

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM PNEUMOLOGIA

A POEIRA DE CEREAIS E SEUS EFEITOS SOBRE A SAÚDE  
DOS TRABALHADORES DE ARMAZENAGEM:  
AVALIAÇÃO AMBIENTAL E ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO  
NO RIO GRANDE DO SUL

CARLOS NUNES TIETBOEHL FILHO

Orientador: Prof. Dr. José da Silva Moreira

Porto Alegre  
1991

À Rosana, à Lúcia e ao Léo,  
pela amizade, a compreensão e o amor de cada momento.

Aos meus pais,  
por me indicarem o caminho do conhecimento  
e me ensinarem a acreditar e a perseverar.

Ao meu tio, Dr. Manoel Luis Soares Pitrez,  
por me incentivar na execução deste trabalho.

Aos que alimentam  
as insaciáveis cidades do mundo  
com sua força de trabalho e sua esperança.

## AGRADECIMENTOS

Desde a sua origem até a sua conclusão, este trabalho foi criado graças à participação de várias pessoas que contribuíram de diferentes maneiras para que o mesmo se concretizasse.

Sem a cooperação e o consentimento de milhares de trabalhadores de cereais do Rio Grande do Sul e de outras regiões do mundo, não existiria o corpo de conhecimentos que hoje dispomos a respeito das doenças relacionadas com a exposição à poeira de grãos.

Os amigos e colaboradores que nos auxiliaram diretamente na realização desta obra nos são muito caros. Esperamos celebrar com fidelidade e apreço a importância das contribuições que prestaram através desta publicação.

Os primeiros agradecimentos pessoais são dirigidos à Dr<sup>a</sup> Berenice Ferrari Goelzer, do Serviço de Saúde Ocupacional da OMS em Genebra. Manifestou sua confiança em uma idéia incipiente, fornecendo o apoio institucional através da doação de equipamentos e de material bibliográfico, sem os quais a pesquisa não seria viável. Foram também inestimáveis os conselhos e sugestões que gentil e prodigiosamente nos concedeu por ocasião de suas visitas a Porto Alegre.

O Dr. José da Silva Moreira foi o orientador que de forma segura e constante nos apoiou em todas as etapas, corrigindo desvios através de sua crítica

pertinente e estimulando com suas sugestões os potenciais que surgiam no desenvolvimento do projeto. O verdadeiro mestre é aquele que confere ao discípulo não só o conteúdo do saber, mas também os atributos de sua percepção. Devemos ao Dr. Moreira a aquisição da clareza do método e a objetividade na interpretação do fenômeno científico.

O Dr. Manoel Luís Soares Pitrez, clínico experiente e médico do trabalho da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA), incentivou e motivou os primeiros passos desta pesquisa. Guardaremos sempre em nossa lembrança, com gratidão e respeito, o entusiasmo e a receptividade com que acolheu nosso projeto.

Diversos funcionários e técnicos da CESA nos auxiliaram em nosso trabalho de campo. Entre estes ressaltamos a participação dos agrônomos e engenheiros Fernando Nunes Soares (*in memoriam*), Rosa Finamor, Luís Armando Gonzales, José Carlos Celaro, Nelson Luís Gomes, Mario Luís Cardoso e Roberto Gonçalves, que gentilmente nos propiciaram todas as condições necessárias para que as atividades se desenvolvessem a contento. Para o entendimento das operações de armazenagem e dos processos de trabalho nas unidades foi extremamente útil o intercâmbio de informações que mantivemos com estes profissionais. Agradecemos também a todos os gerentes regionais da CESA que abriram as portas de suas unidades para nos receber.

Contribuiu também durante a fase de coleta dos dados o Dr. Clóvis Gaudie-ley, do Banco do Brasil, que nos proporcionou o transporte até a unidade de Cruz Alta, além de nos brindar com sua agradável companhia.

Devo a dois prezados colegas do interior do Estado a possibilidade de acesso aos Serviços de

Radiologia dos hospitais de dois municípios. São eles o Dr. José Alberto Schuh, radiologista do Hospital de Beneficência e Caridade de Cachoeira do Sul e o colega de turma Dr. Paulo Steger, do Hospital Nossa Senhora Aparecida de Camaquã.

Durante a fase de análise dos resultados, diversas instituições participaram no trabalho através da colaboração de seus técnicos. O engenheiro Milton McManis (*in memoriam*), da equipe de Engenharia do Serviço Social da Indústria (SESI) de Porto Alegre, foi responsável pela manutenção e calibragem dos coletores gravimétricos. A Dr<sup>a</sup> Josete Caetani Dani Sanchez, da Fundação de Ciência e Tecnologia, realizou a pesagem dos filtros para a coleta de poeira inalável em balança de precisão. Os colegas Dr. Luís Carlos Severo (do Instituto de Pesquisas Biológicas da SSMA), o Dr. Victor Flávio Petrillo (do Laboratório da Santa Casa de Porto Alegre) e a Dr<sup>a</sup> Maria Lúcia Schoferneker (da Universidade Federal do Rio Grande do Sul) realizaram o preparo dos meios de cultura e a identificação dos fungos coletados nos ambientes de trabalho. O Dr. Petrillo realizou também as microfotografias das espécies isoladas. A Dr<sup>a</sup> Margareth Weidenbach-Gerbase, do Serviço de Função Pulmonar do Hospital da PUC, nos auxiliou na calibragem do espirômetro.

Temos um agradecimento em especial ao Dr. Mário Bernardes Wagner, pelo empenho e interesse com que se dedicou ao processamento, tabulação e análise estatística dos dados. Realizamos juntos um trabalho árduo, mas integrado, que certamente nos trouxe um aprendizado profícuo.

O Dr. Alberto Nicolella, do Centro de Informações Toxicológicas (CIT) da Secretaria Estadual de Saúde, também nos ajudou na elaboração de tabelas. Lígia

Bignetti, graças à sua habilidade técnica e sensibilidade de fotógrafa profissional, obteve belas reproduções de imagens do vídeo.

Devemos ao Dr. Bruno Carlos Palombini, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Pneumologia, o interesse e o apoio que dedicou a nosso trabalho e que foram substanciais para a conclusão de suas últimas etapas. Por ocasião da apresentação deste trabalho esperamos nos tornar merecedores de suas expectativas.

A proposta de abordar a saúde do trabalhador de uma forma abrangente e plural foi e tem sido partilhada com os colegas e amigos do Ambulatório de Doenças do Trabalho do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Esse enfoque renovador motivou várias facetas desta pesquisa e tem valorizado na prática de ambulatório a investigação das pneumopatias ocupacionais em geral.

Os Drs. Moira Chan-Yeung, Sverre Vedal e Donald Enarson nos receberam cortesmente como pesquisador estrangeiro no Departamento de Medicina Respiratória da Universidade da Colúmbia Britânica (Canadá), que é um centro de excelência em investigação de pneumopatias ocupacionais. Este estágio, embora por um breve período, foi importante para o esclarecimento de dúvidas e o aprendizado prático. A troca de experiências, as discussões de casos, o acompanhamento de pacientes nos testes de provocação e a observação de técnicas laboratoriais aplicadas aos testes imunológicos nos trouxeram informações valiosas. No exterior também foram providenciados os recursos e o material bibliográfico fornecidos pela Direção e pela Biblioteca do Instituto de Pesquisa da Tuberculose de Tokyo, Japão.

Os colegas Dr. Farhad Shayani, Dr. Itamar Sofia do Canto, Dr. Jorge Fauri e Dr. Paulo de Tarso Oliveira,

através da habilidade que possuem na arte e ciência de curar, proporcionaram o restabelecimento completo que nos capacitou a prosseguir neste trabalho.

Meus familiares próximos foram pacientes e compreensivos pelos períodos em que me ausentei do seu convívio e solícitos em aceitar e suprir minhas imperfeições nos momentos mais difíceis. Por esta participação solidária e profícua, cabe a eles um mérito para o qual as expressões de louvor ou agradecimento não são uma suficiente retribuição.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	xvi
SUMMARY .....	xviii
PREFÁCIO .....	xx
INTRODUÇÃO .....	1
1 - OS GRÃOS VEGETAIS E O PROCESSO DE TRABALHO ..	10
1.1 - A história dos grãos vegetais .....	10
1.2 - As condições de trabalho nos silos .....	23
1.3 - As unidades armazenadoras .....	28
1.4 - As operações de armazenagem .....	38
1.5 - A geração de poeira .....	49
2 - EXPOSIÇÃO À POEIRA DE GRÃOS VEGETAIS .....	54
2.1 - Risco ambiental .....	54
2.2 - As propriedades da poeira inalável .....	58
2.3 - A natureza da poeira de grãos vegetais ....	66
3 - A AVALIAÇÃO E O CONTROLE DA POEIRA INALÁVEL	81
3.1 - Penetração e deposição nas vias aéreas ....	81
3.2 - Por que avaliar o ambiente de trabalho? ...	87
3.3 - Métodos de avaliação ambiental .....	91
3.3.1 - Coleta gravimétrica (ciclone) .....	91
3.3.2 - Amostragem microbiológica (impactação) ..	94
3.4 - Medidas de controle do risco ambiental ....	96
4 - ESTUDO AMBIENTAL EM SILOS DE GRÃOS DO RIO GRANDE DO SUL .....	104
4.1 - Reconhecimento e avaliação do risco .....	104
4.2 - Materiais e métodos .....	114
4.3 - Resultados .....	120
4.4 - Discussão .....	125
5 - OS EFEITOS BIOLÓGICOS DA EXPOSIÇÃO .....	134
5.1 - Trabalho e doença no Brasil .....	134

5.2 - Clínica e epidemiologia .....	138
5.3 - A evolução histórica das pesquisas .....	143
5.4 - Manifestações clínicas .....	150
5.4.1 - Obstrução aguda das vias aéreas .....	150
5.4.2 - Alveolite alérgica extrínseca .....	159
5.4.3 - A "febre dos grãos" (grain fever) .....	166
5.4.4 - Outras manifestações clínicas agudas ....	168
5.4.5 - Obstrução crônica das vias aéreas .....	169
5.5 - Fatores preditivos e fatores de confusão ..	173
5.6 - Perspectivas da pesquisa .....	177
6 - MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO DAS PNEUMOPATIAS OCUPACIONAIS .....	179
6.1 - Como investigar? .....	179
6.2 - O questionário de sintomas respiratórios ..	182
6.3 - O teste espirométrico .....	187
6.4 - O raio-X de tórax e outros testes .....	191
6.5 - A importância do diagnóstico precoce .....	192
7 - ESTUDO TRANSVERSAL CONTROLADO NO RIO GRANDE DO SUL .....	195
7.1 - Propósitos e objetivos .....	195
7.2 - Materiais e métodos .....	196
7.3 - Resultados .....	209
7.4 - Discussão .....	242
CONCLUSÕES .....	252
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	254
BIBLIOGRAFIA .....	260
ANEXO: QUESTIONÁRIO DE SINTOMAS RESPIRATÓRIOS ...	280

## SUMÁRIO DE FIGURAS

FIG. 1.1 - Moinho primitivo de pilão movido por tração animal. Lâmina da obra de SONNERAT, Voyages aux Indes, Zurich, 1783. Reproduzido por GAMA, 1985. ....	12
FIG. 1.2 - Moinho d'água medieval. Ministura do século XII (cit. por GILLE, 1954). Reproduzido por GAMA, 1985. ....	12
FIG. 1.3 - Colheitadeira movida a tração animal. Inglaterra, 1828 (SINGER, 1958) ....	14
FIG. 1.4 - Trilhadeira manual. Inglaterra, 1800. (SINGER, 1958) ....	14
FIG. 1.5 - Trilhadeira mecânica. Inglaterra, 1851. (SINGER, 1958) ....	15
FIG. 1.6 - Trilhadeira movida por máquina a vapor. Inglaterra, 1840. (SINGER, 1958)	15
FIG. 1.7 - Produção mundial de grãos (1972-1989)	18
FIG. 1.8 - Principais países produtores de grãos	20
FIG. 1.9 - Produção de grãos no Brasil ....	21
FIG.1.10 - Excedentes de produção no Brasil ....	21
FIG.1.11 - Produção de grãos no Rio Grande do Sul	22
FIG.1.12 - Produção de grãos (conforme o tipo de grão) no Rio Grande do Sul (Rev. <b>Amanhã</b> , 1988) ....	22
FIG.1.13 - Trabalhadores na armazenagem. Regiões e Estados do Brasil ....	27
FIG.1.14 - Trabalhadores na armazenagem. Flutuações sazonais ....	27
FIG.1.15 - Número de unidades de armazenagem. Brasil e Rio Grande do Sul ....	30

FIG.1.16 - Domínios da rede de armazenagem. Rio Grande do Sul .....	31
FIG.1.17 - Rede de armazenagem da CESA .....	33
FIG.1.18 - Esquema de um silo horizontal (PUZZI, 1977) .....	34
FIG.1.19 - Corte transversal e longitudinal da estrutura das células de armazenagem de um silo elevado (PUZZI, 1977) .....	36
FIG.1.20 - Silo horizontal conjugado a um silo vertical (PUZZI, 1977) .....	37
FIG.1.21 - Silo metálico, de pequeno porte (PUZZI, 1977) .....	37
FIG.1.22 - Operações de armazenagem em silo elevado (adaptado de prospecto da CESA-RS)	39
FIG.1.23 - Representação da operação de limpeza dos grãos (PUZZI, 1977) .....	41
FIG.1.24 - Representação da operação de secagem dos grãos (PUZZI, 1977) .....	42
FIG.1.25 - Expurgo dos cereais (contaminantes) ..	44
FIG.1.26 - Correia transportadora, para transporte horizontal (PUZZI, 1977) .....	47
FIG.1.27 - Rosca sem-fim, para transporte inclinado (PUZZI, 1977) .....	47
FIG.1.28 - Elevador de caneca, para transporte vertical (PUZZI, 1977) .....	48
FIG.1.29 - Sistemas de transporte pneumáticos (PUZZI, 1977) .....	50
FIG. 2.1 - Acidente na descarga (CESA, 1980) ....	56
FIG. 2.2 - Partículas de grãos ao microscópio eletrônico (YOSHIDA, 1980) .....	73
FIG. 3.1 - Penetração e deposição de partículas nas vias aéreas (MURRAY, 1988) .....	84
FIG. 3.2 - Corte transversal de um coletor gravimétrico (WHO, 1984) .....	92
FIG. 3.3 - Coletor gravimétrico (ciclone) .....	93

FIG. 3.4 - Corte transversal de um coletor microbiológico de 6 estágios e um corte transversal do mesmo (WHO, 1984) .....	94
FIG. 3.5 - Sistema de ventilação industrial (NIOSH, 1981) .....	98
FIG. 3.6 - Máscaras para proteção individual (NIOSH, 1981) .....	99
FIG. 3.7 - Máscara com elmo e suprimento externo de ar .....	100
FIG. 4.1 - Silos elevados da rede da CESA/RS (CESA, 1978) .....	105
FIG. 4.2 - Expedição de cereais em silo portuário. Porto Alegre-RS (CESA, 1978) ....	105
FIG. 4.3 - Silo conjugado. Cachoeira do Sul - RS	106
FIG. 4.4 - Descarga de soja na moega .....	109
FIG. 4.5 - Grãos de soja na tremonha .....	110
FIG. 4.6 - Recebimento de milho .....	110
FIG. 4.7 - Ensacamento dos grãos .....	111
FIG. 4.8 - Fornalha do secador .....	111
FIG. 4.9 - Correia transportadora .....	112
FIG.4.10 - Transilagem .....	112
FIG.4.11 - Cassete para coleta de poeira inalável (WHO, 1984) .....	116
FIG.4.12 - Coletores em funcionamento no recebimento (moegas) .....	117
FIG.4.13 - Placas no segundo dia pós-coleta. Coletor de Andersen .....	123
FIG.4.14 - Micélios e esporos do gênero Rhizopus. Coleta no Silo de Cachoeira do Sul, RS	124
FIG.4.15 - Placas no quarto dia pós-coleta. Coletor de Andersen .....	125

FIG. 5.1 - Trabalhadores de silos investigados em diversos países através de estudos transversais (até 1988) .....	149
FIG. 7.1 - Causas de não-participação .....	201
FIG. 7.2 - Distribuição dos indivíduos avaliados por local .....	201
FIG. 7.3 - Amostragem da população .....	204
FIG. 7.4 - Idade .....	211
FIG. 7.5 - Altura .....	211
FIG. 7.6 - Tempo de exposição .....	212
FIG. 7.7 - Graus de exposição .....	212
FIG. 7.8 - Trabalhadores de armazenagem expostos a outros contaminantes no local de trabalho, além da poeira de grãos ....	213
FIG. 7.9 - Trabalhadores de armazenagem com exposição anterior a outros contaminantes, além da poeira de grãos .....	215
FIG.7.10 - Hábito tabágico .....	215
FIG.7.11 - Tempo de fumo .....	216
FIG.7.12 - Número médio de cigarros consumidos por dia .....	217
FIG.7.13 - Prevalência de sintomas respiratórios .....	218
FIG.7.14 - Prevalência de sintomas respiratórios, conforme o hábito tabágico .....	223
FIG.7.15 - Graus de tosse .....	224
FIG.7.16 - Graus de expectoração .....	225
FIG.7.17 - Sibilância .....	226
FIG.7.18 - Graus de dispnéia .....	228
FIG.7.19 - Prevalência de outros sintomas .....	229
FIG.7.20 - Chance de apresentar sintomas respiratórios .....	231
FIG.7.21 - Chance de apresentar outros sintomas .....	233
FIG.7.22 - Relato de doenças respiratórias .....	233

FIG.7.23 - Alterações na ausculta pulmonar .....	237
FIG.7.24 - Média das variáveis espirométricas ...	239
FIG.7.25 - Média das variáveis espirométricas, conforme o hábito tabágico .....	240
FIG.7.26 - Prevalência de variáveis espirométri- cas alteradas .....	244
FIG.7.27 - Prevalência de variáveis espirométri- cas, conforme o hábito tabágico .....	244
FIG.7.28 - Chance de apresentar variáveis espiro- métricas alteradas .....	245

## SUMÁRIO DE TABELAS

TAB. 4.1 - Amostras de poeira inalável em silos do Rio Grande do Sul - registros de coletas e concentrações .....	120
TAB. 4.2 - Fungos identificados no ambiente de silos no Rio Grande do Sul (Método: Exposição direta durante 30 minutos)	122
TAB. 4.3 - Fungos identificados no ambiente de silos no Rio Grande do Sul (Método: Coletor microbiológico de 6 estágios - Andersen) .....	123
TAB. 7.1 - Causas de não-participação em cada local (expostos e controles) .....	199
TAB. 7.2 - Número de trabalhadores de armazenagem em cada local .....	200
TAB. 7.3 - Características gerais dos trabalhadores na armazenagem de grãos .....	210
TAB. 7.4 - Prevalência de sintomas respiratórios em trabalhadores na armazenagem de grãos .....	220
TAB. 7.5 - Prevalência de sintomas em trabalhadores da armazenagem de grãos .....	221
TAB. 7.6 - Resultados do exame físico, conforme o hábito tabágico .....	236
TAB. 7.7 - Variáveis espirométricas, conforme o hábito tabágico .....	238
TAB. 7.8 - Variáveis espirométricas alteradas ...	243

## RESUMO

O Estado do Rio Grande do Sul é um dos principais produtores de grãos do Brasil. Possui 20% da capacidade de armazenagem total do país e mais de 15.000 trabalhadores empregados nas indústrias de armazenagem e processamento dos grãos.

A descarga de caminhões nas áreas de recebimento de grãos (moegas) em silos elevados gera concentrações elevadas de poeira, bem como os processos de transporte e limpeza dos grãos. A poeira dos grãos é composta por material heterogêneo que contém proporções variáveis de componentes alérgicos ou tóxicos.

Amostras de poeira respirável foram coletadas em áreas de recebimento do Rio Grande do Sul. Algumas amostras foram analisadas quantitativamente (concentração de poeira inalável), utilizando-se o coletor gravimétrico, e outras qualitativamente através da classificação das partículas inaláveis contendo esporos de fungos viáveis, pelo método de impactação em cascata (coletor de Andersen).

Estudos epidemiológicos comprovaram que a poeira de grãos causa sintomas respiratórios agudos e crônicos, e leva a alterações de função pulmonar.

Um estudo transversal controlado, em 235 trabalhadores de grãos e 58 funcionários administrativos não-expostos, empregados em 15 silos elevados, foi

realizado para avaliar o sistema respiratório, utilizando-se um questionário padronizado e um teste de função pulmonar.

Os resultados evidenciaram uma prevalência elevada de tosse, expectoração, sibilância e de história de bronquite crônica no grupo exposto. Os valores médios dos parâmetros espirométricos (VEF1 e CV) foram levemente menores entre os expostos. Havia também neste grupo uma diminuição dos fluxos respiratórios que era mais evidente entre os fumantes.

## SUMMARY

Rio Grande do Sul is one of the chief grain producing areas of Brazil. It has 20% of the grain storage capacity of the whole country and more than 15,000 workers employed in its grain storage industry.

The unloading of trucks in the receiving areas of grain elevators generate a high concentration of dust, as the transferring and cleaning processes. The grain dust is a complex heterogeneous material that contains varying amounts of allergig and toxic constituents.

Samplings of respirable dusts were conducted in the receiving areas of grain elevators in Rio Grande do Sul. Some samples were analyzed quantitatively (respirable dust concentration) using gravimetric techniques, and others qualitatively, classifying the viable airborne dust containing fungus spores by the cascade impactor method (Andersen sampler).

Epidemiological studies showed evidences that grain dust causes acute and chronic respiratory effects and induces respiratory functions abnormalities.

A controlled cross-sectional survey to evaluate the respiratory health status of 235 exposed grain and 58 non-exposed administrative agents employed in 15 silos was done using a standardized questionnaire and a pulmonary function test. The results indicated a high prevalence of cough, expectoration, wheezing and history

of chronic bronchitis in the exposed group. The mean values of spirometric parameters (FEV1 and FVC) were slightly lower in exposed than in controls. The exposed had also a decrease in ventilatory flow that was more evident among smokers.

## PREFÁCIO

Este trabalho tem sua origem na iniciativa de um professor e de alunos do Curso de Pós-graduação em Pneumologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que formaram um grupo de pesquisa para dedicarem o seu interesse científico ao desenvolvimento de projetos na área das doenças pulmonares ocupacionais. Esta proposta embrionária foi tomando corpo até que a partir de 1984 algumas linhas de pesquisa foram definidas. Estes projetos tinham por fundamento a realização de estudos epidemiológicos e clínicos em trabalhadores do Rio Grande do Sul expostos a agentes inaláveis. Seriam definidos indicadores de morbidade das pneumopatias ocupacionais e os fatores de risco presentes nos ambientes de trabalho seriam avaliados quantitativa e qualitativamente.

Para a execução dos projetos foi fundamental o apoio recebido pelo Serviço de Saúde Ocupacional da Organização Mundial da Saúde, mediante a doação de materiais e equipamentos que foram utilizados no trabalho de campo. Foi também importante o custeio financeiro recebido do Auxílio à Pesquisa concedido pelo Conselho Nacional de Pesquisa e as bolsas de pesquisa fornecidas pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e pelo Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O variado universo de contaminantes inaláveis exigiu uma seleção de áreas prioritárias. Considerando-se as características e o grau de desenvolvimento industrial no Rio Grande do Sul, os setores de **extração mineral**, de

produção agrícola e da indústria têxtil foram escolhidas como áreas básicas para o desenvolvimento das primeiras linhas de pesquisa. Estas prioridades foram também determinadas pela perspectiva de se obter informações novas sobre contaminantes que são reconhecidamente patogênicos e ainda muito pouco investigados em nosso meio.

Dentro deste contexto é que nos foi dada a oportunidade de empreender o estudo da exposição à poeira de grãos vegetais e dos seus efeitos biológicos sobre trabalhadores de silos e armazéns, como tema de dissertação do Curso de Pós-graduação em Pneumologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A produção crescente de grãos em nosso meio e as possíveis conseqüências sobre a saúde dos trabalhadores expostos à poeira vegetal foram fatores que nos motivaram a empreender este trabalho. Embora nos últimos anos tenha aumentado o número de publicações sobre este assunto na literatura internacional, ainda existem diversas lacunas de conhecimento quanto aos fatores etiológicos e patogênicos das alterações respiratórias causadas pela poeira dos cereais e de algumas leguminosas. O prognóstico a longo prazo destas alterações também não foi ainda devidamente esclarecido.

A maioria dos estudos a respeito dos efeitos da inalação da poeira de grãos são provenientes de países do Hemisfério Setentrional, com exceção de alguns poucos trabalhos da Austrália e da África do Sul. A poeira de grãos contém agentes biológicos, alergênicos ou patogênicos, que variam conforme as condições climáticas e ambientais.

O nicho ecológico formado pela microflora e microfauna dos grãos vegetais na zona temperada do

Hemisfério Sul e o perfil sócioeconômico e cultural do trabalhador brasileiro fazem supor que a relação agente-hospedeiro em nosso meio apresente características diferentes das encontradas em países setentrionais. Também é provável que a emissão de poeira apresente níveis de concentração mais elevados nos locais de trabalho de países como o Brasil, onde é menos rigorosa a fiscalização das condições ocupacionais. Finalmente, a situação biopsicossocial dos trabalhadores brasileiros poderia gerar condições de susceptibilidade ou de resistência às doenças, que seriam distintas daquelas encontradas em trabalhadores de países do Primeiro Mundo.

No âmbito da Saúde Pública, é óbvia a necessidade de avaliar, através de indicadores de morbidade ou de mortalidade, a prevalência e a incidência de doenças relacionadas ao trabalho em populações expostas a riscos ambientais. No entanto não existe em nosso meio um sistema de vigilância epidemiológica que utilize sistematicamente esses indicadores de saúde. Existe, isto sim, a notificação obrigatória de acidentes de trabalho e doenças profissionais, mas estas informações são utilizadas para outros fins e, usualmente, não revertem em ações para a melhoria dos ambientes de trabalho.

Através de um estudo transversal baseado em uma pesquisa de campo obtém-se dados que levam a uma estimativa da prevalência da doença na população de trabalhadores expostos. As mesmas estratégias e métodos empregados para realizar um estudo deste tipo também servem de modelo para estruturar programas de vigilância epidemiológica baseados no monitoramento ambiental e biológico de outros fatores de risco.

O processo de produção dos grãos vegetais, desde a lavoura até a sua industrialização, emprega um grande

número de indivíduos em diversas atividades. Neste universo, os trabalhadores de armazenagem são os que estão mais expostos à inalação de aerossóis. Os trabalhadores agrícolas são em maior número, mas estão expostos a níveis menores de poeira. Além disso encontram-se muito dispersos geograficamente, fato que dificulta muito o levantamento de campo dessa população.

Selecionou-se para o estudo um universo formado pelo ambiente dos silos e pelos trabalhadores da Companhia Estadual de Silos e Armazéns do Rio Grande do Sul (CESA). Inicialmente realizamos uma atividade-piloto no silo da CESA em Porto Alegre, avaliando alguns trabalhadores e coletando algumas amostras de poeira do ambiente. Nesta etapa testamos os instrumentos de pesquisa que utilizamos posteriormente na coleta dos dados que se estendeu a outros silos do interior do Estado.

A monografia que apresentamos a seguir é o produto final de um trabalho que nos proporcionou aprendizado e experiência, cujas principais vertentes foram as entrevistas com os trabalhadores de grãos e a observação de seus locais de trabalho.

C.N.T.F.

## INTRODUÇÃO

Os grãos vegetais comestíveis têm uma longa e constante história de convívio com o homem. Alguns deles são comumente encontrados em nossas refeições diárias, como o arroz (*Oryza sativa*), o milho (*Zea mays*) e o trigo (*Triticum sp.*). Outros como o sorgo (*Sorghum sp.*), o centeio (*Lolium sp.*), a aveia (*Avena sp.*) e a cevada (*Hordeum vulgare*), embora com menos frequência, são também utilizados na alimentação humana e de animais. As gramíneas cultivadas que apresentam sementes comestíveis são genericamente denominadas de **cereais**. Algumas sementes como o feijão (*Phaseolus sp.*) e a soja (*Glycine max*) são erroneamente designadas como cereais, pois na verdade são leguminosas.

Cultivados há milênios, os cereais foram o substrato econômico necessário para o florescimento das civilizações da Antigüidade, permanecendo até hoje como a fonte mais importante da alimentação humana. A tecnologia moderna transformou as tradições camponesas de uso da terra e disseminou o plantio de extensas monoculturas através de métodos agroindustriais.

O aumento da produção de grãos gerou novas técnicas de conservação, através da armazenagem em silos de grande capacidade. A preservação do produto estocado por períodos prolongados modificou o mercado de consumo, tornando possível a comercialização e distribuição dos grãos na entressafra. A industrialização diversificou também o uso dos cereais como matéria-prima na produção

de alimentos, rações para animais, óleos e mesmo outros derivados não-alimentares como tintas e vernizes.

