 14 Os filtros eram retirados dos cassetes somente no momento da pós-pesagem, que era realizada na mesma balança de precisão da pré-coleta, e registrada a massa pós-coleta (m_2) na planilha,
- 15 Calculava-se o volume de ar amostrado (em minutos), através da seguinte fórmula: $V = F \times t$, onde F é o fluxo da bomba e t o tempo de coleta
- 16 Calculava-se o valor da concentração de poeira através da seguinte fórmula: $C = (m_2 - m_1) / V$, onde ($m_2 - m_1$) é a variação de massa apresentada pelo filtro após a coleta.
17. O valor da concentração era finalmente registrado na planilha na coluna correspondente.

A utilização de uma câmara de dessecação e a vedação absoluta do filtro antes e depois da coleta tem por finalidade impedir a absorção de umidade do ambiente pelo papel de filtro, o que aumentaria a sua massa total alterando os resultados de pesagem.

A **avaliação qualitativa** restringiu-se ao estudo micológico das poeiras inalada e total. As amostras foram coletadas nos municípios gaúchos de Cachoeira do Sul, Camaquã, Cruz Alta, Porto Alegre, Erechim, Nova Prata e Garibaldi. Os pontos de coleta escolhidos foram as moegas dos silos, pelos mesmos motivos de escolha deste ponto de coleta para a avaliação quantitativa: o grande número de indivíduos trabalhando na área.

Nessa avaliação foram utilizados dois métodos de coleta: a exposição direta da placa de cultura e a coleta com seleção das partículas em um amostrador microbiológico de Andersen de 6 estágios. O meio de cultura empregado foi o de Saboureaud a 2%.

O primeiro método consistia na exposição da placa de Petri durante 30 minutos ao ar ambiental, de forma que as partículas em deposição ficassem impactadas na superfície do meio de cultura. Depois as placas eram remetidas ao laboratório de microbiologia para cultivo e leitura em 24, 48 e 72 horas.

Na aplicação do segundo método foi utilizado um coletor microbiológico de Andersen de 6 estágios que seleciona e estratifica através da impactação em cascata as partículas inaláveis em faixas de diâmetro aerodinâmico equivalente. O tempo médio de coleta foi de 15 minutos, sendo realizadas tres amostragens, duas no silo de Cachoeira do Sul e uma no silo de Camaquã. O meio de cultivo utilizado em ambos os métodos foi o de Sabouraud a 5%. Após a coleta as placas eram recolhidas e enviadas para a cultura nos laboratórios de microbiologia do Instituto de Pesquisas Biológicas, da Secretaria Estadual da Saúde do Rio Grande do Sul, e no Departamento de Micologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Na pós-coleta as placas de cultura foram analisados nesses laboratórios através de quatro leituras, realizadas 24, 48 e 72 horas e uma semana após a coleta. Durante este período, os meios de cultura foram mantidas em estufa a 37 °C, e a leitura das placas realizadas periodicamente por microbiologistas experientes.

2.3. Resultados.

Avaliação quantitativa. As nove amostras obtidas através da coleta gravimétrica foram realizadas em moegas de silos de Cachoeira do Sul, Camaquã, Cruz Alta e Porto Alegre. O tempo médio de coleta foi de 280 ± 65 min ($4,2 \pm 1,1$ horas) com um fluxo de vazão da bomba mantido constante em 1,5 l/min.

O equipamento foi mantido em um ponto fixo na altura das vias aéreas dos trabalhadores próximo á área de descarga, com o cassete conectado a um sistema pré-coletor, conforme indicado para a coleta de poeira respirável. A média e o desvio padrão da concentração da poeira coletada foram respectivamente, de 1,01 e $\pm 0,55$ mg/m³, sendo o valor mínimo de 0,10 mg/m³ e o máximo de 1,17 mg/m³ (**TABELA 1**).

TABELA 1: Concentrações de poeira inalável na moega obtida através da coleta gravimétrica

Amostra	Local	Cereal	Data	Tempo de coleta	Concentração (mg/m ³)
A	Porto Alegre	trigo	20/10/84	5h	1,16
B	Porto Alegre	trigo	20/10/84	5h	1,83
C	Cruz Alta	soja	11/12/84	3h	0,75
D	Camaquã	arroz	22/03/85	5h	1,70
E	Camaquã	arroz	22/03/85	7h	1,39
F	Cachoeira do Sul	soja	18/05/85	4h 23min	0,98
G	Cachoeira do Sul	milho	18/05/85	4h 26min	0,56
H	Cachoeira do Sul	soja	19/05/85	4h 10min	0,54
I	Cachoeira do Sul	milho	19/05/85	4h	0,21

O limite de tolerância (LT) da poeira de grãos leva em conta o teor de sílica das amostras coletadas. Como na moega é recebido o produto recém vindos da lavoura é provável que misturada a massa de grãos haja resíduos do solo onde existe sílica livre. Lamentavelmente o teor de sílica não foi analisado nessas amostras devido a dificuldades operacionais e ao seu elevado custo financeiro na época..

A American Conference of Governmental and Industrial Hygienists (ACGIH), dos Estados Unidos considerou até 1984 a poeira de grãos como um aerossol sem efeitos biológicos comprovados ("nuisance dust"). Nesses casos, os valores preconizados para o limite de tolerância (LT) seriam de 10 mg/m³ para a poeira inalável total, e de 5 mg/m³ para a poeira respirável (LIAM FINN, 1980). Em publicação mais recente (ACGIH, 1998) esse limite para poeira total foi estabelecido em 4 mg/m³ quando o conteúdo de sílica livre cristalizada da amostra estiver abaixo de 1% ou não conter fibras de asbesto. Caso não preencha esses requisitos, o valor do limite de tolerância deve ser corrigido através da fórmula:

$$LT = 30 / (\text{SiO}_2 + 3)$$

A unidade de medida é expressa em mg/m³, onde %SiO₂ é o percentual de sílica, detectada na amostra através de métodos analíticos como a espectrofotometria infravermelha ou a difração de raio-X.

Para a poeira respirável a fórmula preconizada é:

$$LT = 10 / (\% \text{ Si O}_2 + 2).$$

Conforme esta fórmula, em uma amostra que não contenha sílica, o limite de tolerância previsto para a poeira respirável é de 5 mg/m³. Se considerássemos que as amostras que coletamos não contivessem sílica livre estariam todas abaixo do limite de

tolerância. Entretanto essa possibilidade é pouco provável uma vez que os grãos movimentados vinham da lavoura, contaminados por partículas do solo.

FARANT & MOORE (1980) realizaram 217 amostras de poeira respirável em silos de grande porte que recebiam grãos vindos da lavoura, encontrando um teor de sílica médio de $4,8\% \pm 3,2$.

Se este valor for aplicado à fórmula preconizadas pela ACGIH (LIAM FINN, 1980), teremos que o limite de tolerância (LT) para a poeira respirável será de 1,47 mg/m³. Utilizando-se esse critério somente a amostra B está acima do LT. No entanto essa é somente uma hipótese. A única conclusão que podemos presumir é que os valores de concentração observados são relativamente baixos, provavelmente devido à ventilação natural própria das áreas abertas das moegas.

Avaliação qualitativa. A coleta micológica de poeira através do método de exposição direta evidenciou que os fungos mais encontrados foram os do gênero *Penicillium*, que estavam presentes em todas as amostra em que houve crescimento de colônias (**TABELA 2**)

O gênero *Aspergillus* esteve presente em duas amostras, colhidas durante a movimentação do trigo e de milho em diferentes locais. Espécies do gênero *Mucor* e *Absidia* foram encontradas em uma amostra de poeira de trigo. Em outra amostra do mesmo cereal foi identificado o gênero *Rhizopus*.

Devido ao método empregado pelo laboratório de microbiologia na identificação das colônias, os fungos foram classificados até gênero, exceto *Aspergillus fumigatus*.

As amostras das partículas viáveis (contendo microrganismos vivos) da poeira inalável foram coletadas nas moegas de dois silos através do amostrador microbiológico de Andersen (**FIGURA 25**)

Cresceram colônias de fungos nas placas de todos os estágios de impactação (**TABELA 3**). Na amostra de poeira de arroz no silo de Camaquã predominaram os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*.

Na coleta realizada no mesmo local, no ano anterior, foi também predominante o gênero *Penicillium*. Os fungos do gênero *Rhizopus* surgiram em estágios de seleção de partículas maiores que 2,1 µm de diâmetro, não aparecendo nos estágios de partículas menores. Outras espécies foram representadas pelos gêneros *Penicillium*, *Alternaria*, e pela família *Dematiaceae*, este último um fungo típico da microflora antes da colheita.

Em 24 horas já era possível identificar nas placas diversas colônias de *Aspergillus* sp. e *Penicilium* sp. (**FIGURA 26**).

Em algumas placas houve um crescimento exuberante de micélios dos gêneros *Mucor* e *Rhizopus*. Esses filamentos cobriam por completo a superfície do meio de cultura dificultando a leitura e observação de outras colônias em crescimento (**FIGURA 27**). Possivelmente o crescimento destes micélios poderia ser inibido através da utilização de um meio de cultura seletivo, mas este recurso técnico não foi utilizado.

TABELA 2: Avaliação micológica por exposição direta da placa de Petri no ambiente de armazenagem

Data	Local	Cereais	Espécies de fungos
01/02/82	Porto Alegre	trigo e milho	<i>Penicillium sp.</i> <i>Absidia sp.</i>
01/08/84	Porto Alegre	trigo	<i>Penicillium sp.</i>
01/08/84	Camaquã	arroz	<i>Penicillium sp.</i>
01/08/84	Garibaldi	trigo e milho	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium sp.</i>
01/08/84	Erexim	milho	<i>Penicillium sp.</i>
01/08/84	Nova Prata	milho	<i>Penicillium sp.</i>
01/12/84	Cruz Alta	trigo	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Penicillium sp.</i>
01/12/84	Cruz Alta	soja	Sem crescimento

FIGURA 25: Coletor de Andersen em funcionamento na moega em Cachoeira do Sul, RS



TABELA 3: Espécies de fungos identificadas na poeira inalável das moegas através do coletor de Andersen

Amostra		A	B	C
Locais		Camaquã	Cachoeira do Sul	Cachoeira do Sul
Cereais na moega		Arroz	Soja	Milho
Estágios	Diâmetro das partículas			
I	maior que 7 µm	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
		<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Dematiaceae</i>
II	de 4,7 a 7 µm	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
		<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>
III	de 3,3 a 4,7 µm	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
		<i>Rhizopus sp.</i>		<i>Dematiaceae</i>
				<i>Rhizopus sp.</i>
IV	de 2,1 a 3,3 µm	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
		<i>Rhizopus sp.</i>		<i>Rhizopus sp.</i>
		<i>Penicillium sp.</i>		
V	de 1,1 a 2,1 µm	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
		<i>Penicillium sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>	
		<i>Dematiaceae</i>		
VI	de 0,65 a 1,1 µm	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Dematiaceae</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>

FIGURA 26: Placas do coletor de Andersen com colônias de fungos em crescimento

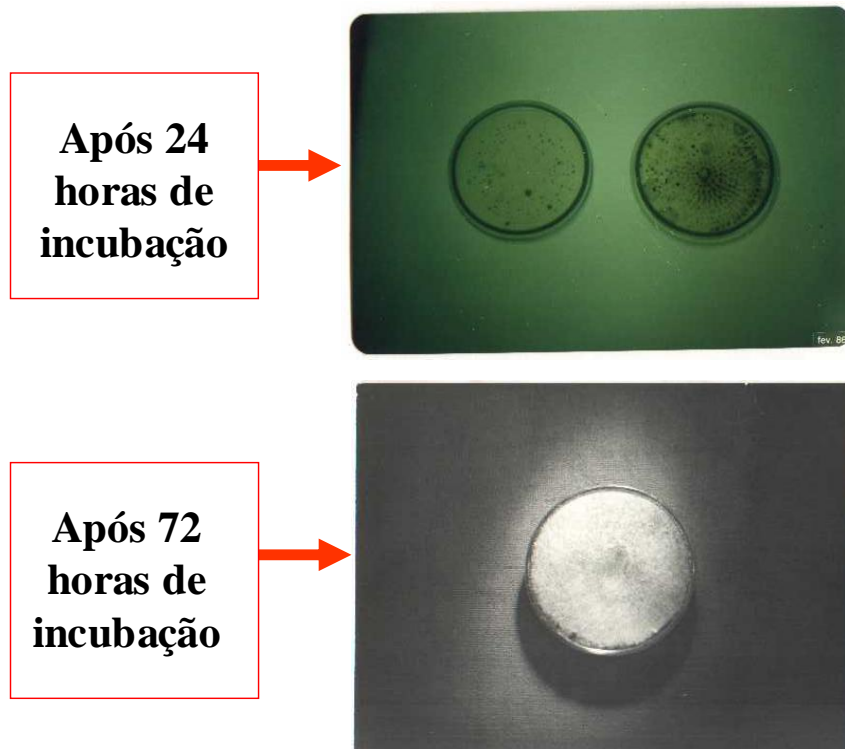


FIGURA 27: Rhizopus sp. identificado pela microscopia ótica na poeira inalável de milho da moega em Cachoeira do Sul, RS



Cortesia de Dr. Victor Flavio Petrillo

2.4. Discussão.

Um dos fatores que motivaram o nosso interesse em reconhecer e avaliar o risco da exposição à poeira nas unidades de armazenagem do Rio Grande do Sul foi o fato de existirem poucos dados sobre as características da poeira inalável em silos no Estado e no Brasil. Temos conhecimento apenas de algumas avaliações realizadas com a finalidade de estabelecer laudos periciais de insalubridade e cujas informações dispersas estão contidas em processos judiciais trabalhistas, e portanto sem o livre acesso da comunidade científica.

As características próprias do clima, da microflora e da microfauna do continente sul-americano determinam condições ambientais diferentes daquelas de países industrializados do hemisfério norte onde a maioria dos estudos de avaliação ambiental em unidades de armazenagem foram realizados. Portanto supõe-se que nos ecossistemas do hemisfério sul haja uma diversidade de microrganismos e uma composição mineral e orgânica distinta na poeira dos grãos de cereais nos ambientes de lavoura como nos locais de armazenagem.

Em nosso planejamento inicial, a avaliação ambiental estaria integrada à avaliação epidemiológica através do delineamento de um estudo de dose-resposta. Pretendíamos estabelecer a relação entre as concentrações de poeira inalável detectados em cada etapa ou operação do processo de armazenagem e a prevalência de alterações respiratórias em cada grupo de trabalho. Devido a dificuldades operacionais e de financiamento o número de amostras ficou reduzido ficando a avaliação ambiental restrita a um estudo descritivo de amostras de poeira respirável obtidas em alguns pontos de coleta que consideramos mais importantes.

Avaliação quantitativa. Os resultados de uma avaliação ambiental apresentam uma grande variação em função das características de cada amostra. Para um mesmo ponto de coleta, as amostras obtidas em momentos diferentes podem apresentar uma variação de zero a duas vezes e meia (2,5 vezes) o valor médio da concentração, mesmo quando no ambiente avaliado o processo de produção é aparentemente contínuo (ROACH, 1973).

Existe ainda uma grande variabilidade entre os resultados obtidos através de diferentes instrumentos de coleta. Estes fatos reforçam a importância da padronização dos métodos de coleta e a utilização dos equipamentos e procedimentos adequados para cada contaminante.

Essas variações que ocorrem não somente no tempo, mas também no espaço. A concentração obtida através de uma amostragem de um ponto fixo, próximo a uma fonte geradora de poeira, não é necessariamente a mesma que é inalada por um trabalhador circulando naquela área. O trabalhador de um silo que esteja engajado na operação de recebimento ou de limpeza, desloca-se constantemente, ora se afastando, ora se aproximando dos pontos de transferência.

Portanto para a obtenção de valores representativos é necessário definir uma estratégia de amostragem que controle essa variabilidade de resultados através do emprego de uma metodologia de coleta padronizada e instrumentos de coleta aplicáveis a cada tipo de aerodispersóide..

O coletor gravimétrico foi originalmente idealizado para amostrar poeiras minerais, mas é também recomendado também para a coleta de partículas orgânicas (SCHALLER & NICHOLSON, 1980; DOEMENY, 1980). Foi projetado para ser um coletor individual, no entanto ficou difundido o seu uso como coletor de área. (FARANT & MOORE, 1980).

Optamos por utilizar de um ponto fixo de coleta próximo a uma fonte de geração de poeira como forma de estimar o nível de exposição médio a que os indivíduos trabalhando na área estavam sujeitos.

Embora essa extrapolação, de uma amostra de área estática representar amostras de indivíduos em movimento, seja questionável ela não deixa de ser válida. Tem a vantagem de diminuir o custo por reduzir o número de amostras que seria necessária com as coletas individuais. Além disso, os resultados da coleta individual de alguns trabalhadores pode não representar o nível de exposição da maioria do pessoal trabalhando na área de recebimento. Uma alternativa seria escolher um trabalhador que fosse representativo da maioria do grupo, mas esse indivíduo não foi caracterizado na fase de reconhecimento. Procurou-se também através dessa estratégia evitar possíveis danos aos equipamentos por descuido eventual ou a possibilidade de fraude no período de coleta.

FARANT & MOORE (1980) compararam os resultados de coletas de poeira de cereais em ponto fixo com os de coletas individuais, na área das moegas, observando que a coleta de área apresentava valores médios de concentração mais baixos que as individuais. Concluíram que esta diferença era devida ao fato de os trabalhadores ficarem mais próximos da fonte de geração de poeira do que o ponto onde o coletor fixo estava instalado. Portanto, é possível que os resultados que obtivemos estejam subestimados se quisermos extrapolá-los para a situação de exposição individual. Esta discrepância não foi observada em outras áreas internas do silo, como as balanças, peneiras, túneis de recepção e galerias, onde os níveis de concentração são mais elevados (FARANT & MOORE, 1980).

Esses autores realizaram 37 coletas de área nas moegas, chegando a concentrações médias de poeira inalável semelhantes aos nossos: $0,85 \text{ mg/m}^3$, com um valor mínimo de $0,19$ e máximo de $2,06 \text{ mg/m}^3$.

No estudo de YOSHIDA & MAYBANK (1977) os valores de concentração de poeira total nas moegas variaram de 10 a 40 mg/m^3 , mas alcançaram valores até 840 mg/m^3 em outros pontos internos dos mesmos silos.

FARANT & MOORE (1980) encontrou valores de poeira total que variaram de $0,18$ a 781 mg/m^3 em 754 amostras coletadas em 17 silos. Nos túneis de recepção localizados no sub-solo foram encontrados níveis muito elevados de poeira total, atingindo uma média de 109 mg/m^3 . Nas galerias dos andares superiores do silo, onde a circulação de pessoal é maior e por mais tempo, foram encontradas concentrações em torno de 1.000 mg/m^3 , limiar em que o risco de explosões aumenta consideravelmente.

Havia níveis relativamente baixos de concentração de poeira nas moegas em relação ao interior do silo devido à ventilação natural existente nesses pontos localizados em áreas semi-abertas, pois o deslocamento do ar por ação dos ventos determinava um fator de erro, subestimando o valor real da concentração de poeira.

Portanto o nível de poeira inalável encontrado nas áreas de recebimento, é relativamente baixo em relação a outras áreas internas do silo, devido à ventilação natural desses locais, o que pode explicar as baixas concentrações identificadas.

Entretanto não havia predominância de ventos fortes nos dias em que efetuamos as coletas atenuando a influência desse fator. A observância dos critérios preconizados durante os procedimentos de coleta e de análise laboratorial (pesagens) foi rigorosa tornando pouco provável a ocorrência de falhas técnicas durante essas etapas.

Quanto ao teor de sílica das amostras depende do grau de limpeza dos grãos, da técnica de colheita e também do tipo de grão, sendo mais elevado no trigo e mais baixo no milho (FARANT & MOORE, 1980). Lamentavelmente a limitação financeira não permitiu a realização da análise de teor de sílica em nenhuma das amostras que efetuamos.

Até o final da década de setenta havia diversos estudos transversais publicados em trabalhadores de grãos que pecavam por não estabelecerem uma correlação entre as concentrações de poeira no ambiente e a prevalência aumentada de sintomas respiratórios e de alterações da função pulmonar encontradas (Do PICO et al., 1977; BRODER & MINTZ, 1980).

SHERIDAN et al. (1980) estimou a dose cumulativa de exposição através do tempo de exposição à poeira de cada indivíduo. mas não encontraram maior prevalência de sintomas nos expostos a longo tempo em relação aos novatos, a não ser uma prevalência maior de dispnéia aos esforços no grupo de veteranos, que poderia estar associada à média de idade maior nesse grupo. Quanto à função pulmonar, encontraram diferenças significativas somente na categoria dos fumantes, mas esse fator pode confundir a interpretação desse resultado.

Outro estudo estabeleceu uma relação dose-resposta entre o nível de exposição e os achados clínicos (COREY et al., 1982), comparando os resultados da variação da função pulmonar durante uma jornada de trabalho com os níveis de concentração médios de poeira observados no ambiente dos silos. Conclui-se que 50 % dos indivíduos expostos apresentavam diminuição dos fluxos expiratórios ($V_{\text{max}} 25\%$ e $V_{\text{max}} 50\%$) quando no ambiente aumentava a concentração de poeira respirável.

De 1975 a 1981, um estudo longitudinal controlado de cinco anos no Canadá (CHAN-YEUNG et al., 1984) acompanhou uma coorte de de trabalhadores de grãos

constatando que a perda anual da função pulmonar observada durante o período do estudo foi mais acentuada no grupo exposto do que no grupo controle. Paralelamente ao estudo longitudinal foram realizadas três avaliações ambientais consecutivas durante o seu tempo de duração. Na primeira avaliação em 1975, 55 % das amostras de poeira total coletadas apresentavam um valor acima de 10 mg/m³. Três anos mais tarde, após a introdução de novas medidas de controle ambiental, apenas 11 % das amostras apresentavam valores acima de 10 mg/m³, percentual que foi mantido por ocasião de uma terceira avaliação realizada em 1981. Os valores das concentrações médias obtidas nesta terceira avaliação foram relativamente baixos, atingindo valores em torno de 3 mg/m³, o que denota a eficiência das medidas ambientais implantadas. Estes resultados demonstraram que apesar da diminuição para níveis de poeira total bem abaixo da concentração-limite de 10 mg/m³, os trabalhadores expostos continuaram sujeitos a apresentar alterações crônicas da função respiratória. Estes autores comprovaram também que os indivíduos habitualmente expostos às maiores concentrações de poeira foram os que apresentaram declínio maior da função pulmonar.

Os estudos de COREY et al. (1982) e CHAN-YEUNG et al. (1984) reformularam o conceito da relação entre os efeitos respiratórios e os níveis de concentração da poeira ao comprovarem o surgimento de doença com níveis mínimos de exposição.

No Canadá, uma comissão de especialistas da Sociedade Torácica Canadense recomendou em 1996 que o limite de tolerância para poeira inalável de grãos vegetais prevista na legislação daquele país diminuísse de 10 mg/m³ para 5 mg/m³. Essa recomendação foi baseada nas evidências apresentadas pelos resultados de estudos longitudinais e de dose-resposta publicados até 1993 mostrando que sintomas respiratórios e alterações da função pulmonar persistiam em trabalhadores expostos a níveis abaixo dos 10 mg/m³ regulamentares (BECKLAKE et al., 1996).

A ACGIH estabeleceu recomendação semelhante, fixando em 4 mg/m³ o valor do limite de tolerância da poeira total de grãos para o biênio 1985/86. Observe-se que este valor não considera o conteúdo de sílica contido na amostra. Sua validade será mantida enquanto não houver prova científica contrariando ou reforçando a probabilidade de risco (ACGIH, 1985).

Essas recomendações porém não levam em conta o fato que certas reações de hipersensibilidade tipo I desencadeadas por alérgenos contidos na poeira, que se manifestam clinicamente como asma brônquica por exemplo, não são dose-dependentes e ocorrem face a concentrações de poeira abaixo dos limites de tolerância.

Um estudo em desenvolvimento na Universidade do Colorado utiliza biomarcadores como os macrófagos alveolares ou células do epitélio brônquico respondendo através de fragmentação do DNA por imunensaio ou liberação de citocina TNF α ao contato com endotoxinas bacterianas. Os autores sugerem que os níveis de endotoxinas (medido em nanogramas) seja estabelecido como um fator preditivo importante (embora não o único) para identificar os efeitos da exposição a poeiras orgânicas. Propõem que seja estabelecido um novo limite de tolerância baseado nos níveis de concentração de endotoxinas (COSMA & MARTINEZ, 1998).

O pequeno número de amostras que coletamos não permite inferir com segurança que a média de concentrações de poeira inalável das amostras represente os níveis de exposição habituais naqueles pontos de geração de poeira, mas fornece uma estimativa aproximada da situação. Quanto ao estabelecimento de um valor médio de concentração nas moegas, devemos ainda considerar que existem variações em relação a cada local;

embora a operação de armazenagem seja a mesma, pode haver diferenças na geração de poeira entre uma moega e outra em função da qualidade técnica dos equipamentos utilizados ou da eficácia dos sistemas de ventilação. Há também uma variação temporal, pois a intensidade na atividade de descarga pode não ser a mesma em diferentes momentos.

Avaliação qualitativa. O nicho ecológico formado pelos grãos vegetais e possui uma microflora e uma micro fauna com uma grande diversidade de espécies que variam conforme o tipo de ecossistema dos grãos antes da colheita e as condições de estocagem.

Quanto ao aspecto patogênico para o homem, os fungos presentes nessa microflora são importantes devido ao seu potencial alergênico, tóxico, mutagênico e carcinogênico.

Os cereais armazenados são um meio ideal para a proliferação desses microorganismos. Devido ao substrato orgânico e às condições de temperatura e umidade propícias para o crescimento dos mesmos. A proliferação de fungos aumenta a concentração de esporos no ar quando o cereal é movimentado intensivamente. Esta situação é extremamente provável em silos mal ventilados onde o cereal fica estocado por muito tempo, o que não é o caso das unidades que avaliamos que mantêm um bom controle de qualidade onde produto estocado.

Em termos qualitativos, as espécies de fungos que identificamos na poeira dos grãos não diferem daquelas descritas por outros autores. Tanto na exposição direta da placa de Petri como no método de impactação em cascata através do coletor de Andersen, predominaram os fungos do gênero *Aspergillus*, *Penicillium* e *Mucor*. Estes gêneros incluem algumas das espécies que LACEY (1980) classificou como "microflora da estocagem" por serem prevalentes em amostras de poeira de grãos estocados em silos do Canadá.

Em nossas amostras de poeira de grãos recém trazidos da lavoura não predominaram as espécies saprófitas e patogênicas para os vegetais presentes naquele nicho ecológico, como os Deuteromicetos da família *Dematiaceae*, ou *Basidiomicetos* como os *Ustilaginales*. Na experiência de LACEY (1980), esses fungos predominaram nas amostras de poeira coletadas antes ou logo após a colheita. Entretanto, em nossas amostras de grãos recém-colhidos houve uma predominância dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, que são detectadas com mais frequência em grãos estocados por longos períodos. Esse achado pode ser devido a uma maior permanência ao relento dos grãos depois de colhidos ou por terem sofrido uma estocagem anterior à remessa para o silo, causando a modificação da microflora original.

Algumas colônias de *Dematiaceae*s foram detectadas na coleta com seleção de partículas, mas não houve crescimento de nenhuma colônia desta família nas amostras por exposição direta. Os achados de *Penicillium* e *Aspergillus* nos estágios 3, 4, 5 e 6 do coletor microbiológico de Andersen é compatível com o valor médio do diâmetro de seus esporos, que é de aproximadamente 3 µm (LACAZ, 1970).

Tivemos dificuldade na leitura das placas no terceiro dia pós-coleta, devido à proliferação excessiva de filamentos de *Rhizopus sp.*, que impediram o crescimento e a observação das colônias em crescimento na superfície do meio de cultura (**FIGURA 26**). Esse artefato poderia ser contornado pelo acréscimo de algum fator inibidos no meio de cultura, am sesse recurso não foi utilizado porque a constatação foi posterior à coleta.

As espécies *Aspergillus* e *Penicillium*, encontradas com frequência na poeira das moegas, correspondem aos gêneros mais prevalentes no ar de Porto Alegre (HOMRICH, 1961). Na cidade de Saskatoon, na província de Saskatchewan, Canadá, também se

encontrou semelhanças entre a microflora de silos e a de jardins da área urbana, na mesma época do ano. Havia, no entanto uma diferença quantitativa pois o nível de concentração de esporos era significativamente maior no ambiente dos silos. (CHEUNG, 1980)

O método de exposição direta da placa de Petri no ambiente interno de silos foi usado por CHEUNG & GERRARD, 1980, constatando que o número de colônias que cresceram em cada placa variou de 63 a 13.680, com uma média de 1848 colônias por placa. Este número foi bem mais elevado do que os valores obtidos, para comparação, em coletas de áreas externas aos silos.

O coletor de Andersen, além de identificar as espécies de fungos nas partículas viáveis, permite também uma avaliação quantitativa, ou seja, a concentração do número de esporos viáveis por m³ de ar. A estimativa da concentração é determinada pela contagem das colônias em leituras seriadas das placas e por cálculos de probabilidade. Essa estimativa não foi realizada por não estarmos familiarizados com sua técnica de padronização. Como não foi avaliada a concentração de esporos viáveis nas amostras não se pode afirmar se o aparecimento de uma mesma espécie em diversas amostras represente necessariamente que haja uma maior concentração de esporos dessa espécie no ambiente.

LACEY (1980) utilizando o coletor de Andersen, encontrou no interior de silos, concentrações de esporos de fungos que variaram de 0,1 x 10⁶ a 137x 10⁶ esporos por metro cúbico de ar. Durante a movimentação de grãos de aveia, estes valores chegaram a 2860 x 10⁶ esporos por m³.

As reações alérgicas ou irritativas determinadas por fungos se manifestam tanto sobre a árvore brônquica (aspergilose broncopulmonar alérgica) como sobre os alvéolos (alveolite alérgica extrínseca). A localização anatômica desta reação vai depender em grande parte das propriedades aerodinâmicas das partículas inaladas e o nível nas vias aéreas em que se depositam os esporos desses fungos.

As espécies de fungos que encontramos nos ambientes dos silos estão entre essas comprovadamente alergênicas ou patogênicas para o homem (CHEUNG, 1980).

As micoses invasivas, são causadas preferencialmente por fungos oportunistas que se instalam em indivíduos imunodeprimidos ou em fase terminal de doença grave. Raramente se manifestam em indivíduos previamente saudáveis (ANAISSE, 1989), como seria o caso da maioria dos trabalhadores economicamente ativos.

O *Aspergillus sp.* é um fungo cuja distribuição geográfica é universal. Desenvolve-se bem em temperaturas que variam de 12 a 53 °C e crescem em matéria vegetal em decomposição por utilizarem hidratos de carbono como principal nutriente.

Seus esporos são facilmente aerossolizados com a movimentação. Causa doença granulomatosa, alérgica ou intracavitária no pulmão, manifestando-se sob as seguintes formas clínicas:

1. A **aspergilose broncopulmonar alérgica**, caracterizada por crises asmátiformes, eosinofilia, elevação sérica da IgE e mínima invasão tecidual. No escarro aparecem moldes brônquicos e os micélios do *Aspergillus* na microscopia (HETZEL, 1989).
2. A **aspergilose invasiva** é uma doença granulomatosa evolutiva do parênquima pulmonar que incide principalmente em indivíduos imunodeprimidos. Causa hemoptises, pneumonia necrosante e disseminação sistêmica.

3. A **bola fúngica** é uma massa compacta de micélios e restos celulares do *Aspergillus* dentro de uma cavidade do parênquima pulmonar pré-existente, geralmente uma seqüela de tuberculose pulmonar (SEVERO, 1987).

Os representantes do gênero *Penicillium sp.* são alergênicos, mas raramente causam doença sistêmica (MORI et al., 1987).

Os fungos dos gêneros *Rhizopus* e *Mucor* são alergênicos e também os agentes causais das ficomicoses ou mucormicoses., que se apresentam sob a forma cutânea em ferimentos traumáticos de indivíduos imunocompetentes (VAINRUB et al., 1987). Na literatura também há referências a localização no sistema nervoso (ESAKOWITZ et al., 1987) e o relato de um caso de mucormicose pulmonar em um indivíduo imunocompetente (LAKE et al., 1988). Causa doença sistêmica em indivíduos imunocomprometidos.

Os fungos do gênero *Alternaria sp.* e da família *Dematiacea* também são alergênicos, podendo causar asma e outras manifestações de hipersensibilidade imediata. Podem produzir metabólitos tóxicos para humanos e animais. São denominados de "fungos negros", devido à coloração de suas hifas e de suas colônias. Causam as feohifomicoses que na pele se apresentam sob a forma superficial (tinha negra), cutânea (dermatomicoses e onicomicoses) e sub-cutânea (abscessos e granulomas). Excepcionalmente há disseminação sistêmica (LONDERO, 1987).. ZAPATER (1986), de Buenos Aires, Argentina, relata casos de queratite fúngica ou queratomicose, infecção ocular causada por fungos do gênero *Alternaria* e *Cladosporium*, que são fungos negros encontrados com frequência na microflora de cereais. Caracteriza-se por intensa reação inflamatória ocular, infiltrado de fibrina e leucócitos e ulceração da córnea. Outros fungos negros do gênero *Bipolaris* e *Exserohilum*, causam doença broncopulmonar alérgica, sinusite, queratite, osteomielite e doença sistêmica.(ADAM et al.,1986).

Conclui-se que para melhor caracterizar o risco ambiental da inalação da poeira de grãos será necessário ampliar o número de amostras coletadas, não só nas moegas dos silos mas também em outros pontos de transferência das unidades de armazenagem, assim como na atividade rural e na indústria de transformação dos cereais. A identificação na poeira inalável de outros microrganismos, a dosagem do teor de sílica e das concentrações de endotoxinas bacterianas seriam necessárias para estabelecer o perfil de exposição a que nossos trabalhadores estão sujeitos.