No entanto, os cereais que tantos benefícios trouxeram ao homem, também representam um risco para a saúde dos indivíduos que lidam com os mesmos em sua jornada de trabalho. Nos locais onde eles são processados, como nos moinhos e nos silos, a movimentação intensa dos grãos gera uma grande quantidade de poeira que, ao ficar em suspensão no ar, é inalada pelos trabalhadores. As partículas de poeira comprometem a saúde na medida que exercem uma agressão direta sobre a superfície corporal (pele e mucosas), causando diferentes tipos de reações irritativas, alérgicas ou tóxicas.

Alguém que tenha a oportunidade de visitar um silo graneleiro em pleno funcionamento terá chance de experimentar a sensação desagradável decorrente da exposição à poeira. São necessários somente poucos minutos de exposição para que a pele e a roupa fiquem cobertas pelo pó. Quando essa poeira entra em contato com a pele provoca eritema e prurido em alguns indivíduos. Ao penetrar nas narinas e nos olhos causa lacrimejamento, ardência ocular, espirros, coriza e prurido nasal. Quando é inalada e entra em contato com a mucosa das vias aéreas, desencadeia em algumas pessoas crises de broncoconstrição aguda ou de tosse irritativa. A exposição prolongada pode causar também obstrução crônica das vias aéreas, segundo os resultados fornecidos por alguns estudos epidemiológicos recentes. Se voltarmos os olhos para a literatura médica anterior ao século XX, vamos encontrar menção à doença dos trabalhadores de grãos na famosa obra de Bernardino RAMAZZINI, intitulada **De Morbis Artificum Diatriba**, em que o autor faz um inventário em 52 capítulos das doenças relacionadas com os ofícios dos operários e artesãos da Itália no século XVIII. Esta obra foi impressa pela primeira vez em 1700

(em Modena), sendo editada em sua versão completa em 1713 (em Pádua).

No capítulo XXIII, intitulado "As Doenças dos Peneiradores e Medidores de Cereais", o autor descreve com um senso de observação clínica surpreendente os efeitos da poeira sobre a saúde dos trabalhadores que lidavam com o cereal estocado. Vale a pena transcrever alguns trechos deste capítulo, retirados da segunda edição de uma tradução realizada por Raimundo Estrela, em 1985:

"Todos os cereais, principalmente o trigo, depositado em fossas ... ou em celeiros levam sempre misturado um sutilíssimo pó que não é somente o que provém da trilhadura e sim outro, de pior espécie, desprendido dos próprios grãos quando ficaram muito tempo em depósito."

"Todas as vezes que se precisa medir ou peneirar trigo e outros cereais para a moenda e para distribuí-los aos mercadores, os peneiradores e medidores se infeccionam tão gravemente com esse pó que, terminado o trabalho, protestam contra seu ofício."

Com relação às manifestações clínicas observadas nos trabalhadores, o autor comenta ainda:

"Experimentam bastante ardor na garganta, nos pulmões e nos olhos; a garganta enche-se de polvilho e resseca-se; os condutos pulmonares incrustam-se de matéria farinácea e segue-se uma tosse seca e cruel; os olhos por sua vez avermelham-se e lacrimejam.

Os peneiradores e medidores que vivem desta ocupação são todos fatigados, caquéticos e raramente chegam à velhice; contraem com freqüência uma

espécie de asma e finalmente hidropsia. A acridez do pó provoca, em todo o corpo, intenso prurido."

E salienta:

"Admirando que de um grão tão benfazejo como o trigo emane tão nocivo pó, comecei a suspeitar que nele se ocultassem vermículos invisíveis aos sentidos."

O autor continua o relato fazendo alusões à então recente descoberta dos "animáculos" microscópicos por Leeuwenhoek.

Depois deste relato pioneiro, permaneceu um silêncio de quase 200 anos sobre o assunto.

Diante da notoriedade de algumas manifestações clínicas das doenças pulmonares relacionadas com a exposição aos grãos, é de surpreender que os estudos efetivos sobre este assunto tenham reiniciado somente nos últimos 30 ou 40 anos. Como marco inicial dessas investigações, surgiram os relatos de casos de CAMPBELL (1932) e de FAWCETT (1938), que observaram episódios agudos de tosse, dispnéia e febre em trabalhadores rurais, logo após lidarem com o feno ou com cereais contaminados por fungos. Nessa mesma época, segundo SHERIDAN (1980), diversos autores identificaram sintomas respiratórios agudos em padeiros, confeitadores e trabalhadores de moinhos expostos à farinha de cereais. A partir da década de 60 surgiram outros estudos clínicos, epidemiológicos e ambientais, que formaram o corpo de conhecimentos de que hoje dispomos sobre as alterações respiratórias causadas pela inalação da poeira de cereais. A literatura existente sobre a exposição à poeira de cereais é quase que exclusivamente de países do Primeiro Mundo, principalmente Canadá e Estados Unidos.

Na literatura médica brasileira existem vários relatos sobre as doenças pulmonares decorrentes da exposição a poeiras minerais. Entre os mais recentes cabe lembrar as teses de MENDES (1978) e TSCHIEDEL (1979). No entanto, são poucos os trabalhos aqui publicados avaliando a exposição a poeiras de origem vegetal ou orgânica. Cabe ressaltar como uma honrosa exceção o estudo epidemiológico de PUPO NOGUEIRA et al. (1973), sobre a incidência de bissinose no município de São Paulo.

Através da Biblioteca Regional de Medicina (BIREME) realizamos uma consulta bibliográfica a uma nova base de dados denominada LILACS (Literatura Latino-Americana de Ciências da Saúde), que utiliza um vocabulário de descritores do Index Medicus. Essa pesquisa não detectou nenhuma referência bibliográfica sobre a exposição humana à poeira de grãos em países da América Latina, com publicação anterior a 1988.

A poeira de cereais apresenta vários componentes orgânicos e minerais em sua composição. Entre estes constituintes encontram-se alguns que são potencialmente patogênicos para o homem. Os mecanismos etiopatogênicos destas reações ainda são pouco conhecidos. São determinados provavelmente pelas características físicas e químicas dos constituintes da poeira, mas principalmente pela sua propriedade de formar partículas de tamanho suficiente para serem inaladas, penetrarem profundamente e se depositarem nas vias aéreas que irão lesar.

Os efeitos biológicos da exposição à poeira de grãos podem ter um caráter agudo, subagudo ou crônico, e suas manifestações clínicas variam de tipo e intensidade conforme a susceptibilidade de cada hospedeiro, a natureza do agente inalado e o grau de exposição. Contudo, não é fácil caracterizar a contribuição de cada

um deles como fator determinante do surgimento de pneumopatias ocupacionais. Além disso, vários aspectos da relação agente-hospedeiro não foram totalmente esclarecidos, e algumas questões ainda aguardam uma resposta consistente. Este trabalho não tem a pretensão de responder exaustivamente a essas questões, mas sim expor algumas das implicações que a exposição à poeira de cereais traz para os trabalhadores de armazenagem. A sua finalidade básica é a apresentação dos resultados de nossa experiência na avaliação de trabalhadores de cereais no Rio Grande do Sul e dos fatores de risco presentes no ambiente de trabalho dos silos e armazéns graneleiros. Os demais tópicos abordados no texto fornecem fundamentos teóricos que dão suporte a estas duas linhas de investigação complementares.

Convencionamos dividir o conteúdo do trabalho em sete partes que denominamos de capítulos. Cada um deles está essencialmente estruturado em cima de alguns princípios que nos parecem fundamentais para a compreensão de qualquer doença pulmonar ocupacional.

As **referências bibliográficas** foram citadas no texto conforme o nome do autor e a data de publicação, segundo a chamada notação de Harvard (HUTH, 1982), para assim facilitar a localização cronológica das fontes.

O **primeiro capítulo** inicia com uma retrospectiva histórica sobre as modificações trazidas pelo desenvolvimento tecnológico e científico aos processos de colheita, armazenagem e industrialização dos grãos. Comenta-se sobre as condições de trabalho no Rio Grande do Sul, no Brasil e em outros países, para logo em seguida serem abordados os ambientes de trabalho que nos interessam mais de perto, que são os modernos silos de armazenagem. As principais operações de armazenagem são

descritas a seguir, com vistas à identificação de áreas e situações de risco.

No **segundo capítulo** o risco ambiental é caracterizado em seus diversos aspectos. São analisadas as características físicas, químicas e biológicas da poeira de grãos vegetais que irão determinar patologia nas vias respiratórias.

No **terceiro capítulo** utilizam-se os mecanismos de penetração e deposição das partículas inaláveis nas vias respiratórias como modelo para se analisar o funcionamento de instrumentos empregados para coletar poeiras inaláveis. São descritos dois amostradores utilizados na avaliação ambiental nos silos do Rio Grande do Sul, dando ênfase aos seus procedimentos operacionais e finalidades. As principais medidas de controle do risco ambiental são então citadas, dentro de uma proposta de prevenção primária que deve obedecer logicamente às etapas anteriores de reconhecimento e avaliação.

O relato do estudo ambiental propriamente dito, descrito no **quarto capítulo**, inicia com um breve comentário sobre a estratégia adotada para o reconhecimento das fontes de geração de poeira e a avaliação da sua porção inalável. Nos materiais e métodos, discrimina-se detalhadamente especificações técnicas de cada etapa de procedimento, segundo critérios de padronização internacionais. Os resultados são discutidos face a outras avaliações ambientais descritas na literatura.

O **quinto capítulo** dá enfoque aos aspectos relacionados com os efeitos biológicos da exposição à poeira de grãos vegetais. Através de uma revisão da literatura são apresentados os principais estudos clínicos e epidemiológicos que investigaram as alterações

causadas pela poeira de grãos vegetais em indivíduos expostos. São descritos os aspectos etiopatogênicos, as formas de apresentação clínica e o prognóstico de cada uma delas.

O **sexto capítulo** analisa a validade dos principais instrumentos diagnósticos comumente utilizados na pesquisa e avaliação clínica das pneumopatias ocupacionais. A importância de diagnosticar precocemente estas alterações é ressaltada, com vistas a estabelecer medidas de prevenção secundária.

O **sétimo capítulo** apresenta os resultados de uma avaliação epidemiológica realizada em trabalhadores de silos do Rio Grande do Sul. Esses resultados foram testados e comparados com os de um grupo-controle. Os instrumentos descritos nos materiais e métodos foram aplicados segundo os critérios de padronização apresentados no capítulo VI. Em texto anexo é reproduzido integralmente o questionário de sintomas respiratórios que foi utilizado.

As **Conclusões** dizem respeito aos capítulos quarto e sétimo, e são os frutos finais obtidos na realização de um trabalho de campo que exigiu nosso deslocamento para diversas regiões do interior do Rio Grande do Sul. Esta atividade prática levou a uma apreciável pesquisa bibliográfica e trouxe uma bagagem de informações novas que esperamos poder transmitir aos que se disponham a ler estas páginas. São estas características originais que justificam, a nosso ver, a organização e publicação desta monografia.

Nas **Considerações Finais** fazemos reflexões a respeito do processo de trabalho que nos levou até a elaboração final desta monografia. Expressamos algumas opiniões sobre as motivações e conseqüências desse

trabalho para a nossa formação pessoal como pesquisador e também sobre as possíveis contribuições que trará para o desenvolvimento de outros projetos de pesquisa.

## 1 - OS GRÃOS VEGETAIS E O PROCESSO DE TRABALHO

### 1.1 - A história dos grãos vegetais

As atividades de semeadura, colheita, moagem e panificação dos cereais acompanham o Homem desde tempos imemoriais.

O consumo de plantas comestíveis foi primariamente extrativista, pois o homem primitivo colhia do ambiente natural as sementes, frutas e raízes que utilizava como alimento. Com a habilidade adquirida na manufatura e manejo de instrumentos de sílex, no período plistocênico médio (40.000 a 10.000 a.C.), a caça de animais de grande porte predominou como principal meio de subsistência. Posteriormente, a domesticação de alguns animais selvagens, como a rena no continente europeu e o búfalo na Ásia, garantiram o fornecimento de matéria-prima para a alimentação e vestuário. A atividade de pastoreio alterou os hábitos nômades desses antigos caçadores, que passaram a colonizar regiões em que predominavam as pastagens perenes. Em decorrência dos novos hábitos sedentários, o homem passou a cultivar algumas plantas silvestres comestíveis. Essa transformação social foi o principal fator do desenvolvimento econômico e cultural das civilizações que floresceram no início do período Neolítico.

Supõe-se que a agricultura tenha iniciado no Sudoeste da Ásia e no Oriente Médio, entre 10.000 e 7.000 a.C., quando a criação de caprinos e ovinos se associou

ao cultivo de dois tipos de cereais, o trigo e a cevada. Descobertas em sítios arqueológicos nessas regiões mostraram que a moagem era então praticada manualmente, com o uso de pilões (CLARK, 1969). Mais tarde também foram utilizados moinhos movimentados a tração animal para realizar este processo (Fig. 1.1). Estas técnicas primitivas de moagem foram talvez as primeiras fontes de exposição ocupacional à poeira de cereais. Em 7.000 a.C., aproximadamente, o cultivo do trigo e da cevada já era comumente praticado e em 6.000 a.C. os primeiros sistemas de irrigação artificial surgiram no vale do Nilo e na Mesopotâmia. Também foram construídos nessas regiões os primeiros silos, utilizados para armazenar os excedentes da produção.

Na China e no Norte da Índia, por sua vez, também já havia uma agricultura bem desenvolvida antes de 2.000 a.C.

Na bacia do Mediterrâneo, os romanos difundiram o cultivo do trigo e da aveia. Segundo comentários de Plínio, o Velho (séc. I d.C.), o arado de tração animal já era utilizado naqueles tempos no Norte da Itália (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 1989). Com os romanos surgem também os primeiros moinhos movidos a energia hidráulica. Alguns deles já apresentavam uma estrutura bastante complexa, tendo a capacidade de moer aproximadamente 40 quilogramas de trigo por hora (GAMA, 1985). Após o declínio do Império Romano, o desenvolvimento agrícola na Europa feudal passou por um período de recessão, devido à estagnação econômica, às epidemias de peste e às constantes campanhas bélicas (a Guerra dos Cem Anos e as Cruzadas). Apesar destes fatos, durante a Idade Média foram desenvolvidas novas técnicas de moagem dos cereais (Fig. 1.2) empregando como fonte motriz tanto a energia eólica como a hidráulica.

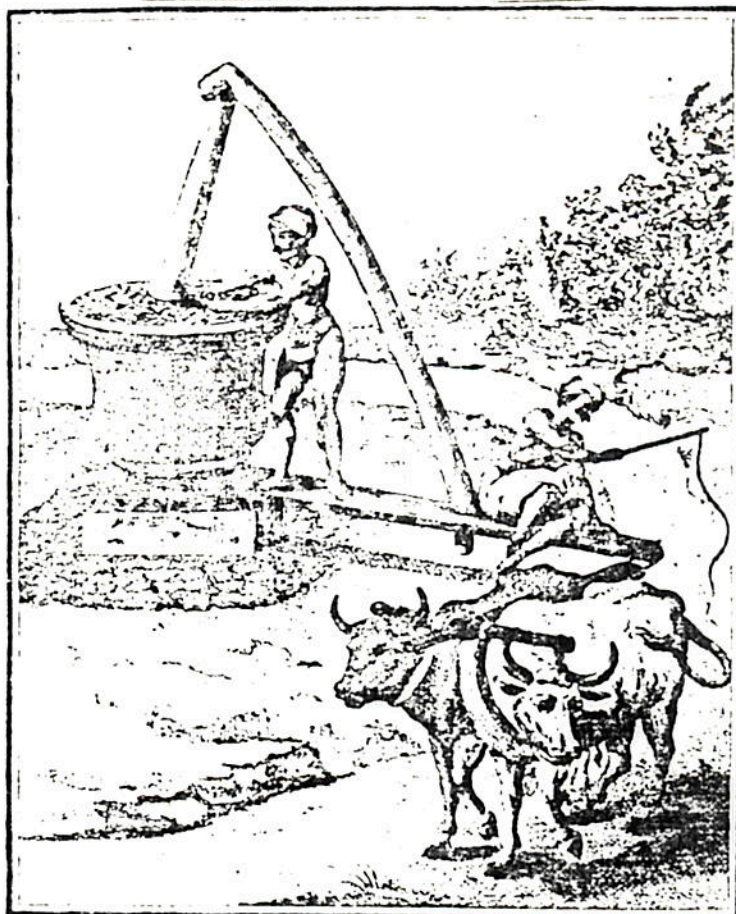


FIG. 1.1 - Moinho primitivo de pilão movido por tração animal. Lâmina da obra de SONNERAT, *Voyages aux Indes*, Zurich, 1783. Reproduzido por GAMA, 1985.

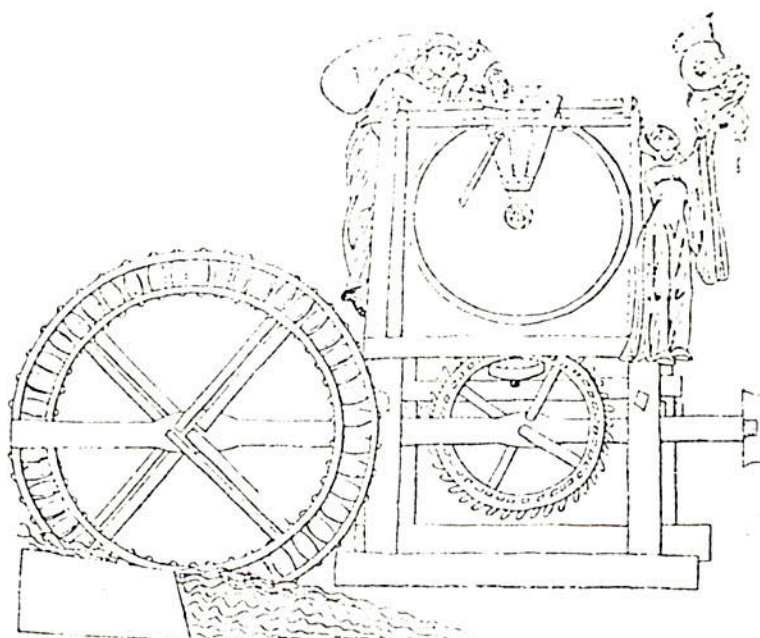


FIG. 1.2 - Moinho d'água medieval. Miniatura do século XII (cit. por GILLE, 1954). Reproduzido por GAMA, 1985.

A partir do Renascimento, a produção agrícola se desenvolve devido à intensificação da atividade mercantil, e se expande geograficamente com os novos descobrimentos marítimos.

A partir do século XVI, diversas culturas de cereais foram introduzidas pela primeira vez na América pelo colonizador europeu. Entretanto, o cultivo do milho já era praticado desde 3.000 a.C. pelas civilizações pré-colombianas do México, de onde se difundiu muito lentamente para o resto do continente americano, chegando no altiplano andino somente no século IX a.C.

Nos séculos XVIII e XIX o desenvolvimento tecnológico decorrente da Revolução Industrial deu novo impulso à expansão das áreas de cultivo. Foram introduzidas novas técnicas mecânicas para semear, ceifar (**Fig. 1.3**) e trilhar (**Fig. 1.4**) os cereais.

Com o invento da máquina a vapor, o processo de trilhadura dos cereais se aperfeiçoou (**Figs. 1.5 e 1.6**). A partir do século XIX, a mecanização das técnicas agrícolas aumentou o rendimento da produção e aprimorou a conservação do solo.

Com a utilização do motor a explosão e o surgimento da agricultura científica no século XX, a agricultura atinge níveis de produção nunca antes alcançados. A demanda de consumo gerada pelo crescimento demográfico contribuiu para fomentar a produção mundial, desenvolvendo o mercado de importações e exportações.

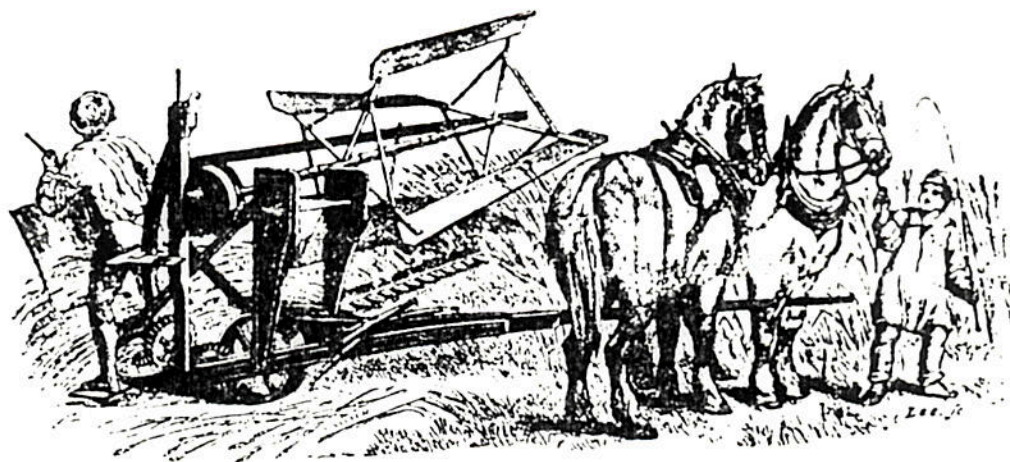


FIG. 1.3 - Colheitadeira movida a tração animal. Inglaterra, 1826 (SINGER, 1958).

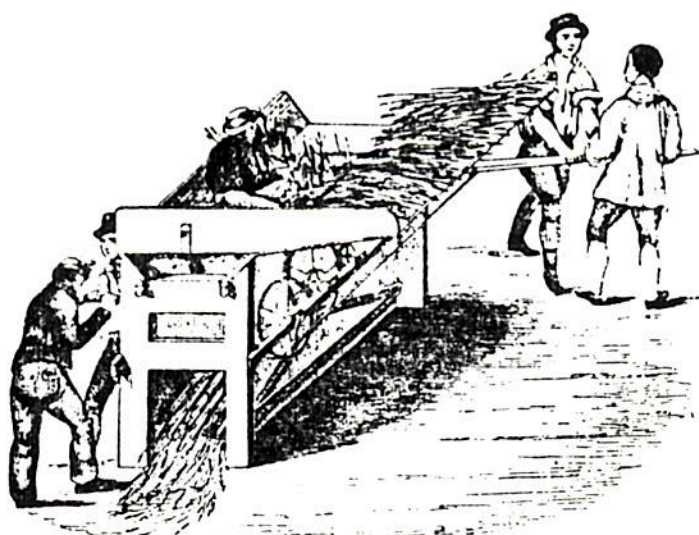


FIG. 1.4 - Trilhadeira manual. Inglaterra, 1800. (SINGER, 1958).

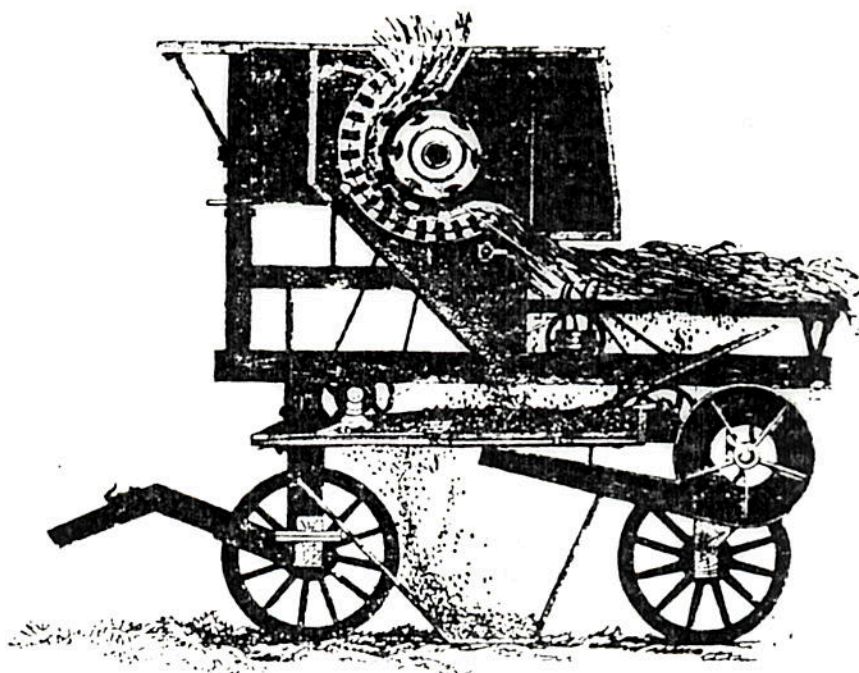


FIG. 1.5 - Trilhadeira mecânica. Inglaterra, 1851 (SINGER, 1958).

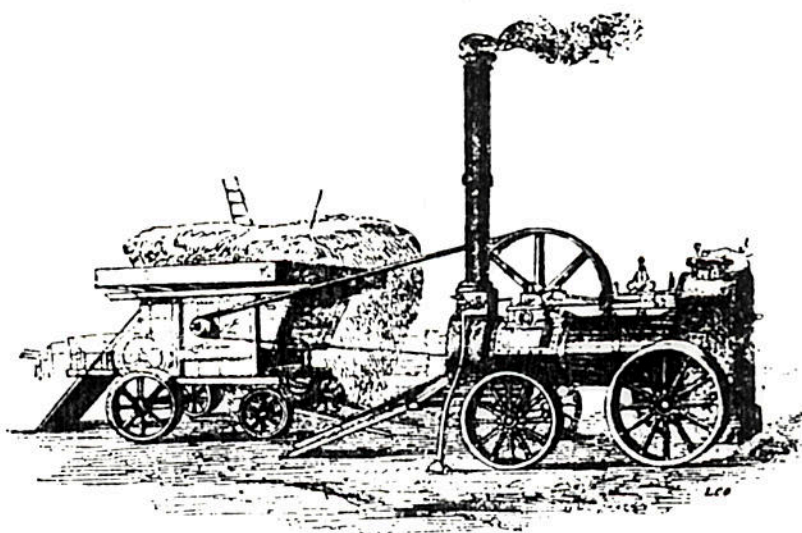


FIG. 1.6 - Trilhadeira movida por máquina a vapor. Inglaterra, 1840 (SINGER, 1958).

A partir da segunda metade do século XX, um programa internacional promovido pela ONU, chamado de "Revolução Verde", foi introduzido em países do Terceiro Mundo. Substituiu os métodos tradicionais de agricultura por novas técnicas visando o aumento da produção por área cultivada. Essa nova política agrícola aumentou o recrutamento de indivíduos para os setores de armazenagem e industrialização de grãos vegetais. A pequena propriedade rural, de base familiar, com produção diversificada, cedeu lugar à monocultura e à agroindústria.

As tendências atuais de produção demonstram que os principais cereais cultivados 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 grão mais comercializado no mercado internacional, sendo responsável por 30% da produção mundial de cereais.

Além dos cereais, algumas leguminosas têm sido cultivadas extensivamente nos últimos anos. A soja, por exemplo, trazida para a América em 1804, foi usada como planta de jardim durante quase 100 anos (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA). No começo do século XX era empregada somente como pastagem para animais. Em 1930, com o desenvolvimento de um novo processo de produção de óleo de soja, foi eliminado o odor desagradável do produto final. Este fato precipitou um processo de industrialização maciça da soja, a partir da década de 50, com a sua utilização em larga escala como matéria-prima na produção de derivados alimentícios, cosméticos, tintas e vernizes.

A produção mundial de grãos cresceu em torno de 30% entre 1972 (1,206 bilhões de toneladas) e 1987 (1,567 bilhões de toneladas). Nos anos de 1988 e 1989 foi observada uma queda de produção de 0,7%, devida a

estiagem severa que assolou o hemisfério norte durante este período.

O estoque excedente de grãos também sofreu uma variação significativa nos últimos anos, aumentando de 217 milhões de toneladas em 1972 para 458 milhões de toneladas em 1987, o que equivale a um aumento de 111% da capacidade de estocagem em um período de 15 anos (Fig. 1.7).

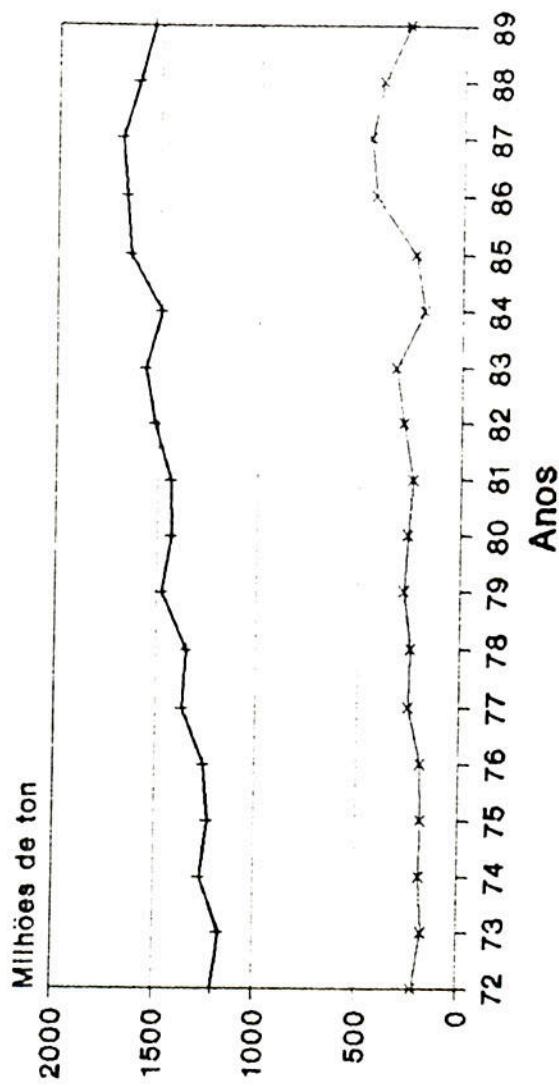
Essas tendências evidenciam uma demanda crescente do consumo de grãos pelo mercado mundial, que se reflete na necessidade de ampliação constante das redes de armazenagem (FAO, 1984).

O volume da produção regional e mundial de grãos é regulado pela variação de **preço do mercado**. Quanto maior é o preço de mercado, mais baixa é a comercialização, e vice-versa. As flutuações de produção dependem basicamente da política econômica adotada pelos países exportadores, o que se transmite ao mercado mundial e, em consequência, aos países importadores. A política agrícola adotada em cada região ou país também influencia sensivelmente os mercados internos de grãos.

Os países do Terceiro Mundo têm uma necessidade premente de aumentarem a sua produção interna e a sua capacidade de armazenagem, para que não fiquem à mercê das variações de preço do mercado mundial. Porém, para atingirem esta condição, dependem da tecnologia importada de países industrializados.

Os principais **países produtores** de grãos são os Estados Unidos, a URSS, o Canadá, a China, a Austrália e a Argentina.

**Fig. 1.7: Produção Mundial de Grãos  
( 1972 - 1989 )**



—+— Produção    —x— Estoques excedentes

Fontes: FAO, 1984 e BRITISH, 1985.

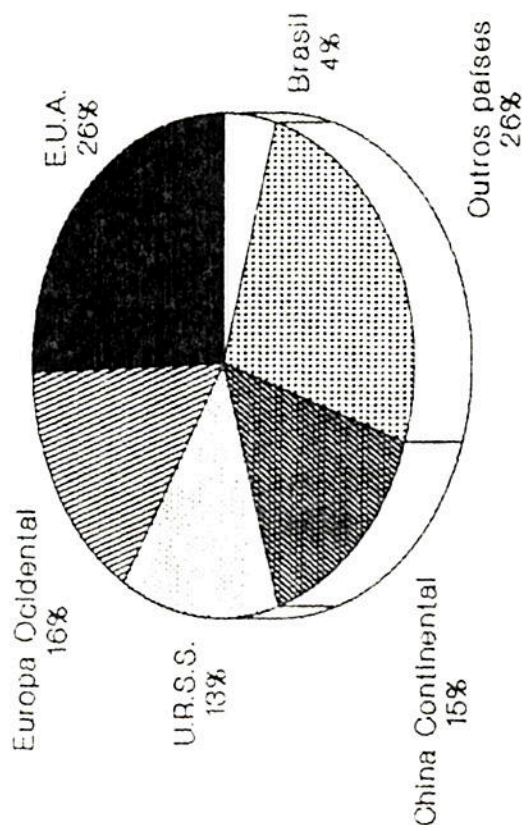
O **Brasil** é responsável por aproximadamente 4% da produção mundial (**Fig. 1.8**). O total da produção de grãos no país em dez anos aumentou em torno de 80%, passando de 35 milhões de toneladas em 1980 para 63,5 milhões de toneladas em 1989 (**Fig.1.9**). A soja foi o produto com maior expansão, crescendo de 1,9 milhões de toneladas em 1970 para 23 milhões de toneladas em 1989, aumentando em 11 vezes a sua produção nos últimos 20 anos (AGRICULTURA, 1989). Segundo dados oficiais (LOPES, 1984), a capacidade estática da rede de armazenagem no Brasil aumentou em 66,2% durante o período de 1976 a 1984 (**Fig. 1.10**).

No **Rio Grande do Sul**, a pecuária foi a atividade econômica predominante desde a sua colonização, mas nos últimos 30 anos a criação de gado foi paulatinamente substituída pela monocultura extensiva dos grãos. Esta expansão agrícola foi observada no total da produção (**Fig. 1.11**) e em cada cultivo separadamente (**Fig. 1.12**).

A produção da soja no Rio Grande do Sul cresceu na década de 70, mas sofreu oscilações nos últimos anos pela má utilização do solo. O milho apresentou um crescimento efetivo de aproximadamente 62% de 1970 a 1987, mas às custas de quedas periódicas devido à estiagem. A produção do trigo apresentou grandes variações anuais por ser muito sensível às alterações climáticas. Estas flutuações foram também devidas à falta de financiamento agrícola. Houve, no entanto, um aumento da produção nos últimos cinco anos (DESAFIOS, 1987). O arroz apresenta um acentuado aumento da produção desde 1980 devido ao incremento das técnicas de plantio e de irrigação, mas condições climáticas desfavoráveis provocaram quedas em sua produção durante os anos de 1979 e 1983.

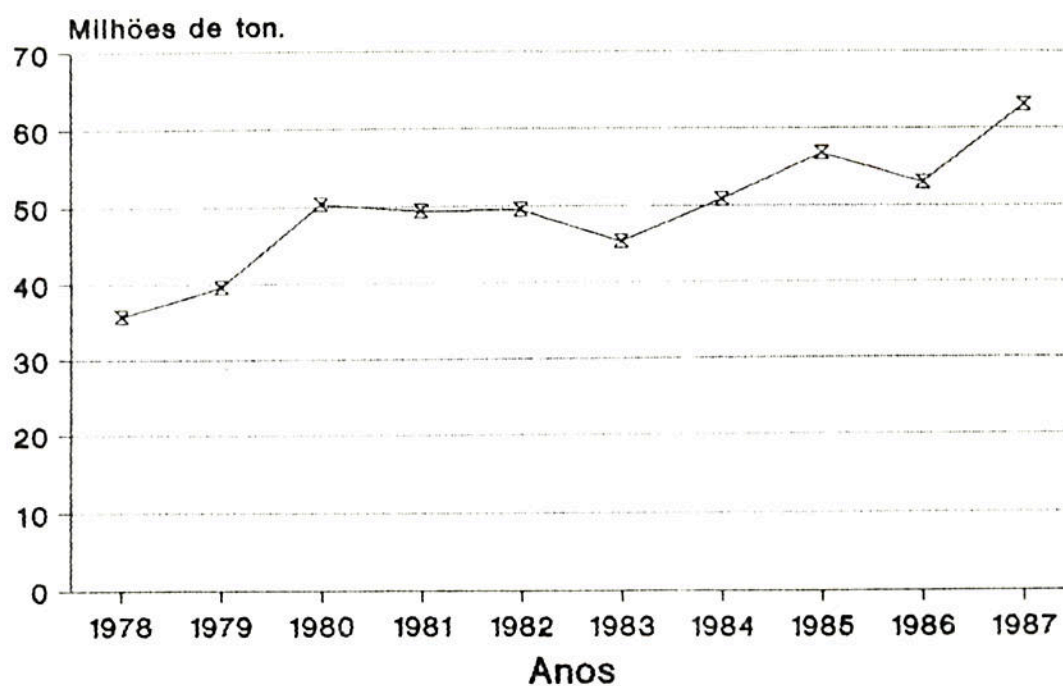
Apesar das irregularidades que causam variações anuais, o total da produção de cereais e de soja no Rio

**Fig. 1.8: Países produtores de grãos e produção anual em 1984/85 (\*)**



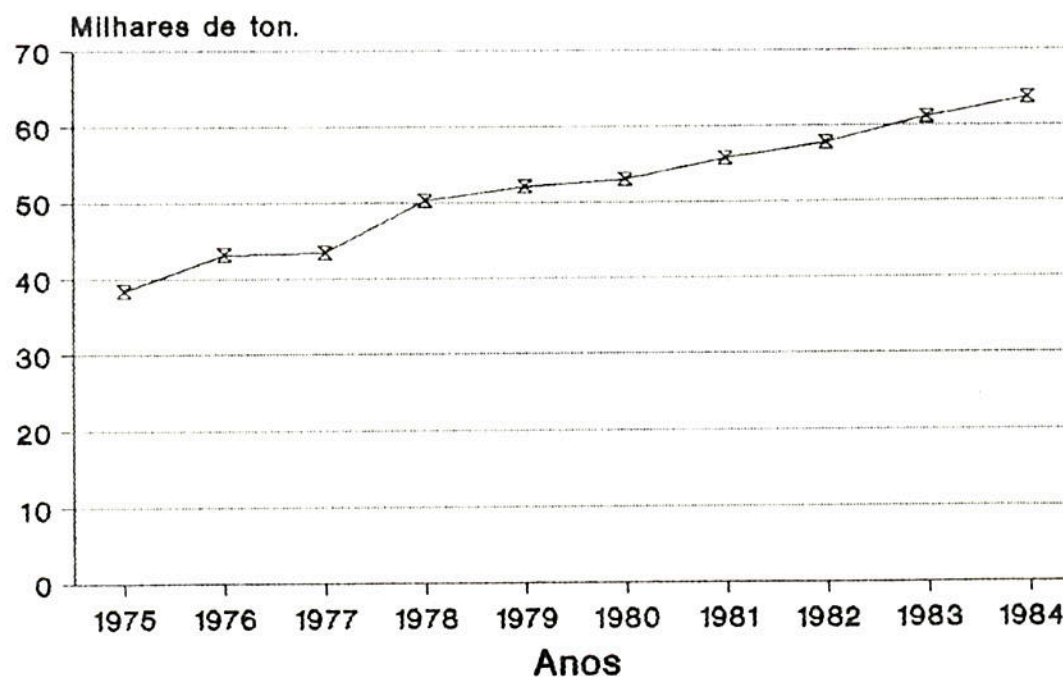
(\*) Aprox. 1,3 trilhões de toneladas  
Fonte: INSEL, 1985

**Fig 1.9: Produção de grãos  
Brasil ( 1978 - 1987 )**



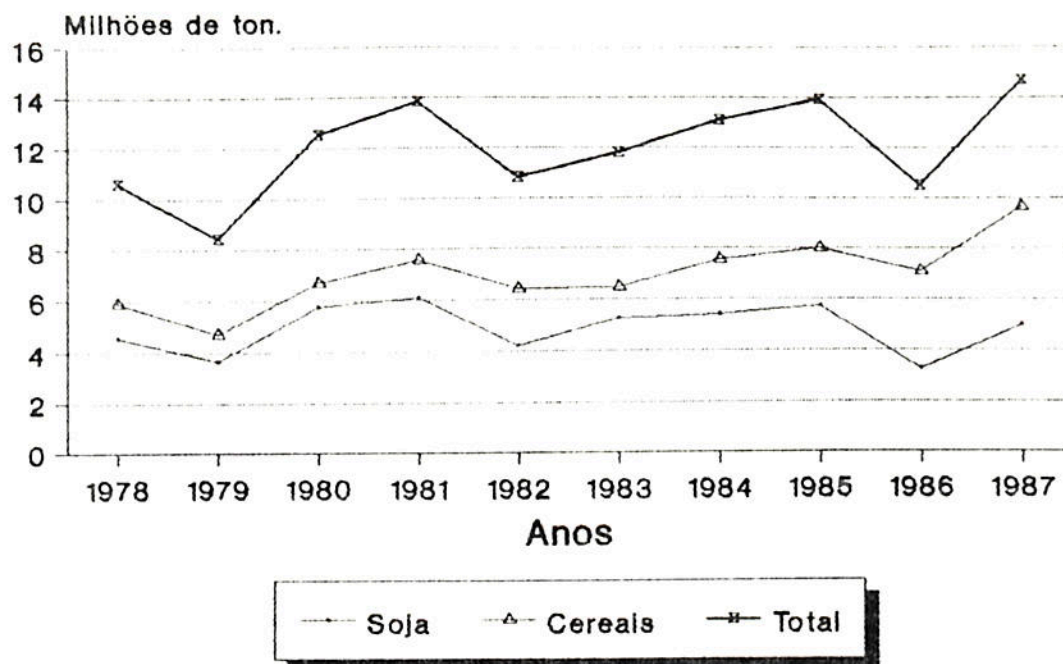
Fonte: IBGE, Anuários Estatísticos.

**Fig 1.10: Excedentes da produção.  
Brasil ( 1975 - 1984 )**



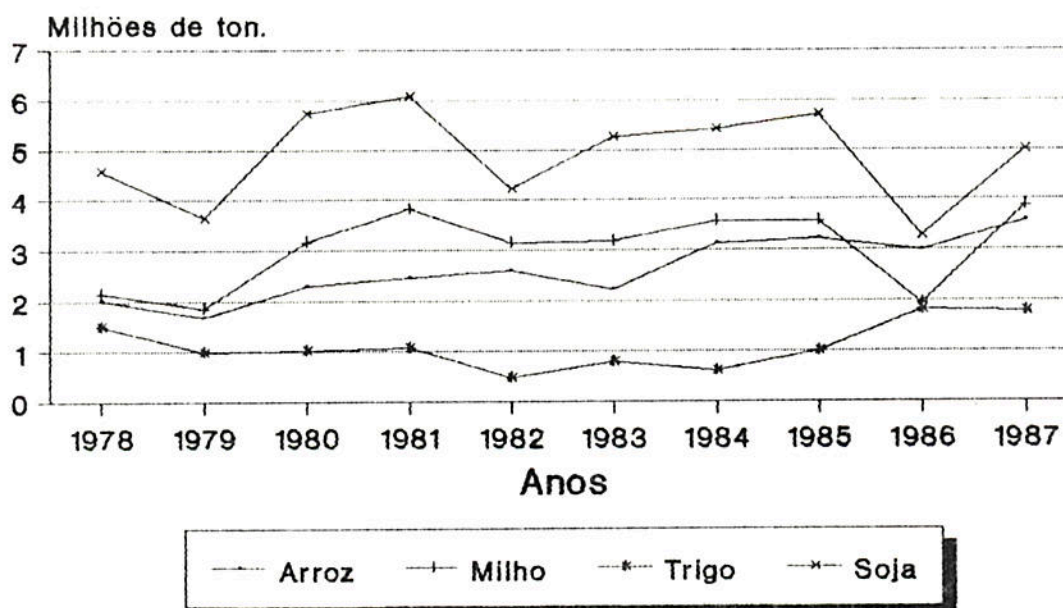
Fonte: LOPES, 1984.

**Fig. 1.11: Produção de Grãos**  
Rio Grande do Sul ( 1978 - 1987 )



Fonte: IBGE, Anuários Estatísticos

**Fig. 1.12: Produção de Grãos,**  
conforme o tipo de grão.  
Rio Grande do Sul ( 1978 - 1987 )



Fonte: IBGE, Anuários Estatísticos

Grande do Sul apresentou uma tendência de crescimento nas duas últimas décadas (AGRICULTURA, 1989).

O aparente desenvolvimento econômico trazido pela prática da monocultura extensiva, se por um lado veio atender a uma demanda imediata do mercado mundial, por outro trouxe problemas sociais e ecológicos ao nosso Estado.

O empobrecimento do homem do campo e o êxodo rural foram acentuados pelo desaparecimento dos minifúndios. O meio ambiente foi agredido pelo uso abusivo de agrotóxicos que contaminaram o solo e as bacias hídricas. A destruição de matas nativas e de outros ecossistemas determinou a perda inexorável e progressiva de solo cultivável por ação da erosão. O retorno a uma produção agrícola heterogênea e auto-suficiente, baseada na pequena propriedade e visando ao consumo de comunidades regionais, vem sendo preconizada por muitos. A solução para esses problemas é complexa pois envolve questões polêmicas vinculadas à posse e distribuição de terras e a mudanças profundas na política agrária.

## 1.2 - As condições de trabalho em silos e armazéns

O desenvolvimento tecnológico e a forma de relação entre capital e trabalho que predominaram nos países industrializados nos últimos duzentos anos, alteraram as condições de trabalho no setor agrícola e de armazenagem de grãos. Assim como o arado foi substituído pelo trator, a foice e o gadanho pela colheitadeira mecânica, os silos e engenhos também são os sucessores atuais dos antigos celeiros e moinhos. As novas técnicas de processamentos dos grãos tornaram mais intensa a exposição à poeira. Estenderam o raio de ação desse fator

de risco a um número maior de indivíduos, embora a mecanização agrícola tenha dispensado parte da mão-de-obra que era tradicionalmente requisitada na lavoura. Entretanto, o excedente da produção deixou de ser estocado ao nível local pelos pequenos agricultores e passou a ser drenado para grandes unidades coletoras. São mantidas pelo capital de empresas ou de cooperativas de produtores e empregam na execução dos processos de armazenagem a mão-de-obra de trabalhadores assalariados. No interior do Rio Grande do Sul, muitos trabalhadores de silos são ex-agricultores que abandonaram o cultivo da terra.

Milhões de pessoas no mundo inteiro trabalham nas atividades de colheita, armazenagem e industrialização dos grãos, devido ao caráter universal desse processo de produção. Esta população é constituída por ceifadores, colheitadores, pequenos agricultores, técnicos agrícolas, trabalhadores de silos e armazéns, moageiros, estivadores portuários, marítimos e operários da indústria. Participam das atividades industriais de transformação dos grãos os trabalhadores de moinhos e engenhos, os operários da indústria de óleos vegetais, os ensacadores de farinha, os padeiros e confeitadores, os indivíduos que manipulam rações para animais e, eventualmente, os com outras atividades.

**Os trabalhadores de silos elevados**, devido a velocidade com que os grãos são movimentados durante as operações de armazenagem, estão submetidos a uma exposição muito mais intensa à poeira que os demais. Uma unidade de armazenagem, conforme a sua capacidade e o seu ritmo de produção, emprega de 15 a 50 homens em atividades que exigem um contato direto com os grãos. Esses trabalhadores geralmente realizam jornadas de 8 horas diárias de trabalho, com alternância de turnos, principalmente durante o período de safra, quando o funcionamento dos silos é quase contínuo.

A renda básica mensal de um trabalhador de silo no Brasil varia em torno de um a três salários mínimos. A legislação trabalhista brasileira não beneficia estes trabalhadores com o adicional de insalubridade, como prevê para os trabalhadores expostos a poeiras minerais.

A Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho, de 8 de junho de 1988, estabelece em sua **Norma Regulamentar nº 15 (NR-15)** as atividades e operações consideradas insalubres. Não cita, no entanto, a exposição à poeira de grãos como atividade de risco, nem tampouco estabelece o seu limite de tolerância (ver Capítulo 2 desta monografia). Em seu Anexo 12, a NR-15 define o limite de tolerância para as poeiras minerais de sílica e de asbesto, porém não faz referências à aplicação desse parâmetro a qualquer tipo de poeira vegetal. A NR-16, que qualifica as atividades e operações perigosas, também não inclui nesta categoria em suas especificações o trabalho em silos de armazenagem. Entretanto, a poeira de grãos é altamente inflamável quando atinge concentrações elevadas, tornando iminente a ocorrência de explosões no interior dos silos.

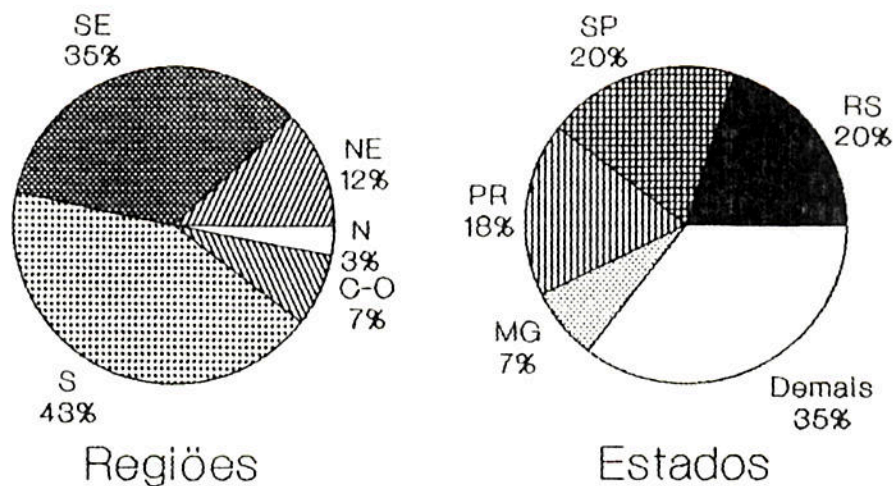
Existem aproximadamente trinta e cinco tipos de **funções** exercidas pelos trabalhadores durante as operações de rotina de um silo elevado. Estas funções compreendem as atividades de descarga dos grãos de caminhões, trens ou navios, a manipulação dos equipamentos de transporte interno dos grãos, bem como o acionamento de balanças e de peneiras para a pesagem e limpeza do produto estocado. As atividades de limpeza e manutenção da unidade de armazenagem são exercidas por varredores, eletricitas, mecânicos e supervisores (FARANT, 1980). Algumas destas funções são intermitentes e exigem o deslocamento temporário de um ou mais trabalhadores de suas atividades habituais para executá-las. A rotatividade de funções é freqüente entre os

trabalhadores de silos. Segundo informação obtida por nós, dos próprios trabalhadores, a maioria deles não tem registrado em sua Carteira do Ministério do Trabalho a função específica que exercem, que é genericamente designada como "serviços gerais".

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1986), em dezembro de 1984 o número de trabalhadores empregados em caráter permanente no setor de armazenagem no Brasil era de 89.968, dos quais 18.083 (21%) estavam no Rio Grande do Sul (**Fig.1.13**). Naquele ano, o Rio Grande do Sul foi o Estado da Federação que empregou maior número de trabalhadores no setor, seguido por São Paulo (17.559) e Paraná (15.291). Parte desses indivíduos trabalhava na armazenagem de produtos embalados, onde a produção de poeira é provavelmente menor. Na estocagem de produtos a granel, em silos e armazéns graneleiros, a exposição à poeira é mais intensa e permanente. Não foram encontrados registros que discriminassem o número exato de armazenadores que trabalham com produtos a granel e com produtos embalados. A cada ano, a população de trabalhadores permanentes no setor é acrescida temporariamente por um contingente significativo de indivíduos contratados durante o período da safra da soja e do trigo. Na entressafra o número de trabalhadores diminui sensivelmente, numa variação que é observada em nível estadual e nacional, conforme mostra a **Fig. 1.14** (IBGE, 1984).

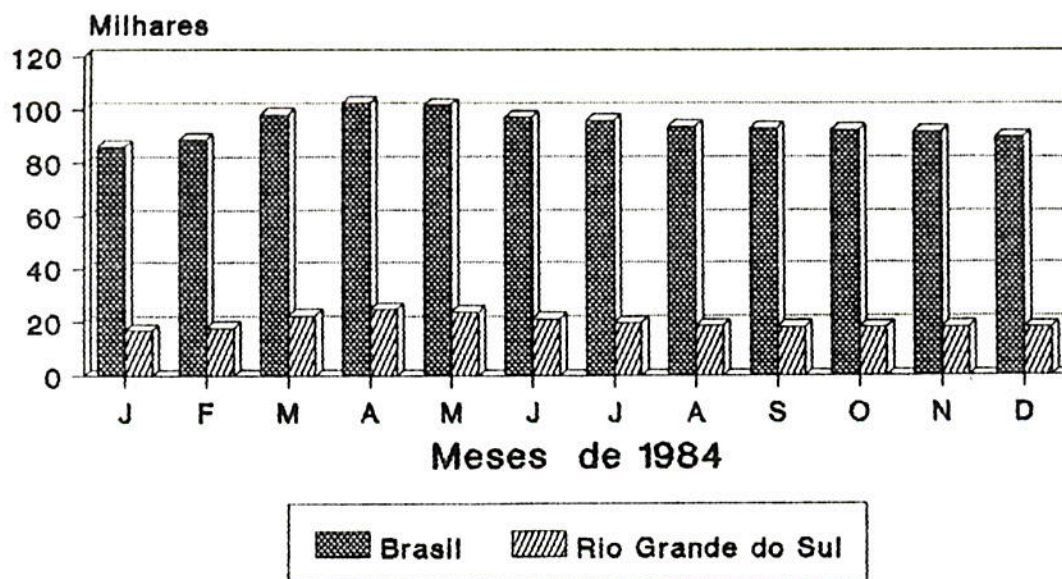
O número de trabalhadores safristas é provavelmente muito maior devido ao aspecto informal desta atividade em muitas regiões, pois só foram computados na estatística do IBGE aqueles trabalhadores regularizados no Ministério do Trabalho, ou seja, com "carteira assinada".

**Fig 1.13: Trabalhadores na armazenagem,  
conforme Regiões e Estados  
( Brasil, 1984 )**



Fonte: IBGE, Anuário Estatístico, 1986.

**Fig 1.14: Trabalhadores na armazenagem.  
Flutuações sazonais.  
( Brasil e Rio Grande do Sul, 1984 )**



Fonte: IBGE, Anuário Estatístico, 1986

Cabe ressaltar que além dos armazenadores existem trabalhadores rurais espalhados por todo o país, tendo contato direto com a poeira dos grãos durante a sua colheita e o seu transporte, e cuja estimativa numérica é ainda mais difícil de estabelecer.

Em outros países, essa estimativa é mais precisa. No Canadá, 100.000 indivíduos trabalhavam na armazenagem e industrialização de cereais e quase 150.000 tinham contato com cereais na área de produção rural, em 1977 (YOSHIDA, 1980). Neste mesmo ano, cerca de 500.000 trabalhadores estavam empregados no setor de armazenagem de grãos nos Estados Unidos (DO PICO, 1977).

No estudo epidemiológico que é abordado no capítulo 7 desta monografia, avaliamos as características gerais e as alterações respiratórias de um grupo de 253 trabalhadores de grãos de diferentes unidades de armazenagem no Rio Grande do Sul e que permanecem em contato com os grãos de cereal durante 11 meses do ano. Como esta amostra está dispersa em diferentes áreas do Estado, as suas características gerais representam provavelmente o perfil dos trabalhadores com vínculo empregatício. Todos eram funcionários da Companhia Estadual de Silos e Armazéns, uma empresa estatal onde a estabilidade no emprego determina que os trabalhadores permaneçam por um período prolongado nos mesmos locais de trabalho e nas mesmas ocupações.

### 1.3 - As unidades de armazenagem

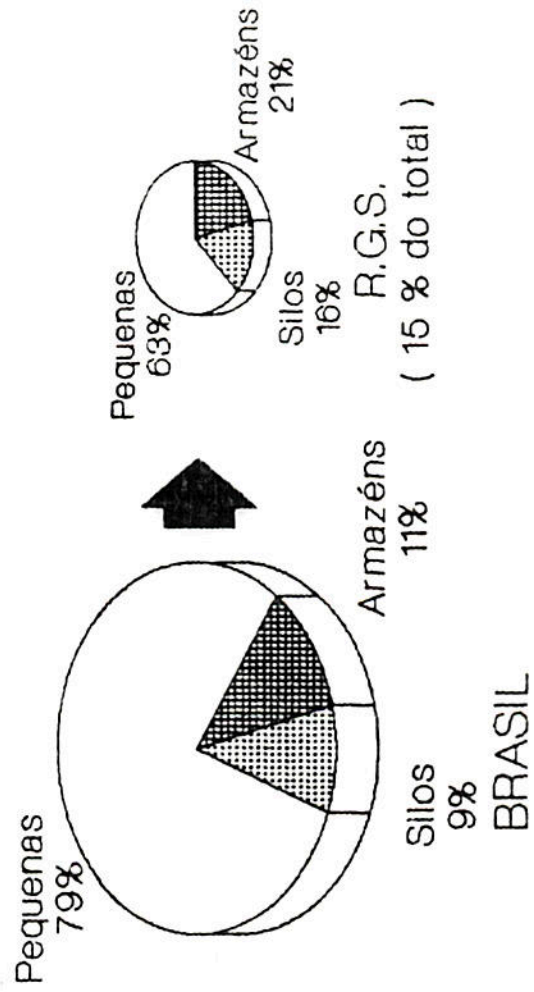
A periodicidade da produção agrícola gera a necessidade da armazenagem para atender a um consumo ininterrupto e estabilizar o preço de mercado dos grãos vegetais. O período de safra dura somente dois a três meses, enquanto a demanda de consumo de grãos permanece

durante o ano inteiro. Os armazéns e silos têm a função de conservar o excesso da produção que não é consumida imediatamente após o período da colheita, garantindo assim a sua distribuição durante o período da entressafra (PUZZI, 1977).