III. ESTUDO LONGITUDINAL CONTROLADO DE TRABALHADORES DE GRÃOS NO RIO GRANDE DO SUL

3.1. Propósitos e objetivos

Estudos clínicos, experimentais e epidemiológicos evidenciaram onexo causal entre a exposição à poeira de grãos de cereais e a ocorrência de síndromes respiratórias agudas e crônicas em trabalhadores de diversas categorias ocupacionais. Nos ambientes de trabalho de silos e armazéns são encontradas as concentrações de poeiras mais elevadas (CHAN-YEUNG, 1992) devido à intensidade de movimentação dos grãos durante as operações de armazenagem..

Ainda é pouco conhecida no Brasil a magnitude do risco da exposição ocupacional a poeiras vegetais, havendo carência de ações preventivas no controle ambiental e na identificação precoce de seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores agrícolas e da agroindústria.

O único estudo epidemiológico realizado no Brasil sobre os efeitos respiratórios associados à exposição ocupacional a poeira de grãos foi empreendido durante o período de maio de 1984 a agosto de 1987 no Rio Grande do Sul. Esse estudo transversal controlado incluiu uma população de 235 indivíduos trabalhando em armazéns e silos graneleiros de 15 municípios (TIETBOEHL, 1991). Foi demonstrado que os trabalhadores severamente expostos apresentavam uma prevalência maior de sintomas respiratórios e de distúrbios ventilatórios do tipo obstrutivo do que os minimamente expostos (TIETBOEHL, 1991; TIETBOEHL, 1994).

Em 1992 um outro estudo transversal em 163 trabalhadores de grãos da província de Santa Fé, Argentina (GONZALEZ, 1992) descreveu resultados semelhantes. Na América Latina existem somente esses dois estudos epidemiológicos sobre os efeitos da exposição ocupacional à poeira de grãos de cereais, conforme pesquisa bibliográfica empreendida no MEDLINE.

As demais informações de que dispomos sobre os efeitos da exposição ocupacional à poeira de cereais são provenientes de estudos epidemiológicos e clínicos realizados em países desenvolvidos. As diferenças antropológicas, sócio-econômicas e culturais entre os trabalhadores latino-americanos e os da América do Norte e Europa, podem comprometer a validade de uma comparação entre essas populações. Além disso, como foi comentado anteriormente, as condições ambientais são distintas daquelas em que a maioria desses estudos populacionais foi realizada.

Sabe-se que a confiança nos resultados de um estudo transversal é comprometida por fatores como a validade externa da amostra da população escolhida, pois mesmo que o estudo seja controlado é difícil selecionar um grupo controle com as mesmas características do grupo em estudo. Além disso os indivíduos mais suscetíveis aos efeitos da exposição ocupacional são eliminados pelo exame médico admissional ou se afastam mais precocemente dessas atividades devido à intensidade dos sintomas agudos que apresentam. Essa seleção faz com que permaneça nos locais de trabalho, com o decorrer do tempo, uma população de sobreviventes que são mais resistentes aos efeitos da exposição, caracterizando-se o chamado “efeito do trabalhador sadio” (ZEJDA, 1992).

O delineamento transversal não possibilita uma comparação com situações anteriores ou posteriores à intervenção, impedindo a análise da evolução temporal dos efeitos da exposição.

Esses argumentos por si só justificaram o empreendimento e a continuidade da pesquisa sobre esse assunto em nosso meio

Uma vez que o estudo epidemiológico transversal no Rio Grande do Sul divulgado em 1991 (TIETBOEHL, 1991) pretendia identificar os efeitos respiratórios crônicos da exposição ocupacional alguns questionamentos foram feitos face aos resultados obtidos:

1. Outros agravos de natureza aguda determinados por fatores não ocupacionais poderiam influenciar os resultados de prevalência encontrados?
2. A amostragem de trabalhadores estudada representava realmente as populações expostas à poeira de grãos no Rio Grande do Sul.
3. A auto-seleção não estaria excluindo do aqueles mais suscetíveis, obrigados a sair da atividade em contato com a poeira devido à gravidade dos sintomas apresentados?
4. E finalmente, a exposição prolongada determinava um agravamento das queixas respiratórias e uma perda acentuada da função pulmonar?

Essas perguntas só poderiam ser esclarecidas através de um acompanhamento desses trabalhadores no decorrer dos anos, o que seria possível através do delineamento de um estudo longitudinal com dois pontos de corte sobre a mesma população de trabalhadores. que participou do estudo concluído em 1991. Assim havendo um intervalo de aproximadamente 9 anos entre eles. A realização de um segundo corte transversal (C2) exigiu o retorno às quinze unidades de armazenagem visitadas previamente e a aplicação de uma metodologia de avaliação idêntica à utilizada no primeiro estudo concluído em 1991 (C1).

Esse novo projeto tinha por meta alcançar os seguintes objetivos:

Objetivos gerais:

1. Identificar os efeitos da exposição prolongada a poeira de grãos sobre a saúde.
2. Validar o uso de uma metodologia para o diagnóstico precoce das doenças respiratórias ocupacionais.
3. Definir indicadores que monitorem a vigilância epidemiológica das doenças pulmonares ocupacionais.
4. Gerar informações que contribuam para promover a saúde e prevenir doenças pulmonares ocupacionais.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar dois grupos homogêneos (de baixa e elevada exposição à poeira de cereais) na população de trabalhadores através da observação de seus processos de trabalho.
2. Empreender um estudo de coorte através de duas avaliações epidemiológicas sobre uma população de trabalhadores de armazenagem de cereais.
3. Comparar as características dos indivíduos que “abandonaram” a coorte (perdas) com aqueles que nela “permaneceram” (sobreviventes)
4. Verificar e controlar os efeitos de fatores de confusão, como o tabagismo, idade e tempo de exposição, sobre os resultados das variáveis estudadas.
5. Comparar a prevalência de sintomas respiratórios e de alterações de função pulmonar entre os grupos homogêneos de exposição nos dois cortes transversais.
6. Comparar as taxas de declínio anual das variáveis de função respiratória entre os grupos homogêneos de exposição.

Antes do início do trabalho de campo o novo projeto foi apresentado à equipe técnica da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA) que consentiu na sua execução. O projeto foi posteriormente apresentado ao Curso de Pós-graduação em Medicina Interna da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sendo aceito como tema de dissertação de Doutorado em: Pneumologia.

Em janeiro de 1995 foi iniciada a ao trabalho de campo da segunda etapa do projeto. Conforme previsto retornou-se aos mesmos locais de trabalho e utilizou-se a mesma metodologia padronizada de avaliação.

Previa-se que muitos trabalhadores não seriam localizados. Isso costuma acontecer quando os estudos longitudinais se prolongam por muito tempo. Planejou-se no trabalho de campo buscar os indivíduos já afastados das atividades nos silos em seus domicílios. Por outro lado havia uma expectativa de se encontrar um baixo índice de perdas na coorte, devido à relativa estabilidade no emprego garantida aos empregados da CESA como funcionários públicos estaduais.

As viagens aos quinze municípios do Estado foram empreendidas em momentos diversos, dentro de um cronograma que atendesse as disponibilidades do pesquisador e as oportunidades propiciadas pela CESA, perfazendo um período de dois anos e nove meses

O desenvolvimento desse trabalho de campo e a metodologia de avaliação utilizada para realizá-lo serão relatados a seguir.

3.2. Materiais e métodos

3.2.1. Instrumentos de avaliação

Os indivíduos avaliados responderam a um **questionário padronizado de sintomas respiratórios**, aplicado nos dois cortes transversais pelo mesmo entrevistador (o pesquisador responsável pelo projeto e autor deste relato).

Esse questionário foi elaborado a partir da tradução e adaptação de um exemplar denominado ATS-DLD-78 preconizado pela Sociedade Torácica Americana (ATS) e editado em 1978 (FERRIS, 1978).

A maioria das perguntas são "fechadas" e objetivas, ou admitindo respostas binárias (do tipo sim ou não). Cada pergunta gera uma variável ou indicador que define a prevalência ou incidência de um determinado sintoma na população em estudo.

Além dos sinais e sintomas respiratórios, o questionário também estabelece perguntas relativas às características antropométricas dos indivíduos (idade, altura, peso, etnia e escolaridade), à história de exposição ocupacional passada e atual, à história mórbida prévia e ao hábito tabágico.

Antes de iniciarmos a aplicação de um questionário procurávamos sempre dar conhecimento verbalmente ao entrevistado, de forma clara e concisa, sobre os objetivos do estudo, o caráter confidencial das informações individuais e a importância da participação de cada um.

Cada indivíduo foi também submetido a um **exame físico** sumário que incluiu a ectoscopia da pele e mucosas e a ausculta pulmonar.

Para a realização da **espirometria** foi utilizado o mesmo espirômetro de campo portátil do tipo Vitalograph S (produzido por Vitalograph Ltd., Buckingham, United Kingdom) nos dois cortes transversais. O Vitalograph é um espirômetro de fole analógico de curva volume-tempo com registro em papel auto-sensível. A manobra expiratória forçada foi efetuada com os indivíduos em posição sentada e repetida por 3 vezes, no mínimo, até que a curva expiratória apresentasse um traçado satisfatório. Não

foram efetuados testes após uso de broncodilatador. A técnica de realização e leitura das espirometrias obedeceu às normas previstas pela ATS (ATS, 1987) e corroboradas pelo Consenso de Espirometria da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (PEREIRA, 2002).

As variáveis espirométricas analisadas foram o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), a capacidade vital forçada (CVF), o percentual previsto para a capacidade vital (% CV), o percentual previsto para o VEF1 (% VEF1) e o índice VEF1/CV ou de Tiffeneau (VEF1/CV x 100).

Para o cálculo dos valores espirométricos normais previstos para cada indivíduo foi utilizada a equação de regressão linear proposta por CRAPO et al. (1986), válida para indivíduos do sexo masculino (ATS, 1987), em condições de pressão atmosférica e de temperatura corporal normais, e cuja fórmula é a seguinte:

$$\text{VEF1} = 0,0414xA - 0,0244xI - 2,190 \text{ (em litros, BTPS)}$$

$$\text{CV} = 0,06xA - 0,021xI - 4,650 \text{ (em litros, BTPS)}$$

$$\text{VEF1/CV} \times 100 = - 0,13xA - 0,152xI + 110,49 \text{ (em \%)}.$$

Onde A representa a altura (em cm) e I, a idade (em anos) dos indivíduos da série.

Convencionou-se que os parâmetros espirométricos estariam alterados quando os valores observados estivessem abaixo de um ponto de corte distando além de dois desvios padrões abaixo das médias de parâmetros normais (ATS, 1982). Estes valores médios da normalidade são variáveis dependentes resultando de funções lineares que tem como variável independente a idade, altura e sexo dos indivíduos (ZAMEL, 1983).

A realização e a leitura dos testes espirométricos foram efetuadas pelo mesmo pesquisador responsável pela aplicação dos questionários e pelo exame físico.

Quarenta e quatro indivíduos que trabalhavam nos silos de Camaquã e Cachoeira do Sul realizaram **radiografias de tórax** em incidência postero-anterior nos serviços de radiologia dos hospitais daqueles municípios (Hospital Nossa Senhora Aparecida de Camaquã e Hospital de Beneficência e Caridade, de Cachoeira do Sul). As dificuldades de recursos e de acesso tornaram inviável a realização de raio-x de tórax nos indivíduos das demais unidades de armazenagem.

Os dados obtidos foram armazenados em uma planilha eletrônica (Excel) e para a análise estatística foi utilizado o pacote estatístico SPSS, da Universidade de Londres e o EpiInfo, programa estatístico criado pela OMS.

Os indicadores utilizados para estimar o impacto da exposição à poeira na população em estudo foram a prevalência de sintomas respiratórios, os valores do VEF1 e CVF e a perda anual do VEF1 e da CVF...

A significância dos resultados foi testada através do teste do χ^2 (qui quadrado) com correção de Yates para as variáveis discretas (algumas características gerais, sintomas, doenças respiratórias prévias, exame físico) e o teste “t” de Student para as variáveis contínuas (dados antropométricos e espirométricos).

A análise de regressão bivariada foi utilizada para analisar a correlação (Pearson) entre as variações anuais do VEF1 e da CVF e as variáveis contínuas independentes. Para as variáveis categóricas foi utilizada regressão linear múltipla com a mesma finalidade.

A redação final do texto foi digitada em um processador de texto Word, e as figuras elaboradas através dos programas de computação gráfica Harvard Graphics e PowerPoint.

3.2.2. A população nos dois cortes transversais.

Durante o período de maio de 1984 a agosto de 1987 foi realizado o primeiro estudo de rastreamento para identificar doenças respiratórias ocupacionais nos trabalhadores de cereais de quinze (15) unidades de armazenagem. Duas dessas unidades eram armazéns graneleiros, onze eram silos elevados e duas eram unidades mistas. Correspondem a cerca de 2/3 da rede total de armazenagem da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA), estando distribuídas em diferentes municípios do Rio Grande do Sul, conforme mostra o mapa da **FIGURA 28**.

O silo portuário de Porto Alegre, foi visitado em primeiro lugar por estar mais próximo da sede da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, entidade promotora do projeto. Para chegar às demais unidades de armazenagem foram percorridas distâncias que variaram de 126 km (Camaquã) até 536 km (Santa Rosa) de Porto Alegre.

Durante o período de fevereiro de 1995 a novembro de 1997 foi realizado o segundo levantamento nos mesmos locais, utilizando-se a mesma metodologia de avaliação. Buscava-se identificar uma coorte de indivíduos submetidos ao mesmo fator de risco ocupacional, havendo um tempo de intervalo médio de anos entre um corte transversal e outro

Todas as visitas aos locais de trabalho foram programadas antecipadamente com as equipes das unidades de armazenagem que tinham conhecimento dos objetivos do projeto..

Uma mesma rotina era seguida em cada visita. Tendo em mãos uma listagem dos funcionários e de seus turnos de trabalho era planejado um cronograma diário das avaliações, que eram realizadas nas próprias dependências da unidade, geralmente em uma das salas do setor administrativo.

A grande maioria dos trabalhadores foi avaliada durante a sua jornada de trabalho. Afastavam-se de suas atividades temporariamente para realizarem a entrevista e a espirometria e depois retornavam aos seus postos de trabalho. Outros foram antecipadamente convocados a comparecer por estarem fora de turno, de férias ou aposentados. Alguns poucos foram investigados em seus domicílios. O tempo de duração da visita a cada silo era de um a três dias, conforme o número de trabalhadores a serem investigados.

Todos os indivíduos incluídos no estudo eram do sexo masculino, pertenciam ao quadro de funcionários estáveis da CESA e exerciam suas atividades durante pelo menos 11 meses do ano, em jornadas de trabalho de 8 horas, alguns com alternância de turnos.

Quatro funcionárias do sexo feminino que trabalhavam como auxiliares de limpeza nos escritórios foram excluídas da amostragem.

Foram também excluídos os trabalhadores safristas que porventura estivessem no local devido ao caráter temporário e esporádico de sua atividade.

No período em que foi realizado o primeiro corte transversal havia um total de 439 funcionários registrados no quadro de pessoal das quinze unidades visitadas (**FIGURA 29**). Desse total somente 294 (67%) foram incluídos no estudo. Não participaram do estudo 145 indivíduos (34% do total de 439) por diversos motivos. Quarenta e três indivíduos (9,8% do total de 439) constavam na listagem do pessoal

efetivo das unidades de armazenagem, mas não foram localizados por motivos não esclarecidos devidamente.

.A permanência no posto de trabalho por necessidades do serviço impediu que muitos trabalhadores se liberassem de suas atividades para completarem suas avaliações. Quarenta e cinco indivíduos (10,3%) foram excluídos da amostra porque apesar de estarem presentes nos locais de trabalho durante as visitas, as informações obtidas a seu respeito ficaram incompletas por não cumprirem a agenda de comparecimento às entrevistas e aos testes espirométricos: 30 deles realizaram somente a espirometria e outros 15 somente responderam ao questionário.

Cincoenta e sete indivíduos (13%) não compareceram ou se abstiveram de participar por motivos definidos (**FIGURA 30**): 23 (40,4%) estavam de férias, 13 (22,8%) não estavam escalados para aquele turno de trabalho ou faltaram ao trabalho no dia da avaliação, 11 (19,3%) estavam em aviso prévio da demissão, 6 (10,5%) estavam afastados por licença de saúde, 2 (3,5%) haviam falecido recentemente, 1 (1,8%) estava encaminhando a aposentadoria e outro (1,8%) havia sido transferido para outra unidade. Segundo informações obtidas junto aos setores de pessoal dos silos, nenhum dos seis afastamentos por licença de saúde foi devido a doença respiratória.

É importante ressaltar que nenhum trabalhador se recusou a participar da avaliação quando requisitado, diferenciando essa população daquelas de outros estudos semelhantes onde a taxa de recusas voluntárias é elevada (CHAN-YEUNG, 1980).

O segundo corte transversal foi empreendido após um intervalo de tempo cuja média foi de 9,72 anos com um desvio padrão de 1,32. No decorrer desse longo período, como era de se supor, o quadro de funcionários dos silos sofreu algumas alterações. Constatou-se que alguns indivíduos deixaram o trabalho por diversos motivos, outros permaneceram na mesma atividade e novos funcionários foram admitidos.

Dos 294 indivíduos que haviam completado o primeiro estudo transversal somente 195 (66,3%) ainda estavam presentes no momento do segundo estudo (**FIGURA 31**).

Dezessete (8,7%) dos 195 que foram avaliados no segundo estudo já estavam afastados da atividade nos silos. Eram indivíduos aposentados entre setembro de 1990 e abril de 1997 que, atendendo à convocação, compareceram às unidades de armazenagem ou foram localizados em suas residências para participarem da segunda avaliação.

Noventa e nove indivíduos (33,7% dos 294) não foram mais encontrados nos silos. Afastaram-se do local de trabalho por diversos motivos conforme discriminado na **FIGURA 32**: 35 (35,4%) se aposentaram, 21 (21,2%) foram demitidos, 9 (9,1%) haviam falecido, 8 (8,1%) estavam fora de seu turno de trabalho, 6 (6,1%) gozavam de férias, 6 (6,1%) foram transferidos para outros locais, 4 (4%) estavam de licença e 10 (10,1%) tinham se ausentado por motivo não identificado.

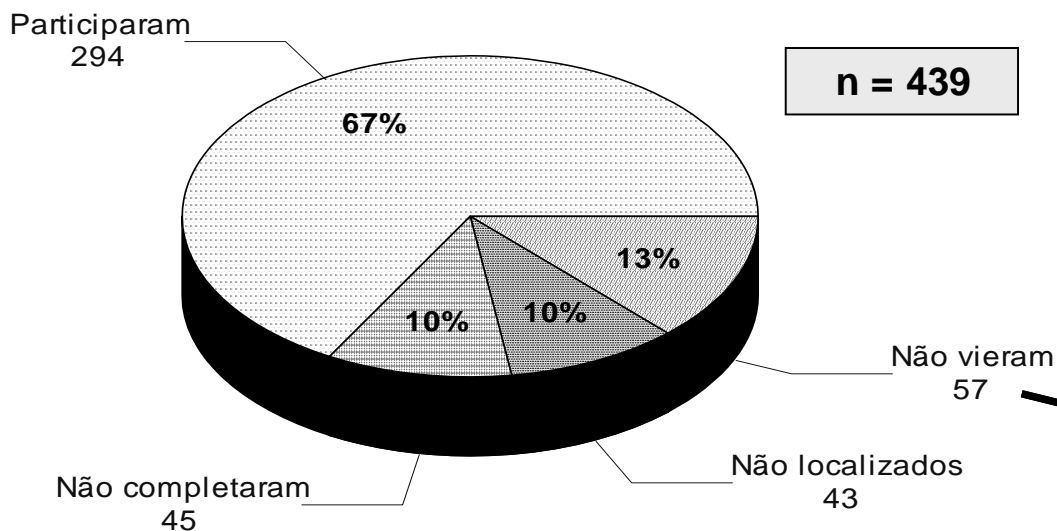
FIGURA 28: Localização das quinze unidades de armazenagem visitadas no estudo epidemiológico longitudinal



● Municípios

• Bagé
• Cachoeira do Sul
• Camaquã
• Carazinho
• Cruz Alta
• Dom Pedrito
• Palmeira das Missões
• Passo Fundo
• Porto Alegre
• Rio Grande
• Santo Ângelo
• Santa Bárbara
• Santa Rosa
• São Gabriel
• São Luis Gonzaga

FIGURA 29: Participações e abstenções no primeiro corte transversal



Observação: nenhum dos indivíduos se recusou a participar

FIGURA 30: Causas de não comparecimento no primeiro corte transversal

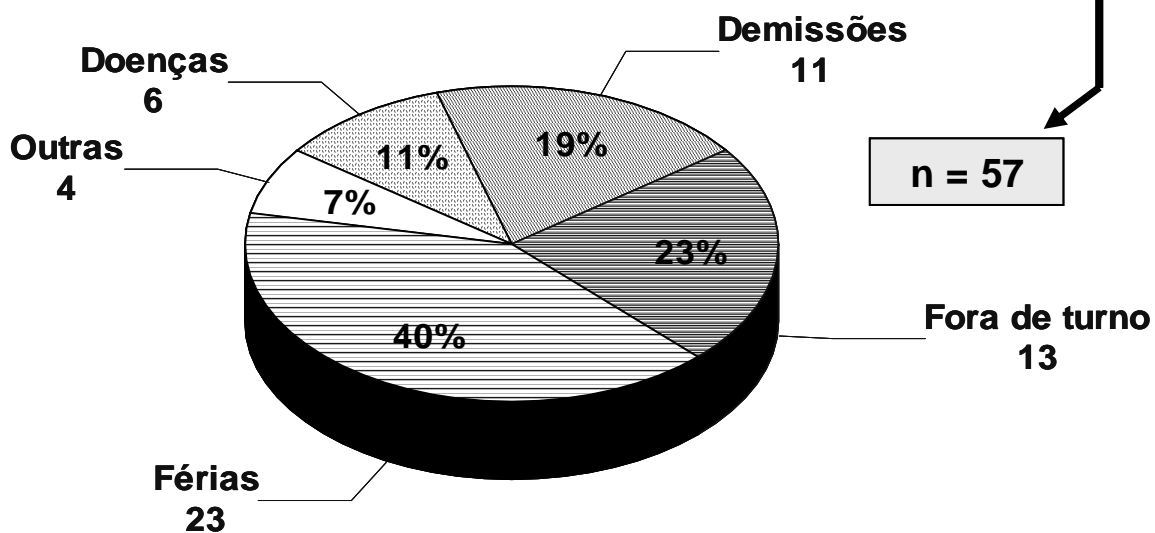


FIGURA 31: População rastreada no estudo longitudinal

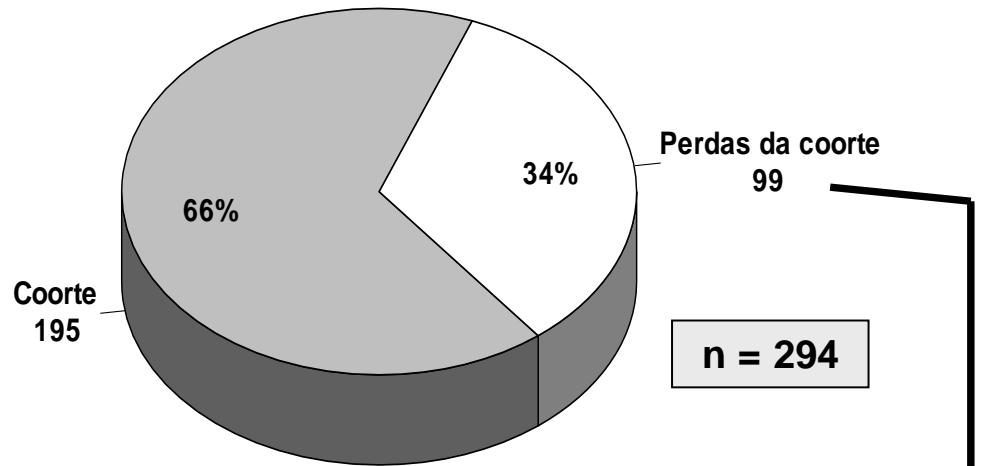
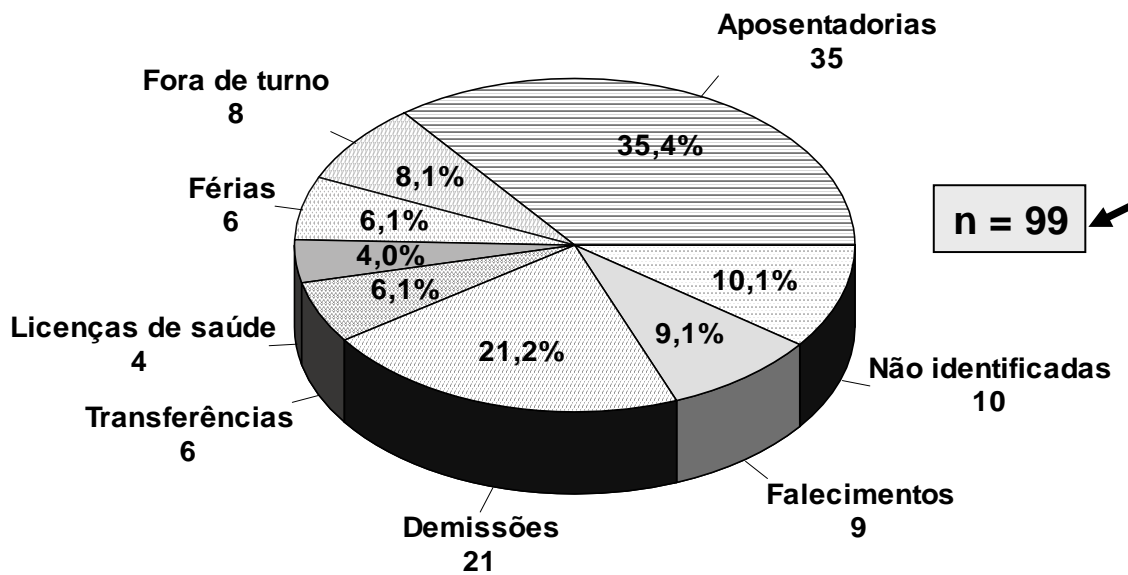


FIGURA 32: Causas de perdas da coorte no estudo longitudinal



3.3. Resultados

3.3.1. A classificação dos grupos de exposição.

No primeiro estudo foram criados dois grupos: os "expostos", constituído pelos trabalhadores em contato direto com a poeira, e os "controles", trabalhadores da área administrativa dos silos. Entretanto no segundo corte transversal essa população foi distribuída conforme um novo critério de seleção considerando-se o grau de exposição à poeira a qual cada indivíduo estava submetido em seu posto de trabalho.

Uma análise minuciosa de todo o processo de trabalho considerou o grau de risco ambiental em cada atividade de trabalho. A seguir os trabalhadores foram agrupados conforme o grau de risco inerente à função que desempenhavam. Chegou-se assim a uma nova classificação que separava a população em dois grupos, um com elevada exposição e outro com baixa exposição à poeira. Essa concepção de grupos homogêneos de exposição é formulada e preconizada pela American Industrial Hygienists Association (AIHA) – (HAWKINS,1991).

Sessenta e dois dos 164 indivíduos que formavam o grupo exposto no primeiro corte transversal migraram para o grupo de baixa exposição devida a essa mudança de critério.

Os funcionários dos silos da CESA desenvolvem atividades de processamento, controle e gerenciamento dos produtos que mantêm estocados, desde o seu recebimento até a sua expedição.

Através do "lay-out" desenhado na **FIGURA 33** é possível observar a área física em que essas atividades são desenvolvidas.

Os operários dos silos trabalham no interior das unidades efetuando as operações de armazenagem (descritas na Introdução), em áreas com pouca ventilação e próximas a pontos geradores de poeira. Portanto estão expostos a níveis de exposição elevados.

Outros, como os auxiliares administrativos e gerentes, os técnicos de manutenção, os supervisores, os balanceiros de caminhões e os vigilantes só esporadicamente se deslocam até o interior do silo, permanecendo a maior parte do tempo em escritórios ou em áreas externas que, embora contíguas aos silos, apresentam um grau de exposição à poeira muito menor.

Durante o trabalho de campo foi possível constatar que os trabalhadores administrativos dos silos (que foram anteriormente designados como "controles") também têm algum contato com a poeira de cereais. Chegando-se aos escritórios anexos aos silos, na primeira hora da manhã e antes do horário de expediente, observamos a poeira acumulada sobre os móveis e pisos, denotando que a emissão proveniente das unidades de armazenagem atingia também esses recintos. Existe um risco de exposição para os indivíduos do setor administrativo que sejam hiperreativos ou atópicos, pois estão sujeitos a apresentarem sintomas respiratórios agudos mesmo em contato com mínimas concentrações de poeira.

Um grupo de funcionários trabalham em áreas externas e só eventualmente circulam pelo interior dos silos, como os balanceiros de caminhões e os agentes de manutenção. Foram no primeiro estudo classificados como "expostos" mas no segundo estudo migraram para o grupo de "baixa" exposição, juntando-se ao pessoal administrativo dos escritórios. Esse grupo está sujeito a um grau de exposição notadamente menor do que seus colegas operários que trabalham diretamente com os processos de armazenagem no interior do silo.

Através desses critérios foram então definidos dois grupos, um sujeito a uma alta exposição a poeira, que passaremos a denominar de **grupo AE** e outro submetido a níveis mínimos ou baixos de exposição que chamaremos de **grupo BE**.

Na **TABELA 4** estão listadas as diversas atividades ocupacionais que foram identificadas durante a fase de reconhecimento dos riscos e através das informações obtidas pelo questionário padronizado. Conforme esse critério os indivíduos foram incluídos dentro dos grupos AE ou BE, conforme o grau de exposição a que eram submetidos. A população definida nesta tabela corresponde somente aos indivíduos que participaram do estudo longitudinal (n=195).

A seleção desses dois grupos seria validada através de uma avaliação ambiental dos níveis de concentração de poeira em pontos de coleta pré-determinados. No entanto essa comprovação não foi possível devido ao número exíguo de amostras de poeira inalável coletadas, conforme já comentamos anteriormente. Não se dispunha também de nenhum outro estudo desse tipo na CESA ou em outra rede de armazenagem local para se usar como referência.

Uma tentativa de estimar qualitativamente a intensidade do risco ambiental foi empreendida através de informações fornecidas pelo questionário de sintomas respiratórios. Numa das perguntas do questionário solicitava-se ao entrevistado que avaliasse o seu local de trabalho quanto à intensidade da exposição à poeira em três categorias: “pequena”, “média” e “grande” (**FIGURA 34**).

Essa fonte de informação, embora subjetiva, tem a peculiaridade de expressar a opinião dos trabalhadores sobre seu ambiente de trabalho. No primeiro corte houve uma concordância de opiniões no grupo de baixa exposição quanto à sua condição de expostos pois 60 (64,5%) julgaram-se expostos a pequena quantidade de poeira. No segundo corte a concordância ocorreu em maior grau no grupo de elevada exposição, 82 (80,4%) reconhecendo estar expostos a uma grande quantidade de poeira. O número dos que se consideravam expostos a uma grande quantidade de poeira duplicou no segundo estudo em relação ao primeiro (de 41 para 82 indivíduos). Essa mudança de opinião pode estar associada a uma maior conscientização (e possivelmente menor tolerância) quanto aos riscos de exposição à poeira e seus efeitos sobre a saúde.