Em larga escala, a preservação das safras de grãos depende de uma infra-estrutura denominada **rede de armazenagem**, que é um sistema constituído por várias unidades de armazenagem interligadas entre si. Essas unidades possuem diferentes níveis de complexidade e compreendem desde as unidades de pequeno porte, próximas às fontes de produção (unidades coletoras), até unidades de médio e grande porte (subterminais e terminais), localizadas próximas a centros urbanos e em zonas portuárias. A rede de armazenagem tem por finalidade viabilizar o fluxo de escoamento e a distribuição dos grãos desde as fontes de produção até os locais de consumo ou industrialização. Segundo dados do IBGE, havia no Brasil, em 1984, 8.159 unidades de armazenagem, das quais 2.225 (27,3%) se localizavam no Rio Grande do Sul, que era o Estado com a maior capacidade estática de armazenagem do país naquele ano (**Fig. 1.15**).

Atualmente, a rede de armazenagem do Rio Grande do Sul apresenta um potencial reduzido em sua capacidade, que está defasada por não ter acompanhado o incremento da produção agrícola. Segundo dados não oficiais, a capacidade de armazenagem estática do Rio Grande do Sul em 1989 era de 16 milhões de toneladas, não sendo suficiente para comportar a produção prevista para esse mesmo ano, devido a um déficit estimado em 37% (EMPRESA, 1989). No caso da produção agrícola continuar aumentando, este déficit tenderá a se agravar nos próximos anos e só poderá ser compensado pela ampliação da rede de armazenagem e, conseqüentemente, pelo recrutamento de novos trabalhadores para o setor.

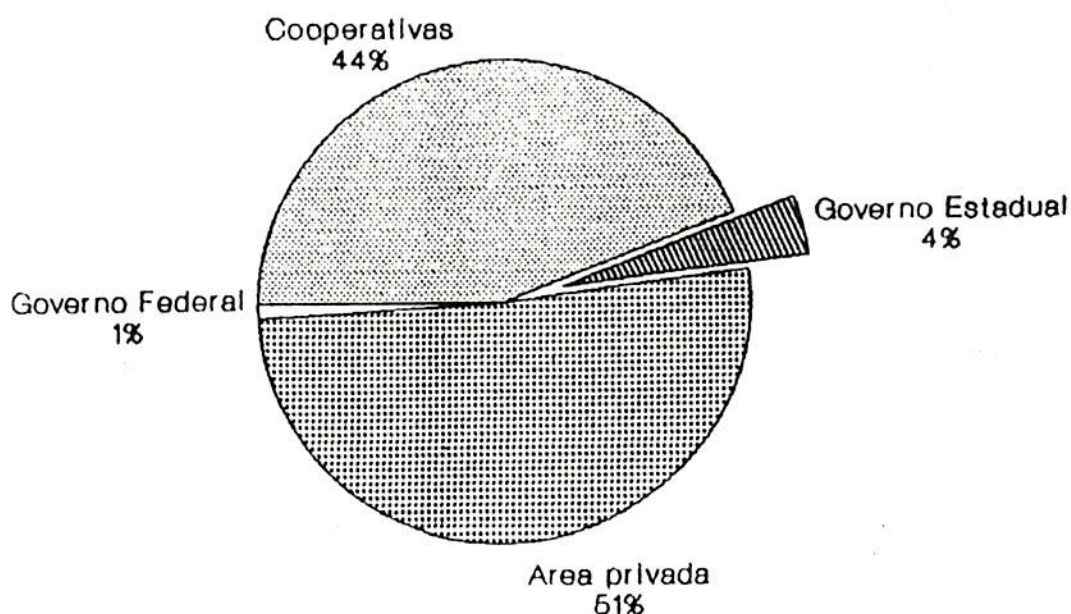
**Fig 1.15: Rede de Armazenagem.  
Tipos de unidades.  
(Brasil e Rio Grande do Sul)**



Fonte: IBGE, Anuário Estatístico, 1987.

Segundo matéria publicada no jornal Correio do Povo, de Porto Alegre (DESMONTE, 1989), 50% da capacidade de armazenagem do Rio Grande do Sul está em poder da área privada, 44% pertence às cooperativas de produtores, 5% compõe a rede da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA) e a capacidade restante (1%) pertence ao Governo Federal (Fig. 1.16).

**Fig 1.16: Domínios da armazenagem.  
Rio Grande do Sul, Brasil.**



Fonte: EMPRESA, 1989

A CESA é uma empresa estatal autárquica que foi criada oficialmente pelo governo do Estado em 10 de dezembro de 1952, para atender à necessidade de uma infra-estrutura para o escoamento da produção agrícola.

A rede de armazenagem da CESA possui aproximadamente trinta unidades de armazenagem em diferentes municípios do Estado (Fig. 1.17), com uma capacidade estática total de 746.050 toneladas, segundo dados de 1978. Além de ser a primeira rede de armazenagem estruturada no Rio Grande do Sul, ainda hoje é a que reconhecidamente possui melhor qualidade técnica para estocar a produção agrícola. Efetua também a estocagem de grãos que são importados de outros países para suprir o mercado interno.

Voltaremos a nos referir com especial interesse às unidades de armazenagem e aos trabalhadores da rede da CESA, pois ambos foram objeto das pesquisas de campo que iremos relatar nos capítulos 4 e 7 do presente trabalho.

Veremos a seguir algumas características básicas das estruturas e operações de armazenagem que são essenciais para o entendimento do processo de trabalho nestes locais.

As unidades que compõem uma rede de armazenagem são classificadas, conforme a sua capacidade e a sua estrutura arquitetônica, em categorias distintas.

Os **silos horizontais** ou armazéns graneleiros apresentam uma estrutura arquitetônica com a forma de um prisma de base retangular, em que a altura é menor que os lados da base. A capacidade de armazenagem de um silo horizontal varia de cinco milhões a trinta milhões de toneladas (Fig. 1.18).

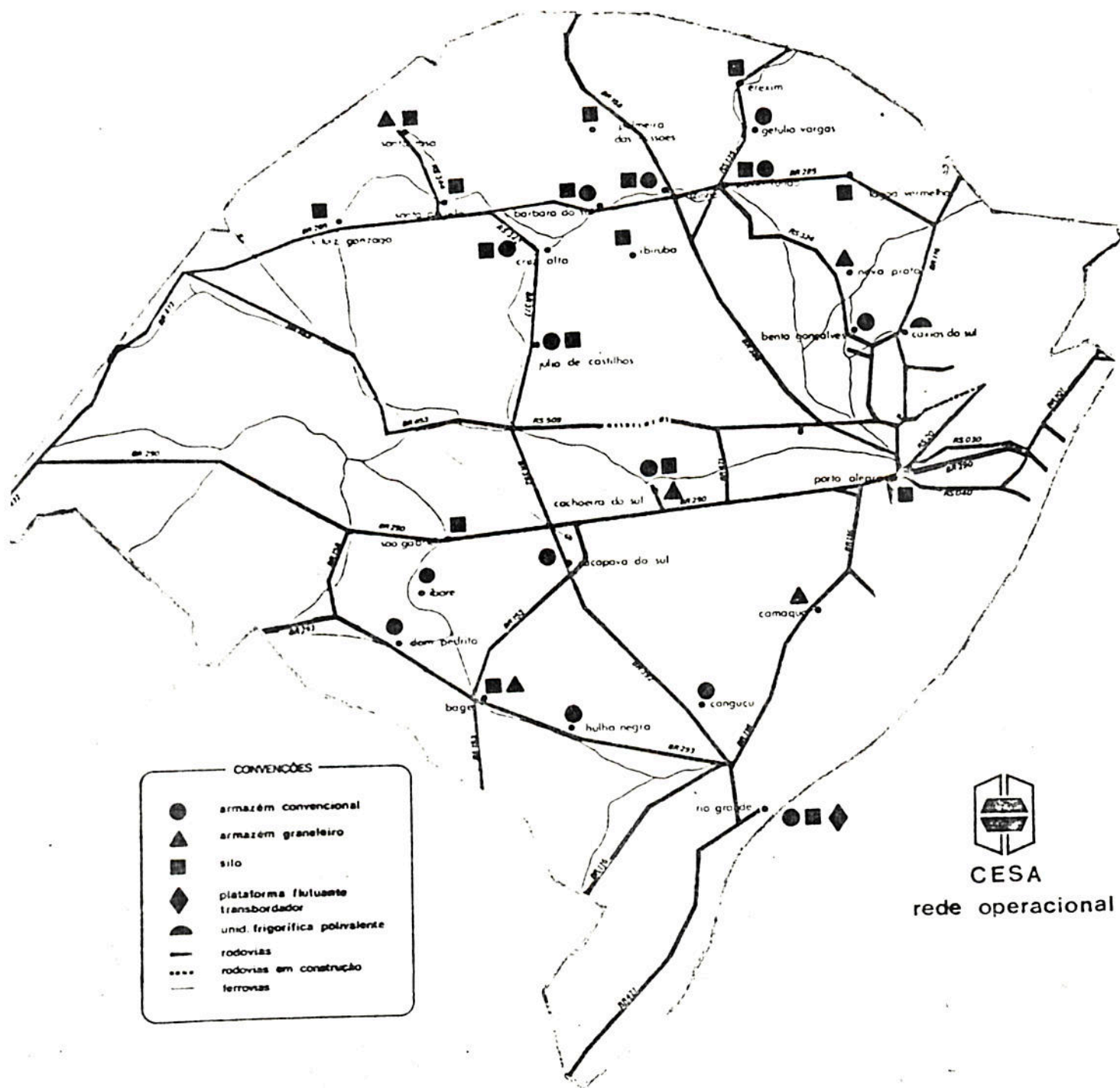


FIG. 1.17 - Rede de armazenagem da CESA (CESA, 1978).

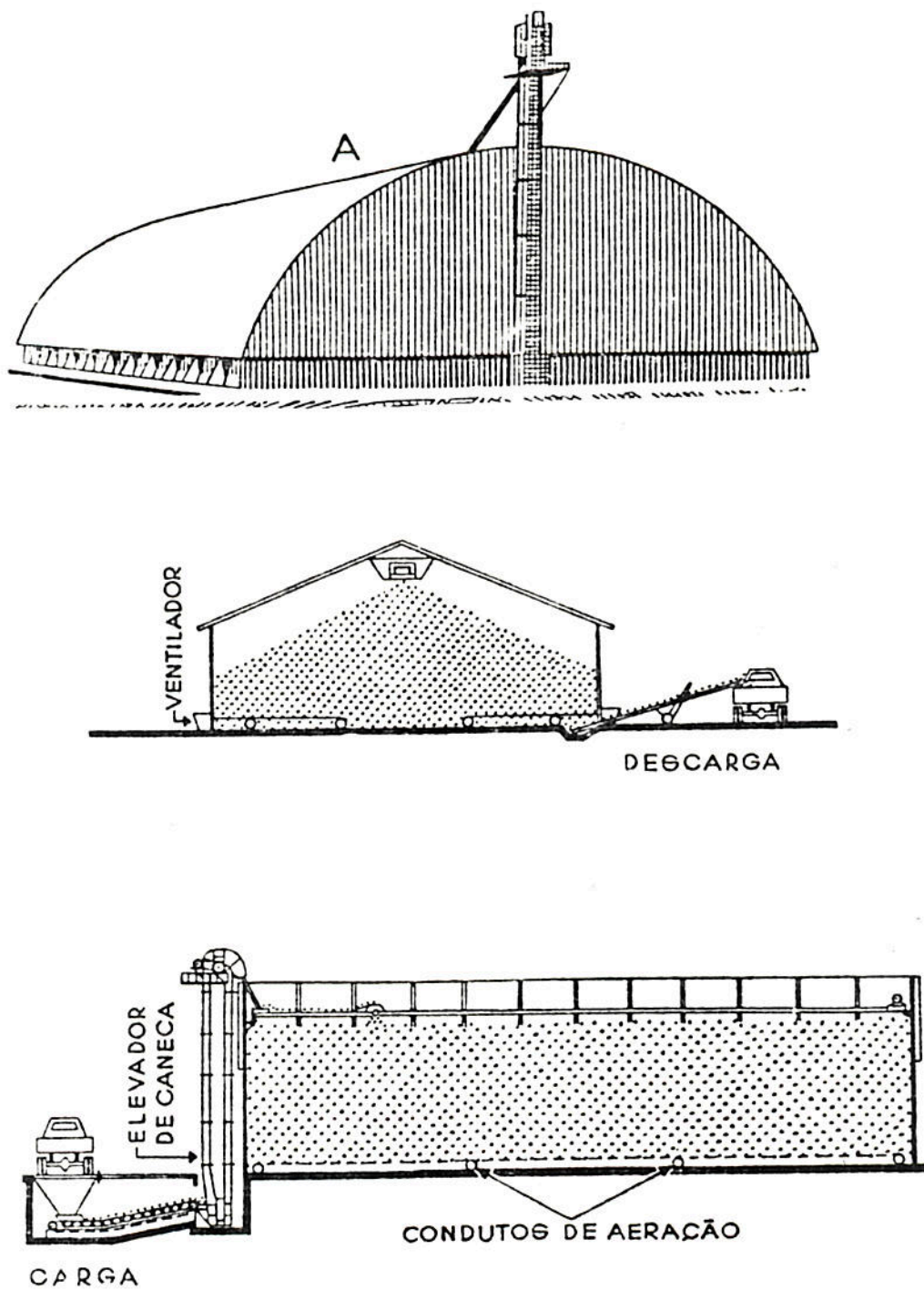


FIG. 1.18 - Esquema de um silo horizontal (PUZZI, 1977).

Os **silos elevados** são formados por um conjunto de seis a oito estruturas cilíndricas, alinhadas duas a duas, denominadas células. Sua altura é maior que o diâmetro de sua base. A capacidade média destes silos é maior que a dos silos horizontais, variando de cinco milhões a oitenta milhões de toneladas (Fig. 1.19).

As **unidades mistas** têm a função de aumentar a rotatividade do produto armazenado e são constituídas de um armazém graneleiro acoplado a um silo elevado (Fig. 1.20).

Os **silos de pequeno porte**, de estrutura metálica, são utilizados para estocagem de pequena quantidade de grãos. Geralmente estão localizados nas áreas rurais, próximos às lavouras (Fig. 1.21).

Estes quatro tipos de silos são freqüentemente encontrados nas áreas urbanas e rurais do Rio Grande do Sul e são as unidades elementares da rede de armazenagem da região. As avaliações de ambientes de trabalho e de trabalhadores de grãos que relatamos nos capítulos 4 e 7 foram realizadas em 15 unidades de armazenagem da CESA. Dos quinze silos que visitamos, dois eram armazéns graneleiros, onze eram silos elevados e dois eram unidades mistas.

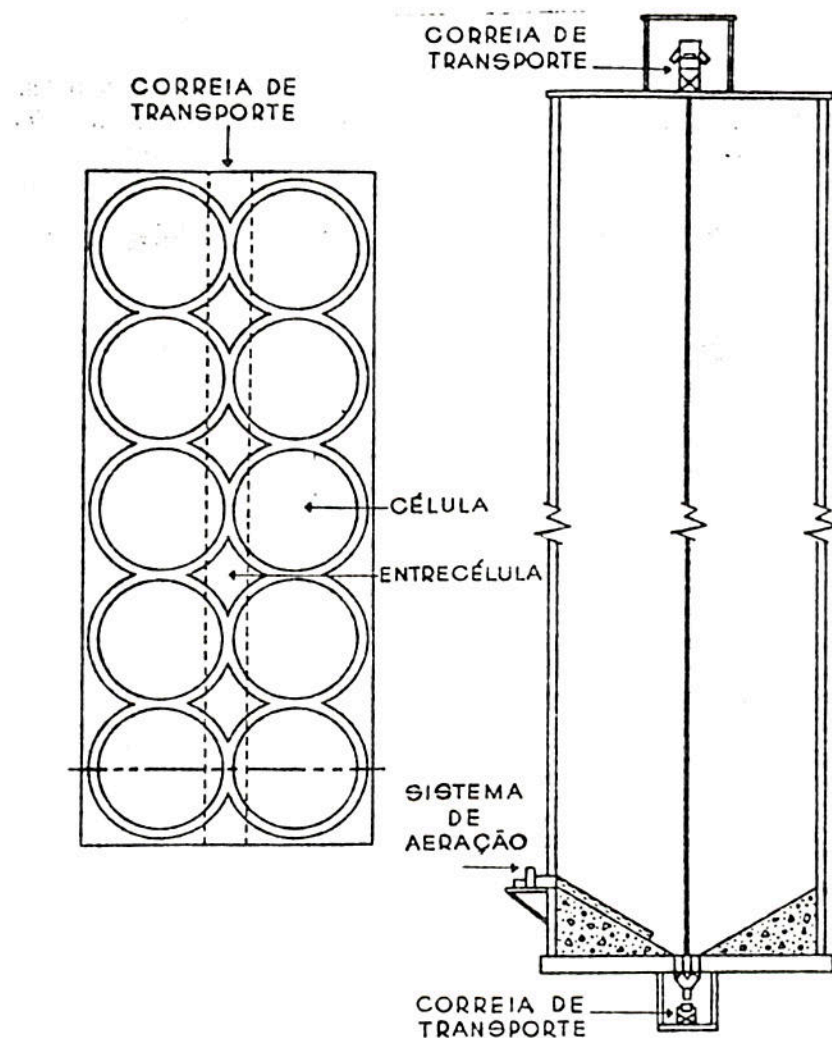
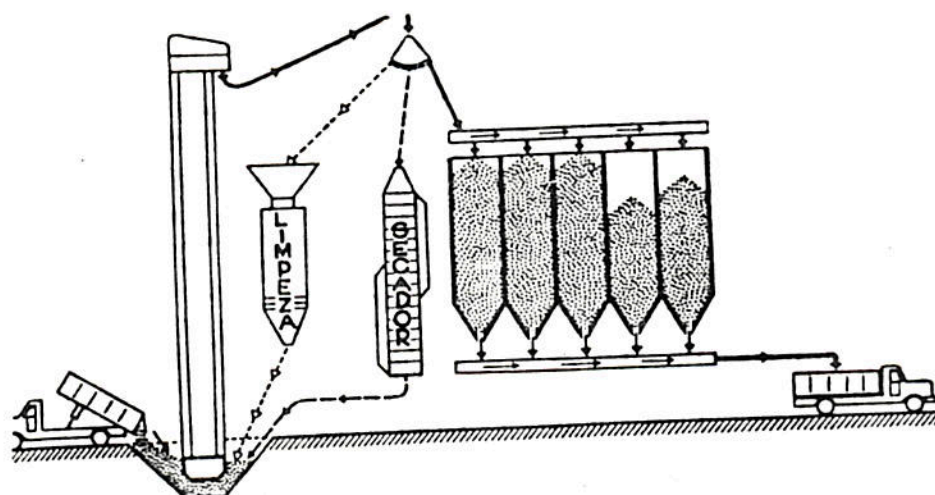


FIG. 1.19 - Corte transversal e longitudinal da estrutura das células de armazenagem de um silo elevado (PUZZI, 1977).

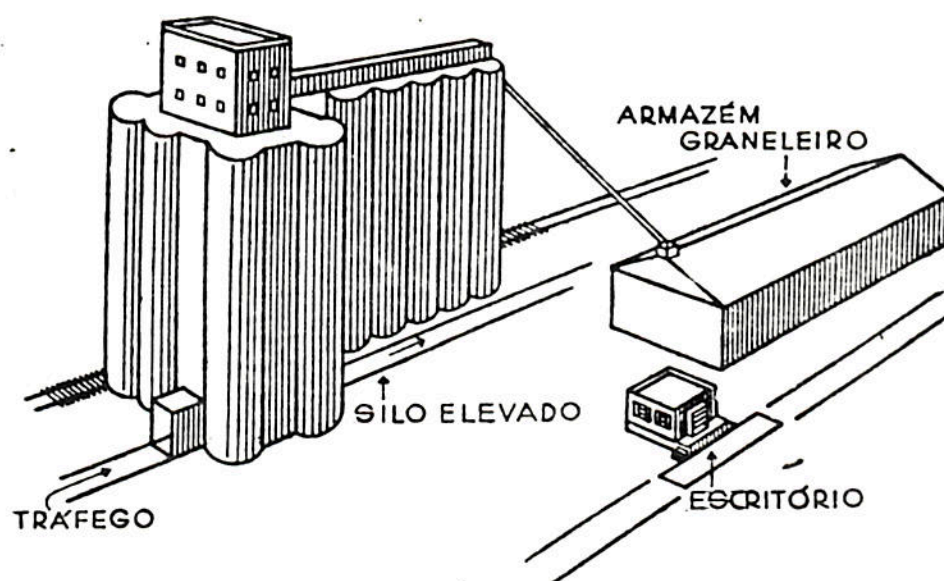


FIG. 1.20 - Silo horizontal conjugado a um silo vertical (PUZZI, 1977).

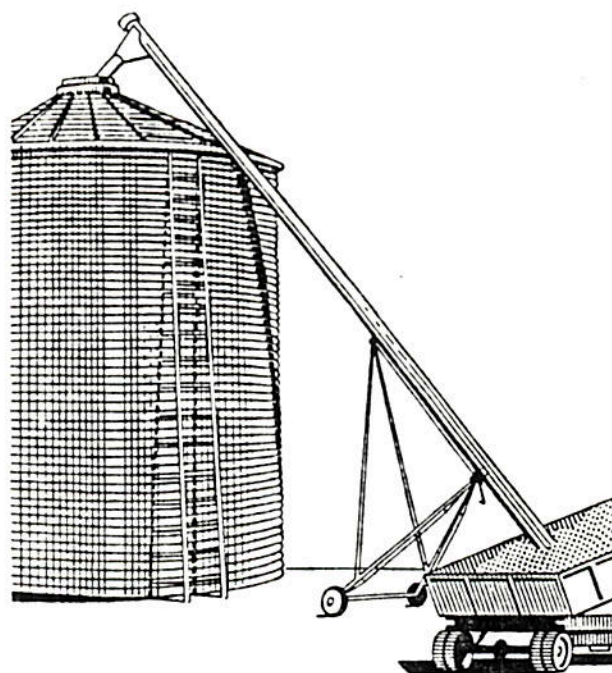


FIG. 1.21 - Silo metálico, de pequeno porte (PUZZI, 1977).

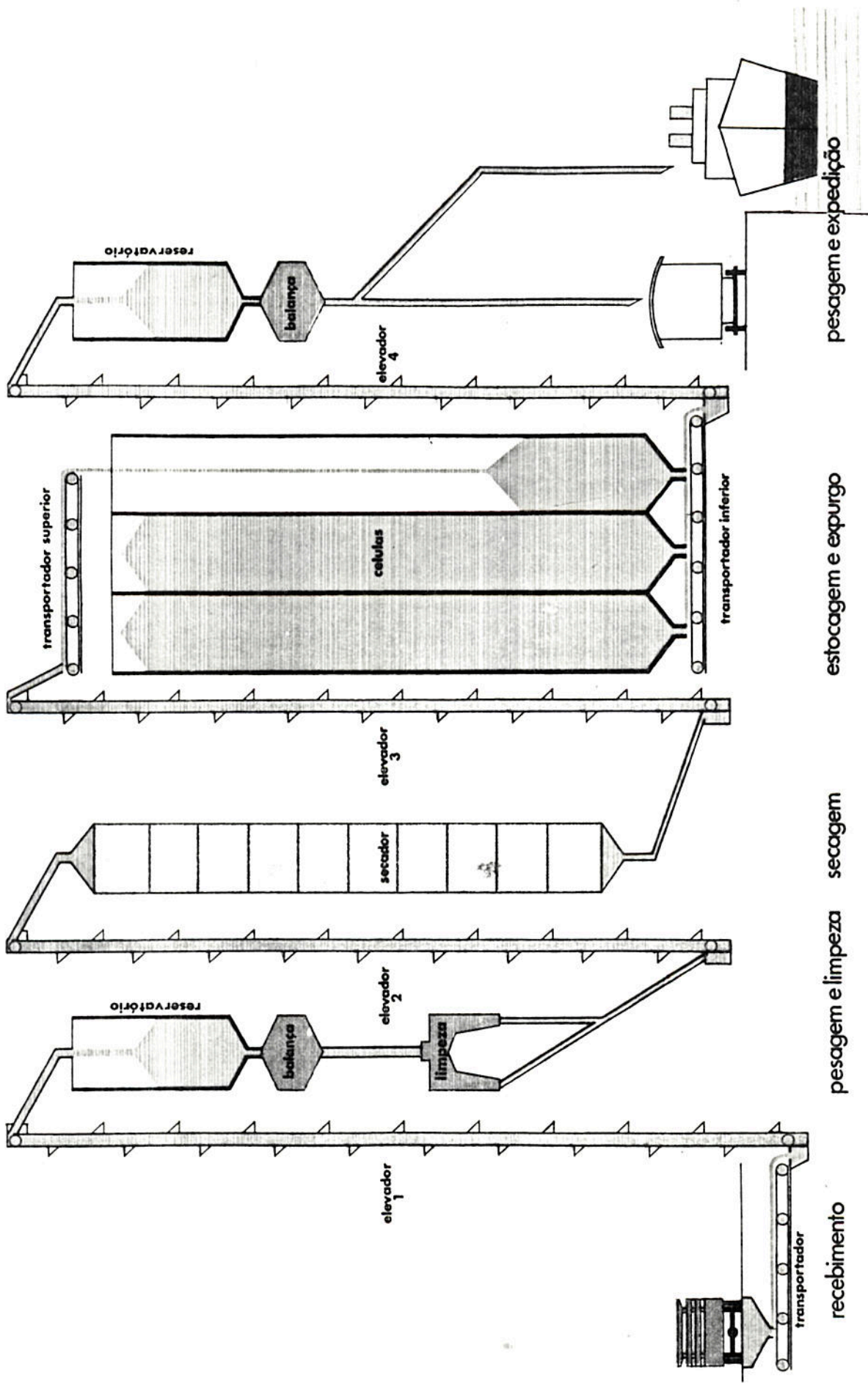
## 1.4 - As operações de armazenagem

Uma série de operações são realizadas nas unidades de armazenagem, tendo como finalidade transportar e conservar os grãos estocados. Os trabalhadores dos silos têm um contato diário com estas operações, das quais participam com sua força de trabalho.

O conhecimento das operações de armazenagem e dos processos de trabalho no interior de um silo auxiliam sobremaneira na identificação das áreas de risco. A partir deste conhecimento é possível a localização de pontos geradores de poeira. A identificação de tais locais é importante para orientar a aplicação de medidas necessárias para o controle do risco ambiental.

Para compreendermos o funcionamento de uma unidade de armazenagem e a importância de seus riscos ambientais, vamos utilizar como modelo o funcionamento da linha operacional básica de um silo de grande porte (**Fig. 1.22**). O processo de armazenagem inicia com o recebimento e termina com a expedição do produto armazenado, incluindo operações intermediárias como a limpeza, a secagem, o expurgo e a estocagem dos grãos. Vejamos, a seguir, cada uma delas detalhadamente.

**Recebimento.** Os cereais trazidos para as unidades armazenadoras são geralmente oriundos diretamente da lavoura. Algumas vezes passam por processos de armazenagem anteriores, como geralmente acontece com os grãos importados. A importação é realizada durante a entressafra ou quando a produção interna é insuficiente para atender às demandas do mercado.



\* SILO PORTUARIO

FIG. 1.22 - Operações de armazenagem em silo elevado (prospecto da CESA).

Os grãos são transportados em caminhões, trens ou navios (nos silos portuários) até chegarem às unidades de armazenagem, onde são descarregados. Permanecem estocados por um período que varia de meses a anos, ao término do qual são novamente expedidos, conforme a demanda do mercado consumidor. Quando o produto é transportado por caminhões, como acontece na maioria das vezes no Brasil, o recebimento é feito em áreas específicas para descarga, que são chamadas de **tremônhas** ou **moegas**. No piso das moegas existem grades de ferro onde a carga de grãos é despejada. Esta operação é determinada pela inclinação da caçamba do caminhão e complementada pela força humana, através do manejo de pás. Os grãos passam através das grades da moega, sendo lançados sobre uma esteira transportadora localizada no subsolo. Esta esteira leva os grãos até a base dos elevadores que, por sua vez, deslocam a massa de grãos verticalmente, para a parte superior do silo. Transportam os grãos ininterruptamente até o topo do silo, de onde são então distribuídos para as células ou enviados para outras operações de armazenagem como limpeza, secagem ou expurgo. Estas operações têm como finalidade a manutenção da qualidade da massa de grãos armazenados, para que a mesma se conserve íntegra durante longos períodos de tempo.

**Limpeza.** A limpeza é um processo que separa e elimina da massa de grãos os detritos que são provenientes da lavoura, onde o grão foi colhido, ou de processos de armazenagem anteriores. A operação de limpeza é realizada por máquinas que utilizam três peneiras formadas por chapas metálicas de espessura fina, com orifícios de diferentes formas e tamanhos, específicos para cada tipo de cereal.

As peneiras são mantidas em movimento vibratório contínuo e estão dispostas em posição inclinada, para

facilitar o deslocamento dos grãos por ação da gravidade. Os grãos são também impulsionados por um fluxo de ar contínuo mantido pela ação combinada de ventiladores e exaustores (Fig. 1.23). Durante a limpeza existe uma considerável formação de poeira devido ao atrito dos grãos entre si e contra as estruturas metálicas da peneira.

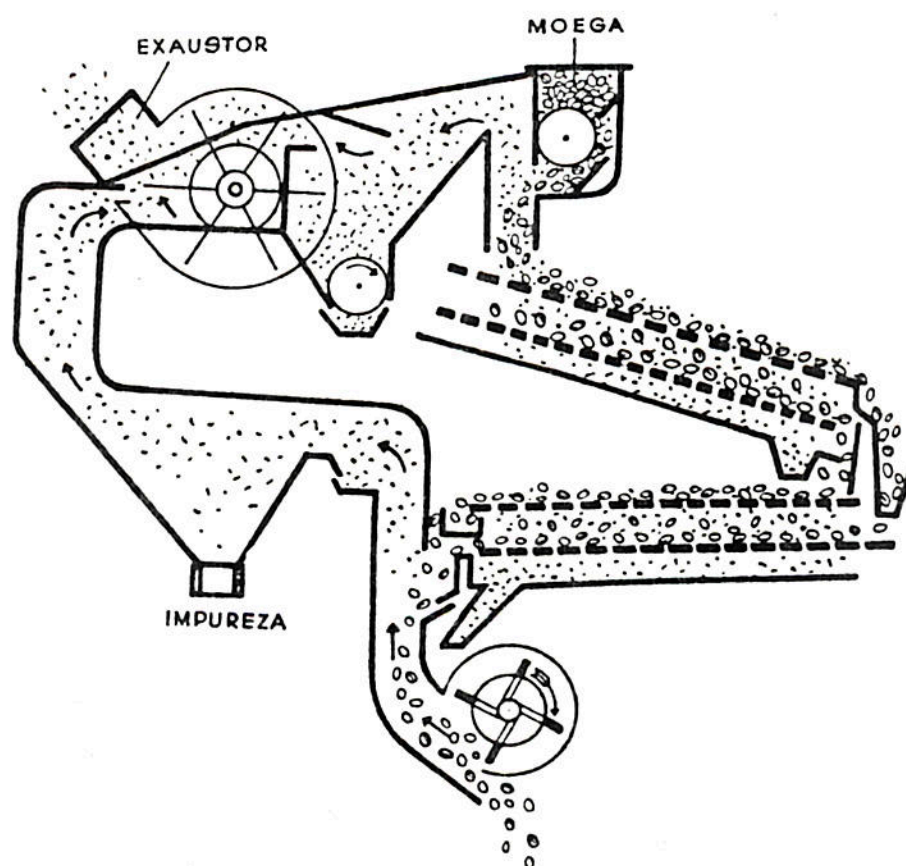


FIG. 1.23 - Representação da operação de limpeza dos grãos (PUZZI, 1977).

**Secagem.** A secagem mecânica dos grãos é outro procedimento de rotina efetuado durante a armazenagem em grandes silos (Fig. 1.24). Logo que chegam da lavoura os grãos apresentam um teor de umidade de 20 a 30%. A secagem diminui este teor para valores abaixo de 13%, impedindo o crescimento de microorganismos que necessitam de um teor de umidade elevado para o seu desenvolvimento.

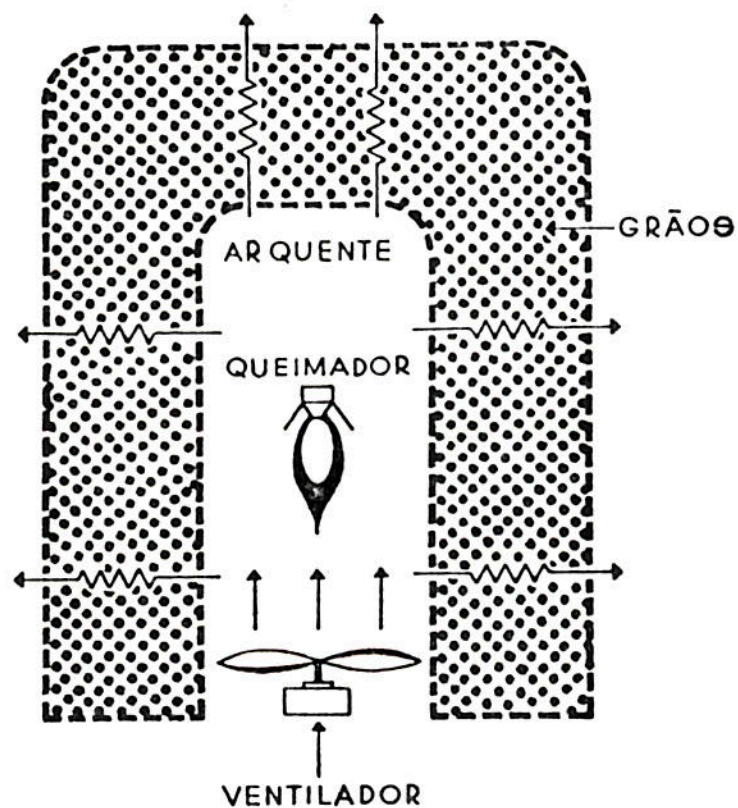


FIG. 1.24 - Representação da operação de secagem dos grãos (PUZZI, 1977)

O sistema de secagem mecânica é composto por uma câmara onde os grãos ficam depositados. Através desta câmara passa um fluxo de ar aquecido por uma fonte de calor, geralmente um forno alimentado por combustível mineral ou vegetal. O ar aquecido é impulsionado por um sistema de ventilação.

O processo de aquecimento provoca a evaporação da água contida na massa de grãos por ação do calor, diminuindo o seu teor de umidade.

Ao contrário da limpeza, este processo não causa a formação de poeira porque durante a sua realização os grãos permanecem em repouso. Por outro lado, quando o sistema de vazão não é suficiente, os operadores da fornalha ficam expostos aos gases e fumada da combustão.

As operações de secagem e limpeza mantêm os grãos em condições ideais para a conservação e, portanto, são realizadas rotineiramente antes do ensilamento (colocação nas células de armazenagem) e da expedição dos cereais (PUZZI, 1977).

**Expurgo.** O expurgo consiste na aplicação de um pesticida em estado gasoso sobre a massa de grãos que está estocada nos ambientes fechados dos silos. O expurgo visa ao controle das pragas, principalmente insetos, que infestam a massa de grãos armazenados causando grandes prejuízos materiais. Estes inseticidas são denominados genericamente de **fumigantes** (Fig. 1.25). Os mais utilizados em nosso meio são o brometo de metila ( $\text{CH}_3\text{-Br}$ ) e a fosfina ( $\text{PH}_3$ ).

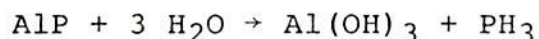
**EXPURGO DOS CEREAIS  
(contaminantes)**

- . Brometo de metila (CH<sub>3</sub>-Br)
- . Fosfina (PH<sub>3</sub>)
- . Tetracloroeto de carbono (CCl<sub>4</sub>) ou  
Dissulfeto de carbono (CS<sub>2</sub>)
- . Organofosforados (Malathion, Diclorvós)
- . Organoclorados (Aldrin, BHC)
- . Carbamatos

FIG. 1.25 - Expurgo dos cereais (contaminantes).

O **brometo de metila** (CH<sub>3</sub>-Br) é comercializado sob a forma líquida, acondicionado em recipientes metálicos e se transforma em gás quando em contato com a temperatura ambiente. Apresenta toxicidade elevada para o homem, causando neuropatias centrais e periféricas. O CH<sub>3</sub>-Br é apresentado comercialmente com uma mistura de 2% de cloropicrina ou tricloronitrometano, que tem ação emetizante e provoca irritação intensa das vias respiratórias, e atua como "gás de aviso".

A **fosfina** é um gás liberado somente durante o expurgo, através de uma reação de hidrólise. O produto é comercializado sob a forma de tabletes de fosfeto de alumínio (AlP), que em contato com a umidade do ambiente libera espontaneamente a fosfina. De forma simplificada, a reação química é a seguinte:



Tanto o brometo de metila como a fosfina são irritantes das vias respiratórias e dependendo da dose e

do tempo de exposição à inalação destes gases pode provocar acidentes fatais.

O **dissulfeto de carbono** e o **tetracloroeto de carbono** são fumigantes com propriedades neurotóxicas. Causam sintomas extrapiramidais devido à retenção de cobre e zinco nas células neuronais (PETERS, 1986).

Outros inseticidas e pesticidas, como os **piretróides**, e alguns **organofosforados**, como o Malathion, Gardona, Diazinon, Diclorvós e outros são também utilizados sob a forma de pó ou através de pulverização líquida ("spray") no expurgo de grãos comestíveis. Os grãos destinados à semeadura são conservados com organofosforados bem mais potentes ou com organoclorados. Esses últimos produtos (DDT, Aldrin, Keptachlor, BHC e muitos outros) apresentam toxicidade elevada para o sistema nervoso central. Podem ocasionar intoxicações graves, muitas vezes fatais. Ocorrem com frequência em indivíduos que aplicam esses agrotóxicos sem observar as medidas de proteção adequadas.

Os organofosforados têm nas vias inalatória e cutânea a principal porta de entrada para atingir a circulação sistêmica dos seres vivos expostos, enquanto os organoclorados intoxicam mais pela via digestiva (VETORAZZI, 1982). Alguns rodenticidas de toxicidade elevada, como o fluoracetato de sódio e a estricnina, são usados para combater as pragas de ratazanas e camundongos em silos, e podem ser ingeridos acidentalmente, causando intoxicações fatais (NIOSH, 1977).

**Operações de estocagem.** As unidades de grande porte possuem sistemas de monitoramento contínuo da massa de grãos em cada célula de armazenagem. Têm a função de controlar as condições de temperatura e umidade, em

diversos pontos da massa de grãos. A proliferação de colônias de bactérias, fungos ou insetos em um ponto da massa de grãos provoca um aumento localizado da temperatura e do teor de umidade. Estas alterações próprias da atividade biológica dos microorganismos são detectadas precocemente pelos sensores do sistema de monitoramento, antes que haja uma infestação maciça e a deterioração do produto estocado. A eliminação destes focos de infestação é realizada por um processo denominado **transilagem**, que consiste na movimentação da massa de grãos contaminada de uma célula para outra, destruindo assim a colônia em formação. A transilagem é a principal fonte de poeira nos silos durante o período da entressafra, quando o recebimento de grãos é pequeno.

Durante as operações de recebimento e de transilagem, diversos tipos de sistemas transportadores são usados para deslocar a massa de grãos no interior dos silos.

A **esteira transportadora** é uma forma de transporte horizontal dos grãos que consiste basicamente numa correia sem-fim de lona ou de borracha (**Fig. 1.26**) que se movimenta apoiada em uma série de rolos. A esteira é impulsionada por duas ou mais polias localizadas em suas extremidades, acionadas por motores elétricos (PUZZI, 1977).

Outro método de transporte utilizado é a **rosca sem-fim**. Consiste em um helicóide comprido montado sobre um eixo, que ao girar desloca a massa de grãos. Esse sistema funciona dentro de condutores (tubos ou calhas em forma de "U"), que apresentam a vantagem de serem móveis. Operam em posição inclinada ou horizontal (**Fig. 1.27**).

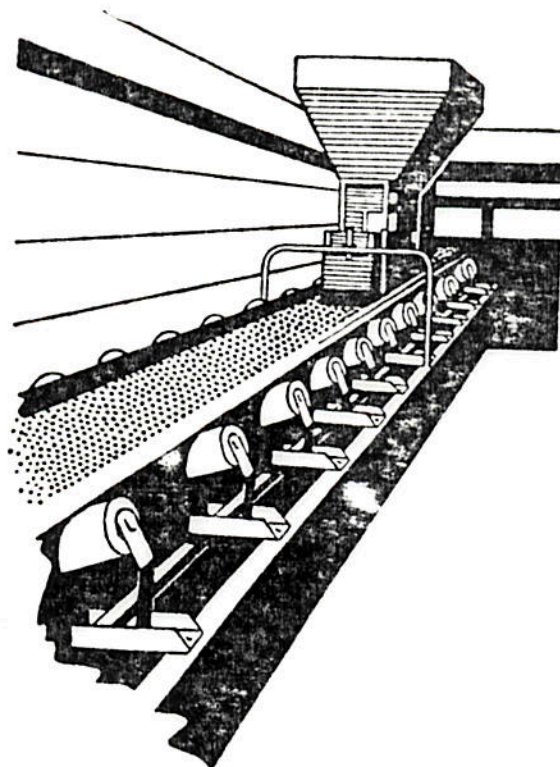


FIG. 1.26 - Correia transportadora, para transporte horizontal (PUZZI, 1977).

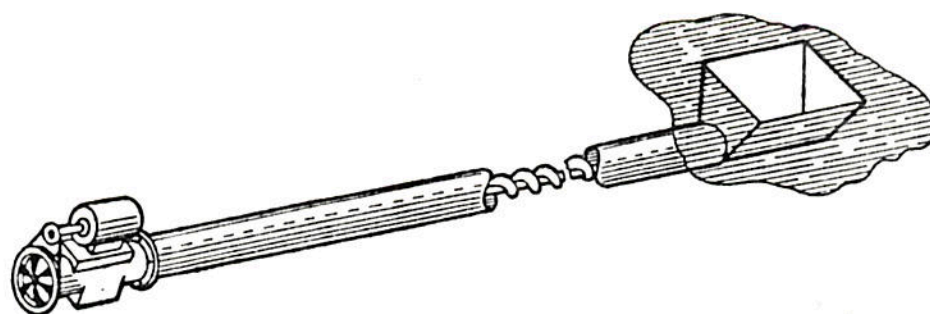


FIG. 1.27 - Rosca sem-fim, para transporte inclinado (PUZZI, 1977).

Os elevadores de grãos são os principais sistemas de transporte em silos verticais. São constituídos por um conjunto de recipientes denominados "canecos", que estão dispostos em série sobre uma corrente ou correia sem-fim que se desloca em posição vertical (Fig. 1.28). As correias ou correntes funcionam sobre duas polias. Uma delas está localizada no topo do elevador e é acionada por um motor. A outra situa-se na parte inferior e está conectada à correia transportadora que traz os grãos da moega.

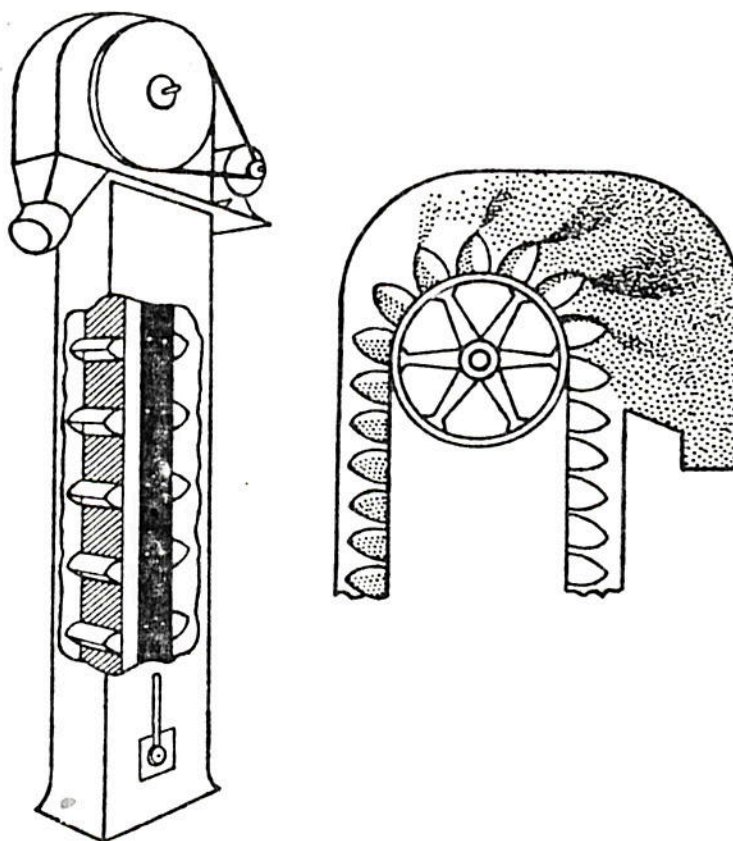


FIG. 1.28 - Elevador de caneca, para transporte vertical (PUZZI, 1977).

Um outro tipo de transportador é o **pneumático**. Neste sistema, os grãos são impulsionados por um fluxo de ar em alta velocidade através de uma tubulação. Opera utilizando uma força propulsora de sucção ou de pressão, ou uma combinação das duas. Pela sua versatilidade e facilidade de transporte, é utilizado especialmente nas descargas de navios e vagões (Fig. 1.29).

Todas as operações de transporte produzem grande quantidade de poeira porque geram uma movimentação intensa dos grãos.

**Expedição.** O esvaziamento das células de armazenagem e o carregamento de unidades de transporte como caminhões, vagões ou navios, constituem a expedição. A expedição é a operação final de armazenagem que antecede a distribuição dos grãos para o mercado consumidor. Assim como o recebimento e a transilagem, a expedição envolve uma grande movimentação de grãos, gerando poeira durante a sua execução.

## 1.5 - A geração de poeira nos silos

A poeira ocorre em todo o processo de industrialização dos grãos, o qual inicia com a colheita e finaliza com a utilização desses grãos como matéria-prima em processos de transformação.

No entanto, é durante a armazenagem que existe a maior produção de poeira, devido à movimentação de uma grande quantidade de grãos num período relativamente curto de tempo. Em decorrência da atividade quase contínua dos silos, a poeira permanece no ambiente dos mesmos durante a maior parte da jornada de trabalho.

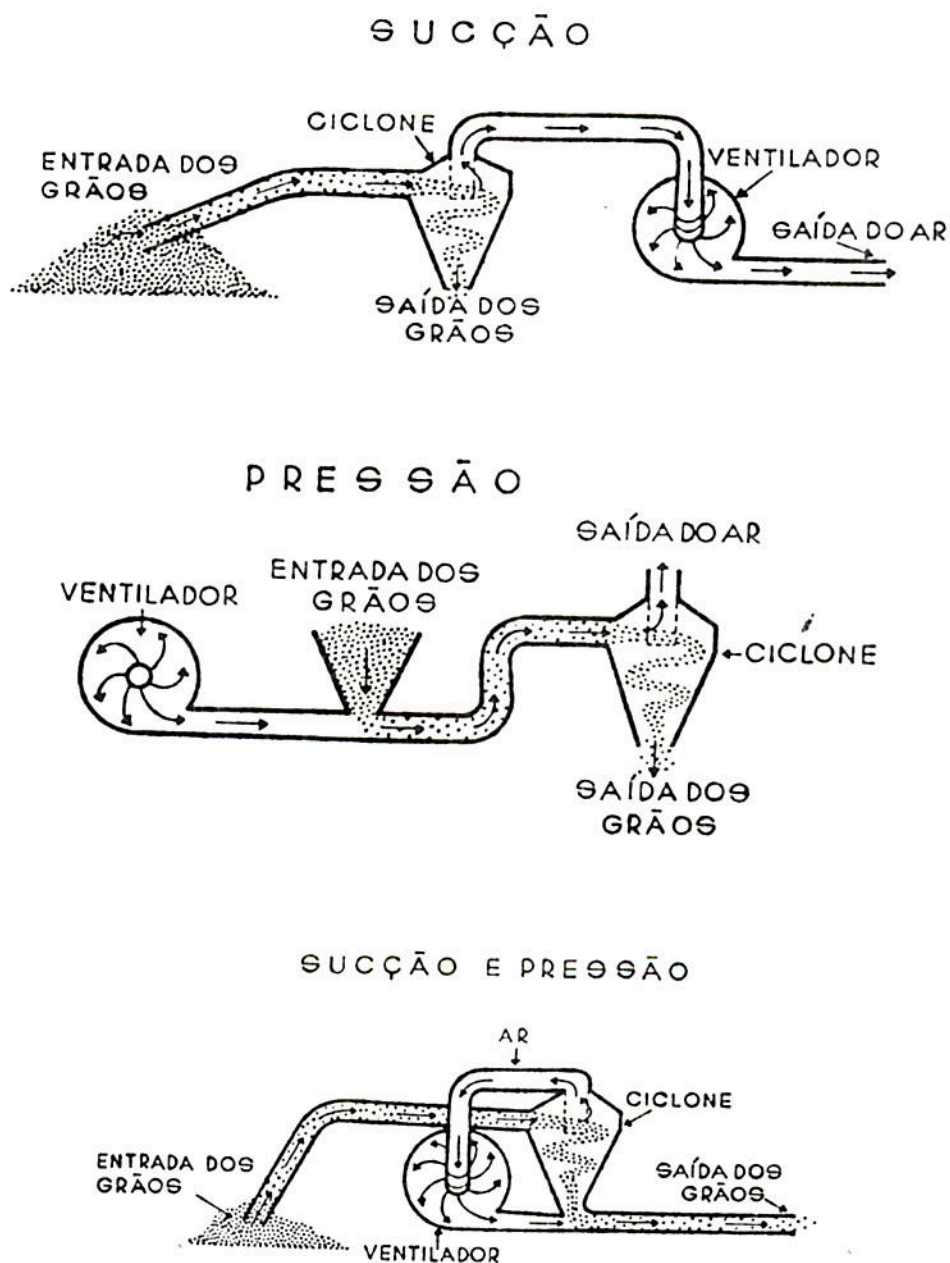


FIG. 1.29 - Sistemas de transporte pneumático (PUZZI, 1977).

Para avaliar melhor a extensão desse problema analisemos a situação em um país que atualmente é o maior produtor mundial de grãos. 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 ton (96,1%) foram geradas em silos de armazenagem (YOSHIDA, 1980). Durante a década de 1970 a 1980, a produção agrícola foi considerada a terceira fonte de geração de emissão de partículas nos Estados Unidos, sendo ultrapassada somente pela combustão de derivados do petróleo (5.933.000 ton/ano) e pela extração mineral (4.600.000 ton/ano).

O tipo e a quantidade de poeira gerada durante as operações de armazenagem dependem de fatores inerentes às condições dos grãos, tais como:

1) **O método utilizado na colheita.** Quando a colheitadeira não está regulada adequadamente, é maior a quantidade de impurezas associadas aos grãos.

2) **O tipo e a origem do cereal.** Alguns cereais, como o trigo, aparentemente causam mais sintomas respiratórios do que outros tipos de grãos. Além disso, quando os grãos estão estocados em condições precárias ficam infestados de microorganismos patogênicos, como fungos e ácaros, que contaminam as partículas inaláveis.

3) **O número de movimentações anteriores.** Cereais que sofreram processamentos anteriores apresentam maior grau de fragmentação dos seus grãos, produzindo maior quantidade de poeira.

4) **As oscilações na movimentação dos grãos.** As oscilações na massa de grãos movimentada no interior de um silo dependem de variações diárias, mensais ou anuais,

decorrentes da periodicidade da safra e do volume de produção agrícola, bem como da frequência na realização das operações de armazenagem.

Como vimos anteriormente, os grãos são submetidos a diversas operações durante o período de armazenagem. Se analisarmos os processos operacionais de um silo verificamos que a poeira é gerada em determinados locais, chamados **pontos de transferência**, onde os grãos sofrem algum tipo de resistência ao seu movimento. Isto acontece 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 dos mesmos ao se chocarem contra as **estruturas** dos equipamentos de armazenagem.

Os principais pontos que geram poeira estão nas áreas de recebimento, ou moegas, e nas áreas de limpeza dos grãos, ou peneiras. No topo dos elevadores a produção de poeira também é intensa em decorrência do movimento que o "caneco" do elevador realiza ao descarregar seu conteúdo. A poeira gerada pelo movimento contínuo do elevador é lançada para o ambiente externo através de um sistema de ventilação que está instalado na parte superior do silo. A poeira é constituída não só por fragmentos de grãos, mas também por contaminantes cuja natureza será analisada mais adiante. A maior parte destes contaminantes é oriunda do solo onde o cereal foi cultivado (YOSHIDA, 1980).

Os trabalhadores dos silos estão em contato contínuo com esta poeira durante a sua jornada de trabalho. Ela está presente tanto nos ambientes de trabalho dos silos como em suas áreas externas, para onde é lançada pelos exaustores do sistema de ventilação. Dependendo do regime predominante dos ventos, as comunidades circunvizinhas serão atingidas pela poeira,

mas em níveis de concentração bem menores que os observados no interior dos silos. A deficiência de ventilação e o ambiente fechado dos silos contribuem para que a poeira gerada nos pontos de transferência atinja elevadas concentrações no ambiente. Os níveis de poeira aumentam quando existem problemas técnicos na realização das operações de armazenagem, como o recebimento e expedição em áreas pouco ventiladas ou o transporte em elevadores com vazamento ou perda. Outro fator a considerar é o desempenho ineficiente dos processos de limpeza da poeira depositada.

A identificação dos pontos geradores de poeira na planta de um silo só é possível através da observação atenta do local de trabalho e de uma avaliação ambiental bem planejada. Os princípios básicos para a realização dessas etapas, que culminam com as medidas para controle da emissão da poeira, serão comentadas no Capítulo 3. Além disso, veremos no Capítulo 2 algumas noções genéricas sobre os fatores de risco no ambiente dos silos, dando enfoque especial à poeira de grãos.

## 2 - A EXPOSIÇÃO À POEIRA DE GRÃOS VEGETAIS

### 2.1 - O risco ambiental

O termo **risco** é conceituado como a possibilidade de ocorrência de perigo, de perda ou de qualquer evento desfavorável (FERREIRA, 1986). As duas origens etimológicas do termo, uma latina (ressecare = cortar) e a outra espanhola (risco = penhasco alto e escarpado) são sugestivas de seu significado. No sentido de risco à saúde, o termo fica restrito à possibilidade de um grupo de indivíduos previamente sadios apresentarem manifestações de doença quando expostos a um fator desencadeante, denominado **fator de risco**.

Os fatores de risco são múltiplos e variados. Nos locais de trabalho são representados por agentes físicos, químicos e biológicos gerados durante os processos de produção, sendo denominados genericamente de **contaminantes** ou **xenobióticos**. Aspectos sociais, econômicos e culturais, como o baixo nível de renda ou o alcoolismo, são também considerados fatores de risco na medida em que estejam associados à história natural de certas doenças. A exposição a esses fatores pode tanto anteceder como ser concomitante ao surgimento das manifestações clínicas.

A extensão do risco ocupacional varia em função do tipo de atividade ocupacional e das propriedades tóxicas, alergênicas ou irritativas dos contaminantes presentes no ambiente. A exposição à poeira causa efeitos

biológicos diversos. Pode desencadear desde uma simples sensação de desconforto, que desaparece com o afastamento da exposição, até alterações crônicas irreversíveis ou mesmo neoplasias. Entre estes dois pólos existe uma gama de alterações funcionais e anatômicas que podem ser parcial ou totalmente reversíveis. Algumas vezes são identificadas através do exame clínico; outras vezes necessitam de testes diagnósticos específicos para serem detectadas, especialmente quando se investiga a doença numa fase evolutiva inicial (WINNER & BLANCHAR, 1981).

Os fatores de risco que causam doenças agudas em geral são identificados facilmente, devido ao surgimento imediato das manifestações clínicas, durante ou logo após a exposição. Nestes casos existe um vínculo óbvio e direto entre o fator de risco e o efeito biológico. Os traumatismos decorrentes de acidentes por falta de segurança nos ambientes de trabalho, de elevada incidência no Brasil, são um exemplo diário desta relação causa-efeito. Segundo dados do INPS, em 1978 o número de acidentes de trabalho registrados no Brasil foi de 1.614.750, dos quais 0,28% resultaram em morte (POSSAS, 1989). Nos últimos anos essas taxas diminuíram devido à subnotificação de casos face a mudanças ocorridas na legislação previdenciária e não pela melhoria das condições de risco nos locais de trabalho, como poderia-se supor (COSTA, 1989).

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 (Fig. 2.1). Para que sejam evitados esses acidentes, bem como as explosões e as intoxicações por gases tóxicos, que serão abordados mais adiante, os grupos de trabalho operando nas unidades de armazenagem devem adotar uma série de medidas preventivas de rotina.