FIGURA 33: Operações desenvolvidas em uma unidade de armazenagem

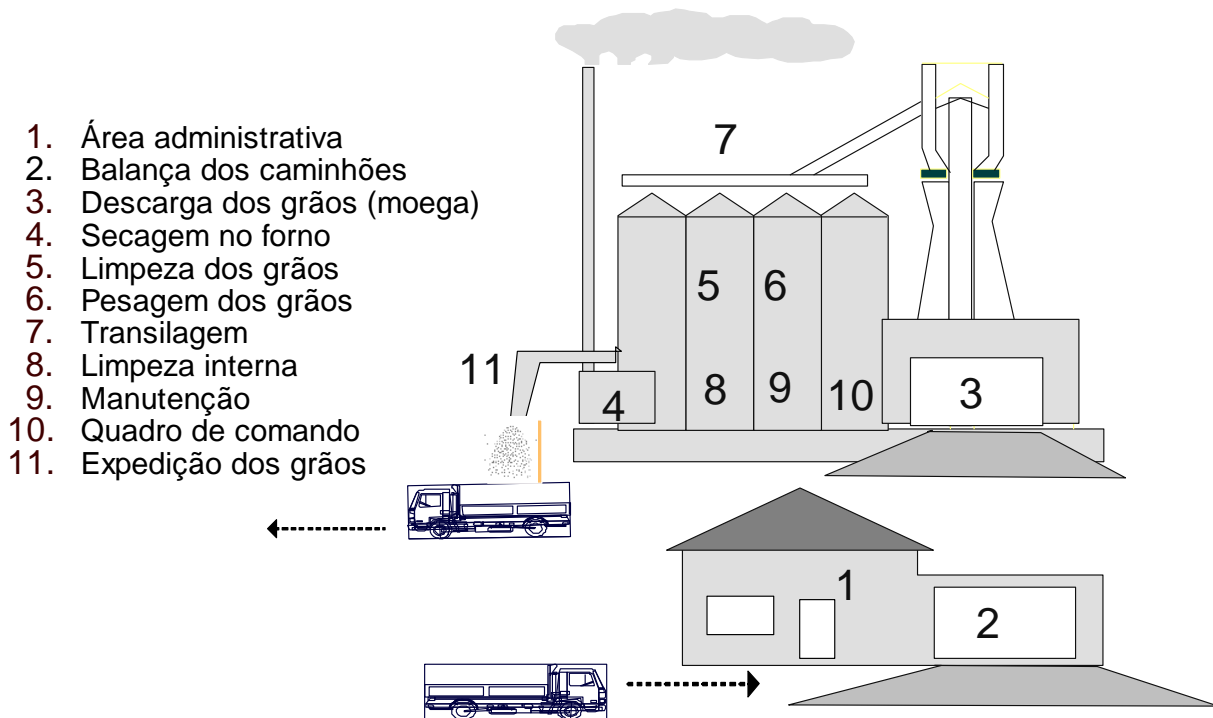


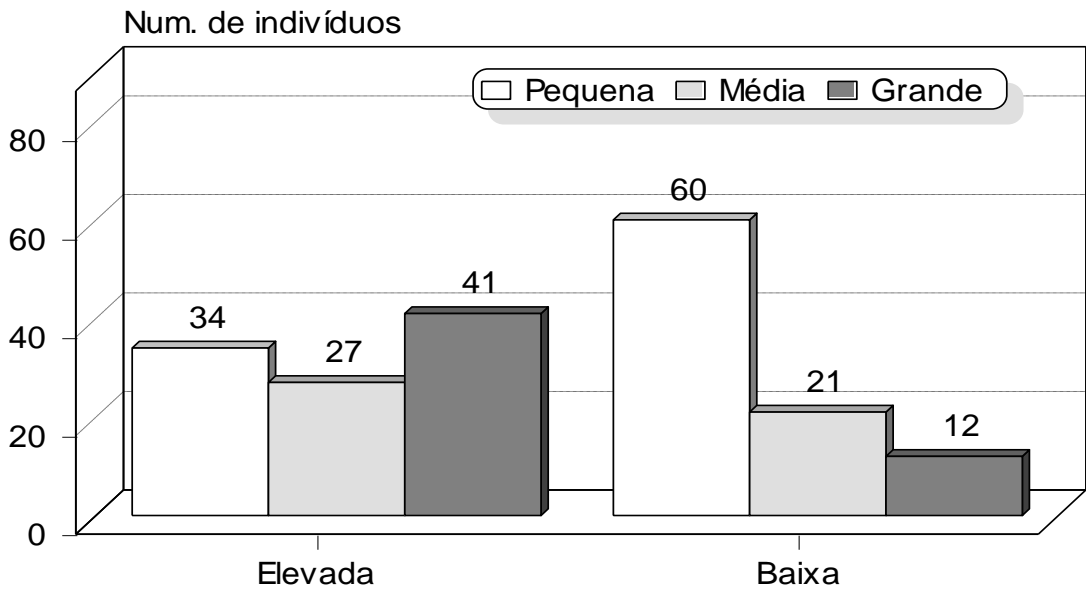
TABELA 4: Funções exercidas pela coorte de indivíduos (n=195) por grupo de exposição

Grupo AE	
(Exposição elevada)	
Capatazes	8
Operários	80
Operadores de máquina	4
Transbordadores	10
Total	102

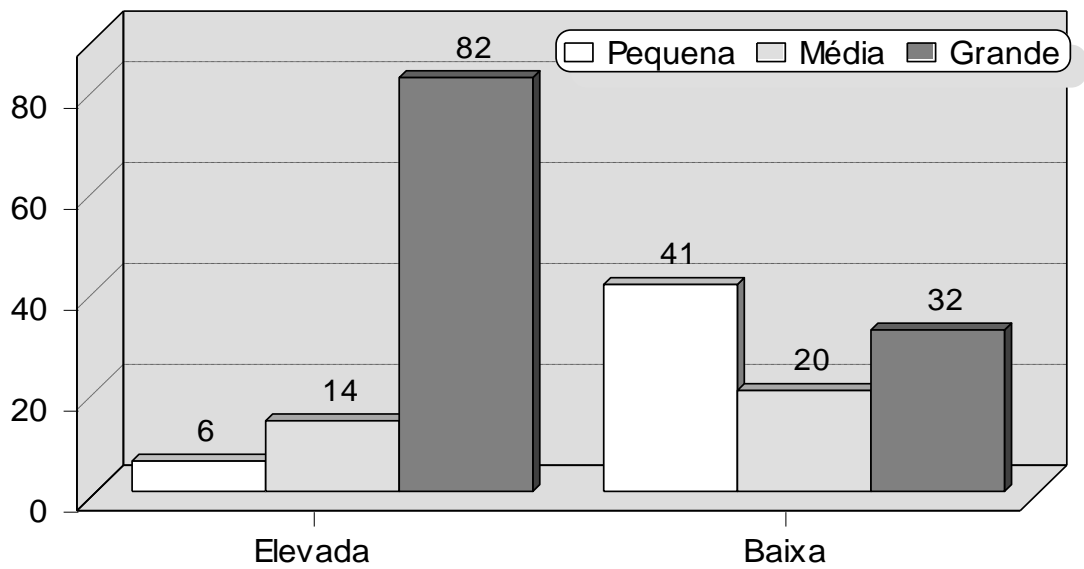
Grupo BE	
(Exposição baixa)	
Agentes administrativos	26
Gerentes	1
Laboratoristas	7
Secadores	5
Agentes de manutenção	19
Operadores de quadro	10
Supervisores	7
Vigilantes	7
Balanceiros	7
Bombeiros	2
Caminhoneiro	1
Horticultor	1
Total	93

FIGURA 34: Opinião dos trabalhadores sobre o grau de exposição a que estavam sujeitos

Primeiro corte transversal



Segundo corte transversal



3.3.2. A formação de uma coorte.

No decorrer de estudos de coorte prolongados vários indivíduos não são mais localizados (“perdidos”). Ignora-se o desfecho desse grupo quando se chega ao término do estudo.

Teria esse grupo “perdido” mais doença ou disfunção respiratória que os sobreviventes?

A maior prevalência de agravos respiratórios no grupo “perdido” seria um fator predisponente para o abandono precoce da atividade ocupacional?

Se o grupo sobrevivente fosse mais saudável ou mais “resistente”, seriam menos prevalentes os efeitos da exposição ocupacional, caracterizando-se o chamado efeito do “trabalhador sadio” (CHOI, 1992). Se as características de ambos os grupos não forem significativamente diferentes quanto a prevalência de sintomas ou de alterações na função pulmonar, então pode-se presumir que a perda de alguns indivíduos da coorte não influenciaria os resultados dos indicadores em estudo.

Para confirmar ou negar essa hipótese tornou-se necessário uma comparação entre os grupos que permaneceram na coorte (“sobreviventes”) e os que saíram da mesma (“perdidos”) baseada em características gerais, prevalência de sintomas e alterações funcionais apresentadas pelos dois grupos no primeiro corte transversal (**TABELA 5**)..

Notou-se que em relação aos sintomas não havia diferença significativa entre os dois grupos, com exceção da expectoração que além do mais é menos freqüente entre os perdidos em relação aos sobreviventes.

Em relação às variáveis contínuas houve diferença somente quanto à idade, tendo os perdidos uma idade média maior do que os sobreviventes, sugerindo que a saída do emprego foi em muito motivada por cumprimento de tempo de serviço seguido de aposentadoria. Não houve diferença significativa de peso, altura, tempo de exposição, número médio de cigarros por dia, idade de início e de término do tabagismo entre os dois grupos.

Portanto é pouco provável que aqueles que saíram da coorte tenham mais doença respiratória do que aqueles que permaneceram no local de trabalho. Abandonaram a ocupação provavelmente por outros motivos como demissão ou aposentadoria.

Cento e noventa e cinco indivíduos do sexo masculino participaram integralmente dos dois estudos transversais. Ao final da coorte a população nas 15 unidades de armazenagem visitadas nos 15 municípios estava distribuída conforme mostra a **TABELA 6**. Essa distribuição só difere daquela do primeiro corte transversal em relação a quatro indivíduos que foram transferidos de um silo para outro. Em algumas unidades de grande porte como Rio Grande e Porto Alegre havia maior número de trabalhadores principalmente no grupo AE devido a capacidade de processamento desses silos de grande porte.

TABELA 5: Comparação entre os indicadores dos perdidos e dos sobreviventes da coorte

Variáveis categóricas					
	Perdidos (n=99)		Sobreviventes (n=195)		Estat.
	n	%	n	%	p #
Hábito tabágico					0,188
Grupos de exposição	AE=52; BE=51		AE=102; BE=93		0,001*
Tosse	30	30,3	78	40,0	0,125.
Expectoração	34	34,3	92	47,2	0,046*
Bronquite crônica	22	22,2	46	23,6	0,884
Sibilância	26	26,3	63	32,3	0,347
Dispnéia grau I	34	34,3	76	39,0	0,448
Sintomas nasais	23	23,2	55	28,2	0,403.
Sintomas oculares	46	46,5	83	42,6	0,536
Constricção torácica	17	17,2	48	24,6	0,181
"Febre dos grãos"	5	5,1	20	10,3	0,184
Pneumonia	20	20,2	22	11,3	0,052*

*=p<0,05; #:= teste t de Student

Variáveis contínuas							
	Perdidos (n=99)			Sobreviventes (n=195)			p #
	μ	σ	n	μ	σ	n	
Idade (C1)	43,4	10,7	99	38,7	8,8	195	0,000*
Tempo de exposição à poeira (C1)	13,4	7,4	74	11,6	6,2	162	0,055*
Número médio de cigarros/dia (C1)	16,7	8,5	72	15,7	9,6	147	0,466
Peso (C1)	73,2	11,3	96	72,7	10,6	194	0,736
Altura (C1)	171,0	6,3	99	170,9	6,5	195	0,896
VEF1 observado (C1)	3,5	0,7	99	3,7	0,7	195	0,233
Percentual do VEF1 (C1)	92,3	13,6	99	92,3	14,6	195	0,968
CV observado (C1)	4,3	0,7	99	4,5	0,8	195	0,218
Percentual da (C1)	92,4	12,2	99	92,9	13,1	195	0,731
Tiffeneau (C1)	81,5	7,0	99	82,0	8,0	195	0,610

*=p<0,05; #:=teste do qui quadrado

**TABELA 6 : Distribuição da coorte nas 15 unidades de armazenagem no segundo estudo transversal
Segundo corte transversal (n=195)**

	Grupos de exposição		Total
	alta	baixa	
Bagé	3 25,0%	9 75,0%	12 100,0%
Cachoeira do Sul	6 42,9%	8 57,1%	14 100,0%
Camaquã	3 21,4%	11 78,6%	14 100,0%
Carazinho	5 55,6%	4 44,4%	9 100,0%
Cruz Alta	4 57,1%	3 42,9%	7 100,0%
Dom Pedrito	4 80,0%	1 20,0%	5 100,0%
Palmeira das Missões	2 28,6%	5 71,4%	7 100,0%
Passo Fundo	7 63,6%	4 36,4%	11 100,0%
Porto Alegre	9 60,0%	6 40,0%	15 100,0%
Rio Grande	28 59,6%	19 40,4%	47 100,0%
Santo Angelo	4 57,1%	3 42,9%	7 100,0%
Santa Bárbara	4 57,1%	3 42,9%	7 100,0%
São Gabriel	5 55,6%	4 44,4%	9 100,0%
São Luís	7 50,0%	7 50,0%	14 100,0%
Santa Rosa	11 64,7%	6 35,3%	17 100,0%
Total	102 52,3%	93 47,7%	195 100,0%

3.3.3. Características gerais da população.

As **características antropométricas** dos indivíduos da coorte são mostradas na **TABELA 7**, distribuídos conforme os grupos de exposição a que pertencem e as características de hábito tabágico.

No primeiro corte transversal escolheu-se-se três grupos de hábito tabágico: os fumantes, os ex-fumantes e os não fumantes.

Os critérios utilizados para classificar essas categorias de hábito tabágico foram os mesmos adotados pela American Thoracic Society - ATS (ATS, 1978), segundo os quais:

- Fumante é o indivíduo que tenha consumido pelo menos 20 cartelas de cigarro, ou pelo menos um cigarro por dia durante um ano.
- Os que abandonaram o hábito há mais de um mês atrás são designados como ex-fumantes.
- Os não fumantes são todos aqueles que não se incluem nas duas primeiras categorias.

No segundo corte transversal para facilitar a tabulação e a análise foram estabelecidos dois grupos: os fumantes (F) e os ex-fumantes e não fumantes (NEF).

Para verificar se o grupo NEF era homogêneo em suas características foram comparadas as variáveis dos grupos ex-fumantes e não fumantes através do teste do χ^2 (variáveis discretas) e teste t (variáveis contínuas). Conclui-se que esses dois grupos não apresentavam diferenças significativas em relação à maioria de suas características, prevalência de sintomas e resultados espirométricos. Sendo assim foi possível aglutinar as populações dos ex-fumantes e dos não fumantes dentro de um único grupo designado como NEF, e a população dos fumantes passou a ser designada como grupo F.

Conforme observado na tabela 7 não houve diferença significativa no intervalo de tempo entre os dois cortes transversais entre nenhum dos grupos ou sub-grupos considerados.

A mesma tabela apresenta alguns indicadores que quantificam o hábito tabágico. Em todos os grupos a idade em que os indivíduos começaram a fumar foi bastante precoce, a maioria no período da adolescência. Embora não significativamente, o número de cigarros consumido por dia foi maior no grupo BE. Talvez a limitação em fumar nas áreas de risco de explosão no interior dos silos a que está sujeito o grupo AE e o sedentarismo e relativa ociosidade na atividade do grupo BE tenha contribuído para esse perfil.

As características antropométricas que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos de exposição foram tempo de exposição à poeira e altura. A estatura média do grupo BE é maior, provavelmente devido a fatores socio-econômicos.

A média de **idade** dos indivíduos no final do estudo de coorte era de $48,0 \pm 9,3$ no grupo AE e $48,2 \pm 8,2$ no grupo BE, apresentando uma distribuição normal com uma média de idade de $48,1 \pm 8,8$ para o total dos dois grupos (**FIGURA 35**). Nessa ocasião 50% dos indivíduos do grupo AE tinham idade acima de 47 anos e 50% do grupo BE, idade acima de 48 anos.

A estabilidade no emprego é uma prerrogativa garantida por lei ao funcionalismo público no Brasil, o que permitiu a esses trabalhadores permanecer longo tempo na atividade, muitos deles até atingirem a idade de aposentadoria.

Por essa mesma razão o período de exposição (ou tempo de atividade ocupacional) no final da coorte foi também prolongado. A média do **tempo de exposição** dos indivíduos da coorte no segundo estudo era de aproximadamente

20,6±6,22 anos; 50% dos indivíduos trabalhavam na atividade há mais de 10 anos e 17% há mais de 20 anos (**FIGURA 36**). A amostragem de n=164 é devida ao fato que não foi obtido o tempo de trabalho de 31 (33,3%) indivíduos do grupo BE.

Quanto às **características étnicas** da população, a grande maioria da população da coorte era branca (169 indivíduos), seis eram negros e vinte miscigenados (**FIGURA 37**). Houve uma distribuição mais ou menos homogênea de brancos e negros entre os grupos de exposição, sendo que os miscigenados predominaram levemente no grupo AE.

Quanto ao grau de **escolaridade** observou-se que 66 (64,7%) dos indivíduos do grupo AE não tinham o primeiro grau completo ou não receberam educação formal (**FIGURA 38**), sendo que somente 26 (30%) do grupo BE estavam nesta categoria de baixa escolaridade. Portanto torna-se evidente o baixo grau de escolaridade entre os indivíduos do grupo AE.

Por outro lado aproximadamente um terço (33,7%) do grupo BE completou o segundo grau ou fez curso superior. Essa diferença está associada ao fato de que as atividades de maior exposição ou de “trabalho pesado” não exigem grau de escolaridade elevada, e vice-versa, o trabalho administrativo ou especializado requer uma formação compatível com essas funções. O convívio com os trabalhadores durante a atividade de campo permitiu observar o nítido desnível sócio econômico entre os dois grupos de exposição. Depreende-se que possa haver uma associação entre a baixa escolaridade e a desinformação e desconhecimento sobre os riscos existentes no ambiente de trabalho.

TABELA 7: Características antropométricas da coorte
Primeiro corte transversal

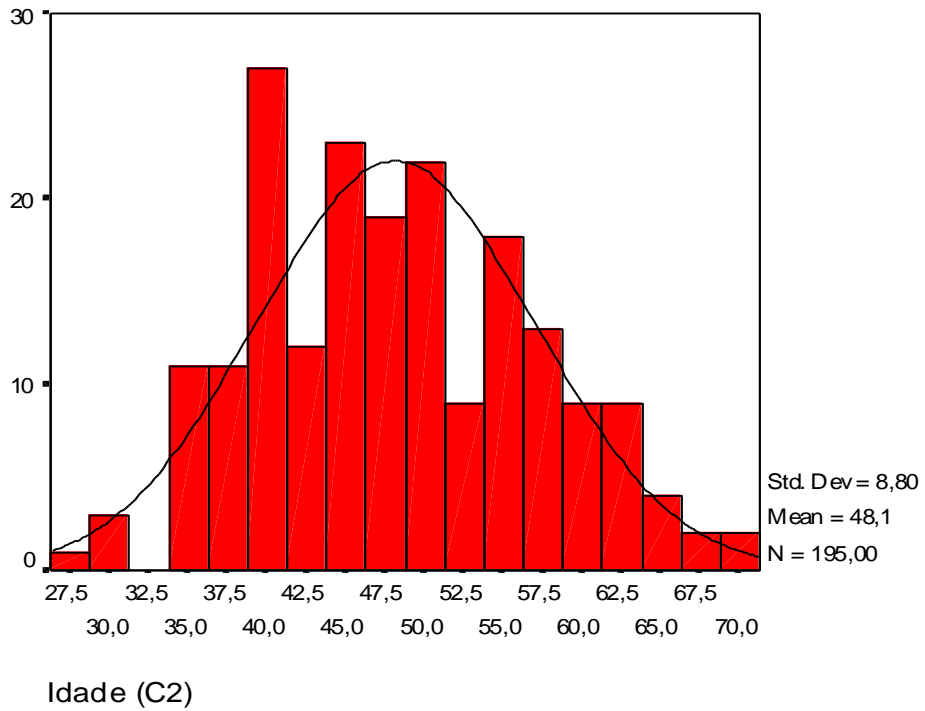
	Hábito tabágico									
	Fumantes					Ex-fumantes e não fumantes				
	Grupos de exposição		Grupos de exposição		Grupos de exposição		Grupos de exposição		Grupos de exposição	
	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa
$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$
Intervalo entre dois cortes (anos)	9,5±1,4	9,9±1,2	0,158	9,8±1,6	9,6±1,4	0,474	9,6±1,5	9,7±1,3	0,667	
Idade (anos)	40,1±8,8	39,6±8,3	0,945	37±10	37,8±7,9	0,928	38,6±9,5	38,7±8,1	0,98	
Tempo de exposição à poeira (anos)	10,7±5,9	12,6±6,6	0,184	10,9±6,4	13,4±5,6	0,071	10,8±6,1	13±6	0,024*	
Idade em que começou a fumar (anos)	17,8±4,5	16,7±3,5	0,202	15,9±2,9	16,5±3,4	0,443	17,2±4,1	16,7±3,5	0,44	
Idade em que parou de fumar (anos)	--	--	--	33,1±10,8	30,8±9,7	0,436	33,1±10,8	30,8±9,7	0,436	
Número atual de cigarros/dia (anos)	14,4±10	17±8	0,179	--	--	--	14,4±10	17±8	0,179	
Número médio de cigarros/dia (anos)	14,7±8,2	16,6±9,5	0,306	16,6±12,8	15,5±9,1	0,757	15,3±9,9	16,2±9,3	0,579	
Tempo de tabagismo (anos)	21,7±9,1	22,6±8,8	0,649	17,3±10,6	14,3±10,6	0,356	20,3±9,7	19,7±10,2	0,755	
Peso (anos)	70,2±10,2	72,7±11,3	0,253	73,4±9,6	74,9±10,8	0,333	71,7±10	73,9±11,1	0,101	
Altura (cm)	169,7±6,2	173,5±5,5	0,002*	169,9±6,3	170,8±7,2	0,485	169,8±6,2	172,1±6,6	0,013*	

Segundo corte transversal

	Hábito tabágico									
	Fumantes					Ex-fumantes e não fumantes				
	Grupos de exposição		Grupos de exposição		Grupos de exposição		Grupos de exposição		Grupos de exposição	
	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa
$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$
Intervalo entre dois cortes (anos)	9,8±1,5	9,7±1,1	0,775	9,6±1,5	9,8±1,4	0,457	9,6±1,5	9,7±1,3	0,667	
Idade (anos)	47,6±8,1	49,8±7,7	0,261	48,3±10,1	47,3±8,4	0,414	48±9,35	48,2±8,2	0,917	
Tempo de exposição à poeira (anos)	19,5±5,9	20,3±5,7	0,604	20,8±6,3	21,6±6,7	0,518	20,2±6,2	21,1±6,3	0,394	
Idade em que começou a fumar (anos)	17,6±5,6	16,4±4,9	0,345	16,3±4,2	16,7±3,7	0,698	17±5	16,6±4,2	0,599	
Idade em que parou de fumar (anos)	--	--	--	37±12,5	35,4±12,2	0,6	37±12,5	35,4±12,2	0,6	
Número atual de cigarros/dia (anos)	15,5±10,3	19,3±11,2	0,147	--	--	--	15,5±10,3	19,3±11,2	0,147	
Número médio de cigarros/dia (anos)	14,7±9,3	18,7±10,7	0,089	17,3±11	18,8±7,4	0,484	16±10,2	18,8±9,1	0,084	
Tempo de tabagismo (anos)	29,8±10,3	31,6±11,3	0,494	20,6±11,5	18,2±11,7	0,373	25,1±11,8	24,9±13,3	0,914	
Peso (anos)	75,6±9,7	75,9±12,1	0,913	78,3±10,5	78,4±12,2	0,956	77,2±10,2	77,6±12,1	0,837	
Altura (cm)	168,1±7	171,4±7,3	0,056	169,6±6,3	170,8±7,2	0,315	169±6,6	171±7,2	0,043*	

$\mu \pm \sigma$ = média ± desvio padrão; * = p < 0.05

**FIGURA 35: Idade dos indivíduos da corte (n=195)
Segundo corte transversal**



**FIGURA 36: Tempo de exposição à poeira
Segundo corte transversal**

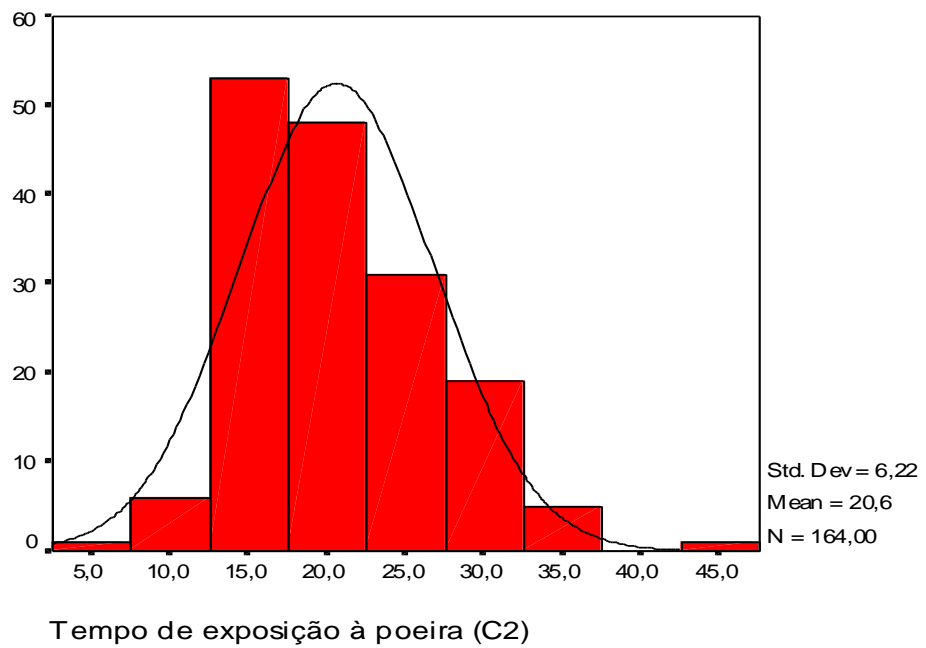


FIGURA 37: Grupos étnicos na coorte

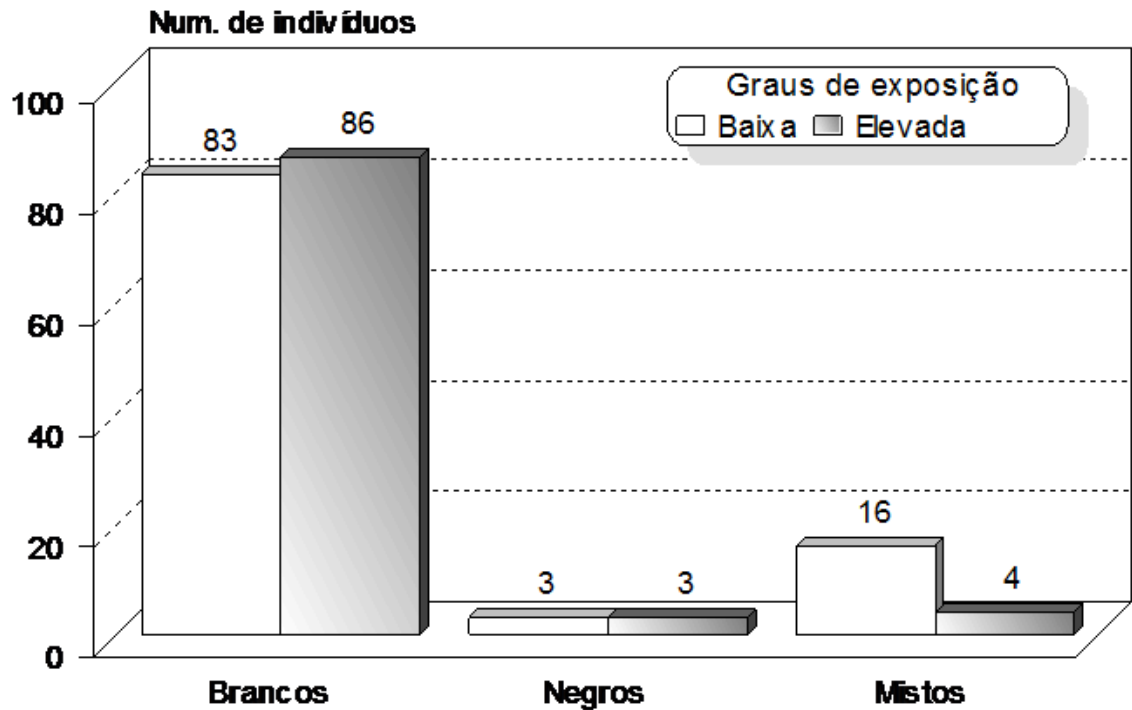
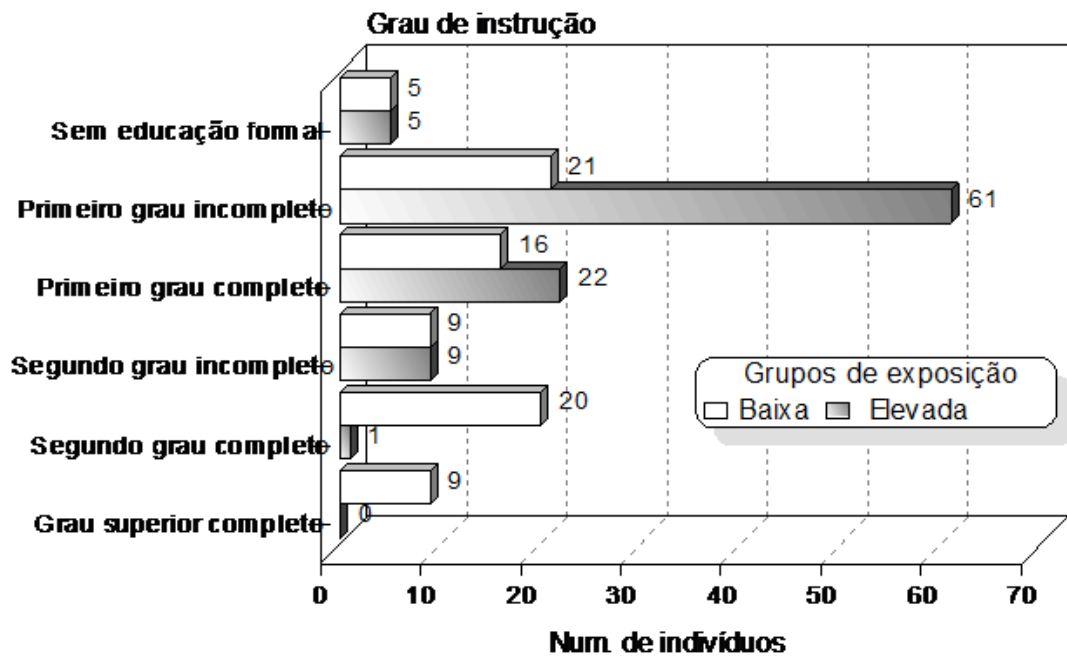


FIGURA 38: Escolaridade dos indivíduos da coorte



3.3.4. Fatores de confusão.

Os erros de confusão acontecem quando múltiplos fatores determinam efeitos semelhantes àqueles causados pelo fator em estudo. Esses fatores de confusão podem ser características biológicas individuais como idade, sexo e etnia, ou hábitos e situações clínicas como tabagismo, história de doença broncopulmonar ou disfunção respiratória não ocupacional.

O **tabagismo** é um importante fator de confusão a ser considerado neste estudo devido aos efeitos respiratórios crônicos associados ao hábito de fumar.

Houve uma significativa mudança de **hábito tabágico** entre um corte transversal e outro, pois a prevalência de fumantes diminuiu de 55 (54%) para 40 (39%) no grupo AE e de 43 (46%) para 31 (33%) no grupo BE, conforme mostra a **TABELA 8** e a **FIGURA 39**.

Houve um aumento do número de ex-fumantes de 49 para 75 indivíduos no total da coorte. Dos 98 indivíduos que eram fumantes no primeiro corte transversal, 32 (32,6%) haviam deixado de fumar por ocasião da segunda avaliação, sendo 19 indivíduos do grupo AE e 12 do grupo BE. Um indivíduo que era fumante no primeiro corte foi incongruente no segundo corte ao afirmar que nunca havia fumado antes.

Por outro lado, somente 4 ex-fumantes pertencentes ao grupo AE voltaram a fumar e um não fumante, pertencente ao grupo BE, tornou-se fumante.

Essa tendência em abandonar o hábito tabágico é semelhante à observada na população no Rio Grande do Sul, que apresentou uma diminuição da prevalência de fumantes de 42% na década de 80 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1988) para 33% na década de 90 (NETTO, 1998). Essa diminuição acentuada do hábito tabágico está provavelmente associada à ampla divulgação dos malefícios do cigarro nos meios de comunicação.

A ocorrência de **doenças respiratórias prévias** ou concomitantes ao estudo também é um fator de confusão importante a ser considerado. Investigou-se no questionário a história de doença respiratória que o trabalhador recordasse ser informado ou ter sido diagnosticado através de um atendimento médico prévio. É um dado sem comprovação objetiva e com base somente na memória individual de uma possível informação recebida no passado.

Foi predominante a referência a episódios caracterizados como “pneumonia” pelos indivíduos dos dois grupos de exposição (**FIGURA 40**), num total de 21 relatos no primeiro corte transversal e 34 no segundo.

Outras manifestações como “doença respiratória na infância”, “bronquite” e “asma” ocuparam respectivamente o segundo, terceiro e quarto lugares em ordem de frequência, seguidas de manifestações crônicas como tuberculose, bronquite crônica e enfisema, estas últimas com prevalências bem menores.

Os relatos de “pneumonia”, “bronquite” (grupo AE) e “asma” (grupo BE) foram mais frequentes no segundo corte transversal. Esse aumento da prevalência pode estar associado a um acúmulo de agravos desse tipo ocorrido durante o período da coorte e que podem estar associados com a exposição à poeira.

A diminuição da frequência de “doenças respiratórias na infância” e “bronquite crônica” no segundo corte, por sua vez pode estar vinculada a vícios de aferição ou pelo exagero ou a omissão de informações, deliberadamente ou não, por parte de alguns entrevistados.

Dados sobre a **história prévia e atual de exposição ocupacional** também foram obtidos através do questionário. No primeiro corte transversal 46 trabalhadores referiram

que durante a sua jornada de trabalho em silos estavam expostos, além da poeira dos grãos, a **outros contaminantes inaláveis**, como fumaça do óleo Diesel proveniente dos caminhões que descarregavam nas moegas e dos motores existentes no convés do terminal marítimo de Rio Grande (25 indivíduos) ou fumaça da combustão de madeira e carvão nas secadoras (12 indivíduos) (**FIGURA 41**). Cinco trabalhadores de manutenção inalavam os gases provenientes da soldagem de peças de metal. O contato periódico com fumigantes, principalmente a fosfina, durante a operação de expurgo foi também freqüente na rotina de trabalho de cinco indivíduos. A maioria dessas exposições foram transitórias e eventuais na jornada de trabalho e não apresentaram um risco maior pela pouca intensidade.

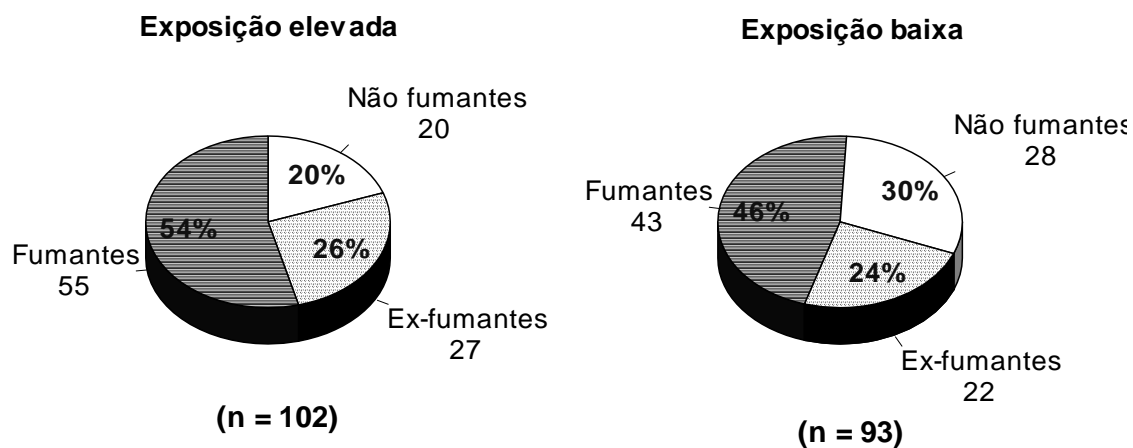
Alguns indivíduos referiram **atividades anteriores com risco de exposição** a agentes inaláveis (**FIGURA 42**). Dezesesseis referiram exposição prévia a poeiras orgânicas, sendo que nove (9) desses trabalhando na agricultura e outros sete (7) tinham história de exposição a outras poeiras orgânicas, como madeira (5), esterco ou "guano" (1) e farinha de osso (1). Sete (7) haviam trabalhado em contato com poeiras minerais, dois (2) na extração de calcário e cinco (5) nas pedreiras. Dez (10) trabalhadores relataram exposição a gases de amônia (NH₄⁺) e vapores de solventes orgânicos nas indústrias dos municípios de Rio Grande e Porto Alegre. Em média o tempo de permanência nessas atividades foi relativamente curto, não superior a cinco anos, não sejam um fator de exposição importante..