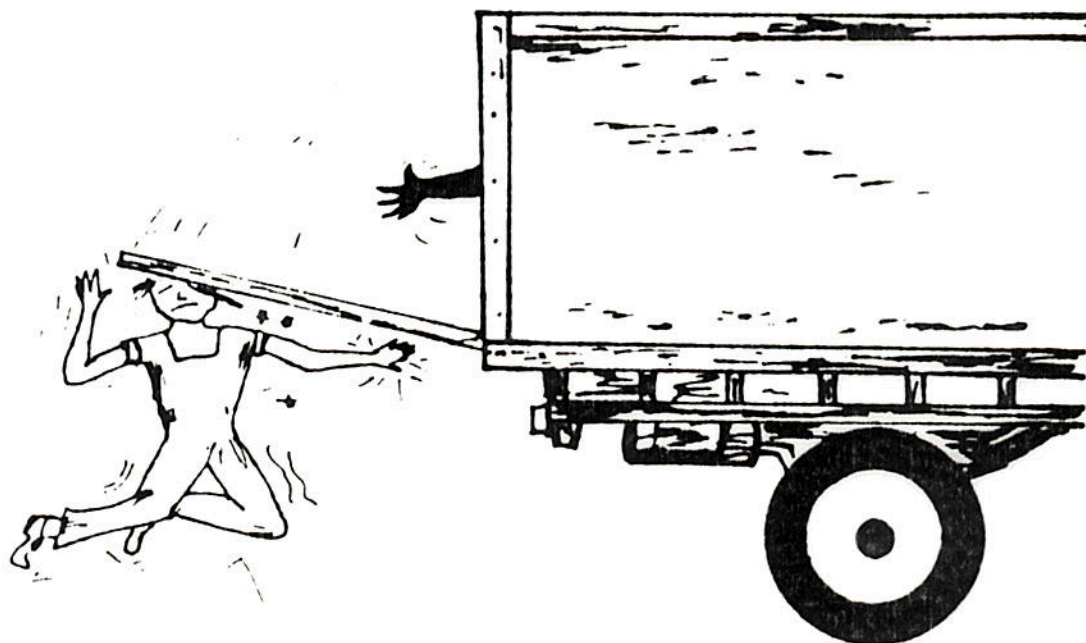


FIG. 2.1 - Acidente na descarga (CESA, 1980).

A Norma Regulamentar NR-5 do Ministério do Trabalho estabelece que a prevenção de acidentes de trabalho é da responsabilidade das chamadas Comissões Internas de Prevenção de Acidentes (CIPAs), que devem ser organizadas ao nível da empresa, mediante a co-participação de representantes dos trabalhadores e do empregador. Uma das funções da CIPA é estabelecer as normas de segurança que visam à proteção do trabalhador em seu âmbito de atividade. Em 1980, a CIPA da CESA publicou um manual de segurança com ilustrações explicativas e com linguagem bastante acessível ao trabalhador, para orientação e treinamento de seu pessoal (CESA, 1980).

Nos silos em que a concentração de poeira atinge níveis elevados, existe o risco de acidentes por explosões. A poeira de grãos é um material sólido combustível, em forma de aerossol. Quando atinge

concentrações elevadas em um ambiente pouco ventilado, entra em combustão após o contato direto com uma fonte de ignição. A partir desta chama ou faísca inicial, a combustão se propaga em todas as direções até consumir instantaneamente todo o material combustível contido na poeira. As ondas de choque provocadas pela explosão causam a destruição das estruturas do silo e danos aos seres vivos que estão próximos. A poeira depositada sobre as maquinárias e o piso são uma fonte secundária de combustão, aumentando ainda mais a extensão do sinistro, que pode atingir proporções imprevisíveis. A combustão da matéria orgânica ainda é favorecida pela presença de gases inflamáveis como o metanol, propanol e o butanol, que são eliminados durante o processo de decomposição dos grãos. Além disso, alguns fumigantes também apresentam componentes inflamáveis, como o dissulfeto de carbono, o dicloro-etileno e a fosfina (ILO, 1980).

Portanto, as possíveis fontes de ignição no ambiente dos silos, como a soldagem de peças metálicas ou a formação de eletricidade estática nos pontos de atrito das maquinárias, devem ser observadas com cuidado. Sob esse aspecto, o hábito tabágico nas dependências internas de um silo é um fator de risco ambiental a ser evitado.

Existem outros fatores de risco que também são encontrados no interior dos silos, como o **calor** excessivo, proveniente das fornalhas do secador. 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 **ruído** intenso e contínuo dos silos é proveniente das peneiras e das correias transportadoras em movimento. Além de alterações psicológicas e de conduta, a exposição prolongada causa danos à estrutura neurossensorial do ouvido interno, podendo levar à perda irreversível da audição.

Quanto às conseqüências da inalação da poeira de grãos, existem manifestações clínicas que aparecem logo após o contato com a mesma, como os sinais e sintomas de irritação das mucosas nasal e conjuntival, ou os sintomas respiratórios sugestivos de asma ocupacional. Na maioria destes casos, o próprio trabalhador estabelece onexo causal, relacionando os sintomas com a exposição à poeira.

Quando se trata de manifestações respiratórias crônicas, decorrentes da exposição prolongada, fica muito mais difícil estabelecer-se a relação causa-efeito devido ao longo período de latência entre a exposição e o surgimento de alterações clínicas e funcionais. A suposição de que os indivíduos expostos à poeira de grãos durante vários anos apresentassem obstrução crônica das vias aéreas só foi comprovada recentemente (CHAN-YEUNG, 1981; ENARSON, 1985). Conforme veremos no decorrer deste trabalho, esta associação é obscurecida pelos múltiplos fatores de confusão que provocam sintomas respiratórios ou alteram o desempenho da função pulmonar de forma semelhante ao fator de risco.

Vejamos a seguir de que forma os contaminantes inaláveis geralmente se apresentam nos ambientes de trabalho e, especialmente, quais deles são encontrados nas unidades de armazenagem de grãos.

## 2.2 - As propriedades da poeira inalável

O ar puro contém 78,09% de nitrogênio e 20,94% de oxigênio em sua constituição. Os restantes 0,97% dos constituintes gasosos da atmosfera são formados por uma quantidade pequena de outros gases orgânicos e inorgânicos, cujas concentrações variam muito pouco, em função da amostra de ar que é analisada. O teor de vapor

d'água contido no ar puro apresenta uma concentração que varia de 1 a 3%. A composição do ar das áreas industriais urbanas e de seus ambientes de trabalho está alterada pela presença de contaminantes que são lançados na atmosfera durante os processos industriais e de combustão. A exposição ocupacional a contaminantes sob a forma de partículas em suspensão é muito freqüente, sendo encontrada nas mais variadas atividades ocupacionais dos setores primário e secundário. Estes contaminantes, misturados aos componentes do ar puro, se apresentam como gases e vapores (**fase gasosa**) ou como aerossóis (**fase dispersa**) (HAMMAD, 1981). São chamadas de **gases** aquelas substâncias que permanecem em estado gasoso nas condições normais de temperatura e pressão. Denomina-se **vapor** a fase gasosa de uma substância que se apresenta na fase líquida ou sólida nas condições normais de temperatura e pressão.

A toxicidade dos gases e vapores para as vias respiratórias depende em grande parte de sua **solubilidade**. O grau de solubilidade de um gás ou de um vapor em água determina a que nível das vias aéreas este contaminante desencadeia uma reação patológica quando o mesmo for inalado. A velocidade com que um gás atravessa a barreira alvéolo-arterial também é determinada por sua solubilidade e por sua velocidade de biotransformação na corrente sangüínea. O coeficiente de solubilidade de um gás no sangue determina a sua taxa de absorção através da barreira alvéolo-arterial. A rapidez de sua transformação em metabólito diminui a sua concentração sangüínea, aumentando assim o seu gradiente alvéolo-arterial, facilitando ainda mais a sua absorção para o sangue. O nível da concentração sangüínea de um gás inalado, portanto, é função de sua velocidade de metabolização.

Um gás altamente solúvel em água como a **amônia** ( $\text{NH}_3$ ) é absorvido rapidamente pela mucosa da nasofaringe e das vias aéreas superiores, provocando uma reação inflamatória intensa que causa obstrução aguda das vias aéreas. A amônia dá sinais de sua presença devido ao seu odor característico, mas esta advertência é inútil na presença de concentrações elevadas, que na maioria das vezes levam ao óbito por asfixia. Acidentes como esse ocorrem pelo rompimento de tubulações contendo amônia, utilizadas nos equipamentos de refrigeração. As unidades de armazenagem que estocam produtos perecíveis, como frutas e legumes, possuem câmaras frigoríficas dotadas de tubulações que contêm a amônia líquida.

Os principais contaminantes em fase gasosa encontrados em ambientes de silos são o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Ambos resultam do metabolismo dos próprios grãos e de outros seres vivos, como fungos e insetos, que se desenvolvem nos locais de armazenagem. Outros gases tóxicos produzidos durante a decomposição de matéria orgânica, como a amônia, o dissulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e o metano ( $\text{CH}_4$ ), aparentemente não atingem concentrações muito elevadas no interior dos silos, sendo mais comuns na decomposição do esterco ou na produção de fertilizantes (COCKCROFT, 1981).

O **dióxido de nitrogênio** ( $\text{NO}_2$ ), por ser um gás pouco solúvel em água, é também pouco absorvido pelas vias aéreas superiores, tendo a propriedade de penetrar até o nível da zona respiratória do pulmão. Ao entrar em contato com as estruturas do tecido alveolar e do interstício pulmonar, provoca uma reação inflamatória que pode resultar em edema agudo de pulmão. A sua absorção sistêmica pode causar hipotensão e meta-hemoglobinemia, devido à formação de nitritos e nitratos. O  $\text{NO}_2$  atinge altas concentrações no interior de silos em que os grãos

foram armazenados recentemente. A partir de um processo de fermentação anaeróbica, os radicais nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) contidos nos grãos, ao reagirem com ácidos orgânicos formam o  $\text{NO}_2$ . A concentração de  $\text{NO}_2$  se eleva logo após o preenchimento do silo com os grãos, atingindo seu pico máximo dentro de um a cinco dias. Permanece no ambiente durante algumas semanas antes de ser eliminado totalmente. A inalação do  $\text{NO}_2$  em concentrações elevadas provoca nos trabalhadores uma síndrome aguda que foi denominada "silo-filler's disease" ("doença dos enchedores de silos"), que se caracteriza por três fases consecutivas em sua evolução. Inicialmente, num período imediatamente posterior à exposição, o indivíduo apresenta tosse e dispnéia intensa que muitas vezes leva ao edema agudo do pulmão. Depois de um período de 2 a 3 semanas assintomático, ou com grau mínimo de dispnéia, o indivíduo entra em uma terceira fase caracterizada por febre, tosse, dispnéia e ocasionalmente cianose. Este estágio evolui para a cura, para a cronificação dos sintomas respiratórios de doença obstrutiva ou para a morte por insuficiência respiratória secundária à bronquiolite fibrosa obliterante (SUMMER & HAPPONIK, 1984).

O gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) não provoca lesões nas vias aéreas ou na barreira alvéolo-arterial, mas diminui a pressão parcial de  $\text{O}_2$  nos espaços alveolares, levando à hipoxemia e, conseqüentemente, a alterações no metabolismo celular do meio interno. Os grãos apresentam atividade biológica como qualquer outro ser vivo, absorvendo o  $\text{O}_2$  e eliminando o  $\text{CO}_2$  como metabólito final de seu processo respiratório. Em silos com ventilação deficiente, o  $\text{CO}_2$  gerado pelo catabolismo dos grãos pode atingir altas concentrações, diminuindo assim a pressão parcial de oxigênio no ar. Vários acidentes fatais por asfixia já foram registrados, devido à exposição

inadvertida de trabalhadores de silos a estes ambientes com baixas concentrações de oxigênio.

Para a prevenção das intoxicações agudas por esses gases é imprescindível que o trabalhador receba a orientação adequada para evitá-las. Nos locais de trabalho deve haver equipes com treinamento básico para atendimento de primeiros socorros. Apesar da importância da exposição a gases nos ambientes dos silos, não será este o fator de risco que analisaremos mais profundamente nesta monografia. Daremos ênfase ao papel que a poeira desempenha como contaminante das unidades de armazenagem.

As poeiras são classificadas como aerossóis. O termo **aerossol** é utilizado para designar partículas sólidas ou líquidas que estão em fase de dispersão na atmosfera e que permanecem em suspensão durante um período prolongado de tempo (CLARKE & PAVIA, 1988). O material disperso é formado por partículas de diâmetro pequeno que se depositam lentamente quando a atmosfera é relativamente estável (MURRAY, 1988). Em termos gerais, os aerossóis se apresentam nas seguintes formas de dispersão:

1. Os **vapores** ou aerossóis de condensação são produzidos a partir de substâncias sólidas que ao serem submetidas a altas temperaturas geram gases que se condensam à temperatura ambiente, formando partículas. Ocorrem principalmente na fundição de metais.

2. As **névoas** ("mists") são originadas de substâncias líquidas à temperatura ambiente e que formam partículas sob ação mecânica (agitação) ou por evaporação e condensação de vapores supersaturados. Ocorrem durante a fumigação de pesticidas sobre as lavouras e na operação de expurgo dos grãos armazenados.

3. A **fumaça** é formada por partículas sólidas e líquidas muito finas, geradas pela combustão de material contendo carbono, como o petróleo, o carvão e a madeira. Está presente em áreas restritas dos silos, pela queima de combustíveis durante a operação de secagem dos grãos.

4. As **poeiras** são produzidas pela fragmentação de material sólido depois de ser submetido a algum tipo de processo mecânico. São encontradas nas operações industriais em que haja trituração ou moagem, ou pela simples movimentação de um material que já esteja fragmentado em partículas pequenas.

As poeiras estão presentes na indústria extrativa e de transformação do carvão, da sílica, do asbesto e de outros minerais, bem como no processamento de matéria-prima vegetal, como é o caso dos grãos de cereais e de leguminosas. As partículas de poeira muitas vezes também contêm moléculas de gases e vapores que ficam a elas adsorvidos (WHO, 1984).

A poeira gerada durante os processos de armazenagem é o principal fator de risco existente nos locais onde atuam os indivíduos que trabalham com grãos. Embora existam os gases potencialmente tóxicos ou até mesmo letais nesses ambientes, sem dúvida alguma o fator de risco preponderante, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, é a poeira. Vejamos algumas propriedades dos aerossóis em geral, antes da abordagem mais específica da ação das poeiras vegetais sobre o sistema respiratório.

**Propriedades dos aerossóis.** O comportamento aerodinâmico das partículas em suspensão no ar é determinado por suas propriedades físico-químicas. O **tamanho**, a **densidade** e a **forma** de uma partícula são as propriedades que mais influenciam a sua velocidade de sedimentação, ou seja, determinam o tempo que as mesmas

permanecem em suspensão depois de lançadas na atmosfera. Determinam também a chance de uma partícula ser inalada e penetrar nas vias aéreas.

Os mecanismos de penetração das partículas nas vias aéreas foram compreendidos a partir de estudos experimentais que analisaram as características dinâmicas dessas partículas. Uma partícula fica sujeita à ação de duas forças quando é lançada no ar: a força da gravidade, que obviamente determina a sua queda, e uma força oposta a esta, oferecida pela resistência dinâmica das moléculas do ar. A composição destas duas forças estabelece a velocidade de sedimentação da partícula, também chamada de **velocidade terminal de deposição**. Através de técnicas de amostragem ficou comprovado que as partículas com diâmetro acima de 50 micrômetros se depositam rapidamente. As partículas com diâmetro menor do que 10 micrômetros, além de permanecerem mais tempo em suspensão, possuem características aerodinâmicas que facilitam a sua penetração nas vias aéreas. As partículas com maior chance de vencer o mecanismo brônquico de filtração aerodinâmico e chegar aos alvéolos são aquelas com 1 a 2 micrômetros de diâmetro. A definição que mais convém ao estudo das partículas inaláveis é a do chamado **diâmetro aerodinâmico equivalente**, por possibilitar um tratamento físico-matemático mais simples e abrangente para as partículas que penetram nas vias aéreas.

Segundo as normas da ABNT, o diâmetro aerodinâmico de uma partícula 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 amostras de material particulado geralmente apresentam uma distribuição heterogênea, ou seja, contêm um variado número de partículas, de diferentes formas e tamanhos. Assim sendo, o conceito de diâmetro aerodinâmico equivalente, embora seja muito útil para definir uma partícula isolada, não é suficiente para caracterizar todo o material particulado contido em uma amostra. Também é necessário definir a distribuição dos diferentes diâmetros das partículas na amostra, ou seja, o **grau de dispersão** da amostra. Quando o diâmetro das partículas obedece uma distribuição normal (curva de Gauss), o método estatístico pode ser utilizado para descrever e analisar esta distribuição. Entretanto, na maioria dos aerossóis, o tamanho das partículas não segue uma distribuição normal porque as partículas maiores depositam-se rapidamente logo após serem geradas, ficando excluídas da amostra. Se transformarmos os valores dos diâmetros das partículas em seus logaritmos estaremos criando uma nova variável que na maioria das vezes apresenta uma distribuição normal, ou melhor, logarítmica normal ou log-normal (GUEDES, 1988). Assim sendo, quando os valores correspondentes aos diâmetros das partículas forem plotados na ordenada de um gráfico que esteja graduada em escala logarítmica, e que tenha na abscissa a frequência cumulativa do número de partículas, a função resultante será linear (HATCH & GROSS, 1964).

Outros fatores menos importantes que alteram a velocidade terminal de uma partícula são a sua densidade e a turbulência de ar no ambiente.

O **nível de concentração das partículas** e o tempo de atividade ocupacional são os indicadores que permitem estimar a **dose de exposição** a que um trabalhador ficou exposto. Para medir a concentração de poeira no ambiente é realizada a coleta de um volume de ar conhecido que passa através de um filtro ou outro tipo de monitor onde

as partículas ficam retidas. Posteriormente, o material coletado é pesado em uma balança de precisão para a determinação da concentração de poeira no ambiente e complementada pela análise qualitativa dos seus componentes físicos, químicos e biológicos (Capítulos 3 e 4).

As partículas inaladas possuem características físico-químicas, como a sua morfologia, composição química, solubilidade e atividade biológica, que determinam as agressões exercidas sobre o sistema respiratório. Várias publicações de circulação internacional (NIOSH, 1973; WHO, 1984) e também nacionais (COLASSIOPO, 1989) explicam detalhadamente as propriedades aerodinâmicas dos aerossóis.

### 2.3 - A natureza da poeira de grãos

As características quantitativas e qualitativas das partículas de poeira total dos grãos vegetais já foram investigadas anteriormente em diversos estudos ambientais. No entanto, existem poucos estudos avaliando especificamente as características da fração inalável dessa poeira (BRAIN, 1980), que é constituída por substâncias potencialmente tóxicas, irritantes ou alergênicas para o sistema respiratório (PEPYS, 1980).

Do ponto de vista **quantitativo**, a poeira total produzida em um silo equivale aproximadamente a 0,5% da massa dos grãos movimentados. A fração de poeira respirável no ambiente dos silos é estimada em 40% da poeira total, ou seja, 0,2% da massa total dos grãos (YOSHIDA, 1980). O sistema de ventilação elimina grande parte dessa poeira para o ambiente externo do silo, mas não consegue suprimi-la totalmente, por mais eficiente que seja o seu poder de vazão.

As partículas de grãos apresentam uma distribuição de diâmetro aerodinâmico equivalente que corresponde à distribuição logarítmica normal. A maior parte destas partículas apresentam um diâmetro acima de 50 micrômetros. Por ação da gravidade estas partículas maiores se depositam rapidamente na porção interna do silo, acumulando-se sobre a superfície dos pisos e dos equipamentos. A poeira mais fina, principalmente aquela com diâmetro abaixo de 10 micrômetros, torna-se passível de ser inalada por permanecer em suspensão no ambiente durante mais tempo. Em 1977, YOSHIDA (1980) estudou em silos do Canadá as propriedades aerodinâmicas da poeira de grãos em um campo gravitacional. Concluiu que 75% das partículas caíam por ação da gravidade imediatamente após a sua formação, enquanto 25% permaneciam em suspensão no ambiente dos silos.

A poeira de grãos ainda não tem o seu **limite de tolerância** estabelecido de maneira definitiva. A American Conference of Governmental and Industrial Hygienists (ACGIH), entidade dos Estados Unidos que congrega o parecer oficial dos higienistas industriais daquele país, considerava até 1984 a poeira de grãos como um aerossol sem efeitos biológicos comprovados ("nuisance dust"). Nestes casos, os valores preconizados para o LT seriam de  $10\text{mg}/\text{m}^3$  para a poeira total e de  $5\text{mg}/\text{m}^3$  para a poeira respirável (LIAM FINN, 1980).

Quando o conteúdo de sílica de uma amostra de poeira estiver acima de 1%, este valor deve ser corrigido através da fórmula:

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

A unidade de medida é expressa em  $\text{mg}/\text{m}^3$ , onde %  $\text{SiO}_2$  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 inalável a fórmula preconizada é:

$$LT = 10 / (\% \text{ SiO}_2 + 2)$$

Conforme esta fórmula, em uma amostra que não contenha sílica, o limite de tolerância previsto para a poeira inalável é de  $5\text{mg}/\text{m}^3$ . Estas recomendações, porém, não levam em conta o fato de que certas reações de hipersensibilidade, que se manifestam clinicamente como asma brônquica ou alveolite alérgica extrínseca, ocorrem face a concentrações de poeira abaixo destes limites. Até 1980 o limite de tolerância estabelecido para a poeira de grãos vegetais obedecia a estes critérios, devido à escassa comprovação científica que demonstrasse a nocividade dessa poeira. Antes do final desse mesmo ano, diversos estudos transversais em populações de trabalhadores expostos à poeira de grãos foram publicados, demonstrando que havia uma prevalência aumentada de sintomas respiratórios e de alterações da função pulmonar nesses indivíduos (DO PICO, 1977; BRODER, 1980). Entretanto, estes trabalhos não estabeleciam uma correlação entre as concentrações de poeira no ambiente e os achados clínicos encontrados. SHERIDAN et al. (1980) tentaram estimar a dose cumulativa de exposição através do tempo de exposição à poeira. Não encontraram maior prevalência de tosse ou expectoração nos grupos expostos a longo tempo em relação aos novatos, a não ser uma prevalência maior de dispnéia aos esforços no grupo de veteranos. Quanto à função pulmonar, encontraram diferenças significativas somente na categoria dos fumantes, onde este fator pode confundir a interpretação dos resultados.

Posteriormente, dois estudos consideraram os resultados de avaliações quantitativas no ambiente de trabalho para estabelecer uma relação dose-resposta com os achados clínicos. Em 1982, COREY et al. compararam os resultados da variação dos parâmetros da função pulmonar durante uma jornada de trabalho com os níveis de concentração médios de poeira observados nos mesmos locais. Concluíram que 50% dos indivíduos expostos avaliados apresentavam diminuições dos fluxos respiratórios ( $V_{max}$  25% e  $V_{max}$  50%), sendo que o grau de diminuição destes parâmetros era inversamente proporcional à concentração de poeira respirável a que os indivíduos estavam expostos. De 1975 a 1981, CHAN-YEUNG et al. (1984) realizaram no Canadá um estudo longitudinal controlado durante cinco anos para avaliar as alterações da função pulmonar em uma coorte de trabalhadores de grãos. Foi constatado que o decréscimo anual da função pulmonar observado durante o período de estudo foi mais acentuado 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  $10\text{mg}/\text{m}^3$ . Três anos mais tarde, após a introdução de novas medidas de controle ambiental, apenas 11% das amostras apresentavam valores acima de  $10\text{mg}/\text{m}^3$ , 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  $3\text{mg}/\text{m}^3$ , o que denota a eficiência (mas não a eficácia) das medidas ambientais adotadas. Estes resultados demonstraram que apesar da diminuição para níveis de poeira total bem abaixo da concentração-limite de  $10\text{mg}/\text{m}^3$ , 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 (1982) e CHAN-YEUNG (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. Estes resultados provavelmente contribuíram para que o ACGIH fixasse em  $4\text{mg}/\text{m}^3$  o valor do limite de tolerância da poeira total 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).

**Estudos ambientais** evidenciam que a concentração de poeira em diferentes locais de um silo tem uma grande variação em função do tipo de operação que está sendo realizada no local e do tipo de grão que está sendo processado.

Na área de recebimento foram encontradas as partículas maiores ( $108\ \mu\text{m}$ ). O maior número de tricomas (ver adiante) foi encontrado em amostras da área de expedição. A fração de poeira inalável foi de 44% da poeira total na área de recebimento, 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, 1980).

Na década de 1970 foram iniciados vários estudos ambientais em silos elevados de diferentes províncias do Canadá. O principal método de coleta utilizado foi através do coletor gravimétrico de uso individual.

Estes estudos demonstraram que, em determinados pontos, as concentrações observadas excediam em muito o limite de tolerância previsto para a poeira de grãos (LIAM FINN, 1980).

Na avaliação realizada por YOSHIDA em 1977, os valores de concentração de poeira total nas moegas variaram de 10 a  $40\text{mg}/\text{m}^3$ , mas alcançaram valores até  $840\text{mg}/\text{m}^3$  em alguns pontos internos do silo. FARANT (1980) encontrou valores de poeira total que variaram de 0,18 a  $781\text{mg}/\text{m}^3$  em 754 amostras coletadas em 17 silos. Nesses mesmos locais, a poeira inalável variou de zero a  $76,3\text{mg}/\text{m}^3$ . Os níveis relativamente baixos de concentração de poeira nas moegas em relação ao interior do silo são devidos à ventilação natural existente nestes pontos de recebimento localizados em áreas semi-abertas. Este deslocamento do ar ambiental determina um fator de erro na captação das partículas pelo coletor gravimétrico, subestimando o valor real da concentração de poeira.

Todos os grãos que entram nos silos passam por **túneis de recepção** localizados no subsolo. Nesses locais já foram encontrados os níveis mais elevados de concentração de poeira total de grãos, atingindo uma média de  $109\text{mg}/\text{m}^3$ . Felizmente os trabalhadores ficam nestes locais de pouca ventilação por um período curto de tempo. Este, porém, não é o caso das **galerias dos andares superiores** do silo, onde os trabalhadores que realizam a manutenção das correias transportadoras estão em contato com níveis de concentração elevados. Em alguns pontos de transferência dessas áreas já foram encontradas concentrações em torno de  $1.000\text{mg}/\text{m}^3$ , limiar em que o risco de explosões aumenta consideravelmente (FARANT, 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.

A poeira inalável apresenta uma constituição heterogênea representada por uma variedade de substâncias orgânicas e minerais, cujos componentes principais são:

1. fragmentos dos próprios grãos e de outros resíduos vegetais, provenientes da lavoura;

2. partículas de sílica, provenientes do solo da lavoura de onde os grãos foram colhidos;

3. várias espécies de fungos e bactérias, bem como suas toxinas;

4. fragmentos e dejetos de insetos e ácaros que colonizam os grãos;

5. resíduos de pêlos, penas e fezes de roedores e aves, que se utilizam dos grãos estocados como fonte de alimentação;

6. aditivos químicos como pesticidas e herbicidas acrescentados aos grãos antes da colheita e durante a estocagem.

Nos estudos ambientais realizados em silos, poucas referências são feitas a respeito da **morfologia** das partículas. Em amostras da fração inalável da poeira de grãos, analisadas através da microscopia eletrônica (**Fig. 2.2**), foi detectada a presença de fibras com diâmetro de 5 a 10 micrômetros e com 100 a 200 micrômetros de comprimento, denominadas de **tricomias**, e que estavam presentes principalmente na poeira de trigo e de cevada. Essas fibras se assemelham morfológicamente



FIG. 2.2 - Partículas de grãos ao microscópio eletrônico (YOSHIDA, 1980, p.450)

(mas não em sua composição química) às fibras de asbesto, um silicato que ao ser inalado pode levar à fibrose pulmonar ou a neoplasias pulmonares e pleurais. Não existe nenhuma comprovação, até o momento, de que as fibras orgânicas da poeira de grãos desencadeiem um processo de toxicidade celular semelhante à dos silicatos fibrosos. A concentração destas fibras orgânicas na poeira dos grãos chega até a 30% do número total de partículas coletadas em amostras de poeira inalável. Os sistemas de ventilação local são capazes de diminuir estas concentrações para valores abaixo de 2%.

São também encontradas na poeira inalável dos grãos partículas de forma globular, de 10 a 40 micrômetros de diâmetro, constituídas de hidratos de carbono. Algumas partículas orgânicas da poeira vegetal ricas em hidratos de carbono apresentam propriedades higroscópicas, ou seja, absorvem água das mucosas

respiratórias aumentando de volume depois de serem inaladas. Por este motivo são eliminadas com mais facilidade do que as partículas em suspensão de igual tamanho que não são higroscópicas (YOSHIDA, 1980). Entre as partículas não respiráveis são encontrados resíduos de forma alongada, visíveis à microscopia ótica e que são provavelmente originadas de fragmentos da parede celular dos grãos, como sugeriu DASHEK (1986), que detectou, através de método colorimétrico, a presença de glicoproteínas próprias da parede celular em lavados de poeira de grãos.

Partículas de **sílica**, principalmente cristais de quartzo, são provenientes provavelmente do solo de onde o grão foi colhido. Outra fonte de partículas minerais é proveniente da sílica contida na parede celular de alguns cereais e que é liberada devido à abrasão sofrida pelos grãos em movimento.