Tabela 8: Características do hábito tabágico no primeiro (C1) e no segundo (C2) corte transversal

				Hábito tabágico (C2)				
				Fumantes	Ex-fumantes	Não fumantes	Total	
Grupos de exposição	Elevada	Hábito tabágico (C1)	Fumantes	n	36	19	0	55
				%	65,5	34,5	0	100
			Ex-fumantes	n	4	22	1	27
				%	14,8	81,5	3,7	100
			Não fumantes	n	0	0	20	20
				%	0	0	100	100
	Total	n	40	41	21	102		
		%	39,2	40,2	20,6	100		
	Baixa	Hábito tabágico (C1)	Fumantes	n	30	12	1	43
				%	69,8	27,9	2,3	100
			Ex-fumantes	n	0	19	3	22
				%	0	86,4	13,6	100
Não fumantes			n	1	3	24	28	
			%	3,6	10,7	85,7	100	
Total			n	31	34	28	93	
			%	33,3	36,6	30,1	100	

FIGURA 39: Características do hábito tabágico

Primeiro corte transversal



Segundo corte transversal

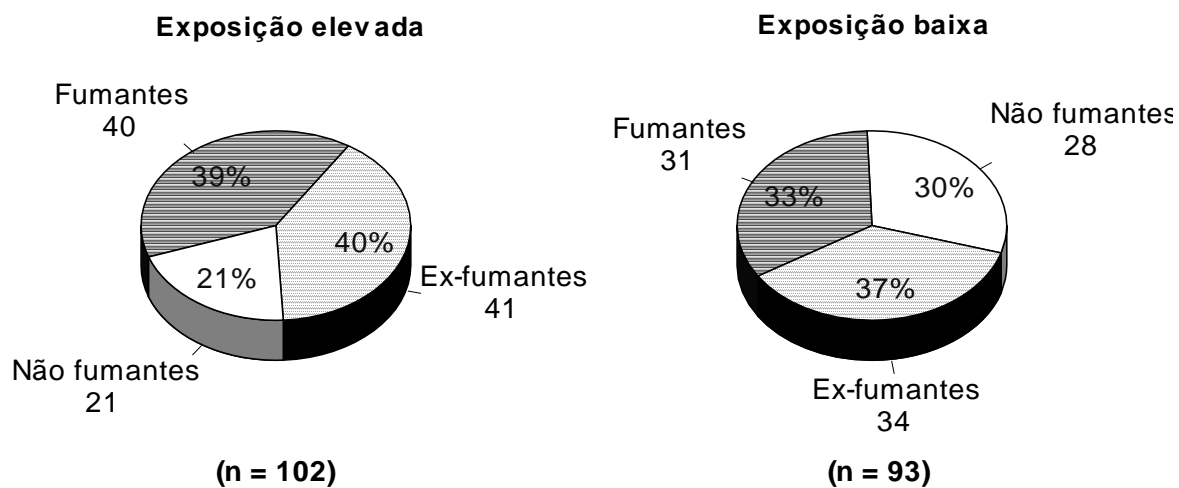
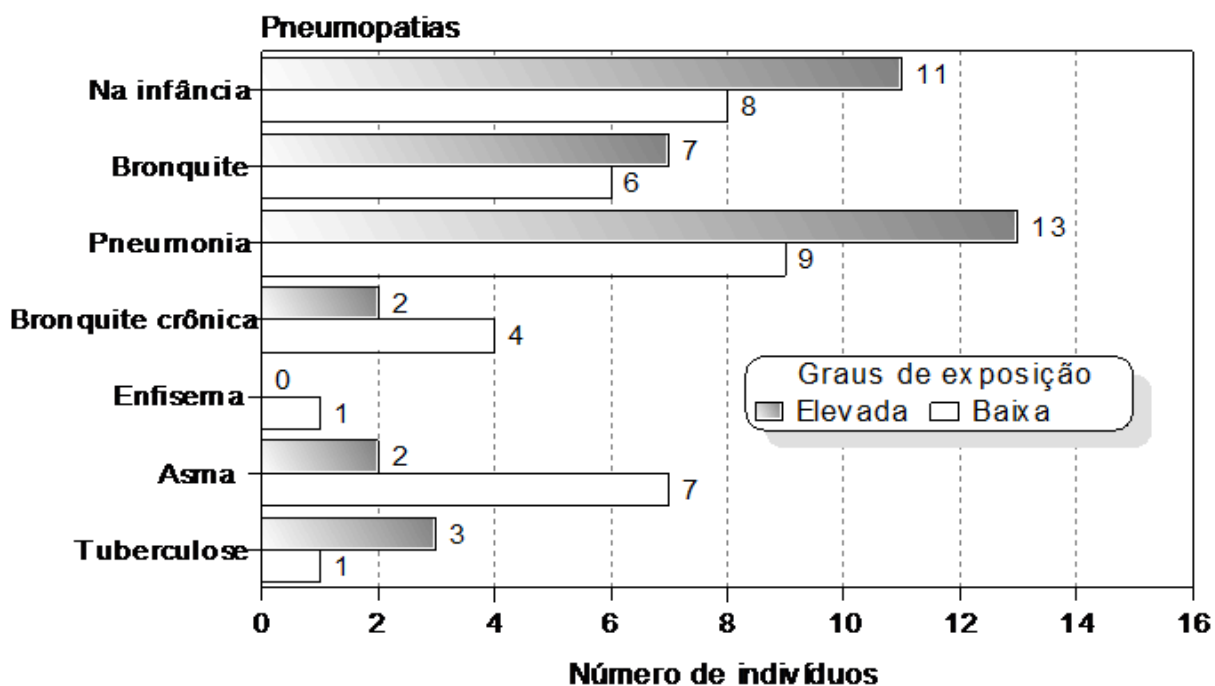


FIGURA 40: Relatos de doenças respiratórias prévias

Primeiro corte transversal



Segundo corte transversal

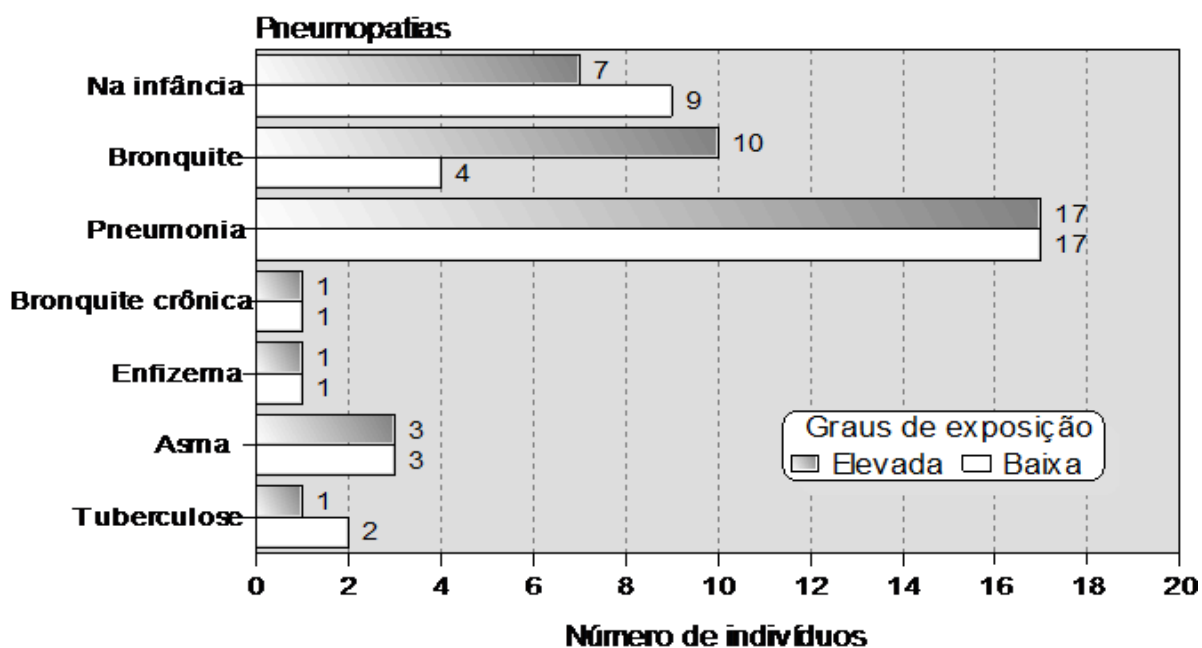


FIGURA 41: Trabalhadores expostos a outros agentes inaláveis antes do ingresso na atividade de armazenagem (primeiro corte transversal)

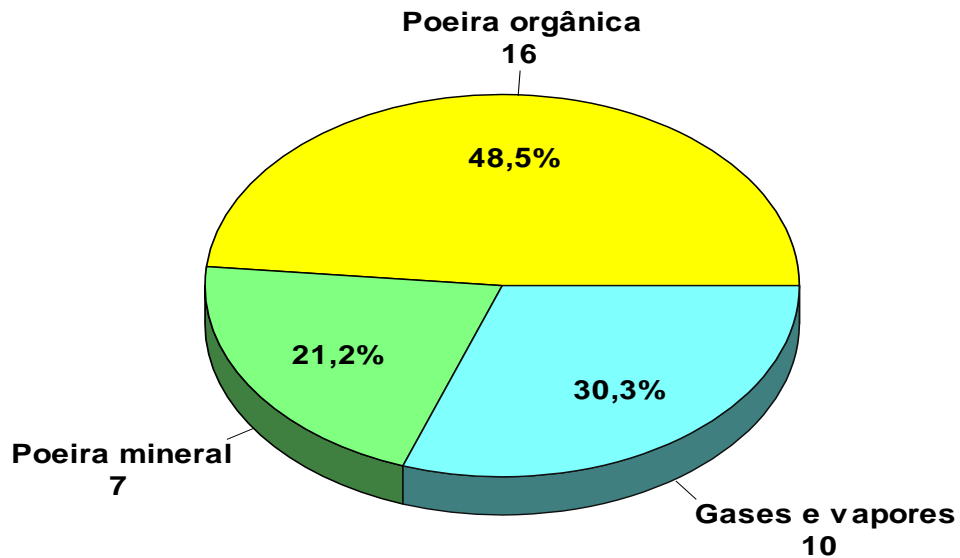
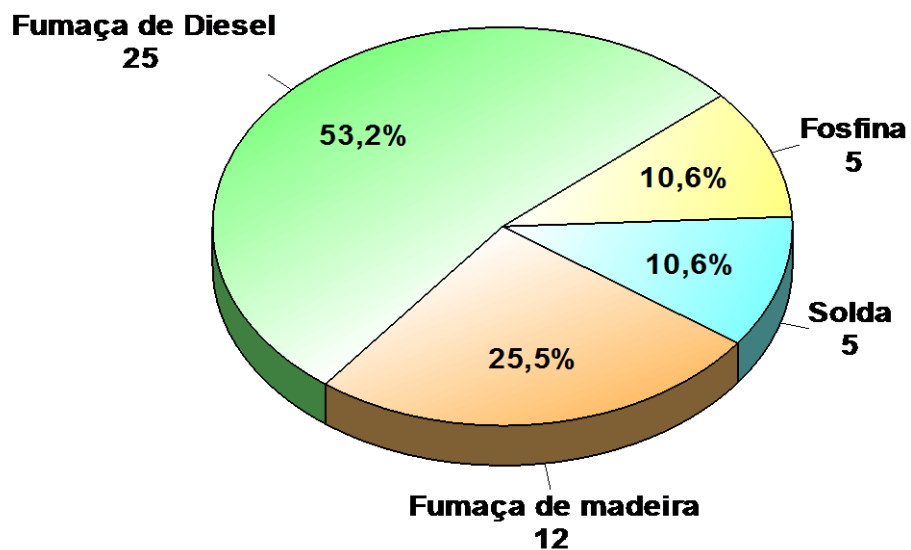


FIGURA 42: Trabalhadores expostos a outros agentes inaláveis durante a atividade de armazenagem (primeiro corte transversal)



3.3.5. Manifestações clínicas

A partir das perguntas formuladas através do questionário foram estabelecidos indicadores de **prevalência de sintomas** respiratórios que estão especificados na **TABELA 9**. Na coluna dos valores absolutos (n) está computado o número de indivíduos referindo o sintoma em cada grupo ou subgrupo. A coluna ao lado, de percentuais, expressa a prevalência do sintoma dentro de cada grupo ou subgrupo.

Quanto ao número absoluto de indivíduos referindo cada sintoma, constatou-se que as queixas eram maiores no grupo AE do que no grupo BE, em ambos os cortes transversais e em relação a todos os sintomas considerados.

A prevalência de quase todos os sintomas avaliados foi também maior no grupo AE do que no grupo BE em ambos os cortes transversais demonstrando uma provável influência da exposição à poeira como fator causal dos mesmos. Essa diferença foi significativa ($p < 0,05$) para a prevalência dos sintomas de tosse, expectoração, bronquite crônica e conjuntivite em C1, e para expectoração, bronquite crônica, sibilância e “febre” em C2.

Essa predominância de sintomas ocorreu também no subgrupo de ex-fumantes e não fumantes com exposição elevada (NEF-AE), reforçando a hipótese que a poeira de grãos induz a doença respiratória independente do fator tabágico. Esse grupo NEF-AE, apesar de privilegiado pelo fato de nunca ter fumado ou de ter abandonado precocemente o hábito tabágico apresenta mais sintomas respiratórios que seus pares do subgrupo NEF-BE. Há uma prevalência significativamente mais elevada de tosse, expectoração, bronquite crônica, “febre” e “conjuntivite” em C1 e de tosse, expectoração, bronquite crônica, “febre” e dispnéia aos grandes esforços em C2, em relação aos NEF-BE. Essa maior prevalência de sintomas está muito provavelmente associados à exposição ocupacional pois se manifestam independentemente da influência do fator tabágico..

No segundo corte transversal houve uma diminuição da prevalência de vários sintomas em relação ao primeiro, em ambos os grupos de exposição. Esses resultados são aparentemente paradoxais, pois se esperaria um agravamento dos sintomas devido a idade e aos anos de exposição ocupacional. Uma explicação plausível para esse achado é que muitos trabalhadores abandonaram ou diminuíram o consumo de cigarros durante os quase dez anos de duração do estudo. Além disso, possíveis melhorias ocorridas nas condições de trabalho nos silos e a observância das medidas de proteção individual podem ter favorecido essa menor prevalência de sintomas entre um corte transversal e outro.

Entretanto a tosse, a dispnéia e a sibilância com dispnéia aumentaram de prevalência do primeiro para o segundo corte transversal principalmente às custas do grupo dos fumantes com exposição elevada (F-AE), evidenciando o efeito deletério de ambas as exposições sobre o sistema respiratório, determinando irritação brônquica e obstrução das vias aéreas..

Através de gráficos de barra se pode observar melhor essa diferença. Nas figuras que serão apresentadas a seguir os sintomas são agrupados conforme os possíveis mecanismos fisiopatológicos que os tenham determinado, como inflamação da mucosa das vias aéreas (tosse e expectoração), que pode estar associada ou não à broncoconstrição (sibilância e sibilância com dispnéia) e à alterações da função respiratória (dispnéia progressiva aos esforços), reação inflamatória aguda das mucosas das vias aéreas superiores (coriza, prurido e obstrução nasais) e dos olhos (lacrimejamento, prurido e ardência oculares). Episódios febris e sensação de constrição

torácica são sintomas de caráter inespecífico, porém estão presentes em síndromes associadas à inalação de poeiras orgânicas, como a alveolite alérgica extrínseca e a febre dos grãos.

A **FIGURA 43** evidencia a nítida predominância de **tosse** e de **expectoração** no grupo AE nas duas avaliações da coorte, o que forçosamente influencia a prevalência de **bronquite crônica**

Ao analisar a **influência do hábito tabágico sobre os sintomas** observa-se que a prevalência de **tosse** aumentou no segundo corte transversal para os indivíduos fumantes do grupo BE, estando acima da prevalência de tosse dos fumantes do grupo AE. (**FIGURA 44**). Viu-se que esse grupo F-BE apresentava características de um consumo mais “pesado” de tabaco. Entretanto a expectoração diminuiu no segundo corte transversal em todos os grupos (**FIGURA 45**).

A variável **bronquite crônica** foi definida a partir da composição de respostas ao questionário relacionadas com tosse e expectoração. Considera-se que o indivíduo apresente bronquite crônica quando refere tosse e/ou expectoração durante a maioria dos dias de 3 meses ou mais, pelo menos por 2 anos consecutivos, conforme a clássica definição do Conselho Britânico. Na **FIGURA 46** observa-se que houve predominância de bronquite crônica entre os fumantes de ambos os grupos de exposição, o que resulta provavelmente do efeito aditivo ou mesmo sinérgico da associação hábito tabágico e exposição à poeira. Por outro lado existe uma marcada diferença de prevalência de tosse, expectoração e bronquite crônica entre os ex-fumantes e não fumantes dos grupos AE e BE, devido provavelmente a contribuição da exposição à poeira como um fator isolado independente do hábito tabágico, na determinação de irritação crônica das vias aéreas. Uma história clínica compatível com bronquite crônica foi obtida em 39 indivíduos do grupo AE e 16 indivíduos do grupo BE no primeiro corte, e posteriormente 22, do grupo AE e 16 do grupo BE no segundo corte.

Fica evidente a influência do tabagismo sobre a tosse, a expectoração e a bronquite crônica. Além de serem mais prevalentes no grupo AE foram também mais prevalentes entre os fumantes (F) do que entre os não fumantes e ex-fumantes (NEF).

Tenta-se estimar o **grau de comprometimento clínico da tosse e da expectoração** através das **FIGURAS 47 e 48**.

O sintoma “tosse matinal” foi identificado quando o indivíduo apresentava tosse ao levantar de manhã cedo. A “tosse persistente” foi definida quando a tosse durava todo o dia e continuava durante a noite. A definição das variáveis “expectoração matinal” e “expectoração persistente” também se fundamentaram nos mesmos critérios.

O grupo AE apresenta maior prevalência de tosse e expectoração, tanto matinal como persistente, em ambos os cortes transversais em relação ao grupo BE. O tempo de permanência e de duração desses sintomas também é mais prolongado em ambos os cortes transversais conforme evidencia a prevalência de bronquite crônica. Tanto a tosse matinal e a persistente como a expectoração nessas mesmas categorias foram queixas mais prevalentes no primeiro corte transversal do que no segundo. Esse resultado é aparentemente paradoxal, pois a dose cumulativa de exposição à poeira deveria causar piora dos sintomas. A diminuição da prevalência de tabagismo nos indivíduos da coorte, como foi comentado anteriormente, pode ser uma explicação para esse achado.

A **FIGURA 49** mostra os sintomas provavelmente associados com a **obstrução aguda de vias aéreas**. O “chiado no peito” ou sibilância manifesta-se isoladamente ou associado com dispnéia, nesse segundo caso evidenciando um quadro agudo mais severo. No segundo corte transversal há um resultado controverso, pois um número

maior de indivíduos refere sibilância associada com dispnéia do que sibilância como sintoma isolado. Teria havido uma interpretação equivocada da pergunta ou de sua intenção?

Oa graus de limitação funcional respiratória são estimados através de estágios **progressivos de dispnéia** aos grandes (grau I), médios (grau II), pequenos (grau III) e mínimos (grau IV) esforços (**FIGURA 50**). O critério que estabelece essas quatro categorias está fundamentado na dificuldade em desempenhar atividades habituais que exigem graus de esforço físico crescentes, como subir a pé uma elevação ou caminhar rapidamente (grau I), caminhar no plano mais lentamente que a maioria (grau II), caminhar com interrupções para “recuperar o fôlego” (grau III) ou “falta de ar” ao tomar banho e pentear-se (grau IV).

O diminuto número de indivíduos referindo dispnéia graus III e IV deve-se ao fato da população em estudo ser em sua maioria economicamente ativa e desenvolvendo cotidianamente suas tarefas. Esses indivíduos têm uma capacidade funcional que não chega a comprometer seriamente ou impedir a atividade física requerida.

Houve um aumento do número de trabalhadores do grupo AE (de 42 para 47 indivíduos) relatando dispnéia grau I no segundo corte transversal, enquanto que no grupo BE a prevalência dessa variável não se modificou (34 indivíduos).

Na **TABELA 9** verifica-se que no grupo NEF a dispnéia aos grandes esforços foi mais prevalente no grupo de alta exposição do que no de baixa, tanto em C1 como em C2, sendo que em C2 com significância estatística para $p < 0,05$ – 26 indivíduos (41,9%) em AE e 14 (22,6%) em BE. Esse achado favorece em muito a hipótese que esse sintoma seja decorrente da dose acumulativa de exposição à poeira independente do hábito tabágico.

A poeira dos grãos em contato com a **mucosa nasal e as conjuntivas** desencadeia reações irritativas e alergênicas que se manifestam como coriza, espirros, obstrução nasal, lacrimejamento, ardência ocular e hiperemia conjuntival. Essas manifestações são caracterizadas na (**FIGURA 51**) com os termos “conjuntivite” e “rinite”.

Os sintomas de “**conjuntivite**” foram mais freqüentes no grupo de AE, em ambos os cortes transversais. Já os sintomas de “**rinite**” foram similarmente prevalentes em ambos os grupos de exposição.

Os sintomas de “**febre e calafrios**”, embora inespecíficos e difíceis de caracterizar com certeza, prevaleceram no grupo AE, sugerindo uma associação decorrente da exposição à poeira de grãos contaminados por endotoxinas bacterianas ou micotoxinas, como a febre dos grãos e a alveolite alérgica extrínseca.

A **constrição torácica**, classicamente descrita na bissinose, se expressa como uma sensação de “aperto no peito” ocorrendo geralmente no início da semana, após o breve afastamento de fim de semana (**FIGURA 52**). Entretanto, não é definitivo o nexa causal com a exposição, porque a constrição torácica pode também estar associada a causas osteomusculares ou à isquemia miocárdica. Foi referida por 40 trabalhadores, dos quais 35 associaram este sintoma com a exposição à poeira.

Alguns sintomas (ou conjuntos de sintomas) como rinite”, “conjuntivite”, “febre”, e constrição torácica são consideradas manifestações agudas decorrentes da exposição à poeira e portanto passíveis de serem percebidas pelos expostos como causa de suas queixas. Aos indivíduos que referiam esses sintomas foi perguntado se acreditavam que os mesmos eram desencadeados ou agravados pelo contato com a poeira.

Na **TABELA 10** estão relacionados somente os indivíduos que percebiam uma associação entre a exposição o surgimento de seus sintoma agudos. Foram excluídos desse grupo além dos assintomáticos aqueles que não consideravam a poeira como causa de suas queixas. Observa-se que os sintomas de “rinite”, “conjuntivite”, “febre” e constrição torácica foram muito mais prevalentes no grupo AE em ambos os cortes transversais, essa diferença foi significativa ($p < 0,05$) para a maioria desses sintomas (com exceção de “rinite”), sugerindo que o mecanismo de ação determinante seja mais tóxico ou irritativo do que alérgico, po sr aparentemente dependente da dose de exposição.

TABELA 9: Sintomas apresentados pelos indivíduos da coorte

Primeiro corte transversal																								
	Hábito tabágico (C1)														Total									
	Fumantes (n=98)							Ex-fumantes e não fumantes (n=97)																
	Grupos de exposição					Total		Grupos de exposição					Total		Grupos de exposição			Total						
	Alta (n=55)		Baixa (n=43)			p	n	%	Alta (n=47)		Baixa (n=50)			p	n	%	Alta (n=102)		Baixa (n=93)			p	n	%
	n	%	n	%	n				%	n	%	n	%				n	%	n	%	n			
Tosse	38	69,1	21	48,8	0,042*	59	60,2	17	36,2	9	18,0	0,043*	26	26,8	55	53,9	30	32,3	0,043*	85	43,6			
Expectoração	35	63,6	22	51,2	0,214	57	58,2	25	53,2	16	32,0	0,035*	41	42,3	60	58,8	38	40,9	0,035*	98	50,3			
Bronquite crônica	19	34,5	12	27,9	0,483	31	31,6	11	23,4	4	8,0	0,036*	15	15,5	30	29,4	16	17,2	0,036*	46	23,6			
Sibilância	24	43,6	15	34,9	0,380	39	39,8	15	31,9	9	18,0	0,112	24	24,7	39	38,2	24	25,8	0,112	63	32,3			
Sibilância com dispnéia	15	27,3	6	14,0	0,111	21	21,4	14	29,8	7	14,0	0,059	21	21,6	29	28,4	13	14,0	0,059	42	21,5			
Dispnéia aos grandes esforços	22	40,0	20	46,5	0,518	42	42,9	20	42,6	14	28,0	0,133	34	35,1	42	41,2	34	36,6	0,133	76	39,0			
"Rinite"	13	23,6	10	23,3	0,965	23	23,5	15	31,9	17	34,0	0,827	32	33,0	28	27,5	27	29,0	0,827	55	28,2			
"Conjuntivite"	31	56,4	14	32,6	0,019*	45	45,9	25	53,2	13	26,0	0,006*	38	39,2	56	54,9	27	29,0	0,006*	83	42,6			
"Febre"	8	14,5	2	4,7	0,108	10	10,2	9	19,1	1	2,0	0,006*	10	10,3	17	16,7	3	3,2	0,006*	20	10,3			
Constricção torácica	18	32,7	8	18,6	0,116	26	26,5	11	23,4	11	22,0	0,869	22	22,7	29	28,4	19	20,4	0,669	48	24,6			

Segundo corte transversal																								
	Hábito tabágico (C2)														Total									
	Fumantes (n=71)							Ex-fumantes e não fumantes (n=124)																
	Grupos de exposição					Total		Grupos de exposição					Total		Grupos de exposição			Total						
	Alta (n=40)		Baixa (n=31)			p	n	%	Alta (n=62)		Baixa (n=62)			p	n	%	Alta (n=102)		Baixa (n=93)			p	n	%
	n	%	n	%	n				%	n	%	n	%				n	%	n	%	n			
Tosse	20	50,0	18	58,1	0,499	38	53,5	17	27,4	7	11,3	0,023*	24	19,4	37	36,3	25	26,9	0,059	62	31,8			
Expectoração	24	60,0	15	48,4	0,329	39	54,9	24	38,7	10	16,1	0,005*	34	27,4	48	47,1	25	26,9	0,043*	73	37,4			
Bronquite crônica	14	35,0	13	41,9	0,406	27	38,0	8	12,9	3	4,8	0,007*	11	8,9	22	21,6	16	17,2	0,019*	38	19,5			
Sibilância	13	32,5	10	32,3	0,921	23	32,4	15	24,2	3	4,8	0,002*	18	14,5	28	27,5	13	14,0	0,019*	41	21,0			
Sibilância com dispnéia	12	30,0	5	16,1	0,174	17	23,9	18	29,0	12	19,4	0,208	30	24,2	30	29,4	17	18,3	0,916	47	24,1			
Dispnéia aos grandes esforços	21	52,5	20	64,5	0,309	41	57,7	26	41,9	14	22,6	0,021*	40	32,3	47	46,1	34	36,6	0,521	81	41,5			
"Rinite"	10	25,0	11	35,5	0,337	21	29,6	16	25,8	14	22,6	0,675	30	24,2	26	25,5	25	26,9	0,256	51	26,2			
"Conjuntivite"	24	60,0	12	38,7	0,075	36	50,7	33	53,2	23	37,1	0,071	56	45,2	57	55,9	35	37,6	0,384	92	47,2			
"Febre"	14	35,0	7	22,6	0,255	21	29,6	17	27,4	8	12,9	0,044*	25	20,2	31	30,4	15	16,1	0,020*	46	23,6			
Constricção torácica	13	32,5	9	29,0	0,754	22	31,0	16	25,8	11	17,7	0,277	27	21,8	29	28,4	20	21,5	0,153	49	25,1			

* = p<0,05

FIGURA 43: Prevalência de tosse, expectoração e bronquite crônica

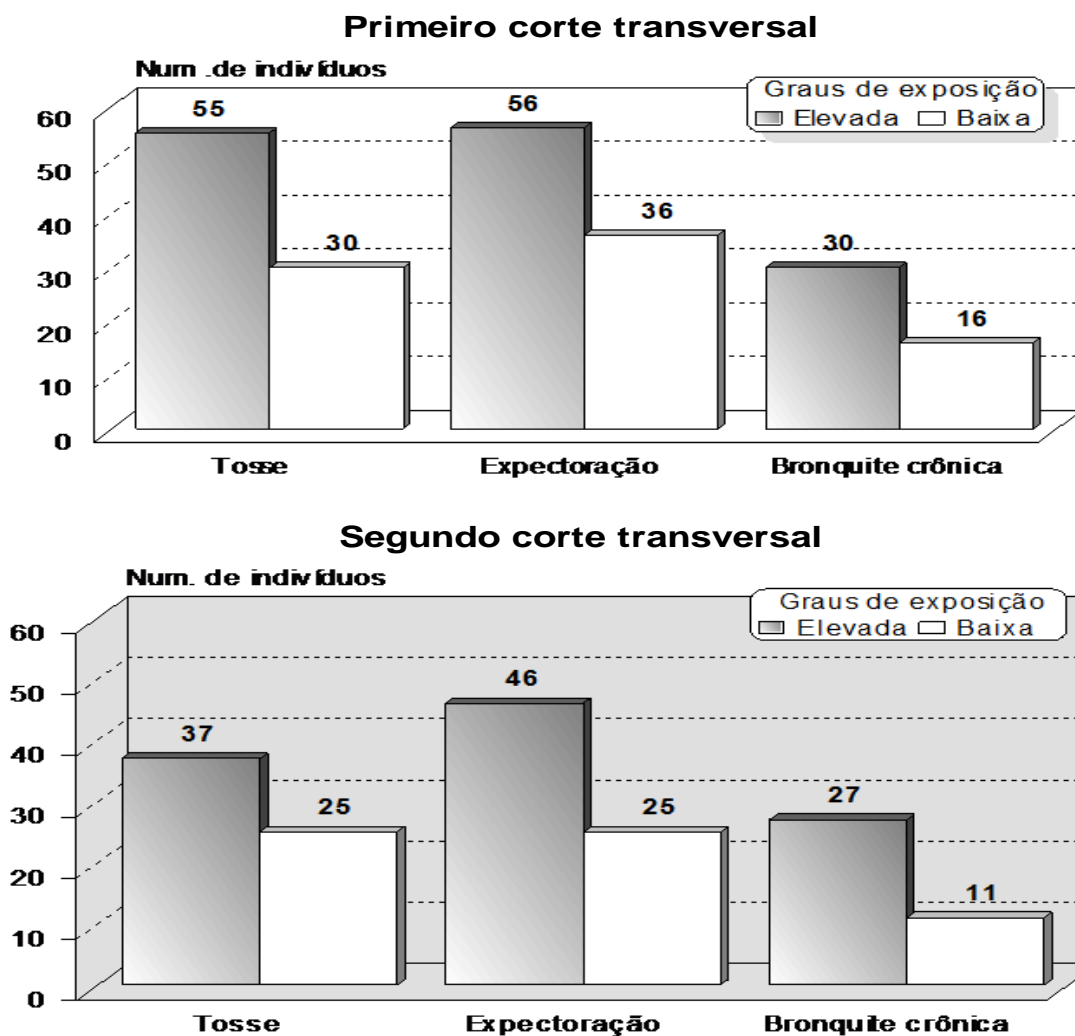
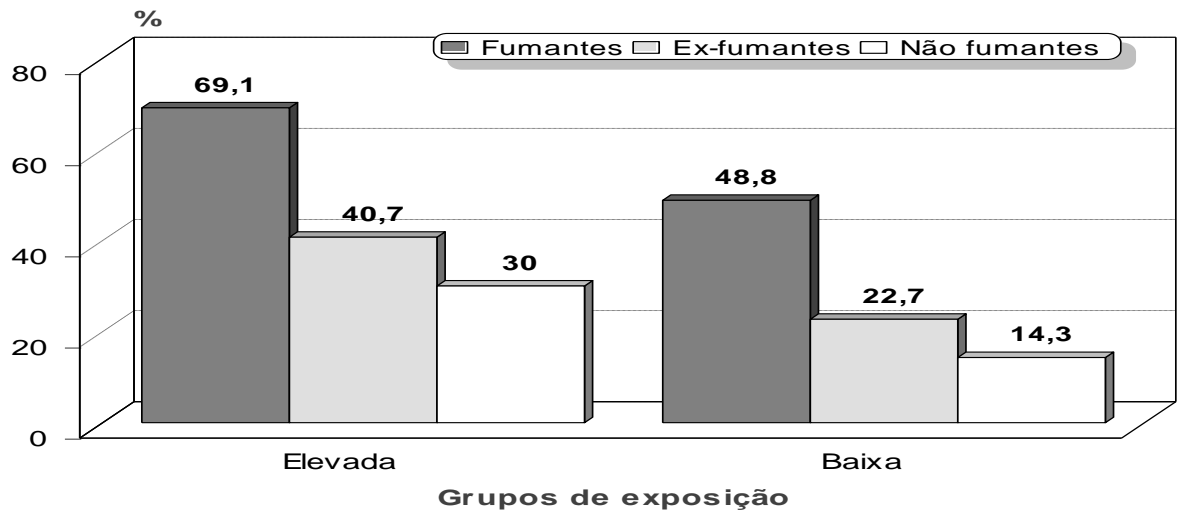