Quanto maior o grau de limpeza dos grãos armazenados, menor é o conteúdo de sílica e de material inorgânico que o mesmo contém. FARANT (1980) encontrou na poeira inalada produzida em silos de pequeno porte, que recebiam o grão recém trazido da lavoura, um conteúdo de quartzo de 6,5%. Quando os grãos eram submetidos a uma operação de limpeza antes do recebimento em silos de grande porte, as médias do conteúdo de sílica foram menores, atingindo em torno de 2,1%.

Através de métodos analíticos, 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 irrelevante. Estes resíduos são originários do solo, de pesticidas agrícolas ou dos equipamentos utilizados na colheita.

**A microflora e a microfauna dos grãos.** A exposição à poeira de cereais desencadeia reações de hipersensibilidade alérgica, o que é evidenciado pela frequência de sintomas de conjuntivite, rinite, dermatite, obstrução aguda das vias aéreas e alveolite alérgica extrínseca em trabalhadores expostos à poeira orgânica.

Certos microorganismos que proliferam na poeira apresentam um reconhecido potencial alergênico para o homem. Estudos ambientais comprovaram que na poeira inalável de grãos existe uma variada microflora e microfauna de bactérias, fungos, Actinomicetos e ácaros. Um dos métodos de coleta mais eficientes, o de impactação em cascata através de um coletor microbiológico de seis estágios, encontra-se relatado mais adiante (Capítulo 4).

A composição heterogênea da poeira de grãos forma um substrato orgânico ideal para o crescimento de diferentes espécies de fungos. 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 contém os microorganismos próprios da lavoura, que podem ser inalados pelo manobrista. O agricultor que utiliza uma ceifadeira manualmente também está sujeito ao mesmo risco, embora em grau quantitativamente menor.

Na lavoura existe uma microflora própria, onde proliferam espécies saprófitas e fitopatogênicas para os cereais. Na maioria das vezes esta microflora é o produto da degeneração de uma microflora nativa que sofreu alterações em seu nicho ecológico original devido a fatores humanos. O principal deles é o uso indiscriminado de agrotóxicos, que pode selecionar espécies

fitopatogênicas resistentes ou facilitar a proliferação de certas espécies saprófitas.

Analisando amostras de poeira em suspensão oriundas da colheita de cereais no Canadá, LACEY (1980) constatou que continham inúmeros esporos de fungos, sendo que mais da metade eram do gênero **Cladosporium sp.** Outros encontrados com frequência foram **Alternaria sp.**, **Verticillium sp.**, **Epicoccum sp.**, **Puccinia sp.** e **Ustilago sp.** Estas espécies colonizam ou parasitam os grãos desde a lavoura até o seu transporte para as unidades de armazenagem.

Habitualmente durante a estocagem há uma mudança qualitativa da microflora. As espécies que estavam presentes antes da estocagem declinam e são substituídas por outras. O método de estocagem, as condições de temperatura, ventilação e umidade do interior do silo são alguns dos fatores que determinam esta mudança.

A maioria das espécies de fungos crescem em ambientes com umidade relativa acima de 75%. Para diminuir o risco da contaminação, os grãos estocados são mantidos em ambientes com uma umidade relativa abaixo deste valor, o que torna ainda menos freqüente a proliferação de bactérias, que para se desenvolverem em grande escala necessitam um teor de umidade acima de 90%.

Em silos fechados e com pouca ventilação o crescimento de fungos e bactérias fica inibido, a não ser pelo eventual contato com o ar externo devido à movimentação do estoque. A presença de umidade nestes 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 microorganismos aeróbicos (LACEY, 1980).

A microflora em suspensão no ambiente dos silos é, portanto, um reflexo das condições de armazenagem. Estas variações da microflora dos grãos estocados foi comprovada através de estudos ambientais em diferentes regiões.

Em silos da Inglaterra, utilizados para a estocagem de cevada, foram encontrados na poeira em suspensão: *Penicillium sp.*, *Aspergillus fumigatus*, *Absidia sp.*, *Mucor sp.* e Actinomicetos como *Humicola lanuginosa* e *Mycropolyspora faeni*. Cada uma destas espécies predominava sobre as demais quando variavam as condições de temperatura e movimentação diária da massa de grãos. Os Actinomicetos, por exemplo, proliferavam quando a temperatura era elevada e a movimentação mínima, porque essas condições facilitam o crescimento desses microorganismos devido a suas propriedades de termofilia e de anaerobiose (LACEY, 1980).

A medida da concentração de esporos viáveis na poeira de grãos foi realizada por FARANT (1980) no Canadá, através da avaliação quantitativa e qualitativa da poeira em 31 silos de diferentes regiões do país, no momento em que recebiam cereais recém trazidos da colheita.

Foram encontrados esporos de fungos em todas as coletas realizadas. Houve, porém, uma variação significativa na concentração de esporos no ar, de  $0.11 \times 10^6$  a  $0.96 \times 10^9$  esporos/m<sup>3</sup>. Os níveis mais elevados ocorreram em silos com sistemas de ventilação deficientes. Os esporos 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.

Segundo afirmação de LACEY (1980), o conteúdo microbiológico da poeira de grãos é "variável e variado". Como várias espécies são patogênicas, alergênicas ou tóxicas para o homem, supõe-se que diferentes microorganismos causem os mesmos sintomas respiratórios, ou então que o mesmo microorganismo cause diferentes sintomas. As tentativas realizadas para esclarecer estas correlações são ainda inconclusivas, devido à multiplicidade de antígenos presentes na poeira dos grãos e a complexidade de mecanismos imunológicos que ainda não foram completamente elucidados. 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 causam também reação de hipersensibilidade tipo III, como **Aspergillus sp.** e **Micropolyspora faeni** (LACEY, 1980), ou mesmo infecção micótica, como **Absidia corymbifera** e **Mucor pusillus**. A presença de Actinomicetos termofílicos, como a **M. faeni** em grãos estocados é importante devido ao risco dos mesmos desencadearem alveolite alérgica extrínseca quando estes esporos formam partículas com diâmetros menores que 5  $\mu\text{m}$ .

Em 1969, CHANNEL descreveu a alveolite alérgica extrínseca em trabalhadores de malte após manipularem grãos contaminados com esporos de **Aspergillus sp.** A movimentação desses grãos provocava a formação de densas nuvens de esporos e a sua inalação maciça.

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, 1980).

Alguns fungos produzem **micotoxinas**, que apresentam patogenicidade comprovada, tanto para o homem como 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). Embora a principal porta de entrada da intoxicação por micotoxinas seja a via digestiva, as mesmas já foram identificadas em partículas inaláveis de poeira de milho (SORENSEN, 1986; BURG, 1981). PALMGREN (1986) separou os esporos dos micélios de fungos contidos nas partículas inaláveis de grãos para comparar os seus conteúdos de micotoxinas. Concluiu que nos esporos destes fungos havia uma concentração aumentada de aflatoxinas e de ácido D-secalônico, este último uma hepatotoxina produzida pelo *Penicillium oxalicum*.

SORENSEN (1986) demonstrou, através de um estudo laboratorial, a citotoxicidade de duas micotoxinas, a T-2 e a patulina, para os fagócitos alveolares.

A endotoxina de uma bactéria gram-negativa, a *Erwinia herbicola*, pode causar doença broncopulmonar em trabalhadores de cereais (DUTKIEWICZ, 1985). Uma concentração elevada de toxinas de bactérias gram-negativas foi relatada na poeira inalável do arroz, em comunidades rurais na China (LACEY, 1980; OLENCHOCK, 1984).

Esses resultados não são suficientes para que estes agentes biológicos e suas toxinas sejam apontados como os únicos fatores causais de doenças causadas pela exposição à poeira de grãos. Mais pesquisas serão necessárias para determinar esses agentes causais em

diferentes situações, considerando-se as peculiaridades sazonais e geográficas de cada amostragem. Essa relação causa-efeito só será consistente quando os agentes detectados no ambiente tiverem a comprovação do seu efeito tóxico ou alérgico através de testes biológicos específicos, como os testes imunológicos ou os testes de provocação, cuja utilização será discutida sucintamente no Capítulo 6.

### 3 - AVALIAÇÃO E CONTROLE DA POEIRA INALÁVEL

#### 3.1 - Penetração e deposição de partículas nas vias aéreas

As poeiras são visualizadas mais facilmente do que os gases e vapores, o que torna imediata a sua identificação no ambiente de trabalho. A poeira vegetal quando em contato com a pele ou mucosas desencadeia sintomas agudos como prurido, espirros, coriza ou tosse. Aparentemente é a poeira mais grosseira, visível a olho nu, a que causa maior preocupação para o leigo quanto à sua nocividade. Muitos supõem que essa seja a poeira que cause doenças respiratórias. No entanto, esta suposição, apoiada somente numa impressão visual, perde seu fundamento quando analisamos o tipo de partícula que penetra nas vias aéreas inferiores. Em um aerossol, além das partículas visíveis existem partículas muito menores, com diâmetro abaixo de 10 micrômetros, que são invisíveis a olho nu. São estas partículas de poeira que representam maior risco para os trabalhadores expostos, por penetrarem profundamente nas vias aéreas, podendo atingir os espaços alveolares.

Portanto, nuvens de poeira com a mesma aparência visual podem ser diferentes quanto à agressão que provocam nas vias aéreas por não conterem a mesma quantidade de poeira inalável. Por outro lado, quando não são visualizadas nuvens grosseiras de poeira no ambiente de trabalho, isto não significa que o mesmo esteja necessariamente isento de poeira inalável.

Para entender os efeitos da exposição à poeira é necessário antes compreender a forma como as partículas inaladas se depositam e são eliminadas das vias aéreas. Isto acontece em função de três aspectos, que são os seguintes:

1. as características físico-químicas das partículas;
2. a estrutura anatômica das vias aéreas;
3. o fluxo nas vias aéreas e a frequência respiratória.

A agressão provocada pela inalação dos aerossóis é determinada principalmente pelo tamanho, forma, toxicidade e níveis de concentração das partículas. Essas propriedades físico-químicas determinam a penetração das partículas nas vias aéreas e a sua ação patogênica sobre o sistema respiratório, conforme já comentado no Capítulo 2. Vejamos agora como a distribuição anatômica das vias aéreas influencia o mecanismo de deposição das partículas que penetram em seu interior e quais os mecanismos de defesa que o sistema respiratório utiliza para fazer frente a esta agressão. Para efeito de estudo da deposição das partículas, o sistema respiratório pode ser dividido em três compartimentos anatômicos:

1. a **nasofaringe**, que inicia na porção anterior das narinas e que se estende até o nível da faringe ou da epiglote;
2. a **traquéia** e a **árvore brônquica**, que iniciam ao nível inferior da laringe, estendendo-se através dos brônquios segmentares e subsegmentares até chegar aos bronquíolos terminais;
3. os **ácinos pulmonares**, que são as estruturas anatômicas localizadas distalmente aos bronquíolos

terminais e constituídos pelos bronquíolos respiratórios, os ductos e sacos alveolares e os alvéolos.

As vias aéreas superiores formam um sistema eficiente de filtragem das partículas inaladas. Um processo de impactação das partículas se processa sobre a mucosa da nasofaringe, devido à barreira formada pelo filtro dos pêlos nasais. A conformação anatômica do vestíbulo nasal e do meato médio e a angulação da parte anterior da nasofaringe causam um turbilhonamento no ar inalado que facilita a retenção das partículas por impactação sobre a superfície das mucosas. A maioria das partículas entre 5 a 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro ficam retidas nesta porção anatômica, enquanto as partículas menores penetram nas vias aéreas inferiores.

Conforme o modelo anatômico simétrico proposto por WEIBEL, as vias aéreas se subdividem de forma dicotômica, sendo cada subdivisão designada por uma **geração** brônquica. Portanto, as vias aéreas inferiores se estendem desde a traquéia (geração "zero"), até os bronquíolos terminais (geração de ordem 16). Segundo outros autores, esta subdivisão obedece a um padrão de ramificações axiais em torno e ao longo de um eixo monopódico principal.

Quanto mais se estreitam as vias aéreas, mais aumenta a área total de sua seção transversal. As vias aéreas mais calibrosas são as que oferecem maior resistência global ao fluxo aéreo, a esse nível ocorre turbulência, principalmente nas zonas de bifurcação brônquica (**Fig. 3.1**).

A turbulência do fluxo aéreo aumenta com o exercício e com a inspiração profunda e rápida, conforme foi mostrado por BROWN, em 1931 (HATCH, 1964). Portanto, um trabalhador efetuando esforço físico intenso aumenta a

sua frequência respiratória e seu volume de ar corrente, estando teoricamente mais sujeito a reter as partículas que inala em suas vias aéreas de maior calibre. Nas vias aéreas mais periféricas o fluxo torna-se laminar, fazendo com que as partículas de diâmetro pequeno se depositem por sedimentação ou pelo movimento Browniano (Fig. 3.1).

FIG. 3.1 - Penetração e deposição de partículas nas vias aéreas (MURRAY, 1988).

Para FRASER & FARE (1970), os ácinos são unidades anatômicas que se estendem desde os primeiros bronquíolos respiratórios (geração de ordem 17) até os alvéolos (geração de ordem 23). O ácino é a unidade funcional e anatômica do pulmão, constituída por bronquíolos respiratórios, ductos e sacos alveolares. As trocas gasosas entre os meios externo e interno ocorrem a esse nível, através da barreira alvéolo-arterial, que é composta por membrana alveolar, interstício pulmonar e endotélio vascular da rede veno-capilar. Um ácino é aerado por um bronquíolo terminal, nível de ramificação brônquica que demarca uma zona anatômica de transição, em que a estrutura brônquica passa a respiratória, alveolar. O comprimento de um ácino, desde a parte distal do seu bronquíolo terminal até o alveólo que está mais distante de si, é de aproximadamente 5mm.

Uma vez em contato com a mucosa brônquica ou com a superfície alveolar, as partículas normalmente tendem a ser eliminadas pela ação conjugada de três mecanismos de defesa das vias aéreas, que são o mecanismo de limpeza mucociliar, o refluxo de tosse e o mecanismo de limpeza alveolar.

A eliminação das partículas inaladas é realizada principalmente pelo mecanismo mucociliar, que carrega as mesmas até o nível da glote, onde são deglutidas ou expectoradas juntamente com a secreção traqueo-brônquica.

Algumas dessas partículas ultrapassam esses mecanismos de defesa, penetram através da membrana alvéolo-arterial e alcançam o interstício pulmonar, de onde são removidas pelo sistema linfático.

Não entraremos em mais detalhes sobre estes mecanismos, cuja eficiência na eliminação das partículas inaladas foi comprovada através de estudos experimentais

descritos por vários autores. Ressaltamos apenas que os contaminantes inaláveis agredem o sistema respiratório a ponto de tornarem estes mecanismos ineficientes no cumprimento de sua tarefa de eliminação das partículas. A gravidade deste comprometimento depende do tipo de contaminante inalado e da intensidade ou do tempo de exposição.

Uma vez que a lesão se estabeleça, o indivíduo que permanecer exposto terá progressivamente reduzida a sua capacidade funcional e ficará sujeito a apresentar evolução desfavorável. Outros fatores biológicos inerentes ao próprio hospedeiro, como as doenças obstrutivas crônicas, as formas intermediárias da deficiência de anti-proteases ou então seqüelas de pneumopatias prévias, podem também comprometer a eficiência do sistema de defesa respiratório.

O grau de penetração e deposição das partículas nos três compartimentos do sistema respiratório é, a grosso modo, maior, quanto menores forem os diâmetros aerodinâmicos equivalentes dessas partículas. A maioria das que têm diâmetro aerodinâmico equivalente acima de 10 micrômetros ficam retidas na nasofaringe. As partículas com diâmetro aproximado de 1 a 2 micrômetros apresentam maior penetração em nível alveolar, mas essa propriedade diminui para as partículas com diâmetro em torno de 0,5 micrômetros. Na medida em que as partículas apresentam diâmetros ainda menores do que esse, volta a haver novamente uma maior deposição sobre a superfície alveolar, devido a uma associação entre o movimento Browniano e o processo de difusão das partículas (WHO, 1984).

As **partículas de grãos** se depositam, em sua maior parte, na nasofaringe, de onde são eliminadas pelo mecanismo mucociliar. Provavelmente aconteça o mesmo com

a grande maioria das partículas de poeira de grãos que conseguem penetrar na árvore respiratória (aproximadamente 99% do total). O mecanismo de eliminação das partículas que atingem o compartimento alveolar, porém, atua diferentemente. Das partículas ali depositadas, 40% são eliminadas rapidamente, em um período médio de 24 horas. A maior parte delas são fagocitadas pelos macrófagos e transportadas pelos mesmos até a zona de ação do tapete mucociliar. Outros 40% são eliminados por esta mesma via através de um processo mais lento, que tem uma vida média de 360 dias. Os 20% restantes são partículas que 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, contudo, retidas por tempo indefinido nos linfonodos regionais; somente 10% delas atingem a circulação sanguínea através do ducto linfático (BRAIN & MOSIER, 1980).

### 3.2 - Por que avaliar o ambiente de trabalho?

O grau de patogenicidade de determinado aerossol para as vias aéreas no ambiente de trabalho é avaliado através da coleta de material particulado inalável e de sua análise posterior em nível laboratorial.

O objetivo principal de coletar amostras de aerossóis nos ambientes de trabalho é **identificar a natureza e estimar a concentração dos contaminantes do ar inalado** pelos trabalhadores. Os resultados dessas avaliações permitem afirmar se o trabalhador está ou não exposto ao risco de adquirir uma doença pulmonar ocupacional. Este julgamento é feito através da comparação quantitativa das concentrações obtidas do ambiente com padrões estipulados para cada contaminante,

denominados **limites de tolerância**. Segundo a definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1989), 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". Abaixo do limite de tolerância não existiria, teoricamente, risco significativo de toxicidade ao contaminante para os indivíduos expostos. A concentração a ser comparada ao limite de tolerância é "a 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 coleta das amostras ( $T_i$ ); o índice "i" representa o gênero de cada amostra.

A fórmula abaixo expressa a média ponderada pelo tempo (COLASSIOPO, 1989):

$$\text{MPT} = (C_i \times T_i) / T_i$$

Outra forma de utilização da avaliação ambiental é no **monitoramento das medidas de controle** que estão sendo utilizadas para diminuir os níveis de concentração do contaminante. A eficácia de um sistema de controle ambiental sobre uma fonte de emissão de poeira é avaliada através da concentração do contaminante que permanece no ambiente de trabalho após a instalação deste sistema.

Uma terceira utilidade da coleta de poeira ambiental é a obtenção de material antigênico para a **produção de extratos de antígenos** utilizados em testes imunológicos específicos. O antígeno que se deseja isolar é extraído laboratorialmente da poeira inalável ou total e depois diluído em concentração salina ou em água destilada.

A avaliação deve representar o mais fielmente possível a poeira inalada pelos trabalhadores. Os resultados de uma avaliação ambiental apresentam uma grande variação em função da metodologia de coleta utilizada e 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 industrial é aparentemente contínuo (ROACH, 1973). As variações não ocorrem 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 exposto 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 das fontes de geração de poeira. 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.

A maioria dos equipamentos para coleta de aerossóis inaláveis simulam o processo de penetração das partículas no sistema respiratório e funcionam segundo os mesmos princípios aerodinâmicos que determinam a deposição das partículas nas vias aéreas.

Os instrumentos de coleta são formados basicamente por um **sistema coletor**, uma **bomba de sucção**, um **medidor de fluxo** e uma **fonte de energia** para o seu funcionamento. Quando o objetivo é amostrar a poeira inalável, um dispositivo denominado **sistema pré-coletor** é adaptado ao equipamento de coleta. O sistema pré-coletor retém a poeira não-respirável (acima de 10  $\mu\text{m}$  de

diâmetro), possibilitando que o sistema coletor absorva somente a porção respirável de poeira.

Para fins de amostragem, a "poeira respirável" é definida operacionalmente como a fração de material particulado que fica retido no sistema coletor, que pode ser um filtro ou um estágio de impactação, depois que um fluxo de ar conhecido passou através do sistema de pré-coleta.

O mesmo coletor permite a coleta de poeira total e de poeira inalável. A separação da fração respirável da massa total de poeira é realizada quando o objetivo da coleta é a avaliação do risco de penetração e deposição das partículas nas vias respiratórias periféricas. Quando se deseja dosar somente a poeira total, que em certo grau atinge as vias respiratórias superiores, o sistema pré-coletor simplesmente não é adaptado ao sistema de coleta. Portanto, as partículas que se depositam no sistema pré-coletor e as que ficam retidas no sistema coletor são, respectivamente, as que se depositam nas vias aéreas superiores e as que podem penetrar na zona à jusante do bronquíolo terminal.

Os métodos de amostragem existentes são vários, mas somente alguns deles são disponíveis em nosso meio. A escolha do método mais indicado para cada situação de exposição é determinada pelo propósito da amostragem, pelas propriedades das partículas e pelo processo de análise qualitativo que será utilizado.

Os métodos de avaliação se classificam em **quantitativos**, quando estimam a concentração ou o número de partículas por volume de ar, e **qualitativos**, quando analisam o conteúdo do material coletado. O método de avaliação ambiental pode ser **individual** ou "**de área**", conforme se queira avaliar a exposição de um trabalhador

ou de uma determinada área da planta industrial. Cada um destes enfoques exige estratégias e procedimentos diversos durante a coleta (WHO, 1980).

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

### 3.3 - Métodos de avaliação ambiental

#### 3.3.1 - Coleta gravimétrica (ciclone)

Alguns pré-coletores funcionam de acordo com o princípio do ciclone, que consiste na separação da poeira não-respirável da poeira total através de um processo aerodinâmico. O sistema pré-coletor é formado por um receptáculo que tem a forma cilíndrica ou de um cone invertido. O fluxo de ar entra no interior do equipamento na direção aproximada da tangente de um corte transversal do cilindro ou do cone que forma o corpo do pré-coletor. O ar movimenta-se "em redemoinho" no interior do pré-coletor, saindo pela parte superior do sistema, de forma que as partículas em suspensão descrevam um movimento em espiral (Fig. 3.2).

A partícula não-respirável, impulsionada por este fluxo de ar, adquire uma força centrífuga que provoca o seu afastamento do centro de rotação. Sofre então uma impactação contra as paredes internas do pré-coletor, perdendo quantidade de movimento. São então removidas do fluxo de ar por ação da gravidade, depositando-se no fundo do receptáculo.

As partículas menores, ou seja, com diâmetro menor do que 5  $\mu\text{m}$  (respiráveis), se deslocam em sentido ascendente, conforme o fluxo determinado pela aspiração

contínua. Ao deixarem o sistema pré-coletor, penetram no sistema coletor propriamente dito, onde são interceptadas por um filtro de membrana instalado em um cassete. Depois de concluído o tempo de amostragem, o filtro é retirado e as partículas inaláveis que contêm são analisadas qualitativa e quantitativamente.

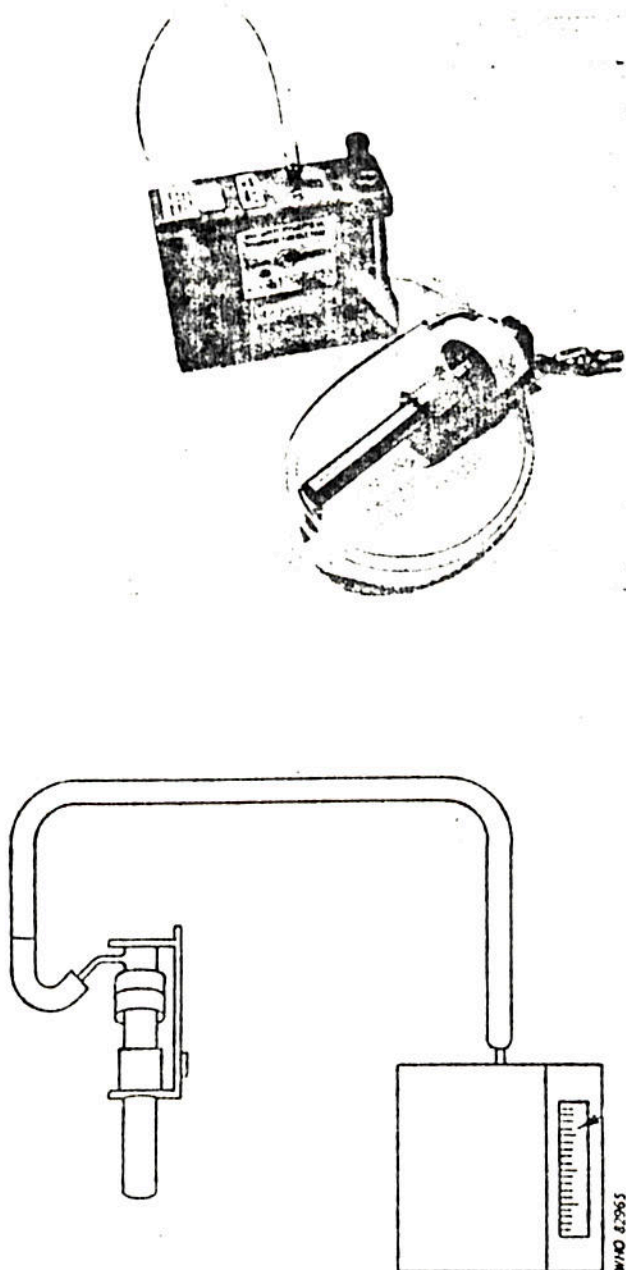


FIG. 3.2 - Corte transversal de um coletor gravimétrico (WHO, 1984).

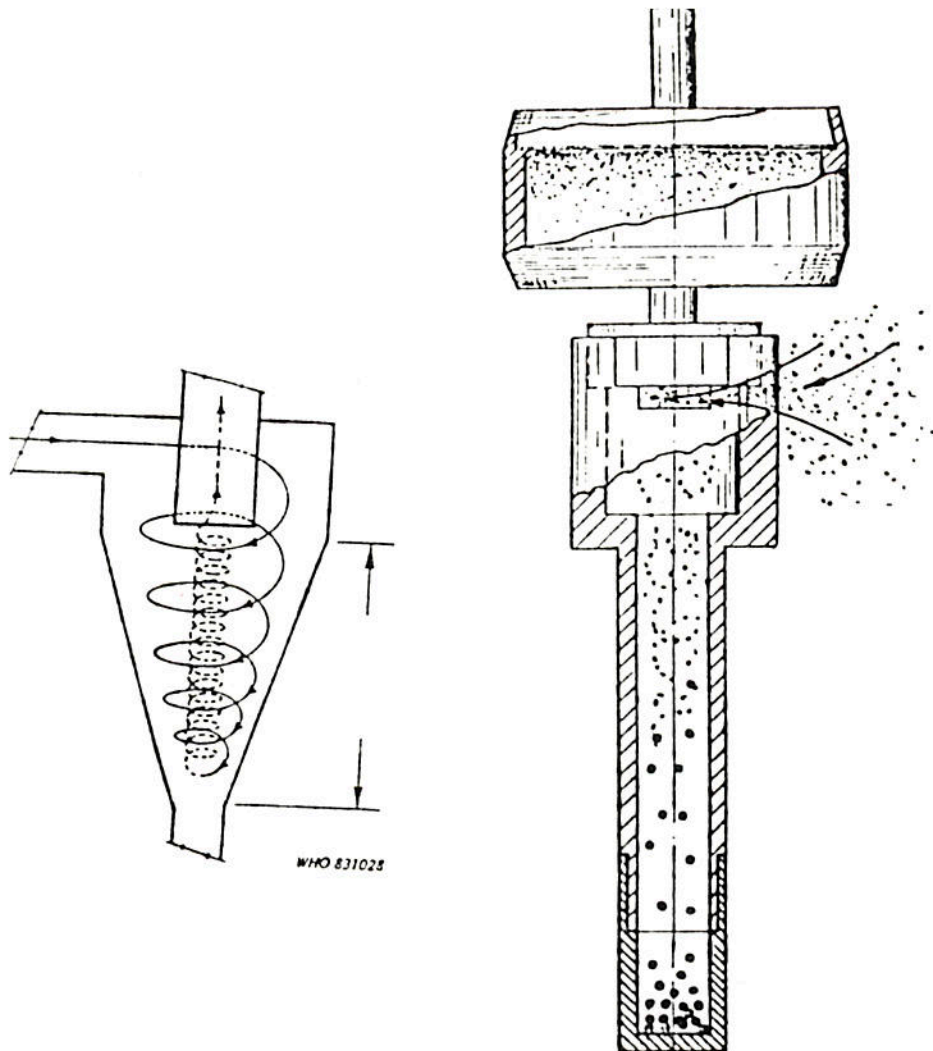


FIG. 3.3 - Coletor gravimétrico e bomba de aspiração (WHO, 1984).