FIGURA 44: Tosse conforme a categoria de hábito tabágico

Primeiro corte transversal



Segundo corte transversal

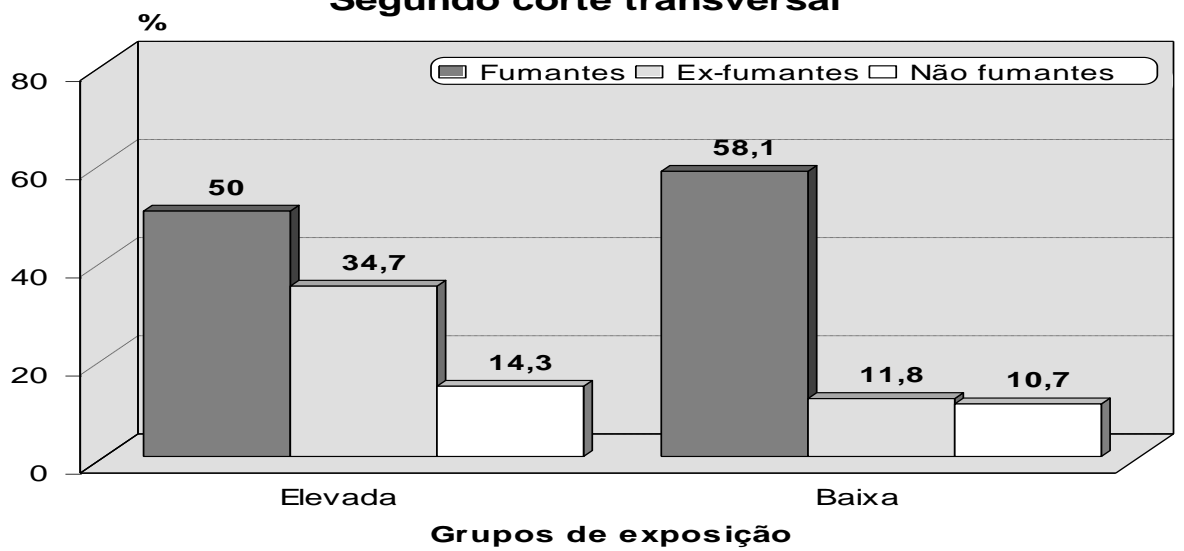


FIGURA 45: Expectoração conforme a categoria de hábito tabágico

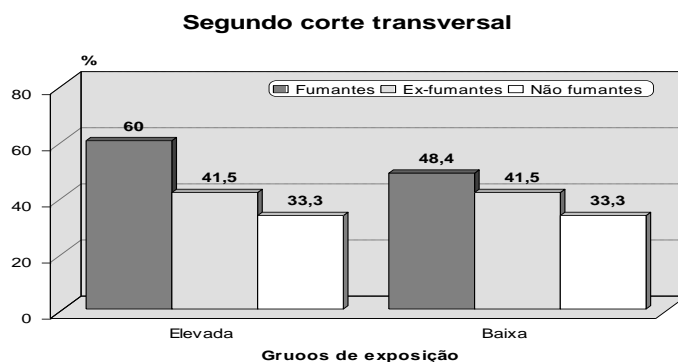
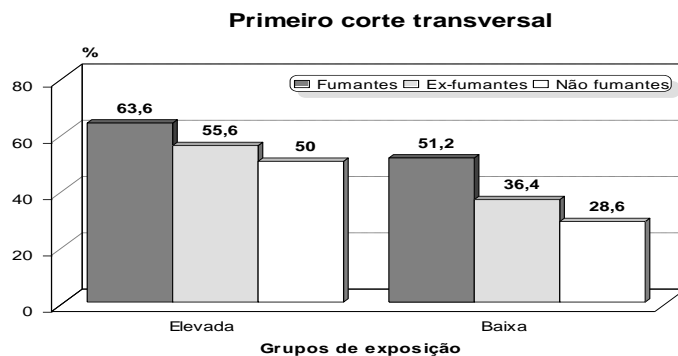


FIGURA 46: Bronquite crônica conforme a categoria de hábito tabágico

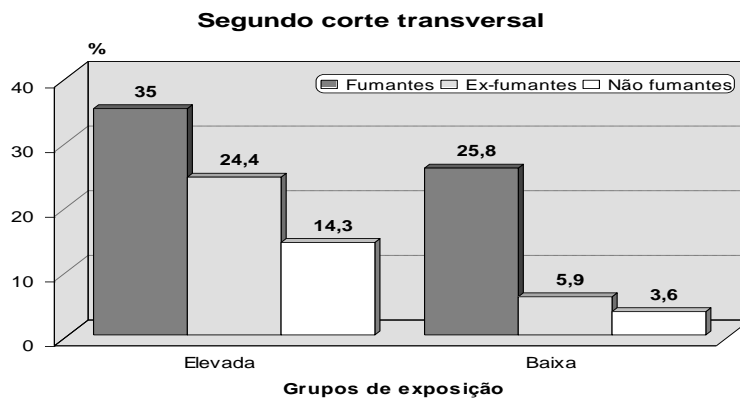
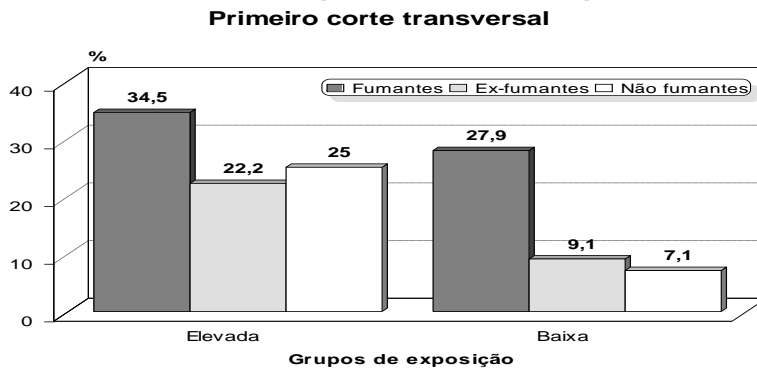


FIGURA 47: Tosse – persistência e tempo de duração

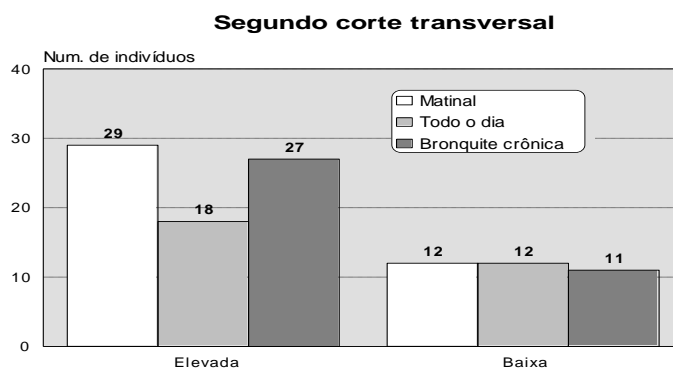
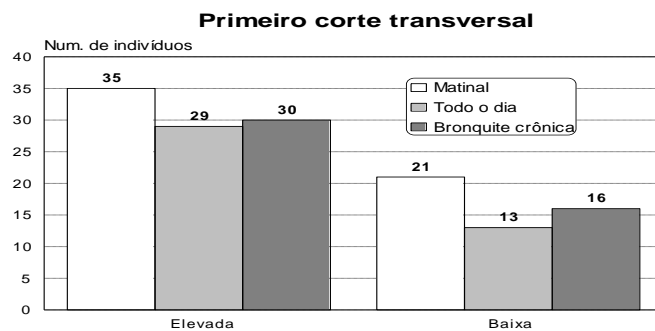
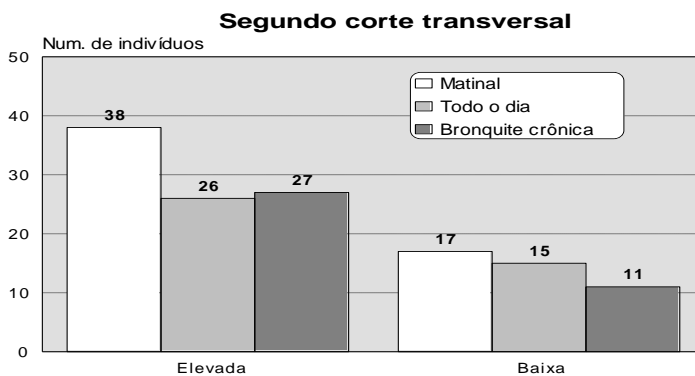
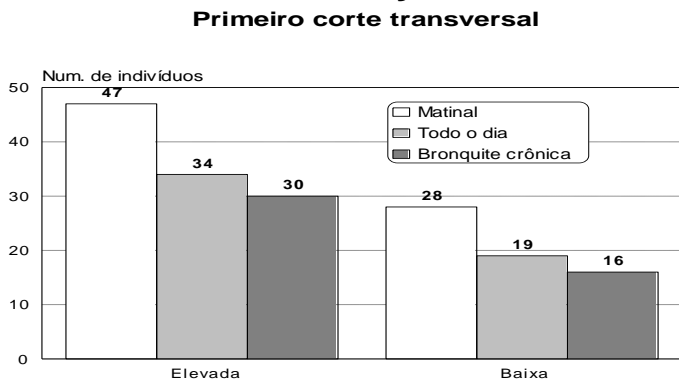


FIGURA 48: Expectoração – persistência e tempo de duração



1

FIGURA 49: Crises de “chiado no peito” (sibilância) e “chiado com falta de ar” (sibilância com dispnéia)

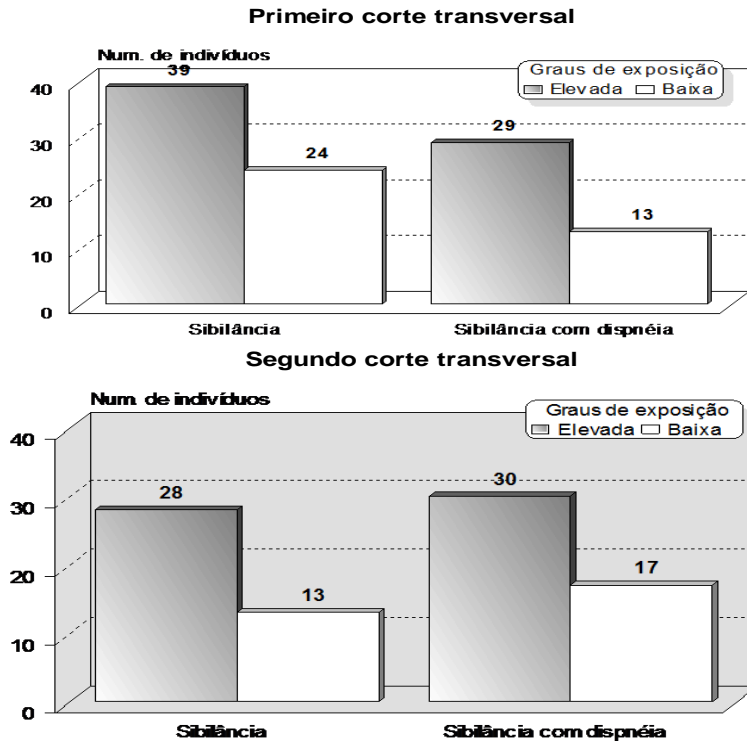


FIGURA 50: Graus de dispnéia conforme os esforços físicos exercidos pelo indivíduo

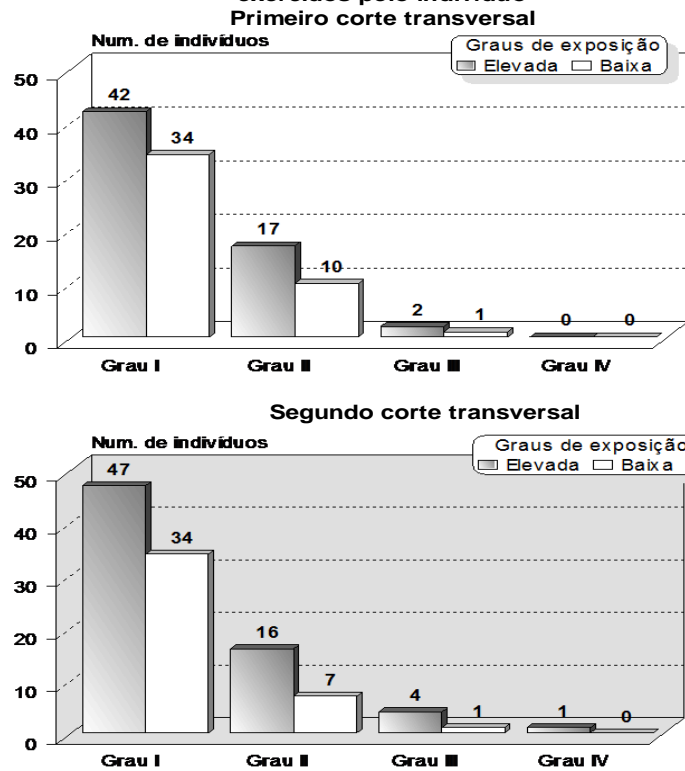


FIGURA 51 : Sintomas de irritação de mucosas nasal (“rinite”) e conjuntival (“conjuntivite”)

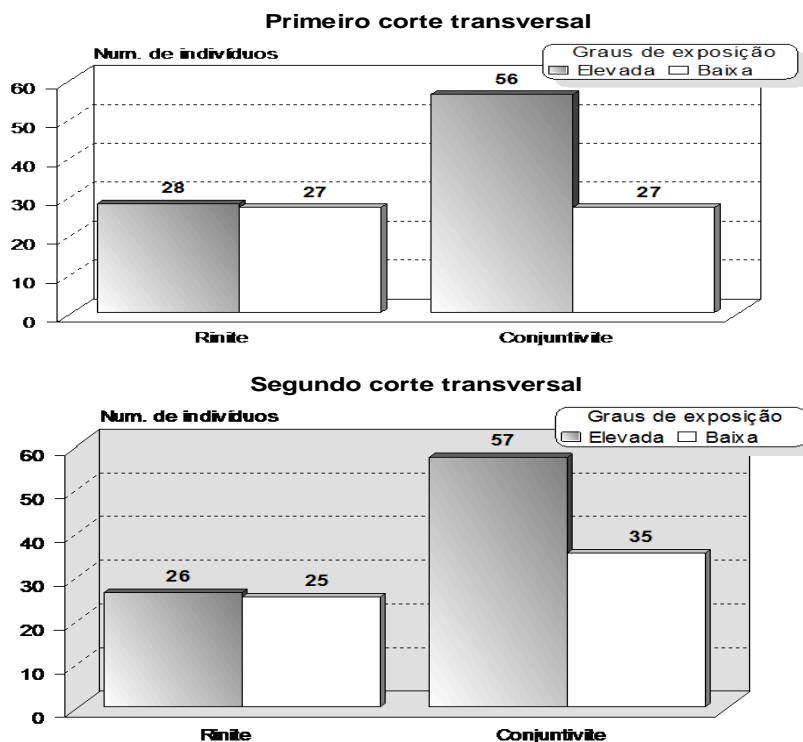


FIGURA 52: Sintomas de “febre” e “aperto no peito” (constricção torácica)

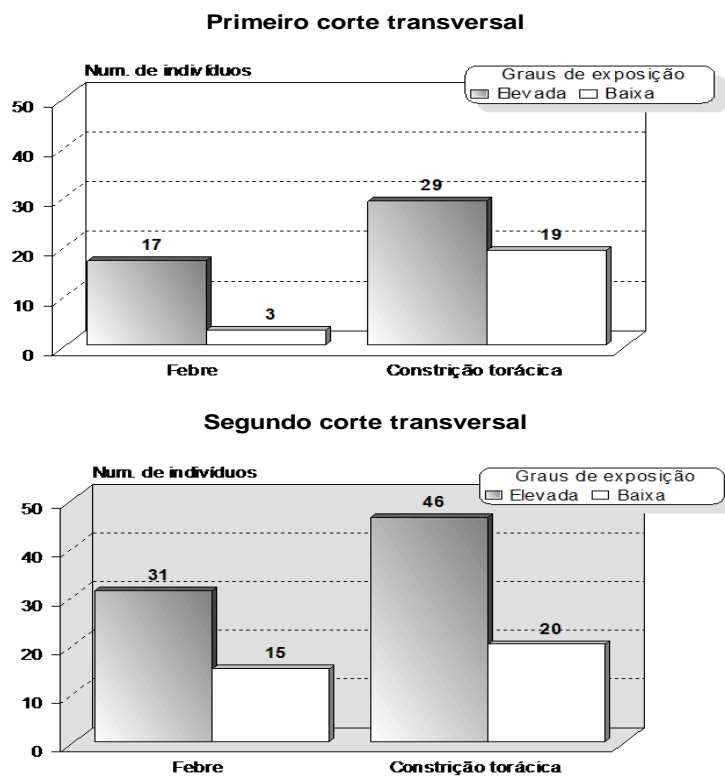


Tabela 10: Sintomas que os trabalhadores associaram ao contato com a poeira

	Primeiro corte transversal								
	Grupos de exposição								
	Alta (n=102)		Baixa (n=93)				Total		
n	%	n	%	p #	n	%	n	%	
"Rinite"	13	12,7	6	6,5	0,163	19	9,7		
"Conjuntivite"	45	44,1	11	11,8	0,001*	56	28,7		
"Febre"	10	9,8	1	1,1	0,007*	11	5,6		
Constricção torácica	20	19,6	7	7,5	0,048*	27	13,8		
	Segundo corte transversal								
	Grupos de exposição								
	Alta (n=102)		Baixa (n=93)				Total		
	n	%	n	%	p #	n	%		
"Rinite"	24	23,5	18	19,4	0,521	42	21,5		
"Conjuntivite"	57	55,9	29	31,2	0,001*	86	44,1		
"Febre"	27	26,5	12	12,9	0,054*	39	20,0		
Constricção torácica	23	22,5	9	9,7	0,021*	32	16,4		

* = p<0,05; #: teste do qui quadrado

3.3.6. Achados no exame físico.

Um exame físico sumário era realizado logo após a aplicação do questionário, orientado para investigar sinais do aparelho respiratório decorrentes da exposição à poeira de grãos ou outros sistemas diretamente afetados por sua ação irritativa, tóxica ou alergênica (**TABELA 11**).

A inspeção da pele e das mucosas oculares buscava identificar lesões decorrentes do contato direto com a poeira.

Somente quatro indivíduos apresentavam lesões dermatológicas sugestivas de dermatose ocupacional em C1 e três em C2.

No segundo corte transversal vinte e cinco indivíduos apresentavam irritação das conjuntivas oculares (16 no grupo AE e 9 no grupo BE) que poderia estar associado ao contato direto com a poeira.

Foi também pesquisada a presença de hipocratismo digital, que é uma manifestação sistêmica de distúrbios respiratórios graves, neoplásicos ou crônico-degenerativos. Caracteriza-se por uma proliferação do tecido subungueal causando uma obliteração do ângulo hiponiquial formado entre a superfície da unha e a pele na região dorsal dos dedos. A técnica utilizada na inspeção foi a visualização em perfil do dedo polegar fletido. A suspeita clínica de hipocratismo digital pode ser corroborada pela radiografia do dedo indicador (MOREIRA, 1978) entretanto esse recurso não foi utilizado neste estudo.

Em C1 havia suspeita de hipocratismo em sete indivíduos (6 do grupo AE e 1 do grupo BE). Esses seis indivíduos do grupo AE eram também fumantes ativos. No grupo dos fumantes houve diferença significativa quanto a esse achado entre AE e BE ($p < 0,05$). Em C2 só foi observado hipocratismo entre os fumantes, sendo 5 de AE e 3 de BE, sem diferença estatística entre esses dois últimos grupos.

Para afastar ou confirmar a suspeita de uma neoplasia brônquica ou de pneumopatia crônica, os indivíduos com suspeita de hipocratismo foram orientados a realizar uma consulta com um pneumologista.

A ausculta pulmonar bilateral foi realizada em todos os indivíduos.

Somente 14 indivíduos apresentaram, no primeiro corte transversal, ruídos adventícios na ausculta pulmonar (8 no grupo AE e 6 no grupo BE). No segundo corte transversal esses achados anormais foram detectados em 32 indivíduos (18 no grupo AE e 16 no grupo BE). Em ambas as situações o predomínio das alterações na ausculta foi no grupo dos fumantes sobre os ex-fumantes e não fumantes numa proporção de 11:3 em C1 e 17:15, em C2.

Na tabulação foram discriminados isoladamente os casos com mais de uma categoria de ruídos adventícios, de forma a computar “casos com alteração na ausculta” e não “registros de alterações na ausculta”.

O achado de diminuição do MV foi o mais frequente no grupo AE em ambos os cortes transversais (16:11 em C1 e 17:15 em C2), bem como entre os fumantes em relação aos ex-fumantes-e não fumantes.

A diminuição do MV prevalece como a alteração mais comum na ausculta pulmonar (**FIGURA 53**) e pode estar associada à DPOC ou à hiperinsuflação do tórax, havendo maior predominância desse achado nos grupos mais expostos à poeira e ao tabagismo.

Um fator que pode ter prejudicado a qualidade da ausculta pulmonar foi a ocorrência de ruído intenso proveniente de alguns silos, tornando pouco audível os ruídos adventícios mais finos.

No segundo corte, 18 indivíduos do grupo AE (17,6%) e 15 do grupo BE (16,3%) quando solicitados a realizar uma manobra de expiração forçada, apresentaram sibilos que não se manifestavam explicitamente durante a ausculta em respiração lenta, o que sugere um grau de constrição sub-clínico neste grupo (**FIGURA 54**).

Nenhum dos 44 trabalhadores que realizaram raio-x de tórax apresentou alguma alteração radiológica que se pudesse relacionar especificamente com a poeira de grãos – como, por exemplo, fibrose pulmonar decorrente de pneumonite de hipersensibilidade. Alguns indivíduos que eram fumantes apresentavam quadro radiológico com sinais inespecíficos de DPOC, que não foram detectados em nenhum dos não fumantes radiografados.

TABELA 11: Achados no exame físico

Primeiro corte transversal

		Hábito tabágico (C1)										Grupos de exposição						Total	
		Fumantes					Ex-fumantes e não fumantes												
		Grupos de exposição					Grupos de exposição												
		Alta (n=55)		Baixa (n=43)		p	Alta (n=47)		Baixa (n=50)		p	Alta (n=102)		Baixa (n=93)		p			
		n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%				
Ectoscopia	Dermatoses	3	5,5	0	0,0	0,154	1	2,1	0	0,0	0,093	4	3,9	0	0,0	0,017*	4	2,1	
	Mucosas hipocoradas	10	18,2	8	18,6	0,409	4	8,5	4	8,0	0,970	18	17,6	8	8,6	0,390	26	13,3	
	Conjuntivas hiperemiadas	5	9,1	8	18,6	0,308	4	8,5	2	4,0	0,478	9	8,8	10	10,8	0,889	19	9,7	
	Hipocratismo digital	6	10,9	0	0,0	0,029*	0	0,0	1	2,0	0,308	6	5,9	1	1,1	0,072	7	3,6	
	MV diminuído	14	25,5	8	18,6		2	4,3	3	6,0		16	15,7	11	11,8		27	13,8	
Ausculta pulmonar	Roncantes	5	9,1	3	7,0	0,251	1	2,1	1	2,0	0,753	6	5,9	4	4,3	0,238	10	5,1	
	Sibilantes	1	1,8	0	0,0		1	2,1	0	0,0		2	2,0	0	0,0		2	1,0	
	Roncantes e sibilantes	0	0,0	2	4,7		0	0,0	0	0,0		0	0,0	2	2,2		2	1,0	
	Total (ruidos adventícios)	6	10,9	5	11,6		2	4,3	1	2,0		8	7,8	6	6,5		14	7,2	
		Sibilos na expiração forçada	15	27,3	6	14,0	0,079	2	4,3	9	18,0	0,103	17	16,7	15	16,1	0,590	32	16,4

Segundo corte transversal

		Hábito tabágico (C2)										Grupos de exposição						Total	
		Fumantes					Ex-fumantes e não fumantes												
		Grupos de exposição					Grupos de exposição												
		Alta (n=40)		Baixa (n=31)		p	Alta (n=62)		Baixa (n=62)		p	Alta (n=102)		Baixa (n=93)		p			
		n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%				
Ectoscopia	Dermatoses	1	2,5	0	0,0	0,462	1	1,6	1	1,6	0,843	2	2,0	1	1,1	0,583	3	1,5	
	Mucosas hipocoradas	1	2,5	1	3,2	0,841	3	4,8	3	4,8	0,983	4	3,9	4	4,3	0,874	8	4,1	
	Conjuntivas hiperemiadas	6	15,0	6	19,4	0,616	10	16,1	3	4,8	0,043*	16	15,7	9	9,7	0,221	25	12,8	
	Hipocratismo digital	5	12,5	3	9,7	0,745	0	0,0	0	0,0	-	5	4,9	3	3,2	0,577	8	4,1	
	MV diminuído	11	27,5	11	35,5		6	9,7	4	6,5		17	16,7	15	16,1		32	16,4	
Ausculta pulmonar	Roncos	2	5,0	5	16,1	0,352	2	3,2	2	3,2	0,625	4	3,9	7	7,5	0,567	11	5,6	
	Creptitações	3	7,5	1	3,2		6	9,7	3	4,8		9	8,8	4	4,3		13	6,7	
	Roncos e sibilos	2	5,0	0	0,0		0	0,0	1	1,6		2	2,0	1	1,1		3	1,5	
	Roncos e creptitações	3	7,5	1	3,2		0	0,0	0	0,0		3	2,9	1	1,1		4	2,1	
	Sibilos e creptitações	0	0,0	0	0,0		0	0,0	1	1,6		0	0,0	1	1,1		1	0,5	
	Total (ruidos adventícios)	10	25,0	7	22,6		8	12,9	7	11,3		18	17,6	14	15,1		64	32,8	
		Sibilos na expiração forçada	10	25,0	8	25,8	0,680	8	12,9	7	11,3	0,576	18	17,6	15	16,1	0,383	33	16,9

* = p<0,05

FIGURA 53: Achados de ausculta pulmonar

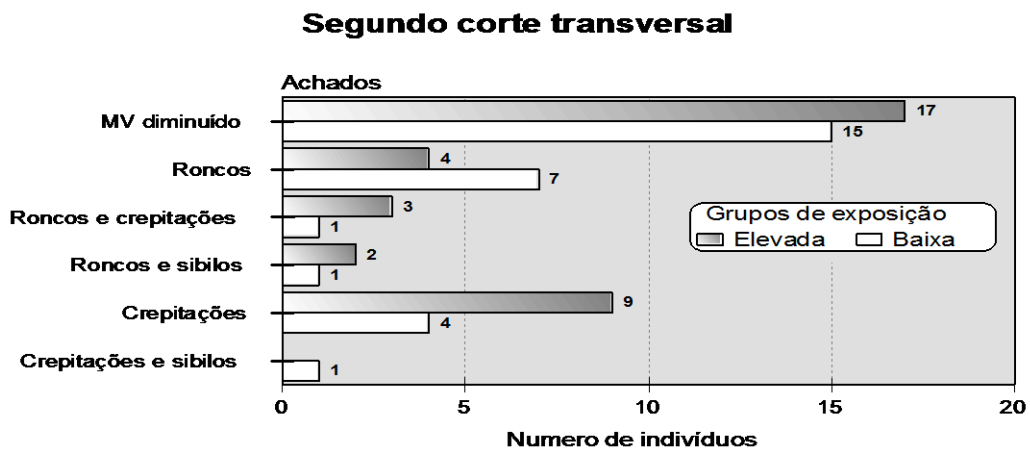
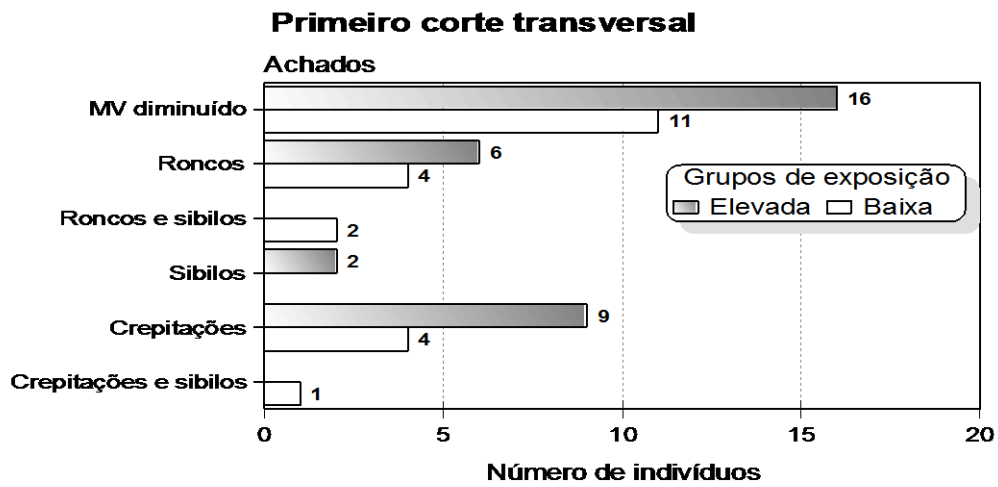
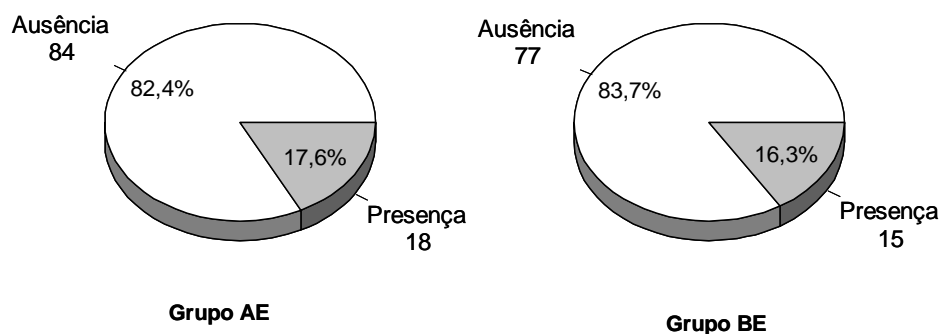


FIGURA 54: Estertores sibilantes detectados através da ausculta pulmonar durante a manobra de expiração forçada Segundo corte transversal



3.3.7. Alterações da função pulmonar

Os critérios utilizados para considerar uma variável espirométrica como "anormal" foram aqueles mesmos adotados por CRAPO (1986), conforme já comentamos anteriormente, e que considera como limites inferiores da normalidade os pontos distantes dois desvios padrões abaixo de valores médios que obedecem uma função linear em que a variável dependente é o valor previsto do VEF1 ou CVF e a variável independente é a idade, ajustada para a altura. O critério que considera a anormalidade a partir de um ponto de corte fixo (abaixo de 80% do valor previsto) pode levar a classificar indivíduos sem alterações dentro da faixa de anormalidade quando a amostra da população possuem um desvio padrão e um coeficiente de correlação elevados (ZAMEL, 1983).

A **TABELA 12** mostra que no primeiro corte transversal a média do valores absolutos do VEF1 e da CVF entre os fumantes foram menores no grupo AE em comparação com o grupo BE, com uma diferença significativa ($p < 0,05$). Uma diferença semelhante entre esses valores foi também observada no grupo NEF, embora não fosse significativa. Os valores de VEF1 foram também significativamente menores ($p < 0,05$) no total da população do grupo de exposição elevada (AE) em comparação ao grupo de baixa exposição. (BE).

No segundo corte transversal, entre os ex-fumantes e não fumantes, o valor médio do VEF1 no grupo AE foi inferior ao do grupo BE ($p < 0,05$). Uma diferença significativa foi também observada em relação aos valores do VEF₁ e da CVF na população como um todo ($p < 0,05$).

Como os valores absolutos dos parâmetros espirométricos foram mais reduzidos nos grupos com exposição elevada e fumantes ativos, supõe-se que haja uma contribuição importante desses fatores adversos no comprometimento da função pulmonar.

Os valores percentuais previstos do VEF₁ (**FIGURA 55**) e da CVF (**FIGURA 56**) também foram predominantemente mais baixos nos fumantes e altamente expostos em relação aos demais grupos, embora sem diferença significativa.

A prevalência de VEF₁ abaixo da normalidade foi marcada no grupo dos fumantes AE em C₁ (14 indivíduos), mas diminuiu em C₂ (11 indivíduos) – possivelmente porque os indivíduos que permaneceram fumando em C₂ formem um grupo mais “resistente”, ou seja, menos suscetível aos efeitos do tabaco sobre a função pulmonar. Por outro lado, entre os não fumantes e ex-fumantes (NEF) do grupo AE, a prevalência de distúrbios ventilatórios obstrutivos aumentou de 8 para 13 casos de C₁ para C₂ (**FIGURA 57**). A explicação plausível para o aumento da prevalência de padrão obstrutivo para os não fumantes é o efeito deletério da prolongada e intensa exposição à poeira. Quanto aos não fumantes, é possível que esses indivíduos tenham justamente abandonado o hábito tabágico devido à gravidade dos sintomas surgidos no decorrer da coorte, o que acabou comprometendo a qualidade da função pulmonar.

Em relação à prevalência de alterações da CVF observa-se que do primeiro para o segundo corte houve um aumento de 6 para 13 indivíduos do grupo NEF-AE com CVF anormal, sugerindo padrão restritivo e tendo como causa possível o surgimento de componente enfisematoso em 7 indivíduos não fumantes, talvez também decorrente da exposição prolongada à poeira de grãos (**FIGURA 58**).

A perda da função pulmonar na população da coorte foi monitorada pela queda anual média do VEF1 e da CVF entre os dois cortes transversais.

O cálculo matemático dessas variáveis baseou-se na diferença entre o VEF1 ou CVF iniciais e finais sobre o tempo, em anos, decorrido entre o primeiro e o segundo corte transversal, ou seja:

Variação anual do VEF₁ = (VEF1 em C₂ – VEF₁ em C₁)/intervalo de tempo na coorte

Variação anual da CVF = (CVF em C₂ – CVF em C₁)/intervalo de tempo na coorte

O intervalo de tempo variou para cada indivíduo conforme o local, pois as visitas a cada um dos silos aconteceram em diferentes momentos.

As **FIGURAS 57 e 58** mostram que o grupo F-BE apresentou as maiores perdas de VEF1 e CVF – respectivamente -36,6 ml e -38,6 ml - de todos os grupos, provavelmente porque praticavam o hábito tabágico mais intensamente que os demais, conforme indicado pela média de cigarros consumidos por dia e o tempo de tabagismo correspondentes a esse grupo (ver **TABELA 7**).

Nas **FIGURAS 59 e 60** visualiza-se a distribuição normal das variações anuais do VEF1 e da CVF no grupo dos ex-fumantes e não fumantes tendo no eixo das abscissas a idade que possuíam em C1. Essa seleção elimina o tabagismo ativo como fator de confusão na queda da função pulmonar. Observa-se que o declínio fica evidenciado pelo valor negativo da média, sendo que os valores do grupo AE são maiores do que no grupo BE, indicando um possível agravamento mais acentuado da função pulmonar nos expostos a concentrações elevadas de poeira, expresso pelo declínio mais abrupto do VEF1 e da CVF com o decorrer do tempo.

Nas **FIGURA 59 e 60** buscou-se investigar a influência da idade dos indivíduos na queda da função pulmonar entre os indivíduos do grupo NEF. Nesses gráficos de dispersão estão “plotados” os valores da variação do VEF₁ e da CVF nos grupos de exposição tendo no eixo das abscissas a idade que possuíam em C₁. Os gráfico expressam uma tendência através da equação de regressão linear tendo como variável independente a variação anual em mililitros (ordenada) e como variável dependente a idade dos indivíduos em anos (abscissa) por ocasião do primeiro corte transversal. Note-se que essa tendência entre os não fumantes e ex-fumantes é positiva (ascendente) no grupo BE e negativa (descendente) no grupo AE-e se expressa matematicamente pelos sinais + ou – do coeficiente angular (representado por “a” na função linear “y= ±ax ±b”, onde “y” é a variável dependente, “x”, a independente e “b” o coeficiente linear). Essas tendências sugerem um agravamento (não significativo) da função pulmonar nos indivíduos que iniciaram o trabalho de alta exposição (ae) quando já eram mais velhos. Seria esse um fator preditivo para uma queda mais acentuada da função pulmonar nesses trabalhadores? Essa tendência não foi observado no grupo BE, onde se observa o fenômeno inverso, havendo um coeficiente de correlação positivo entre a variação anual do VEF₁ e da CVF e a idade no início da coorte.

Através da análise bivariada foi verificada a associação entre o declínio anual do VEF1 e da CVF em relação a algumas variáveis contínuas (que constam nas **TABELAS 7 e 12**). Demonstrou-se que existe uma correlação significativa (p=0,04) entre a perda do VEF1 e o **tempo de exposição à poeira** no grupo AE-NEF, indicando que o fator de risco ocupacional a longo prazo pode contribuir para a piora da função pulmonar independente do tabagismo. Quanto ao declínio da CVF houve correlação quanto a tempo de exposição e **número de cigarros consumidos por dia** no grupo AE-NEF e quanto à idade e consumo tabágico no grupo BE-NEF.

Os valores do VEF₁ e da CVF, tanto os absolutos como os percentuais do previsto, no primeiro corte transversal também estão significativamente correlacionados com o declínio mais acentuado do VEF₁ e da CVF em todos os grupos de exposição. Portanto a presente análise indica que **baixos valores de VEF₁ e de CVF** podem ser um fator preditivo para determinar em trabalhadores expostos à poeira de grãos um declínio mais acentuado da função pulmonar com o tempo.

Através da análise de correlações e do teste de Student para um $p < 0,20$ foram selecionadas as variáveis categóricas ou dicotômicas para serem submetidas à análise de regressão linear múltipla pelo método “stepwise backward”, tendo como variáveis dependentes as variações anuais do VEF₁ e da CVF.

Após essa prévia seleção foram realizadas análises de regressão em separado para os grupos F e NEF.

Quanto à variação anual do VEF₁ foi observado no grupo F (fumantes) correlações com a diminuição do murmúrio vesicular na ausculta pulmonar e ao percentual previsto do VEF₁. No grupo NEF houve correlação quanto ao percentual do previsto da CVF, idade e tempo de exposição.

Quanto à variação anual da CVF foi constatado uma associação com tosse e percentual previsto do VEF₁. No grupo NEF a associação se estabeleceu em relação à idade e percentual da CVF.

Conclui-se que nessa coorte de indivíduos houve uma predominância de alterações e de agravamento temporal da função pulmonar nos indivíduos sujeitos à exposição ocupacional intensa à poeira em relação àqueles com exposição pouco intensa.

TABELA 12: Alterações na função pulmonar

Primeiro corte transversal

	Hábito tabágico (C1)															
	Fumantes							Ex-fumantes e não fumantes								
	Grupos de exposição							Grupos de exposição								
	Alta			Baixa				Alta			Baixa					
	μ	σ	μ	σ	p		μ	σ	μ	σ	p		μ	σ	p	
VEF1 observado	3,43	0,75	3,74	0,60	0,031*		3,70	0,71	3,77	0,72	0,611		3,55	0,74	0,69	0,047*
Percentual do VEF1	88,0	15,1	92,8	13,5	0,102		94,0	14,4	95,2	14,4	0,665		92,3	14,6	14,0	0,110
CV observado	4,31	0,75	4,63	0,67	0,03*		4,43	0,81	4,49	0,86	0,696		4,46	0,78	0,77	0,830
Percentual da CV	91,4	12,3	94,1	12,8	0,293		92,9	13,4	93,5	14,1	0,815		92,9	13,1	13,4	0,364
Tiffeneau	79,4	9,5	80,9	8,7	0,437		83,7	6,7	84,1	5,7	0,761		82,0	8,0	7,4	0,294

Segundo corte transversal

	Hábito tabágico (C2)															
	Fumantes							Ex-fumantes e não fumantes								
	Grupos de exposição							Grupos de exposição								
	Alta			Baixa				Alta			Baixa					
	μ	σ	μ	σ	p		μ	σ	μ	σ	p		μ	σ	p	
VEF1 observado	3,22	0,79	3,37	0,56	0,362		3,32	0,71	3,57	0,69	0,048*		3,28	0,74	0,66	0,026*
Percentual VEF1	88,6	17,9	91,5	14,5	0,464		90,8	16,3	95,7	14,8	0,082		89,9	16,9	14,7	0,057
CV observada	4,01	0,72	4,23	0,60	0,188		4,09	0,70	4,33	0,74	0,070		4,06	0,70	0,70	0,021*
Percentual CV	90,3	13,1	93,2	12,0	0,338		90,8	12,6	94,0	12,9	0,160		90,6	12,7	12,5	0,083
Tiffeneau	79,6	10,8	79,2	9,4	0,887		80,8	8,1	82,5	7,9	0,241		80,3	9,2	9,5	0,397
Declínio anual do VEF1	-26,8	46,6	-36,6	33,2	0,392		-29,3	43,7	-19,4	37,3	0,134		-28,3	44,6	36,7	0,582
Declínio anual da CVF	-28,4	53,8	-38,6	43,6	0,781		-32,4	47,9	-17,3	47,4	0,138		-30,9	50,1	47,0	0,353

μ =média; σ =desvio padrão; * = $p < 0,05$

FIGURA 55: Percentual de VEF1 previsto

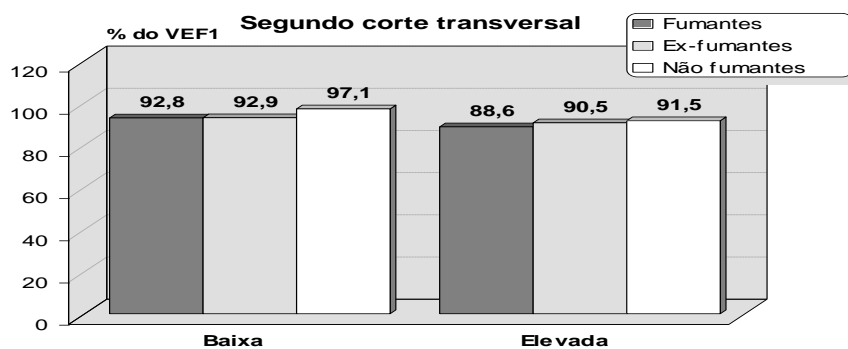
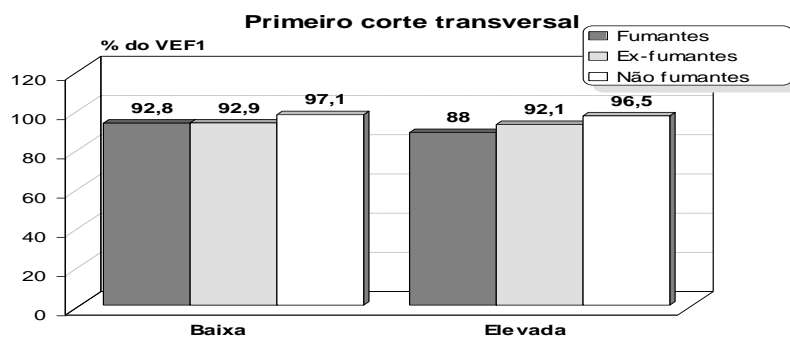


FIGURA 56: Percentual da CVF prevista

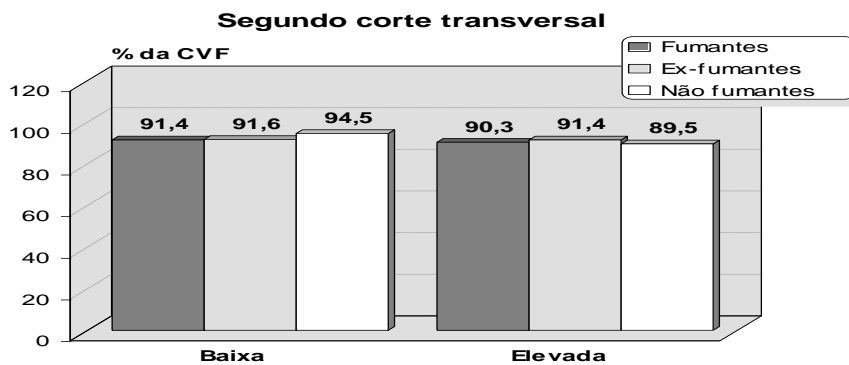
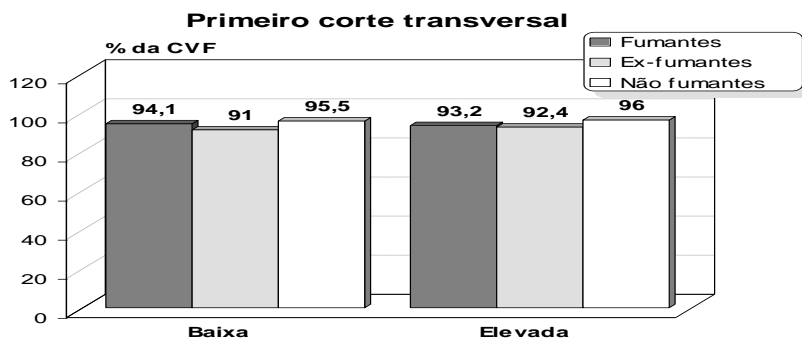


FIGURA 57: Prevalência de VEF1 abaixo do normal

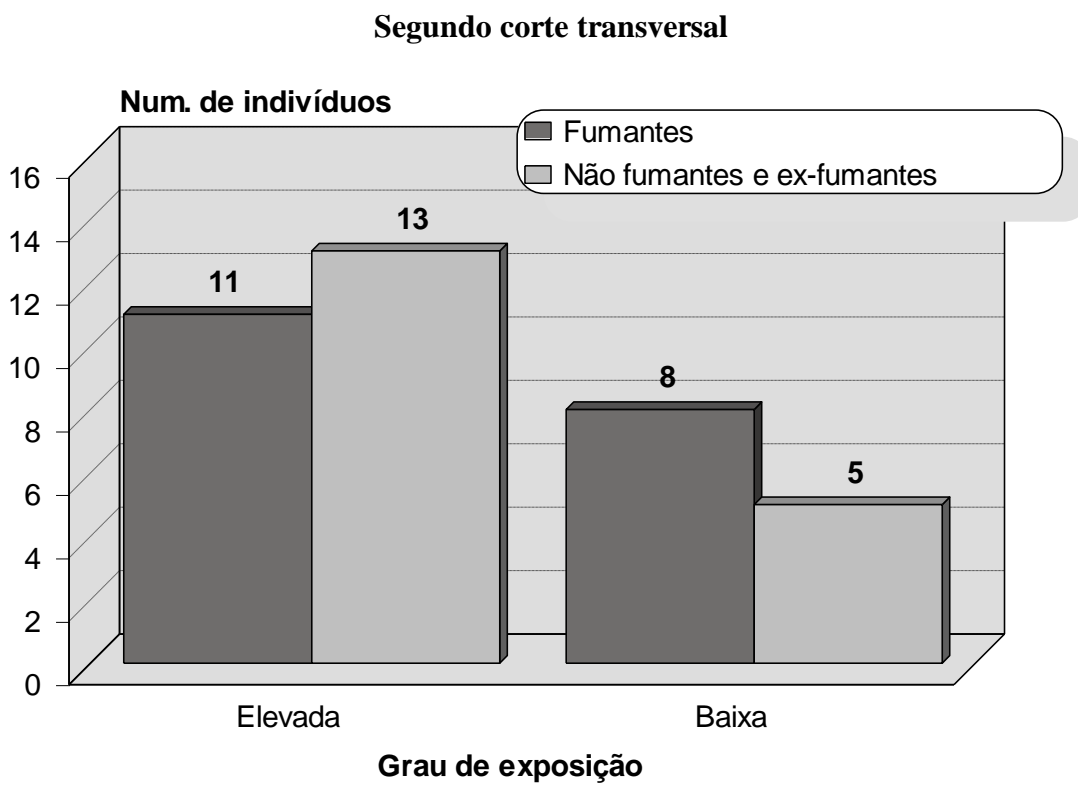
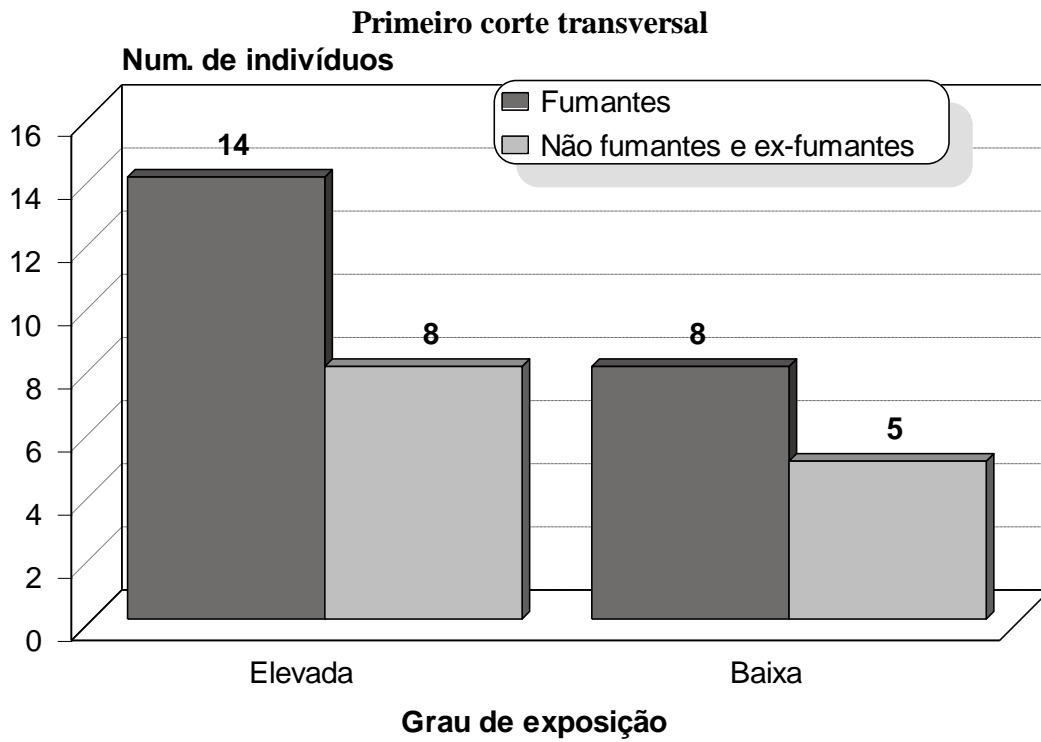


FIGURA 58: Prevalência de CVF abaixo do normal

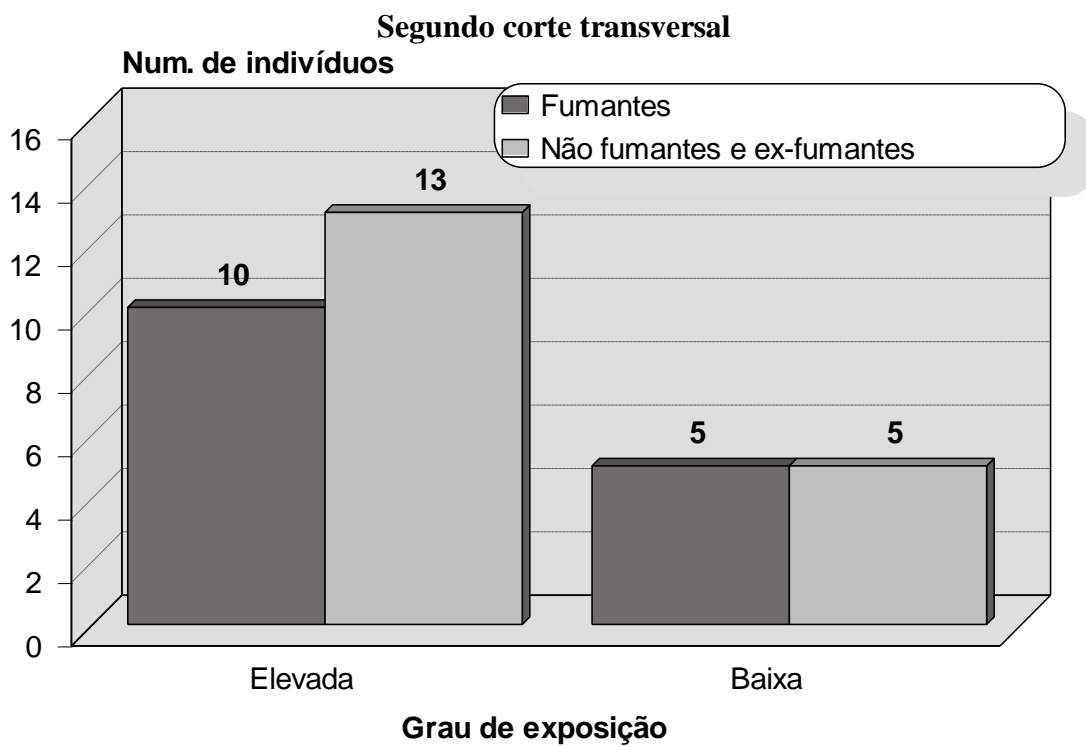
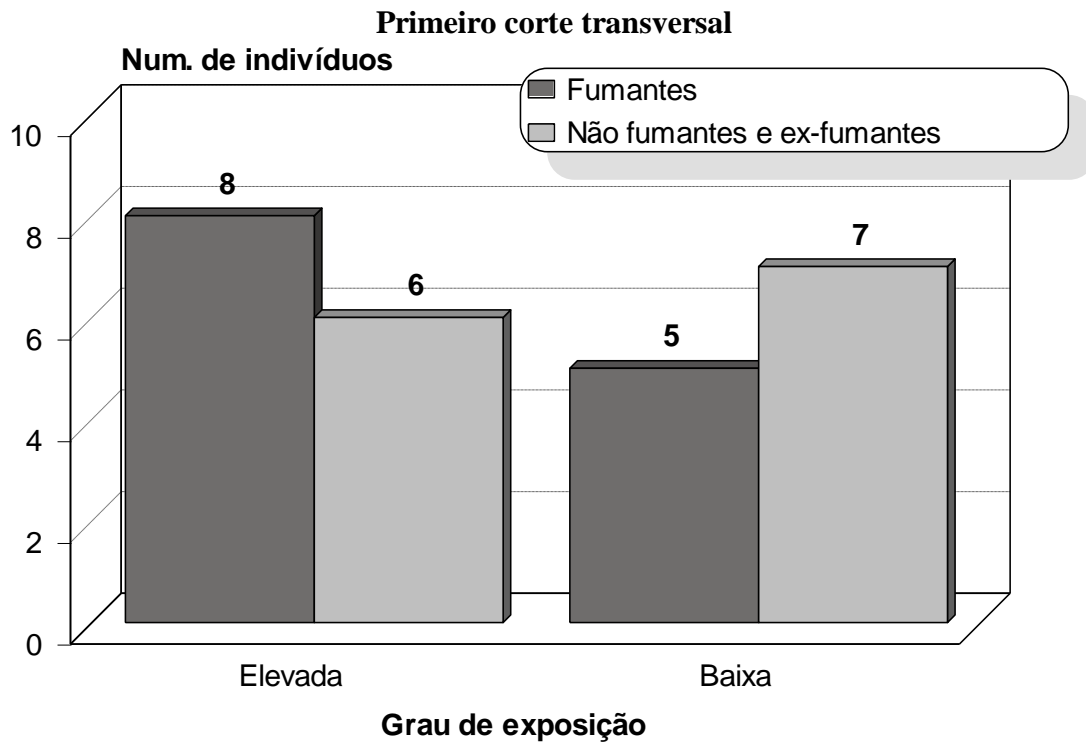


Figura 59: Queda média de VEF1 entre os dois cortes transversais

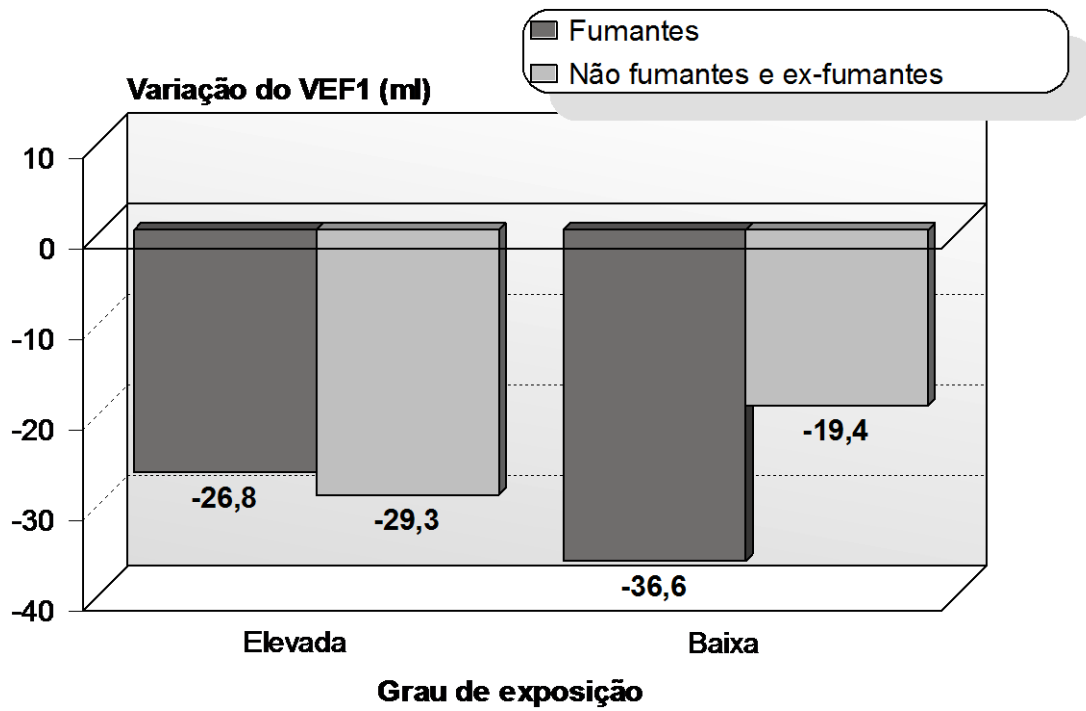


Figura 60: Queda média de CVF entre os dois cortes transversais

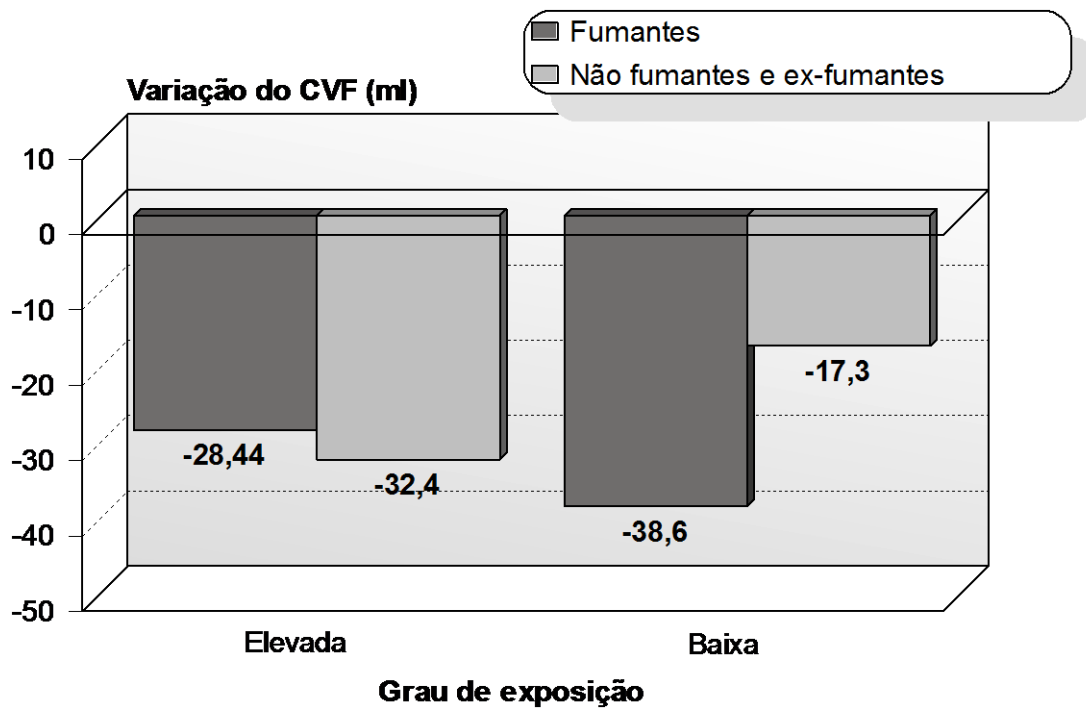
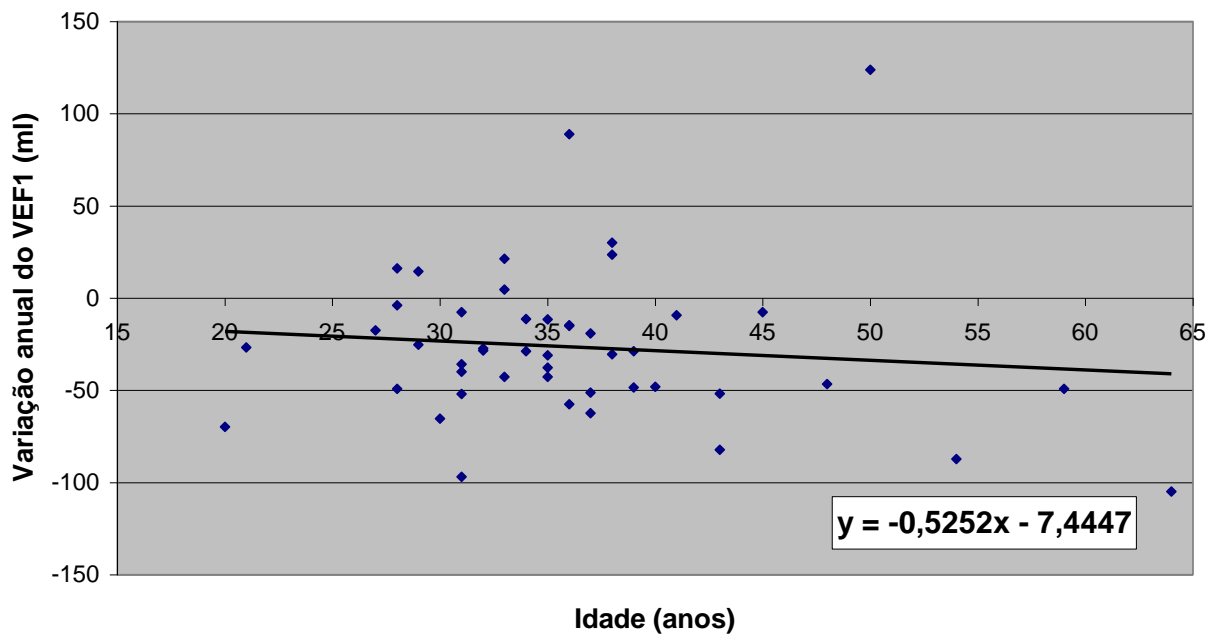


FIGURA 59: Tendência linear do VEF1 com a idade

Grupo de alta exposição



Grupo de baixa exposição

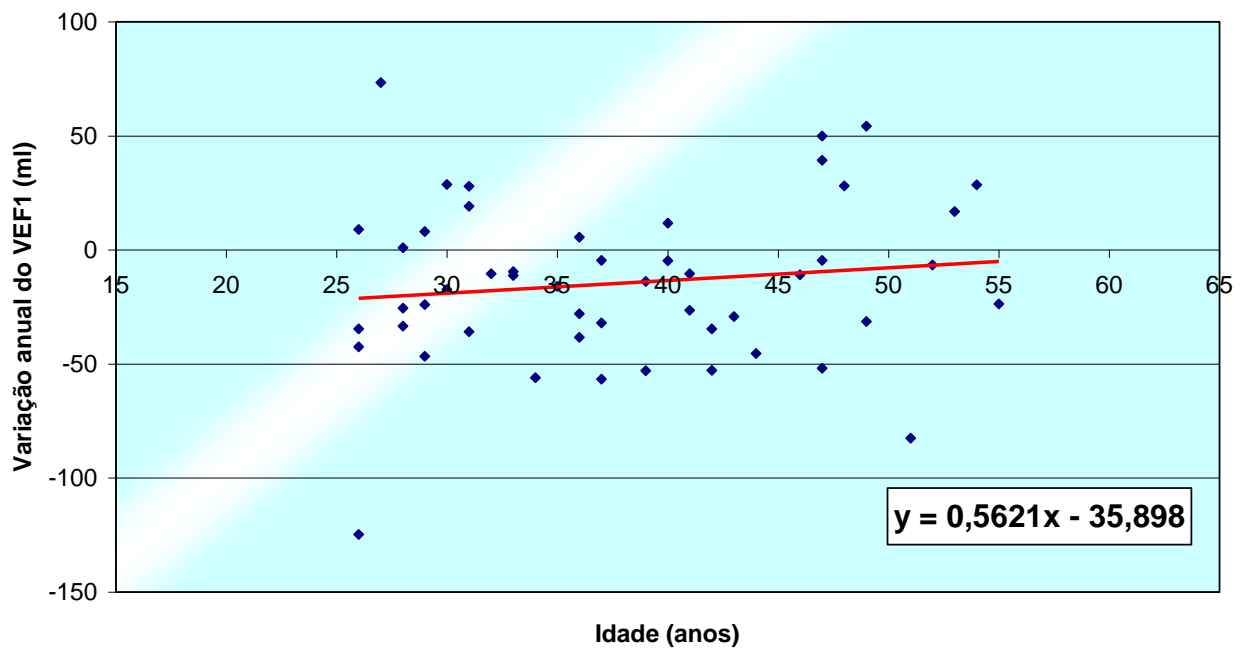
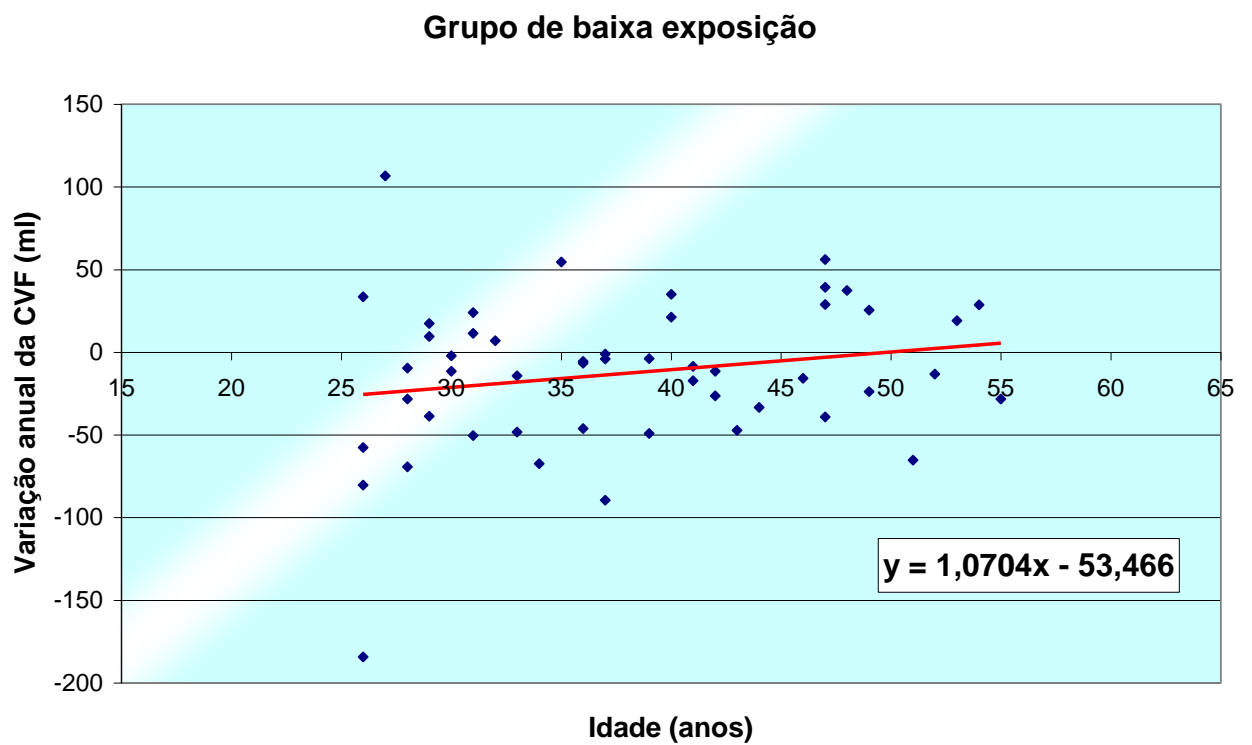
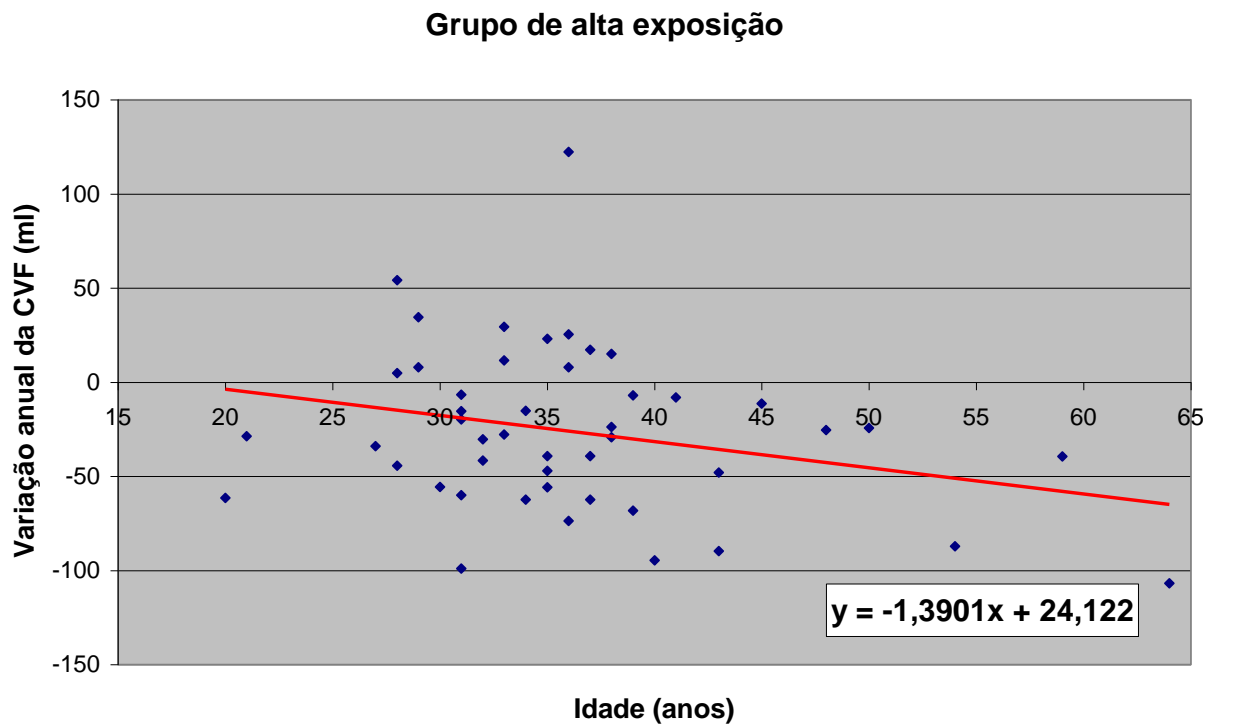


FIGURA 60: Tendência linear da CVF com a idade



3.4. Discussão

Ramazzini, em 1700, foi quem pela primeira vez afirmou que a poeira de cereais provocava sintomas respiratórios (RAMAZZINI, 1985) mas foram os estudos clínicos, epidemiológicos e experimentais realizados no século XX que estabeleceram uma relação de causa-efeito entre a inalação dessa poeira orgânica e os efeitos respiratórios agudos e crônicos observados nas populações de trabalhadores expostos.

Os estudos experimentais que tentaram esclarecer os mecanismos patogênicos intrínsecos desencadeados pela poeira sobre as mucosas respiratórias e o epitélio alveolar não foram ainda conclusivos devido à multiplicidade de componentes da poeira inalável e ao caráter inespecífico e variado das reações inflamatórias desencadeadas (CHAN-YEUNG, 1985).

As pneumopatias ocupacionais por poeira de grãos apresentam características clínicas inespecíficas e sua associação com a exposição ambiental se torna mais evidente

Face a essa limitação os estudos epidemiológicos desempenharam um papel fundamental para estabelecer uma relação causal entre o surgimento de sintomas e de alterações da função pulmonar e a exposição ocupacional (BECKLAKE, 1980).

Os estudos transversais controlados confirmaram que as populações expostas a poeira de grãos evidenciavam uma prevalência aumentada de sintomas respiratórios e de alterações da função pulmonar em relação aos não expostos.

Entretanto os estudos longitudinais foram capazes de caracterizar os efeitos crônicos da exposição ao comprovarem a persistência ou agravamento dos sintomas respiratórios e a perda acentuada da função pulmonar decorrentes da dose e do tempo prolongado de contato com a poeira, independente de outros fatores como tabagismo, idade e outras características.

Para garantir a validade e a especificidade dos indicadores escolhidos para avaliar a prevalência de sintomas e alterações funcionais no presente estudo longitudinal foi necessário seguir alguns princípios metodológicos que serão comentados a seguir.

Na fase de delineamento do projeto para expressar a situação real do grupo em estudo (validade interna) – representado pelos 195 indivíduos da coorte - e da população-alvo (validade externa) – representada pelo total de trabalhadores da armazenagem. Os possíveis erros que comprometessem a validade dos resultados foram evitados ou controlados. Conforme FLETCHER (1982), esses erros ou vícios ("bias") podem ser sistemáticos ou aleatórios.

Os **erros sistemáticos** são aqueles introduzidos de forma arbitrária pelo próprio observador e podem ser de três tipos:

1. Os **erros de seleção** surgem quando a amostra escolhida não representa adequadamente a população-alvo definida nos objetivos do estudo.
2. Os **erros de aferição** ocorrem quando não é utilizado um método padronizado para a avaliação das variáveis ou então quando são aplicados métodos diversos para avaliar as mesmas variáveis em diferentes indivíduos da amostra.
3. Os **erros de confusão** acontecem quando outros fatores, que não os fatores em estudo, interferem sobre os efeitos observados. Se essa interação não é considerada, o efeito observado pode ser erroneamente interpretado como fruto de uma ação isolada do fator de risco.

Já os **erros aleatórios** são devidos ao acaso e ocorrem por diferenças nas características das amostras, ou então por limitações no poder de discriminação dos instrumentos utilizados. São responsáveis pelas divergências inevitáveis entre os valores das médias obtidas de diferentes amostras de uma mesma população. Essa margem de

erro é estimada através dos testes estatístico, que são procedimentos imprescindíveis para a interpretação dos resultados.

As causas de não-participação de trabalhadores na pesquisa foram investigadas para controlar possíveis **erros de seleção** na amostra. Se o fator de risco estiver influenciando de alguma forma a não-participação de indivíduos no estudo, a representatividade da amostra fica comprometida. Não houve recusa por parte de nenhum indivíduo em participar da pesquisa, mas esta causa de abstenção foi importante em outras séries: No estudo transversal controlado realizado por BRODER (1979), aproximadamente 4 % dos expostos e 53 % dos controles se recusaram a participar. Num estudo com o mesmo delineamento realizado por DO PICO (1984), a recusa foi de 13 % entre os trabalhadores de grãos e de 48 % entre os controles. Talvez a tentativa de encobrir uma disfunção respiratória pelo receio da discriminação ou do desemprego fosse a causa de muitas dessas recusas.

Na presente avaliação, as causas de abstenção foram devidas a fatores provavelmente alheios à vontade ou influência do pesquisador e não relacionados a afastamento do trabalho por questões de saúde. Os poucos trabalhadores que estavam ausentes por problemas de saúde aparentemente não eram portadores de doenças respiratórias que se pudesse relacionar com a exposição.

Um erro de seleção importante a ser considerado em estudos longitudinais é o abandono de indivíduos da coorte e a autoseleção de uma população “sobrevivente” muitas vezes com características distintas da inicial, levando ao já comentado “efeito do trabalhador sadio”. A estabilidade empregatícia dos trabalhadores da empresa semi-estatal (CESA) onde o estudo foi realizado propiciou a permanência no emprego e um baixo índice de abandonos da coorte. Em nossa coorte a perda foi de 34% em um seguimento de nove anos. Essa perda foi bem mais elevada em outras séries (CHAN-YEUNG, 1992).

Dezessete indivíduos da coorte já estavam aposentados quando foram avaliados no segundo corte transversal, nove pertenciam ao grupo AE e oito ao grupo BE, sendo que dos nove fumantes iniciais somente dois deixaram de fumar. Esse pequeno grupo apesar de apresentar uma prevalência de dispnéia significativamente maior do que aqueles que permaneceram na coorte, não manifestou diferença quanto ao desempenho de sua função pulmonar, não evidenciando obstrução permanente ou fixa das vias aéreas após o afastamento da atividade. Outro estudo que acompanhou 75 trabalhadores aposentados (KENNEDY, 1994) entretanto não chegou à mesma conclusão, demonstrando que esse grupo apresentava significativas alterações não reversíveis da função pulmonar

Os indivíduos foram amostrados em diferentes localidades e regiões (Missões, Fronteira, Planalto Central e Litoral Sul) do Rio Grande do Sul, representando populações expostas de importantes áreas produtoras de soja e cereais do Estado. Cabe lembrar, no entanto, que a população avaliada é oriunda de uma rede de armazenagem que possui um padrão de qualidade técnica acima da média, propiciando talvez condições ambientais melhores do que as encontradas em outros silos do Rio Grande do Sul.

Houve uma tentativa de abranger o maior número possível de representantes de cada grupo de exposição, justificando-se assim a visita às 15 unidades. O poder do teste estatístico que avalia a diferença entre as médias de variáveis contínuas (como os parâmetros espirométricos) é diretamente proporcional ao número de indivíduos da

amostra, para qualquer um dos níveis de significância (p alfa) considerados (ALTMAN, 1980).

Os indivíduos do grupo controle (BE) trabalhavam na mesma empresa e coabitavam nas mesmas localidades que os expostos de maior risco, o que afasta a influência de diferenças regionais entre as duas populações.

A padronização dos questionários de sintomas respiratórios e da espirometria conforme consensos nacionais e internacionais foi observada para evitar os **erros de aferição**. Embora houvesse conhecimento, por parte do entrevistador, dos riscos a que estava sujeita a população estudada, as perguntas foram aplicadas de forma sistemática, observando-se ao máximo a padronização do método, para evitar influências ou a sugestões nas respostas dos entrevistados.

Possíveis **erros de confusão**, decorrentes de fatores como tabagismo, faixa etária e estatura foram controlados, e sua influência sobre os resultados analisada estatisticamente. Na avaliação de qualquer doença respiratória ocupacional é importante considerar o fator **hábito tabágico**, pois interfere de forma acentuada na disfunção respiratória.

As visitas foram realizadas durante os meses de novembro a maio, sendo deliberadamente evitados os meses de inverno, pois a maior incidência de **doenças respiratórias agudas** durante estes meses poderia confundir os resultados.

O fato dessas avaliações não serem contemporâneas – entre uma visita a um silo e outra havia intervalos de meses - não descaracteriza o delineamento transversal do estudo, uma vez que, a semelhança de um censo demográfico, um estudo transversal pode ter o seu tempo de coleta prolongado até que a amostra atinja o número de indivíduos previstos em seus objetivos (FEINSTEIN, 1985).

Quanto aos indicadores escolhidos, cabe ressaltar que o diagnóstico das pneumopatias por exposição à poeira de cereais está sujeita às mesmas dificuldades que comprometem a definição clássica da doença pulmonar obstrutiva crônica, conforme foi ressaltado por DOSMAN (1977). A bronquite crônica, acompanhada ou não de alterações da função pulmonar é definida pela história clínica pregressa, sendo. O diagnóstico de enfisema é incerto por utilizar critérios morfológicos dificilmente comprováveis a não ser por tomografia computadorizada de alta resolução ou biópsia pulmonar. Para a obstrução crônica das vias aéreas, por sua vez, utiliza-se de um critério fisiológico (a diminuição do fluxo aéreo na manobra de expiração forçada) que possui baixa especificidade.

Em nosso estudo os resultados de ambos os cortes transversais confirmaram a hipótese inicial de que os expostos a altas concentrações apresentariam uma prevalência aumentada de sintomas respiratórios em relação a uma população pouco exposta.

Tosse, expectoração, sibilância e dispnéia aos esforços foram os sintomas encontrados com maior frequência entre os trabalhadores de risco elevado, independente do fator tabágico.

Estes achados corroboram as observações de diversos autores que através de estudos transversais semelhantes identificaram a prevalência aumentada de sintomas respiratórios em populações de trabalhadores expostos (CHAN-YEUNG et al., 1980; DO PICO et al., 1984; CHAN-YEUNG et al., 1992).

Um achado semelhante ao nosso foi relatado por um estudo canadense mostrando que 90 trabalhadores expostos não fumantes apresentavam prevalência de tosse e expectoração superior aquela encontrada em 90 indivíduos controles não-fumantes, sugerindo que a poeira de grãos possa causar alterações funcionais e

estruturais no sistema respiratório, independentemente da influência do fator tabagismo (DOSMAN, 1980). Os trabalhadores expostos também apresentaram o FEF25-75% e o fluxo expiratório máximo a 50% da CV menores do que os controles não-fumantes.

COTTON et al. (1983) estudou os efeitos combinados do fumo e da exposição à poeira de cereais sobre os fluxos respiratórios, concluindo que esta associação era mais aditiva do que sinérgica em trabalhadores expostos há mais de 20 anos. No entanto, conforme foi demonstrado através de testes que avaliam a obstrução de pequenas vias aéreas, trabalhadores com menos de cinco anos de exposição a ambos os fatores apresentaram um efeito sinérgico aos mesmos.

A febre associada com a exposição sugere a presença de febre dos grãos. Sua prevalência varia de 6 a 33 % (CHAN-YEUNG et al., 1978; DO PICO et al., 1977; DO PIC et al., 1982) e está associada ao trabalho em silos onde as condições de armazenagem são precárias. Nos silos de grande porte é infrequente, devido ao controle de qualidade que impede o desenvolvimento de microorganismo e a produção de suas toxinas. Ao avaliar indivíduos trabalhando em modernos silos portuários, CHAN-YEUNG et al. (1980) não encontrou nenhum caso. A baixa prevalência de febre associada à exposição detectada no presente estudo decorre provavelmente do adequado padrão de armazenagem empregado das unidades de grande porte visitadas. As mesmas observações servem para a pneumonite de hipersensibilidade que classicamente é descrita em trabalhadores do campo ou pequenos proprietários rurais que realizam a estocagem em condições propícias à proliferação de fungos.

Quando se detecta sintomas e alterações espirométricas nos cortes transversais não é possível caracterizar se são manifestações de efeitos agudos ou crônicos, principalmente ao considerar que alguns trabalhadores expostos apresentam variações diárias do VEF1 com as exposições (CHAN-YEUNG, et al. 1980; COREY et al., 1982; DO PICO et al., 1983).

O estudo longitudinal apresenta a vantagem de definir melhor uma relação de tempo com o fator de exposição e o seu nexos causal com o desfecho avaliado. Uma desvantagem é a perda de indivíduos que saem da coorte, conforme comentamos em parágrafo anterior (BECKLAKE et al., 1995).

O parâmetro mais sensível para avaliar a evolução da capacidade ventilatória dos indivíduos de uma coorte é o VEF1. A função do VEF1 em relação ao tempo tende a ser linear, apresentando uma taxa de declínio de aproximadamente 25ml/ano na população de indivíduos normais (PETERS, 1974).

Estudos longitudinais têm comprovado que indivíduos expostos a contaminantes industriais apresentam um declínio mais acentuado do VEF1 que os não expostos (FLETCHER & PETO, 1977; KAUFFMAN et al., 1979).

O declínio do VEF1 e da CVF com a exposição à poeira de grãos é mais acentuado nos indivíduos com mais idade e com exposição elevada (AE) conforme mostram as tendências nas **FIGURAS 61 e 62**. Esse achado é corroborado em estudos longitudinais relatados por outros autores (PAHWA et al., 1994; SCHULZER et al., 1985).

No estudo longitudinal analisado por ENARSON et al. (1985), a taxa de declínio anual do VEF1 foi maior em trabalhadores de grãos do que nos indivíduos controles, para as três categorias de hábito tabágico (fumantes, ex-fumantes e não-fumantes). Os trabalhadores com idade acima de 50 anos apresentaram um declínio anual de VEF1 maior do que os representantes do grupo controle na mesma faixa etária.

Um estudo longitudinal concluído em 1981 na Colúmbia Britânica, Canadá, (1985) constatou que o declínio anual da capacidade ventilatória de trabalhadores expostos era menor que o previsto para o efeito aditivo do fumo e exposição à poeira (CHAN-YEUNG et al., 1985).

Um declínio anual não relacionado ao tabagismo, de valores acima de 100ml/ano, foi observado em alguns indivíduos expostos (10% do total). Esta é uma deterioração extremamente rápida do VEF₁, sugerindo que uma alteração importante do fluxo respiratório possa se desenvolver em alguns trabalhadores de grãos não-fumantes. Tal declínio acentuado era provavelmente influenciado pela intensidade da exposição, mas também a fatores individuais como hiperreatividade brônquica e variações diárias de função pulmonar em uma jornada de trabalho que esse grupo de trabalhadores expostos apresentavam em excesso quando comparados aos demais (ENARSON, 1985).

Em nossos trabalhadores do grupo AE encontrou-se somente uma queda anual do VEF₁ acima de 100 ml em 3 (2,9%) dos indivíduos do grupo AE.

Entretanto um outro estudo longitudinal realizado em trabalhadores portuários (BRODER et al., 1985) não mostrou diferença de sintoma ou de função pulmonar entre os cortes transversais.

Os indivíduos com alterações agudas do VEF₁ durante uma jornada de trabalho também apresentaram uma queda mais acentuada da função pulmonar ao longo do tempo (TABONA et al., 1984). Entretanto, este fato não traz suficiente subsídio à hipótese de que a obstrução aguda reversível em trabalhadores de grãos leve à obstrução crônica das vias aéreas.

A presença de **sibilância** persistente foi identificada como um fator preditivo importante como determinante no declínio da função pulmonar em uma coorte de 1211 trabalhadores de grãos de Saskatchewan, Canadá.(SENTHILSELVAN et al., 1996). Achado semelhante foi encontrado em 391 indivíduos jovens (15 a 40 anos) não expostos do Quebec que foram acompanhados por um período de 8 anos. Um modelo de regressão linear mostrou que os indivíduos dessa série portadores de sibilância ou dispnéia ou com história de asma brônquica apresentavam um declínio mais acentuado do VEF₁ em relação aos indivíduos sem sintomas respiratórios (JAAKOLA et al., 1993).

Conclui-se que as presentes análises e cruzamentos de variáveis permitam comprovar a hipótese que, independente dos diversos fatores que poderiam influenciar a consistência dos resultados, pode-se afirmar que a poeira de cereais determinou mais sintomas, sejam de natureza aguda ou crônica, e provavelmente causaram alterações de do tipo obstrutivo e mais remotamente do tipo restritivo nos trabalhadores expostos a altas concentrações.

Certamente essa observação seria mais contundente se o estudo longitudinal se prolongasse através de mais cortes transversais. Lamentavelmente esse propósito é cada vez mais inexequível, pois a dispersão desses trabalhadores aumenta no decorrer do tempo. Na medida em que vão deixando o local de trabalho fica muito mais difícil segui-los e formar uma coorte.

Seria importante implantar e implementar programas de controle do tabagismo nos locais de armazenagem, o que viria minimizar ou mesmo evitar a nefasta associação desse hábito compulsivo mas voluntário com um fator de risco que é sabidamente controlável, a ponto de agregar uma aceitável qualidade ao ambiente de trabalho.

Oxalá possamos chegar um dia a instituir programas de rastreamento baseado em aplicação de questionários padronizados e espirometria não para comprovar os efeitos

nocivos da inalação da poeira, como é o caso desse estudo, mas sim para comprovar a melhoria da saúde dos trabalhadores após a implantação de medidas de controle.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se através das visitas e avaliações que foram realizadas nos silos do Rio Grande do Sul que a poeira de grãos de cereais é um fator de risco ocupacional presente durante as atividades executadas pelos trabalhadores de armazenagem de cereais e da soja.

O recebimento dos grãos nas moegas ou áreas de descarga dos silos durante o período da safra foi considerada uma atividade representativa do risco ambiental pois havia um grande contingente de trabalhadores nesses locais com intensa movimentação dos grãos.

A avaliação quantitativa nas meegas utilizando-se a coleta gravimétrica revelou valores relativamente baixos de concentrações de poeira inalável, provavelmente devido a ventilação natural existente nessas áreas. Um número maior de amostras que incluía a dosagem do teor de sílica seria necessário para caracterizar melhor o risco ambiental durante esta atividade ocupacional.

Através da aplicação de um questionário padronizado e da espirometria completou-se um estudo longitudinal controlado pontuado por dois cortes transversais, com um intervalo de aproximadamente 9 anos entre eles. A coorte da população avaliada era formada por um grupo exposto a níveis elevados de poeira e o outro, a níveis baixos.

Identificou-se uma prevalência significativa de sintomas respiratórios no grupo de maior risco em relação ao de menor exposição, independente do fator tabágico.

Havia também uma prevalência aumentada de alterações da função pulmonar no grupo de exposição elevada.

Entre os não fumantes e ex-fumantes do grupo de risco houve um declínio mais acentuado da função pulmonar evidenciando que a exposição prolongada à poeira exerceu um efeito deletério preponderante sobre esse grupo em comparação aos seus pares não fumantes ou ex-fumantes do grupo de baixa exposição.

Através da análise bivariada constatou-se que o declínio mais acentuado da função pulmonar estava associado ao tempo de exposição à poeira, reforçando a hipótese deste fator ser determinante da obstrução crônica das vias aéreas.

Outros fatores que contribuíram significativamente para a perda anual acentuada do VEF₁ e da CVF foram os baixos valores de VEF₁ e de CVF no primeiro corte transversal e o consumo tabágico.

Conclui-se que em trabalhadores de armazenagem de cereais a exposição prolongada a níveis elevados de poeira de grãos induz a sintomas respiratórios agudos e crônicos e à provável perda acentuada da função pulmonar no decorrer do tempo.

5. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a implementação de programas de prevenção primária das doenças respiratórias ocupacionais que utilizem parcimoniosamente métodos de avaliação quantitativas e qualitativa que monitorem o risco ambiental de exposição à poeira de grãos e possibilitem orientar medidas de controle.

Um programa de prevenção de riscos ambientais deveria ser instituído para implementar a qualidade do ar no interior das unidades de armazenagem com amparo legal na legislação já existente no país

O diagnóstico precoce das alterações respiratórias agudas e crônicas deveria ser buscado continuamente através de programas de rastreamento que utilizassem de maneira sistemática e padronizada o questionário de sintomas respiratórios e a espirometria como instrumentos de investigação.

Programas de prevenção do tabagismo deveriam ser implantados ou implementados nos ambientes de trabalho da armazenagem tanto para evitar acidentes (explosões) como para minimizar a associação da poeira dos grãos com esse importante fator, ambos comprovadamente prejudiciais para a saúde dos trabalhadores.

Sugere-se a definição de uma política de vigilância em saúde que inclua a eliminação ou o controle dos riscos ambientais nos setores agrícola e agroindustrial e a utilização de uma metodologia exequível como a empregada nesse estudo para melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e evitar a doença ocupacional e seus infortúnios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A QUESTÃO das perdas. Revista Comércio e Mercado. Brasil, maio, 1978.
- A.B.N.T. PROJETO 2:11.03-001 1988. Revista Proteção, Campo Bom, Rio Grande do Sul, 1 (4): 24 -26, abril, 1989.
- AGRICULTURA, o grande salto. Correio do Povo, Porto Alegre, 21 de maio de 1989, pág. 11.
- ADAM, R. D. et al. Phaeohyphomycosis caused by the fungal genera *Bipolaris* and *Exserohilum*. A report of nine cases and a review of the literature. *Medicine*, 66(4): 203-217, 1986.
- ALTMAN, D. G. Statistics and ethics in medical research - How large a sample ? *Br. Med. J.*, 281: 1336 - 1338, 1980
- ACGIH, AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. Threshold Limit Values for Chemical Substances in the Work Environment. Cincinnati, Ohio, A.C.G.I.H., 1984, 114 p.
- ACGIH, AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. 1998 TLVs e BELs – Limites de Exposição (TLVs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição (BEIs). Tradução da Associação Brasileira de Higiênistas Ocupacionais (ABHO), São Paulo, 1998, 179 p.
- ATS, AMERICAN THORACIC SOCIETY. Evaluation of impairment/ disability secondary to respiratory disease. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 126: 945 - 951, 1982.
- ATS, AMERICAN THORACIC SOCIETY. Standardization of spirometry - 1987 update. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 136: 1285 - 1298, 1987.
- ANAISSE, E. J. et al.. Emerging fungal pathogens. *Eur. J. Clin. Microbiol. Inf. Dis.*, 8: 323 - 330, April, 1989.
- ARMANIOUS, M. Grain dust and alveolar macrophages: an experimental study of the effects of grain dust on the mouse lung. *J. Pathol.*, 136: 265-272, 1982.
- ATTFIELD, M.D. Longitudinal decline in VEF1 in United States coal miners. *Thorax*, 40: 132-137, 1985.
- BARBEE, R. A. et al. Immediate skin-test reactivity in a general population sample. *Ann. Int. Med.*, 84: 129 - 133, 1976.
- BAILEY, K.D. *Methods of Social Research*. New York. Mac Millan Publishing Co. Inc., 1978, 469 p.

- BAUR, X. et al. Hipersensitivity pneumonitis (extrinsic allergic alveolitis) induced by isocyanates. *J Allergy Clin Immunol*, 1995, May. 95(5 pt. 1): 1004-1010
- BECKLAKE, M. R.. A respiratory health study of grainhandlers in St. Lawrence River ports. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 115(2): 200, 1977.
- BECKLAKE, M. R. Grain dust and health: state of the art. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Diseases; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 189 - 200.
- BECKLAKE, M.R. A respiratory health study of grainhandlers in St. Lawrence River ports. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 239-255.
- BECKLAKE, M.R. Relationship of acute obstructive airway change to chronic (fixed) obstruction thorax, 50 (suppl.): 516-521, 1995.
- BECKLAKE, M.R. et al. Recommendations for reducing the effect of grain dust on the lungs. *Can. Med. Assoc. J.*, 155(10): 1399 - 1403, 1996.
- BERRY, G et al. A study of acute and chronic changes in ventilatory capacity of workers in Lancashire cotton mills. *Br. J. Ind. Med.*, 30: 25-36, 1973.
- BLACK, L.F. et al. Variability in the maximal expiratory flow- volume curve in asymptomatic smokers and in non-smokers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 110: 282 - 292, 1974.
- BOEHLECKE, B.A. & MERCHANT, J. A. The use of pulmonary function testing and questionnaires as epidemiologic tools in the study of occupational lung disease. *Chest* (suppl.), 79: 1145-1225, April, 4, 1981.
- BOUHUYS, A. et al. Cigarette smoking, occupational dust exposure and ventilatory capacity. *Arch. Environ. Health*. 19: 793-797, 1969.
- BOUHUYS, A. & ZUSKIND, A. Chronic respiratory disease in hemp workers - A follow-up study. *Ann. Int. Med.*, 84:398-405, 1976.
- BRAIN, J. D. & MOSIER, M., Deposition and clearance of grain dust in the human lungs. in: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 77-94.
- BRODER, I. et al. Comparison of respiratory variables in grain elevator workers and civic outside workers of Thunder Bay, Canada. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 119: 193-203, 1979.
- BRODER, I. & MINTZ, S. Effects of layoff and rehire on respiratory variables of grain elevator workers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 122: 601-608, 1980.

BRODER, I. & Mc AVOY, D. Characterization of precipitation reaction between grain dust and normal human serum and comparison of reactive and nonreactive grainhandlers. *Clin. Immunol. Immunopathol.*, 21: 141-153, 1981.

BRODER, I. et al. Variables of pulmonary allergy and inflammation in grain elevator workers. *J. Occup. Med.*, 25: 43-47, 1983.

BRODER, I. et al. Changes in respiratory variables of grain handlers and civic workers during their initial months of employment. *Brit. J. Ind. Med.*, 41: 94-99, 1984.

BRODER, I. et al. Longitudinal study of grain elevator workers and control workers with demonstration of healthy worker effect. *J Occup Med*, 27: 873-880, 1985.

BURG, W.R. et al. Measurement of airborne aflatoxins during the handling of contaminated corn. *Am. Indust. Hyg. Assoc. Jour.*, 42:1-11, jan. 1981.

BURROWS, B. et al. Respiratory disorders and allergic skin-test reactions. *Ann. Int. Med.*, 84: 134 - 139, 1976.

BURROWS, B. & EARLE, R.H. Course and prognosis of chronic obstructive lung disease: a prospective study of 200 patients. *N. Eng. J. Med.*, Feb. 280(8): 397-404, 1969.

CARNIER, J. & BELANGER, J. Precipitins in farmer's lung. *THORAX*, 44 (6): 469 - 473, 1984.

CARTIER, A. Occupational asthma caused by Eastern white cedar (*Thuja Occidentalis*) with demonstration that plicatic acid is present in the wood dust and is the causal agent. *J. All. Clin. Immunol.*, 77(4): 639-645, Apr. 1986.

CESA. II Semana de Prevenção de Acidentes do Trabalho; CIPA da Companhia Estadual de Silos e Armazéns. Porto Alegre, 1979/80.

CESA. Companhia Estadual de Silos e Armazéns. CESA 25 anos; 1952 - 1977 (prospecto). Porto Alegre, Ed. Metr pole, 1978.

CHAN-YEUNG, M. et al. Grain dust and the lungs. *C.M.A. Journal*, 118 : 1271-1274, May, 20, 1978.

CHAN-YEUNG, M. et al. Respiratory abnormalities among grain elevator workers. *Chest*. april, 4, 75: 461-467, 1979.

CHAN-YEUNG, M. et al. Epidemiologic health survey of grain elevator workers in British Columbia. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 121: 329-338, 1980.

CHAN-YEUNG, M. et al. A follow-up study of the grain elevator workers in the Port of Vancouver. *Arch. Environ. Health*, 36(2): 75-81, 1980.

CHAN-YEUNG, M. et al. Respiratory survey of workers in a pulp and paper mill in Powell River, British Columbia. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 122: 249-257, 1980.

CHAN-YEUNG, M. Occupational assessment of asthma. *Chest*, [(supplement): Advances in assessment and therapy of asthma]. 82(1): 245-275, July, 1982.

CHAN-YEUNG, M. et al. Symptoms, pulmonary function and bronchial hiperreactivity in Western red cedar workers compared with those in office workers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 130: 1038- 1041, 1984.

CHAN-YEUNG, M. et al. Grain dust and health. *C.M.A. Journal*, 133: 969-973, Nov., 15, 1985.

CHAN-YEUNG, M. et al. Immediate skin reactivity and its relation to age, sex, smoking and occupational exposure. *Arch. Environ. Health*, 40(1): 53 - 57, 1985.

CHAN-YEUNG, M. et al.. Grain-dust induced direct release of mediators from human lung tissues. *J. Allergy. Clin. Immunol.*, 80(3): 279-284, 1987.

CHAN-YEUNG, M. et al.. Five cross-sectional studies of grain handlers I British Columbia (abstract). *Am Rev respire Dis*; 143:A100,1991

CHAN-YEUNG, M., ENARSON, D. A., KENNEDY, S. M. The impact of grain dust on respiratory health. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 145: 476-487, 1992.

CHERNIACK, R.H. Testes de função pulmonar. 1 Ed. Rio de Janeiro, Ed. Interamericana, 1979, 235 p.

CHEUNG, S. C. & GERRARD, J.W. Airborne fungal spores in grain elevators of Saskatchewan. in: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease - Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 463-467.

CHOI, B. C. K. Definition, sources, magnitude, effect modifiers and strategies at reduction of the healthy worker effect. *JOM*, 24(10): 979 – 988, Oct 1992.

CINKOTAL, F.F. et alli. Airborne microorganisms and prevalence of byssinotic symptoms in cotton mills. *Am. Ind. Hyg. Assoc. Journal*, 38: 554-559, Oct., 1977.

CLARK, G. Os caçadores da idade da pedra. 1 ed. Lisboa, Editorial Verbo, 1969. 116 p.

CLARKE, S.W. & PAVIA, D. Deposition and clearance in: MURRAY J. F. & NADEL, J. A. *Textbook of Respiratory Medicine*, Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1988, 313 - 331, v. 1.

CLENDENING, L. (org.). *A Source Book of Medical History*. Dover Publications, N. York, 2 ed., 1960, 685 p.

- COCKCROFT, DW & DOSMAN, JA. Respiratory Health Risk in farmers. *Ann. Int. Med.*, 95(3): 380-382, 1981.
- COHEN, V. L. & OSGOOD, H. Disability due to inhalation of grain dusts. *J. Allergy*, 24: 193-211, 1953.
- COOKSON, W. O. et al. Atopy, non-allergic bronchial reactivity and past history as determinants of work-related symptoms in seasonal grain workers. *Br. J. Ind. Med.*, 43(6): 396-400, 1986.
- COLACIOPPO, S. Higiene Ocupacional: da teoria à prática. In: FISCHER, F.M., GOMES, J. R. & COLACIOPPO, S. *Tópicos de Saúde do Trabalhador*. Ed. Hucitec, São Paulo, 1989, 239 p., 73 - 98.
- COMROE, J. et al. *The Lung; Clinical physiology and pulmonary functions tests*. Chicago. Year Book Medical Publications Inc., 1962, 379 p.
- COMSTOCK, G.W. Standardized respiratory questionnaires: comparison of the Old with the New. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 119: 45 - 55, 1979.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. In: <http://www.conab.gov.br>, 2004.
- COOPER, J. A. et al. Vegetable dust and airway disease: inflammatory mechanisms. *Environ. Health Perspect.*, 66: 7-15, 1986.
- COREY, P. et al. Grain elevator workers show work-related pulmonary function changes and dose-effect relationships with dust exposure. *Br. J. Ind. Med.* 39: 330-397, 1982.
- COSMA, G & MARTINEZ, A. Component analysis of grain dust that contributes to occupational lung injury, in: www.hicahs.colostate.edu/research/lunginjury.htm, 1988.
- COTTON, D.J. & DOSMAN, J.A. Grain dust and health I (Symposium). *Ann. Int. Med.*, 88(6): 840-841, june, 1978.
- COTTON, D.J. & DOSMAN, J.A. Grain dust and health II (Symposium). *Ann. Int. Med.*, 89(1): 134-135, july, 1978.
- COTTON, D. J. & DOSMAN, J. A. Grain dust and health III (Symposium), *Ann. Int. Med.*, 89(3): 420-421, Sept, 1978.
- COTTON, D. J. & DOSMAN, J. A. Grain dust and health IV (Symposium), *Ann. Int. Med.*, 89(4): 570-571, Oct, 1978.
- COWAN, W. et al. Bronchial asthma associated with air pollutants from the grain industry. *J. Air Pollution Control Assoc.*, 13: 546-552, 1968.

- CRAPO, R. O. et al. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 1986, 123: 659 - 664.
- CUTHBERT, O. D. et al. The role of mites in hay and grain dust allergy. in: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 469-475.
- DALPHIN, J. C. H. et al. Etiologic factors of chronic bronchitis in dairy farmers: case control study in the Doubs region of France, *Chest*, 103: 417-421, 1993.
- DARKE, C.S. et al. Respiratory disease of workers harvesting grain, *Thorax*, 31: 294 - 302, 1976.
- DASHEK, W. V. et al. Carbohydrate and protein contents of grain dusts in relation to dust morphology. *Environ. Health. Perspect.*, 66: 135 - 143, April, 1986.
- DAVIES, R. J. et al. Recurrent nocturnal asthma after exposure to grain dust, *Am. Rev. Resp. Dis.*, 114: 1011-1019, 1976.
- DAWSON, A. Reproducibility of spirometric measurements in normal subjects. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 93: 264 - 268, 1966.
- DESAFIOS na produtividade e uso do solo. *Revista Amanhã*. Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul (FIERGS), Porto Alegre, 18: 17 - 18, nov., 1987.
- DESMONTE prejudicou os projetos da CESA. *Correio do Povo*, Porto Alegre, 21 de maio de 1989, pág. 12.
- DOCKERY, D. W. et al. Distribution of forced expiratory volume in one second and forced vital capacity in healthy, white, adult never-smokers in six U.S. cities. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 131: 511- 520, 1985.
- DOEMENY, L. J. Sampling methods to assess workers exposure to grain dust. in: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 537-543.
- DO PICO, G. A. et al. Respiratory abnormalities among grain handlers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 115: 915-927, 1977.
- DO PICO, G. A. Grain Dust and health (editorial). *Chest*, 75: 416-417, April, 1979.
- DO PICO, G. A. et al. Grain fever syndrome induced by inhalation of airborne grain dust. *J. All. Clin. Immunol.*, 69 (5): 435-433, 1982.
- DO PICO, G. A. et al. Pulmonary reaction to durum wheat: a constituent of grain dust. *Chest*, 81: 55-61, 1982.

- DO PICO, G. A. et alii. Acute effects of grain dust exposure during a workshift. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 128: 399-404, 1983.
- DO PICO, G. A. et al. Epidemiologic study of clinical and physiologic parameters in grain handlers of Northern United States. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 130: 759-765, 1984.
- DOSMAN, J. A. Chronic Obstrutive pulmonary disease and smoking in grain workers. *Ann. Int. Med.*, 87 (6): 784-786, Dec 1977.
- DOSMAN, J. A. et al. Chronic bronchitis and exposure to cereal grain dust (Editorial). *Am. Rev. Resp. Dis.*, 120: 477-488, 1979.
- DOSMAN, J. A. et al. Chronic bronchitis and decreased forced expiratory flow rates in lifetime non-smoking grain workers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 121: 11-16, 1980.
- DOSMAN, J. A. et al. Airways obstruction in occupational pulmonary disease: Symposium on obstructive lung diseases. *Med. Clin. N. Am.*, 65 (3): 691-706, May, 1981.
- DOSMAN, J. A. et al. Sensitivity and specificity of early diagnostic teste of lung function in smokers. *Chest*, 79: 6-11, Jan., 1981.
- DUKE, W. W. et al. Wheat hairs and dust as a common cause of asthma among workers in wheat flour mills. *J.A.M.A.*, 105: 975, 1935.
- DUNNER, L. et al. Pneumoconiosis in dockers dealing with grain and seeds. *Brit. J. Radiol.* 19: 506, 1946
- DUTKIEWICZ, J. et al. Hipersensitivity pneumonitis in grain farmers due to sensitization to *Erwinia herbicola*. *Ann. Allergy.* 54: 65-68., Jan., 1985.
- ENARSON, D. A. et al. Predictors of bronchial hyperexcitability in grainhandlers. *Chest*, 87 (4): 452 -455, April, 1985.
- ENARSON, D. A. et al. Rapid decline in FEV1 in grainhandlers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 132: 814-817, 1985.
- EL-KARIM, M.A.A. et al. Respiratory and allergic disorders in workers exposed to grain and flour dusts. *Arch. Envir. Health*, 41 (5): 297-301, 1986.
- EMPRESA aponta um déficit de 37 %. *Correio do Povo*, Porto Alegre, 21 de maio de 1989, pág. 12.
- ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. Chicago, 1989, 32 v.
- ERICKSON, S. & LAURELL,C.B. A new abnormal serum globulin alfa- antitrypsin. *Acta Chem. Scand.*, 17: 150-153, 1963.

ESAKOWITZ, L. et al. Rhino-orbital-cerebral mucormycosis - a clinico-pathological report of two cases. *Scottish Med. Journ.*, 32 (6): 180 - 182, 1987.

FAO. El comercio mundial de cereales (parte 1). *Comercio Exterior*, Ciudad de Mexico, 34 (11): 1141-1148. nov, 1984.

FAO. El comercio mundial de cereales (parte 2). *Comercio Exterior*, Ciudad de Mexico, 35 (1): 94-102, ene, 1985.

FARANT, J.P. & MOORE, CF. Dust exposures in the canadian grain industry. in: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 477-506.

FEINSTEIN, A. R. *Clinical Epidemiology. The Architecture of Clinical Research*. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1985, 812 p.

FERREIRA, AURÉLIO BUARQUE DE HOLLANDA. *Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*. 2 ed., Rio de Janeiro, RJ, Ed. nova Fronteira, 1986, 1828 p.

FERRIS, B. G., Epidemiology standardization project, *Am. Rev. Resp. Dis.*, 6 (suppl.): 118-135, 1978.

FLETCHER, C. M. & PETO, R. The natural history of chronic airflow obstruction. *Br. Med. J.*, 1: 1645-1648, 1977.

FLETCHER, C. M. Standardized questionnaires on respiratory symptoms. *Br. Med. J.*, 3: 1665, 1960. FLETCHER, R.H. et al. *Clinical Epidemiology; The essentials*. Baltimore, William & Wilkins, 1982. 232 p.

FINN, W.D. L. Health hazards from grain dust in Canadian grain elevators. In: *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 587-595.

FONN, S. et al. Documentation of ill-health effects of occupational exposure to grain dust through sequential, coherent, epidemiologic investigation. *Scand J Work Environ Health*, 20(1): 13-21, Feb, 1994.

FONN, S. R. Relationship of respiratory health status to grain dust in a Witwatersrand grain mill: comparison of workers' exposure assessments with industrial hygiene survey findings. *Am. J. Ind Med.* 24: 401-411, 1993.

FONN, S. R. et al An environmental and respiratory health survey of workers in a grain mill in Johannesburg area, South Africa. *Am. J. Ind Med.* Oct; 24(4): 387-400, 1993.

FOX, A.J. et al. A survey of respiratory disease in cotton operatives. Part I: symptoms and ventilation test results. *Br. J. Ind. Med.*, 30:42-47, 1973.

FOX, A.J. et al. A survey of respiratory disease in cotton operatives. Part II: Symptoms, dust estimations and the effect of smoking habits. *Br. J. Ind. Med.*, 30: 48-53, 1973.

FRASER, D. Sizing methodology. In: USA, National Institute of Safety and Health. *The industrial environment; Its evaluation and control*, Washington, DC, U. S. Gov. Printing Office, 1973, 719 p., ch. 14, 156-66.

FRASER, R. G. & PARÉ J.A. *Diagnosis of Diseases of the Chest*. 1 Ed. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1970, 2 v.

FRAZER, J.G. *O Ramo de Ouro*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara S.A., 1982. 151 p.

FREEDMAN, P. M. et al. Skin testing in farmer's lung disease. *J. Alerg. Clin Immunol*, 67: 51, 1981.

FRIBORSKY, V. et al. Morphological changes in rat lungs after exposure to plant dust. *Acta Morphol. Lung*, 20: 191-197, 1972.

GAMA, RUY (org.). *História da Técnica e da Tecnologia: Textos Básicos*, São Paulo, T.A. Queiroz Ed. USP, 1985, 266 p.

GANDEVIA, B. H. Clinical techniques. In: WEILL, H & TURNER- WARWICK, M, *Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods*. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981, 503 p., Ch. 21, 11-33.

GARDNER, R. M. et al. Evaluating commercially available spirometers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 121: 73 - 79, 1980.

GARDNER, R. M. et al. Standardization of spirometry with special emphasis in field testing. In: WEILL, H. & TURNER- WARWICK, M. *Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods*. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981, 503 p., Ch. 4, 61-83.

GOELZER, B. Occupational hygiene practice. in: INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. 3. Ed. Geneva, Switzerland, 1983, 2 v.

GONZALEZ, V. et al. Riestgo de patologia respiratoria en pacientes expuestos al polvo de cereales. *Arch Argent Inmunol Clin*, 23(4): 163-173, 1992

GRANT, I. W. B. et al. Prevalence of farmer's lung in Scotland: a pilot survey. *Br. Med. J.*, 1: 530-534, 1972.

GRINGS, H., Falta crédito compatível para a armazenagem. *Correio do Povo*, Porto Alegre, 21 de maio de 1989, pág. 12.

GRZYBOWSKY, S. Atopy and grain dust exposure. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health. New York, Academic Press, 1980, 615 p, 257 – 262.

GUEDES, M. L. S. & GUEDES, J. S. Bioestatística para profissionais de saúde. 1 Ed. Brasília, Ao Livro Técnico, 1988, 201 p.

HALTER, G. S. Dust control in grain elevators. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 545-553.

HAMMAD, Y. et al. Environmental Characterization. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. Occupational Lung Diseases; Research approaches and methods. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981, 503 p., 291-371.

HARRIS, L H. Allergy to grain dust and smuts. J. Allergy; 1939;10:327-336

HATCH, T. F. & GROSS, P. Pulmonary deposition and retention of inhaled aerosols. New York, Academic Press, 1964, 192 p.

HAWKINS, NC; NORWOOD, SK; ROCK, JC.. Strategy for Occupational Exposure Assessment American Industrial Hygiene Association September 1991

HAYES, A. W., Mycotoxins; A review of biological effects and their role in human diseases, Clin. Toxicol., 17(1): 45-83, 1980.

HEATLEY, T. F. et al. A case of silicosis caused by wheat dust. J.A.M.A., 124(14): 980-981, April, 1944.

HEEDERIK, D et al. Dust-related decline in lung function among animal feed workers. Am J Ind Med, jan;25(1): 117-119, 1994

HELSING, K. J. et al. Comparison of three standardized questionnaires on respiratory symptoms. Am. Rev. Resp. Dis., 120: 1221 - 1231, 1979.

HENDRIK, D. J. et al. An analysis of skin prick test in 656 asthmatic patients. Thorax, 30(2): 2 - 7, 1975.

HETZEL, J. L. Aspergilose broncopulmonar alérgica; Estudo de 128 casos. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

HOGAN, D. J. et al. Questionnaire survey of pruritus and rash in grain elevator workers. Contact Dermatitis, 14(3):170-175, Mar, 1986.

HOMRICH, M. H., Observações sobre a ocorrência de esporos de fungos alergógenos no ar de Porto Alegre e arredores. Rev. Bras. Biol. 21: 149-153, 1961.

HORNE, S. L. et al. Alpha-1-antitrypsin deficiency. Its effect on pulmonary function in Saskatchewan grain buyers. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health . New York, Academic Press, 1980, 615 p., 347-356.

HORNE, S. L. et al. Pulmonary function in PiM and MZ grain workers, Chest, 89: 795 - 799, 1986.

HUNTER, D. The Diseases of Occupations, The English Universities Press, London, Fourth Edition, 1969.

HUTH, E. How to Write and Publish Papers in the Medical Science. Philadelphia, ISI Press, 1982, 203 p.

HUY, T. et al. Grain dust and lung function: dose-response relationship. Am. Rev. Respir. Dis., 144: 1314-1321, 1991.

IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. 1982.

IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. 1984.

IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. 1986.

IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. 1989.

IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Especial de Armazenagem; Regiões Sul e Centro-oeste. v. 3, 1986.

INGRAM, R. H. & Mc FADDEN Jr., E.R.B. Physiological measurements providing enhanced sensitivity in detecting early effects of inhalants. In: WEILL, H & TURNER-WARWICK, M, Occupational Lung Diseases; Research approaches and methods. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981, 503 p., Ch. 5, 87-90.

INSEL, B. O flexível mercado mundial de grãos. Economic Impact, (52): 49-55, abril 1985.

ILO; INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 3. Ed. Geneva, 1983, 2 v.

JAAKOLA, M. et al. Respiratory symptoms in young adults should not be overlooked. Am Rev Respir Dis, 147: 359 – 366, 1993.

JONES, R.N. Occupational asthma. Clinics in Chest Medicine, Philadelphia, 5 (4): 619-622, 1984.

- KAHN, H. An Introduction to Epidemiologic Studies. New York, Oxford University Press, 1983. 166 p.
- KAUFFMAN, F. et al. Twelve-year spirometric changes among Paris area workers. *Int. J. Epidemiol*, 8: 201, 1979.
- KENNEDY, S M et al. Respiratory health among retired grain elevator workers. *Am J Respir Crit Care Med*, 159: 69-65, 1994.
- KIRKHORN, SR &, GARRY VF. Agricultural lung diseases. *Environ Health Perspect*. 2000 Aug;108 Suppl 4:705-12.
- KLEINFELD, M. A clinical and physiologic study of grainhandlers. *Arch. Env. Health*, 16: 380-384, 1968.
- KLEINFELD, M. A comparative clinical and pulmonary function study of grain handlers and bakers. *N. Y. Acad. Sci.*, New York, 221: 86-96, 1974.
- KNUDSON, R. J. et al. The maximal expiratory flow-volume curve: normal standards, variability and effects of age. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 113: 587 - 592, 1976.
- KORY, R.C. et al. The veterans administration -Army cooperative study of pulmonary function; I. Clinical spirometry in normal man. *Am. J. Med.*, 30: 243, 1961.
- KUTZ, S.A. et al. Acute experimental pulmonary responses to cardroom cotton dust. *Arch. Env. Health*, 35(4): 205-210, 1980.
- LACAZ, C. S. et al, *O Grande Mundo dos Fungos*. São Paulo. Editora Polígono, 1970. 240 p.
- LACEY, J. The microflora of grain dust. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health* . New York, Academic Press, 1980, 615 p., 417-440.
- LAKE, F. R. et al. Pulmonary mucormycosis without underlying systemic disease. *Med. Journ. of Austr.*, 149 (6): 323 -324, 1988.
- LAM, S. et al. Non-specific bronchial reactivity in occupational asthma. *J. All. Clin. Immunol*, 63 (1); 28-34, 1979.
- LAPP, N. L. et al. Lung volumes and flow rates in black and white subjects. *Thorax*, 29(2): 185, March, 1974.
- LEBOWITZ, M. D. Epidemiological recognition of occupational pulmonary diseases. *Clinics in Chest Medicine*, 2(3): 305 - 315, sept. 1981.

- LEBOWITZ, M. D. & BURROWS, B. Comparison of questionnaires: the BMRC and NHLI respiratory questionnaires and a new self-completion questionnaire. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 113: 627 - 635, 1976.
- LEVY, M. B. & FINK, J. N. Hipersensitivity pneumonitis (review article). *Ann. Allergy*, 54: 167-171, March, 1985.
- LIAM FINN, W. D. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 587-95.
- LONDERO, A. T., Feo-hifomicose. *Interesse em Dermatologia. An. Bras. Dermatol.*, 62 (5/6):327-331, 1987.
- LOPES, D. A armazenagem no Brasil. *Jornal de Armazenagem*, 6 (20): 3, CENTREINAR, Univ. Federal de Viçosa. set./ dez. 1984.
- MANFREDA J. et al. Chronic respiratory disorders related to farming and exposure to grain dust in a rural adults community. *Am. J. Ind. Med.* 15 (1): 7 - 19. 1989.
- MANUAIS de legislação Atlas. *Segurança e Medicina do Trabalho*. São Paulo. Ed. Atlas S. A., 1986.
- MAY, JL et al. Organic dust toxicity (pulmonary mycotoxicosis) associated with silo unloading. *Thorax*, 41: 919-923, 1986.
- MASSIN, N et al. Airway responsiveness to methacoline, respiratory symptoms and dust exposure levels in grain and flour mill workers in eastern France. *Am J Ind Med*, jun; 27(1): 859-869, 1995.
- Mc CARTHY, O. R. Selection of skin tests in asthma. *Brit. J. Dis. Chest*, 67: 235 - 240, 1973.
- McCARTHY, P. E, COCKCROFT, A. E., McDERMOTT, M. Lung function after exposure to barley dust. *Br. J. Ind. Med*, 49: 106-110. 1985.
- Mc FADDEN Jr., E. R. & LINDEN, J. A. Reduction in maximal mid-expiratory flow rate: a spiographic manifestation of small-airway disease. *Am. J. Med.* 52: 725 - 737, 1972.
- Mc DONALD, J. C. Epidemiology. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. *Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods*. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981, 503 p., Ch. 2?, 373 - 404.
- Mc KERROW, C. B. et al. Respiratory function during the day in cotton workers: a study of byssinosis. *Br. J. Ind. Med.*, 15: 75 - 38, 1958.

MENDES, R. Epidemiologia da silicose na região Sudeste do Brasil; contribuição para seu estudo através de inquérito em pacientes internados em hospitais de Tisiologia. São Paulo, Tese de Doutorado, FSP - ESP, 1978.

MENDES, R. Salud Ocupacional, Un Area Prioritaria en la Salud de los Trabajadores, Bul. Of. San. Panam., OMS, 1982, 95(6): 506- 519.

MILLER, M. R. & PINCOCK, A. C. Predicted values: How should we use them? (Editorial). Thorax, 43: 265 - 267, 1988.

MINISTERIO DA SAUDE. Anteprojeto: Pneumopatias Ocupacionais. Brasília, junho, 1987, 104 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Pesquisa nacional sobre estilo de vida, 1988

MINK, J. T. et al. Increased bronchial reactivity to inhaled histamine in nonsmoking grain workers with normal lung function. Chest, 77: 28 - 31, jan. 1980.

MITCHELL, J. C. & CHAN-YEUNG, M. Contact allergy from Frullania and respiratory allergy from Thuja. C. M. A. Journal, 110: 635- 657, 1974.

MORI, T. et al. A fatal case of pulmonary penicilliosis. Jap. Journ. Med. Mycology, 28 (4): 341 - 348, 1987.

MORRIS, J. F. et al. Spirometric standards for healthy non- smoking adults. Am. Rev. Resp. Dis. 103: 57-67, 1971.

MUNDT, C.C.; BECKER, WM; SCHLAAK, M. Farmer's lung patients' IgG2 antibodies specifically recognize *S. rectivirgula* proteins and carbohydrates structures. J. Allergy Clin Immunol 1996, Aug.: 98(2): 441-450.

MURRAY, J. F. & NADEL, J. A. Textbook of Respiratory Medicine. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1988, 2 v.

NETTO, I. C. O. Epidemiologia do Tabagismo no Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado em Pneumologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

NEWMAN-TAYLOR, A.J. & DAVIES, R.J. Inhalation challenge testing. In: WEILL, H & TURNER-WARWICK, M, Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981. 503 p., Ch.8, 143-67.

NIOSH, National Institute of Safety and Health. Occupational Diseases; A Guide to their Recognition. DHEW-NIOSH Publication no. 77 - 181, Washington D. C., June, 1977, 608 p.

NIOSH, National Institute of Safety and Health. Occupational Respiratory Protection. Pub. 593, Unit III, Ch. V, Cincinnati, OH, March, 1981.

- NUNES de AGUIAR, J. et al. Validade de um questionário respiratório modificado (ATD-DLD-78) como instrumento de um estudo epidemiológico em nosso meio. *Jornal de Epidemiologia*, 14 (3): 111-116, Set. 1988.
- OLENCHOCK, S.A. et al. In vitro activation of the alternative pathway of complement by settled grain dust. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 62(5): 295-300, 1978.
- OLENCHOCK, S. A. Extracts of airborne grain dusts activate alternative and classical complement pathways. *Ann. Allergy*, 44: 23-28, 1980.
- OLENCHOCK, S. A. et al. Airborne endotoxins in a rice production commune in the Peoples Republic of China. *J. Toxicol. Environ. Health*, 13: 545-551, 1984.
- OLENCHOCK, S. A. et al. Composition of extracts of airborne grain dusts: lectins and lymphocyte mitogens. *Environ. Health Perspect.*, 66: 113 - 123, 1986.
- O.M.S. Micotoxinas. *Crerios de Salud Ambiental 11*, Washington, D.C., Organizacion Panamericana de la Salud, 1980, 131 p.
- O.M.S. Vigilancia del medio y de las condiciones de salud en los programas de higiene del trabajo; Informe tecnico 535. Organizacion Mundial de la Salud, Ginebra, 1973.
- ORDMAN, D. et al. Grain dust as a source of allergy in South Africa. *S. A. Medical Journal*, 2, August, 32: 784-788, 1958.
- PAHWA, P et al. Longitudinal estimates of pulmonary function decline in grain workers. *An J Respir Crit Care Med*, 150: 656-652, 1994.
- PALMGREN, M. S. & LEE, L. S. Separation of mycotoxin-containing sources in grain dust and determination of their mycotoxin potential, *Environ. Health Perspect.*, 66: 105-108, 1986.
- PEPYS, J. et al. Farmer's lung: thermophilic Actinomycetes as a source of farmers' lung hay antigen. *Lancet*, 2: 607, 1963.
- PEPYS, J. & JENKINS, P. A. Precipitin (FLH) test in farmer's lung. *Thorax*, 20: 21 - 35, 1965.
- PEPYS, J. Immunopathology of allergic asthma. *Clin. Allergy*, 3: 1-22, 1973.
- PEPYS, J. & HUTCHCROFT, B.J. Bronchial provocation tests in etiologic diagnosis and analysis of asthma. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 112: 829 - 859, 1975. PEPYS, J., Immunological perspectives. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health.*, New York, Academic Press, 1980, 615 p., 37 - 50.

PEPYS, J. Farmer's lung and extrinsic allergic alveolitis. *The Practitioner*, April, 8, 231: 487-492, 1987.

PEREIRA, C A C , Espirometria in Diretrizes para Testes de Função Pulmonar 2002. *Jornal de Pneumologia*, Brasília, outubro 2002, vol. 28, supl. 3, pág. 2-81

PERNIS, B. et al. The role of bacterial endotoxins in occupational diseases caused by inhaled vegetable dusts. *Br. J. Ind. Med.* 18: 120, 1961.

PETERS, J. M. The relation of acute pulmonary effects of organic materials to chronic pulmonary effects. *N.Y. Acad. Sci.*, New York, 221: 44-49, 1974.

PETERS, H. A. Synergistic neurotoxicity of carbon tetrachloride/ carbon disulfide (80/20 fumigants) and other pesticides in grain storage workers. *Acta Pharmacol. Toxicol*, Copenhagen, 1986, 59, suppl. 7, 535-546.

PETO, R. et al. The relevance in adults of air-flow obstruction, but not of mucus hypersecretion, to mortality from chronic lung disease; results from 20 years of prospective observation. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 128: 491-500, 1983.

PETTY, T. L. The early pathogenesis and identification of COPD. In: *Recent Advances in Respiratory Medicine*, Edinburgh, Churchill-Livingstone, 1986.

PIGHIN, A. Environmental monitoring in relation to health surveillance programs. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 561-66.

PONT, F. et al. An epidemic of asthma caused by soybean in L'Hospitalet de Llobregat. *Arch Bronconeumol* 1997 Oct; 33(9): 453-456

PUPO NOGUEIRA, D. et al. Bissinose no município da capital do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, 7: 251-272, 1973.

PUZZI, D. *Manual de Armazenamento de Grãos; Armazéns e Silos*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1977, 405 p.

RAMAZZINI, BERNARDINO. *As Doenças dos Trabalhadores*. Trad. de Raimundo Estrela. FUNDACENTRO, Segunda edição, São Paulo, 1985. 180 p.

RAMOS, M. C., Sintomas respiratórios na população de Ribeirão Preto, SP (Brasil) - Resultado da aplicação de um questionário padronizado. *Rev. Saúde Pública*, 17: 41 - 49, 1983.

REMYINGTON, R.D. & SCHORK, M.A. *Statistics with Application to the Biological and Health Sciences*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice- Hall, 1970. 418 p.

RESULTADO da safra de grãos, *Correio do Povo*, Porto Alegre, 09 de junho de 1989, pág. 15.

ROACH, S. A. Sampling air for particulates. In: NATIONAL INSTITUTE OF SAFETY AND HEALTH, U.S.A. The industrial environment; Its evaluation and control. Washington, D.C., U. S. Government Printing Office, 1973, 719 p., 139-54.

SAAD, I. F. S. D. Proposta para o Programa Nacional de Prevenção de Pneumoconioses do Ministério do Trabalho. *Jornal da FUNDACENTRO*, 202(17): 2-9, Outubro, 1986.

SCHALLER, R. E. & NICHOLSON, R. M. The nature, behavior and characterization of grain dust. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 513-25.

SCHACHTER, E. N. et al. Airways reactivity in cotton dust induced bronchospasm. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 123: 273-276, 1981.

SCHULZER, M. et al. Analyzing cross-sectional and longitudinal lung function measurements: the effects of age. *Can. J. Stat.*, 13(1): 7-15, 1985.

SCHILLING, R. Problems in the identification of occupational disease. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 3-19.

SEATON, A. Organic dust diseases. *The Practitioner*, 223: 34-40, July, 1979.

SECRETARIA DA SAUDE E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. *A Saúde do Rio Grande; o que você precisa saber sobre o hábito de fumar*. CORAG, Porto Alegre, 1986.

SENTHILSELVAN, A. et al. Persistent wheeze in grain elevator workers should not be ignored.. *Am J Respir Crit Care Med*, 133: 701-705, 1996.

SEVERO, L. C. Colonização intracavitária pulmonar por *Aspergillus niger*; análise de suas peculiaridades. Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre, 1987.

SHARP, J.T. et al. A longitudinal study of bronchitic symptoms and spirometry in a middle-aged, male, industrial population. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 108: 1066-1077, 1973.

SHERIDAN, D. et al. The relationship between exposure to cereal grain dust and pulmonary function in grain workers. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p., 229 - 238.

SIEMENS, H. Some aspects of respiratory health in grain workers in Alberta, Canada. *Can. Publ. Health Report*, 608-7-104, 1969.

SIEMENS, H. et al. Respiratory status of grain elevator workers in Alberta. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p.

- SINGER, C. et al. A History of Technology; Volume IV: The Industrial Revolution. Oxford, Clarendon Press, 1958, 756 p.
- SKEA, D. & BRODER, I. Methanol extracts of grain dust shows complement-fixing activity and other characteristics similar to tannic acid, Environ. Health Perspect., 66: 155 - 158, 1986.
- SKOULAS, A. et al. Exposure to grain dust. II. A clinical study of the effects. J. Occup. Med. 6: 359-372, 1964.
- SMITH, A. R. et al. Respiratory disease among grain handlers. Indust. Bull. (Dept. Labor, New York State), 20:1, 1941.
- SOBOL, B.J. & WEINHEIMER, B. Assessment of ventilatory abnormality in the asymptomatic subject: an exercise in futility. Thorax, 21: 445 - 449, 1966.
- SORENSEN, W. S. et al. Toxicity of mycotoxins for the rat pulmonary macrophages in vitro, Environ. Health Perspect., 66: 45 - 53, 1986.
- SOSMAN, A. J. et al. Hypersensitivity to wood dust. N. Eng. J. Med., 18: 977-980, Oct, 1969.
- SPEIZER, F.E. Questionnaire approaches and analysis of epidemiological data in inorganic dust lung diseases. Ann. N. Y. Acad. Sci., 221: 50 - 58, 1974.
- STEPNER, N.; BRODER, I. & BAUMAL, R. Experimental studies into the mechanisms of grain workers' lung. Chest, 91, Fe
- STEPNER N. et al. Animal model of grain worker's lung. Environ. Health Perspect., 66:31-35, Apr. 1986.
- SUMMER, W. & HAPPONIK, E. Inhalation of irritant gases. In: Clinics in Chest Disease, Philadelphia, W. B. Saunders Co. 2 (2): 273 - 288, 1984.
- TABONA, M. et al. Host factors affecting longitudinal decline in lung spirometry among grain elevator workers. Chest, 85(6): 782-786, June, 1984.
- TALINI, D. et al. Risk factors for chronic respiratory disorders in a sample of farmers in middle Italy. Monaldi Arch Chest Dis. 2003 Jan-Mar;59(1):52-5.
- THE MERCK INDEX. An Encyclopaedia of Chemicals, Drugs and Biologicals. 10th Ed., Ranway, MERCK, 1983, 10.000 p.
- THE NEW ORLEANS Conference on Agricultural Dusts: 1984. Cotton and grain dusts. Environ. Health. Perspect., 237 p., v. 66, April 1986.

TIETBOEHL FILHO, C. N. As pneumopatias ocupacionais dos trabalhadores de grãos de cereais. Boletim Informativo da SPTRS, Porto Alegre, AMRIGS, maio/junho, 1982.

TIETBOEHL FILHO, C. N. A Poeira de Cereais e Seus Efeitos sobre a Saúde dos Trabalhadores de Armazenagem: Avaliação Ambiental e Estudo Epidemiológico no Rio Grande do Sul, Tese de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 1991

TIETBOEHL FILHO, C. N. et al. Os efeitos respiratórios da exposição à poeira de grãos de cereais uma revisão sucinta da literatura e um estudo epidemiológico em trabalhadores de silos do Rio grande do Sul In: ALGRANTI, E & GREECO, L. Doenças Pulmonares Ocupacionais, Serviço Social da Indústria e Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, São Paulo, 1997, 168 p. 117-129

TOCKMAN, M. et al. A comparison of pulmonary function in male smokers and non-smokers. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 114: 711-722, 1976.

TSE, K. S. et al. Respiratory abnormalities in workers exposed to grain dust. *Arch. Environ. Health.*, 27: 74-77, 1973.

VAINRUB, B. et al. Wound zygomycosis (mucormycosis) in otherwise healthy adults. *Am J. MED.*, 84 (3 p 1): 546 - 548, 1987.

VETORAZZI, G. International Regulatory Aspects for Pesticide Chemicals. Boca Raton, CRC Press, 1979. V. 1.

VON RUTNER J. R. & STOFER A. Grain dust pneumoconiosis. *Schweiz. Med. Wenschr.*, 84: 1943, 1954.

WAGNER, G W. Screening and surveillance of workers exposed to mineral dusts World Health Organization, Geneva, 1996, 67 p.

WARDROP, V. E. et al. Farmer's lung in a group of Scottish dairy farms. *Br. J. Ind. Med.*, 34: 186-195, 1977.

WARREN, P. et al. Hipersensitivity reactions to grain dust. *J. All. Clin. Immunol.*, 53(3): 139 - 149, Mar., 1974.

WARREN, C. P. W. The health of canadian grain workers (correspondence). *C. M. A. Journal*, 120: 629 - 630, march, 1980.

WARREN, C. P. W. & MANFREDA, M.D.. Respiratory symptoms in grain farmers: a brief report. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). *Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health*. New York, Academic Press, 1980, 615 p.

WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. *Occupational Lung Diseases; Research approaches and methods*. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981. 503 p.

WEILL, H. Scientific basis for public policy decisions. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. Occupational Lung Diseases; Research approaches and methods. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981, 503 p, Ch. 16, 465 - 469.

WEILL, H. et al. Epidemic asthma in New Orleans. J.A.M.A. ,190: 811-814, 1964.

WEGMAN, D. M. et al. Chronic pulmonary function loss from exposure to toluene diisocyanate. Br. J. Ind. Med., 34: 195 - 300, 1977.

WHITE, MC et al, Reexamination of epidemic asthma in New Orleans, Louisiana, in relation to the presence of soy at the harbor, Am J Epidemiol, 1997 Mar 1; 145(5): 432-8

WHO OFFSET PUBLICATION n. 80. Evaluation of Exposure to Airborne Particles in the Work Environment. Geneva, World Health Organization, 1984.

WILLIAMS, N. et al. Exposure to grain dust: a survey of the effects. J. Occup. Med., 6: 319 - 327, 1964.

WILLIAMS, N. et al. Exposure to grain dust - a survey of the effects. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health. New York, Academic Press, 1980, 615 p, 367 - 382..

WILSON, M. R. et al. Contribution of immunologic techniques to current understanding of occupational lung disease. In: WEILL, H & TURNER-WARWICK, M, Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods. 1 ed. New York, Marcel Dekker Inc., 1981, 503 p., Ch.7, 125-42.

WINNER, P. C. & BLANCHARD, J. D. Assessing the work environment for agents that may cause occupational pulmonary disease, Clinics in Chest Medicine, Philadelphia, 2(3): 317 - 326, 1981.

WIRTZ, G. H. et al. Interactions of complement with an extract of airborne spring wheat dust. J. Toxicol. Environ. Health, 14: 511 - 523, 1984.

YACH, D. A respiratory epidemiologic survey of grain mill workers in Cape Town, South Africa. Am. Rev. Resp. Dis., 131 (4): 505 - 510, April 1985.

YOSHIDA, K. & MAYBANK, J. A. Physical and environmental characteristics of grain dust. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health. 1 ed.,New York, Academic Press, 1980, 615 p., 441-61.

ZAMEL, N. Volume of isoflow. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J. (Ed.). Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health. 1 ed.,New York, Academic Press, 1980, 615 p., 135-39.

ZAMEL, N. Statement on spirometry. A report of the section on respiratory pathophysiology. Chest, 83(3): 547 - 550, March, 1983.

ZAPATER, R, Proceedings of The 5th International Conference on the Mycoses. Scientific Publication n. 396, PAHO, 1980.

ZEJDA, JE; PAHWA, P; DOSMAN JA. Decline in spirometric variables in grain workers from start of employment: differential effect of duration of follow-up. Br. J. Ind. Med. 1992 Aug 9(8): 576-580

ZENZ, C. (Ed.). Occupational Medicine; Principles and Practical Applications. Y. B. Medical Publications, Chicago, 1985, 944 p.