O protótipo do amostrador que utiliza o método do ciclone é o coletor gravimétrico de uso individual (Figs. 3.2 e 3.3), que foi originalmente projetado para coletar amostras de trabalhadores isolados. O coletor é pendurado no colarinho do trabalhador que o utiliza durante a sua jornada de trabalho habitual. O coletor fica conectado a uma bomba funcionando com fluxo contínuo de 1,5 a 2 l/min, colocada no cinturão do trabalhador. Durante os intervalos de refeições o aparelho é desligado e no final do expediente o cassete com o filtro é recolhido para a análise das partículas inaláveis.

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

### 3.3.2 - Amostragem microbiológica (impactação)

O impactador em cascata é um protótipo de amostrador de área. Serve principalmente para a realização de análises qualitativas mas também pode ser utilizado para quantificar a amostra. O impactador que é comumente utilizado para a avaliação de poeiras vegetais é o coletor de Andersen (Fig. 3.4).

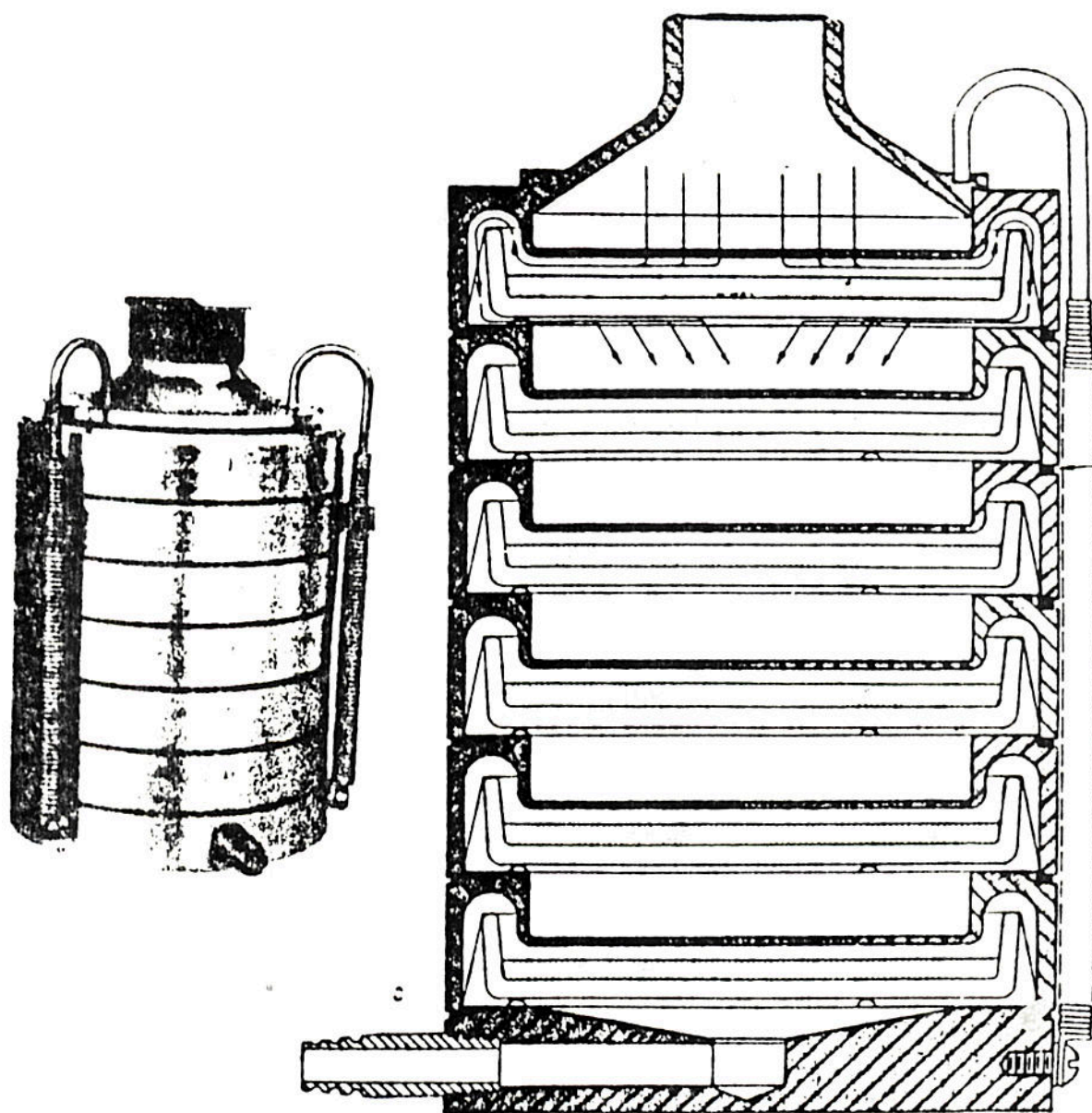


FIG. 3.4 - Coletor microbiológico de 6 estágios e um corte transversal do mesmo (WHO, 1984).

O coletor de Andersen seleciona partículas biologicamente viáveis conforme o seu diâmetro aerodinâmico, em 3 ou 6 categorias distintas, utilizando-se do princípio da impactação em cascata. Tem uma forma cilíndrica, com 20cm de altura por 10cm de diâmetro. Possui 3 ou 6 estágios de classificação associados em série, cada um deles contendo uma placa metálica com 400 orifícios, montada sobre uma superfície de impactação. Sobre esta superfície é colocada uma placa de Petri em que se utiliza um meio de cultura específico para o agente a ser pesquisado. Os orifícios das placas apresentam diâmetros progressivamente menores, do primeiro (parte mais superior) até o sexto estágio (parte mais inferior), de forma a selecionar as partículas conforme o diâmetro que apresentam.

O modelo aerodinâmico deste sistema permite que cada um dos estágios retenha partículas de diferentes diâmetros. Portanto, as partículas maiores ficam retidas no primeiro estágio e as de diâmetro progressivamente menor são retidas nos estágios subsequentes. Um fluxo de ar constante entra no sistema através de um orifício de entrada na parte superior do cilindro e é mantido por uma bomba de vazão contínua que funciona durante o período da coleta, conectada através de uma mangueira flexível à porção inferior do dispositivo. As partículas viáveis, ou seja, as que contêm microorganismos passíveis de se reproduzirem, ao ficarem impactadas sobre a superfície do meio de cultura, proliferam e formam colônias. Assim, torna-se possível a identificação dos agentes biológicos contidos nas partículas. O processo de seleção em cascata simula os mecanismos de deposição nas vias aéreas (**Fig. 3.4**). As partículas se depositam nos estágios do amostrador de forma semelhante à sua distribuição nos vários níveis das vias aéreas. As partículas amostradas no coletor de Andersen correspondem a amplitudes de diâmetro acima de 7,0  $\mu\text{m}$  no estágio 1, entre 4,7 e 7,0  $\mu\text{m}$

no estágio 2, de 3,3 a 4,7  $\mu\text{m}$  no estágio 3, de 2,1 a 3,3  $\mu\text{m}$  no estágio 4, de 1,1 a 2,1  $\mu\text{m}$  no estágio 5 e de 0,65 a 1,1  $\mu\text{m}$  no estágio 6.

O coletor de Andersen permite também uma estimativa aproximada do número de esporos por  $\text{mm}^3$  de ar ambiental através de um cálculo estatístico. Esta estimativa é útil para avaliar o risco de algumas manifestações clínicas que dependem da intensidade de exposição, como a hiperreatividade brônquica ou a febre dos grãos ("grain fever").

A nossa experiência pessoal com a utilização do coletor de Andersen de 6 estágios foi na avaliação qualitativa dos esporos de fungos na poeira de grãos. Um método mais simples para coletar a poeira total foi também utilizado por nós: a exposição direta do meio de cultura no ambiente de trabalho. Em ambos os casos utilizamos como meio de cultura o meio de Saboureaud a 5%.

A meta principal de uma avaliação microbiológica é identificar microorganismos com viabilidade biológica. A partir da identificação de espécies potencialmente patogênicas na poeira inalável, ficaria caracterizado o risco ambiental.

### 3.4 - Medidas de controle 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.

Existem vários métodos para o controle ambiental, cada um com a sua indicação específica. 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 manutenção de uma rotina regular e periódica de limpeza da poeira depositada no interior dos silos;

4) a utilização de máscaras de proteção individual com filtros de eficácia comprovada na retenção das partículas inaláveis.

O sistema de ventilação é basicamente constituído por uma coifa por onde entra o ar aspirado. O fluxo de ar é canalizado para uma tubulação conectada a um componente denominado ciclone, que tem a forma de um cone invertido, onde ficam depositadas as partículas aspiradas pela coifa. Na porção terminal há um exaustor que mantém continuamente o fluxo de ar através do sistema (Fig. 3.5).

O sistema de ventilação pode ser aplicado junto às fontes de emissão, nos pontos de transferência do interior do silo, como as moegas, as peneiras da operação de limpeza e a porção superior do elevador. Uma ventilação eficiente nos pontos de geração de poeira contribui de forma significativa para diminuir a concentração de material particulado no ar.

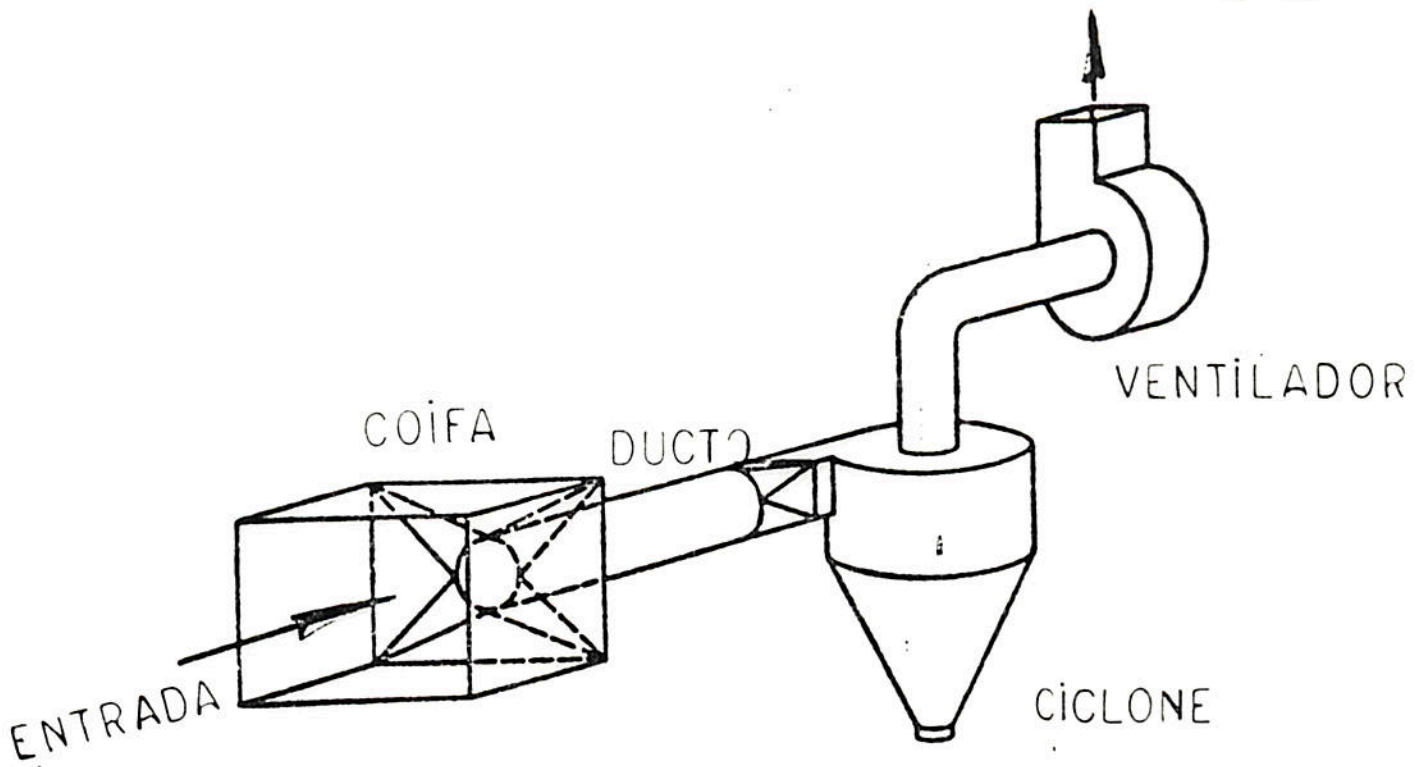


FIG. 3.5 - Sistema de ventilação industrial (NIOSH,1981).

A instalação de equipamentos de controle em estruturas industriais em funcionamento implica em custos elevados de construção e manutenção. Muitas vezes os sistemas de ventilação ou de enclausuramento das fontes de emissão de poeira são inviáveis operacionalmente, por não existirem condições físicas para a instalação dos mesmos. Do ponto de vista econômico e estratégico, o ideal seria que estas medidas estivessem incluídas na planta do projeto original das unidades de armazenamento de cereais, antes da sua construção ou de sua instalação definitiva. Como na maioria das vezes isto não é feito, o higienista industrial ou o engenheiro de segurança têm de adaptar as medidas de prevenção primária a estruturas industriais já existentes. Portanto, o objetivo de diminuir a concentração da poeira até níveis compatíveis com os limites de tolerância previstos só é atingido parcialmente na medida em que as soluções adotadas na prática devem se submeter a uma relação custo-benefício

conveniente. Entretanto, as medidas de controle ambiental alcançaram resultados positivos quando aplicadas às áreas de geração de poeiras em silos do Canadá (HALTER, 1980). A eficácia dos sistemas de ventilação instalados nas moegas foi comprovada através do controle de qualidade que indicou uma diminuição dos níveis de concentração para valores abaixo dos observados antes da implantação dessa medida.

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) do sistema respiratório são também denominados de **máscaras**, e são encontradas comercialmente sob a forma de dois modelos básicos.

O mais simples deles é formado por um dispositivo de borracha que recobre a boca e as narinas do trabalhador. Outro modelo é dotado de uma viseira que permite cobrir toda a face (Fig. 3.6).

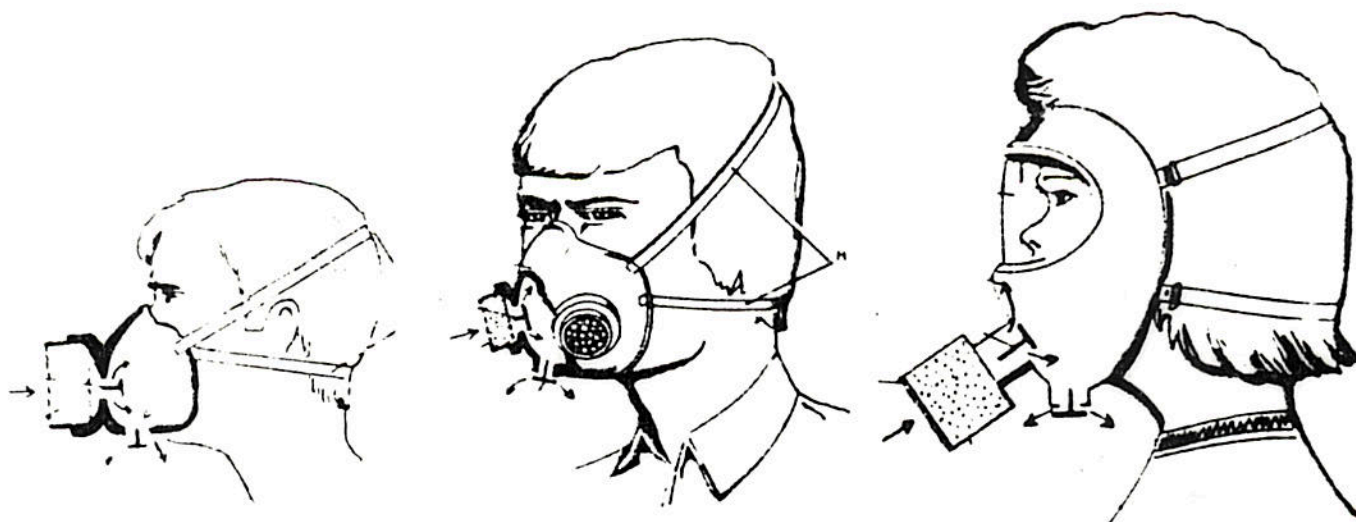


FIG. 3.6 - Máscaras para proteção individual (NIOSH, 1981).

Essas máscaras devem ficar perfeitamente ajustadas à superfície da pele 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 que dificulte a entrada e saída do ar para a respiração. Esses modelos de máscara são os mais encontrados em nosso meio.

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 (Fig. 3.7).

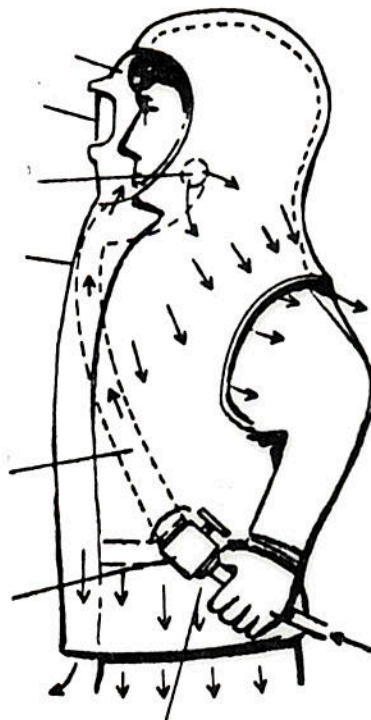


FIG. 3.7 - Máscara com elmo e suprimento externo de ar (NIOSH, 1981).

A intensidade da exposição ou o tipo de partícula no ambiente vão determinar qual o tipo de EPI mais adequado a cada situação ocupacional. Outros EPIs que devem ser usados nos ambientes dos silos são os **óculos de proteção**, que impedem o contato da poeira com os olhos, e os **protetores auriculares**, que evitam o trauma acústico secundário ao ruído intenso da maquinária do sistema operacional.

Apesar das recomendações previstas pela NR-6, quanto à obrigatoriedade do uso do EPI e à atribuição de responsabilidades do empregado e do empregador quanto ao seu uso, o mesmo é muitas vezes pouco valorizado por ambas as partes.

As máscaras são pouco aceitas pelos trabalhadores porque aumentam o trabalho respiratório, principalmente quando os filtros saturados não são renovados. Além disso são incômodas, principalmente quando o calor é intenso. Por outro lado, as máscaras mais eficientes são também mais caras, fazendo com que a obrigatoriedade em sua utilização represente um custo pouco conveniente para o empregador. Outro aspecto a ser considerado é a falta de normatização quanto ao controle de qualidade dos EPIs disponíveis no mercado brasileiro, que para serem comercializados precisam receber um Certificado de Aprovação (CA), que é emitido pelo Governo Federal segundo critérios ainda pouco definidos e cuja validade para grandes lotes é discutível (UM JOGO, 1990).

A execução das medidas de controle é eficaz somente quando amparada por **programas de prevenção**, onde riscos ambientais como a poeira inalável sejam considerados metas prioritárias. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), um programa deste tipo deve estar apoiado em normas de vigilância que vigorem em nível nacional ou regional, nos locais de trabalho e no âmbito

de fatores de risco específicos (OMS, 1973). Quando os fatores de risco não estiverem diretamente associados com agentes próprios do ambiente de trabalho (como os fatores psicossociais ou as alterações do ritmo de trabalho), as estratégias de prevenção serão outras.

Um programa em **nível nacional ou regional** deve estabelecer objetivos para as prevenções primária e secundária, definindo as prioridades para alcançá-los. Determinará a forma de aplicação dos recursos existentes e servirá de referência para uma avaliação continuada das medidas que forem adotadas.

Ao nível da empresa, ou do **local de trabalho**, esta vigilância é mais específica e 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.

A vigilância em relação a **fatores de risco específicos** implica na organização de programas que identifiquem os efeitos biológicos inerentes a estes fatores de risco e à forma como se apresentam nos locais de trabalho. Implicam na definição de uma metodologia própria para o monitoramento ambiental e biológico de cada contaminante. A exposição a partículas inaláveis de poeiras contendo sílica, asbesto ou substâncias orgânicas comporta este tipo de abordagem.

Para a execução de um programa nestes três níveis é fundamental a educação do trabalhador e o conhecimento dos riscos a que ele se expõe, o que não está dissociado de uma nova abordagem da saúde do trabalhador por parte da empresa privada e do Estado. Este ideal de interação só será possível depois de haver um processo de conscientização social em que

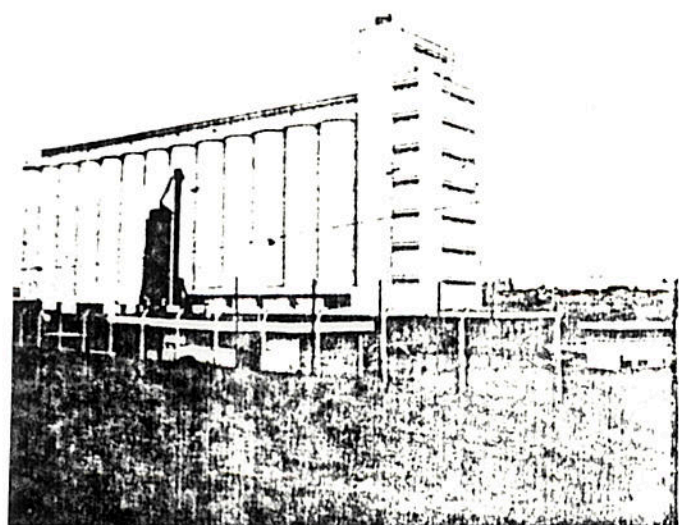
trabalhadores, empresários, políticos, governo e outros grupos representativos da sociedade civil se organizem para considerar como meta prioritária a prevenção dos riscos no ambiente de trabalho.

## 4 - ESTUDO AMBIENTAL DE SILOS E ARMAZÉNS NO RIO GRANDE DO SUL

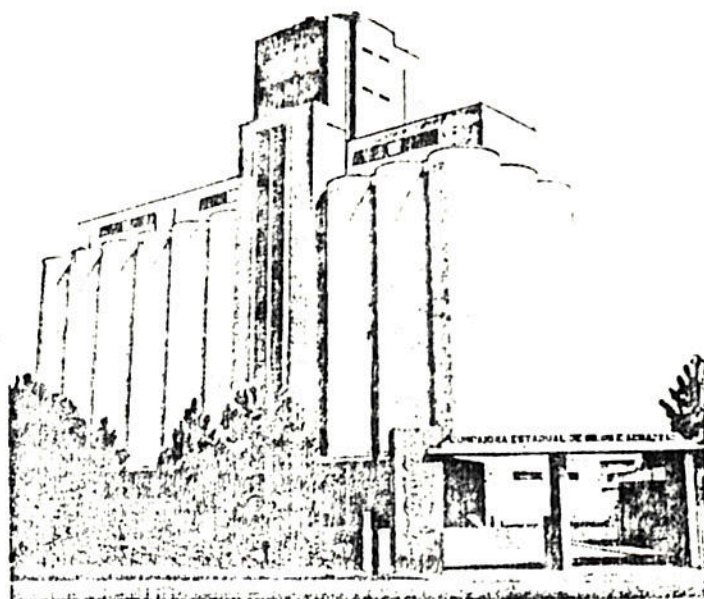
### 4.1 - Reconhecimento e avaliação do risco

Uma unidade de armazenagem de cereais deve incluir em sua rotina de funcionamento uma série de medidas de controle no seu ambiente para diminuir o risco de contato com a poeira. Como vimos anteriormente, estas medidas incluem desde o funcionamento de sistemas de ventilação adequados até a utilização de equipamentos de proteção individual. A eliminação ou diminuição dos fatores de risco ambiental através destas medidas se constituiria na chamada **prevenção primária** das doenças ocupacionais. Para que as medidas de controle sejam eficazes, é necessário que antes de sua implantação sejam efetuadas duas etapas fundamentais, que são o reconhecimento e a avaliação do risco no ambiente.

Essas duas etapas anteriores ao controle do fator de risco foram os procedimentos básicos adotados na prática do estudo ambiental desenvolvido nos silos da CESA (**Figuras 4.1, 4.2 e 4.3**), que será descrito a seguir.

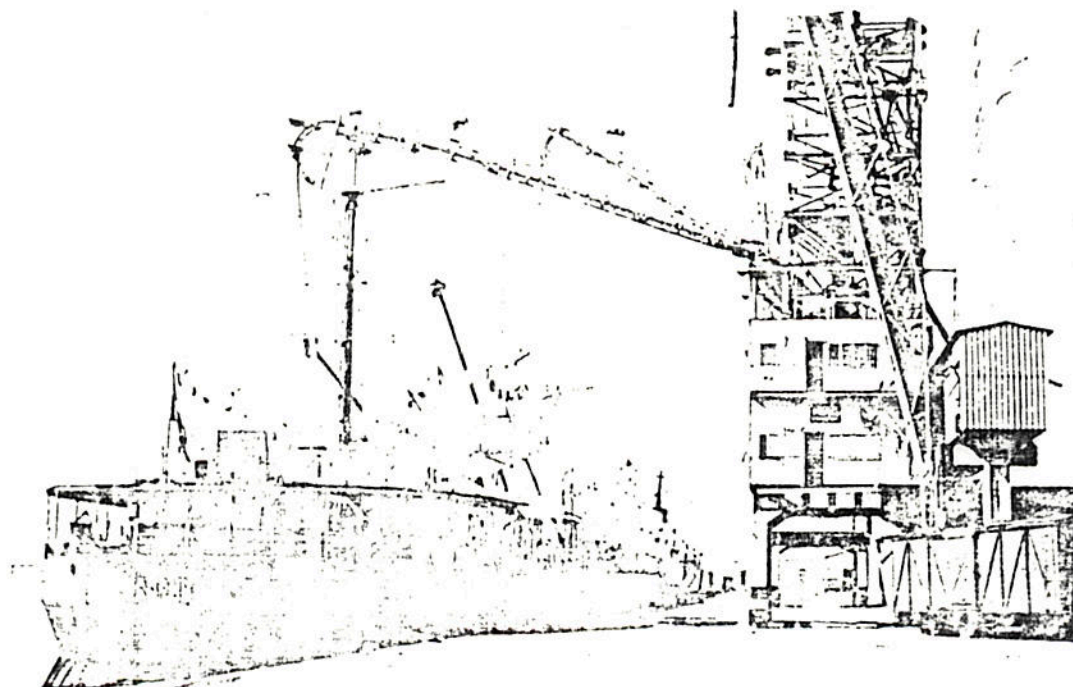


Silo Coletor de Santo Angelo - 27.000 t



Silo Coletor de Erechim - 15.000 t

FIG. 4.1 - Silos elevados da rede da CESA/RS (CESA, 1978).



Expedição de cereais por navio - Silo de Porto Alegre

FIG. 4.2 - Expedição de cereais no silo portuário de Porto Alegre (CESA, 1978).



FIG. 4.3 - Silo conjugado. Cachoeira do Sul, RS.

O **reconhecimento** do risco visa à identificação dos principais contaminantes e dos pontos onde os mesmos são gerados dentro do processo de produção. Inicia com uma fase de visita aos locais de trabalho, que é conhecida pelo termo "walk-through-survey" (GOELZER, 1983). Nesta etapa é realizada uma inspeção preliminar para confirmar ou não a presença de fatores de risco, identificar os contaminantes no ambiente e orientar como os mesmos podem ser caracterizados do ponto de vista quantitativo e qualitativo durante a fase de avaliação.

Como o investigador deve proceder nesta etapa?

Não existe um roteiro único a ser seguido, pois cada ambiente de trabalho apresenta características próprias, mas é fundamental que haja um mínimo de conhecimento técnico sobre o processo industrial e sobre a toxicologia dos possíveis contaminantes; também são importantes um senso de observação aguçado, uma disposição para ver o que realmente acontece durante o processo de trabalho e, sobretudo, uma postura crítica e indagativa por parte do investigador em relação a todas as informações obtidas durante a visita.

Faz parte do reconhecimento do risco a **pesquisa bibliográfica** a respeito da natureza física e química dos xenobióticos ou contaminantes que surgem durante o processo industrial, e de seus efeitos tóxicos, teratogênicos e carcinogênicos. Reconhecer os riscos no local de trabalho implica em conhecer a natureza dos produtos usados como matéria-prima, as operações e processos sendo realizados no local, os procedimentos empregados para manipular estas matérias-primas e as medidas de controle que já foram utilizadas durante estas operações e processos (WINNER, 1981). Através desta primeira etapa serão obtidos os elementos necessários para o planejamento da avaliação ambiental propriamente dita.

As principais informações obtidas na literatura a respeito da formação de poeira durante a armazenagem estão resumidas no Capítulo 2. Os relatos de avaliações ambientais em silos de outros países (FARANT & MOORE, 1980; LACEY, 1980) foram úteis para orientar a identificação das áreas de geração de poeira nas unidades de armazenagem. Posteriormente constatamos a existência e

a importância desses pontos geradores de poeira ao percorrermos as partes interna e externa dos silos.

Outra valiosa fonte de informação para o entendimento das operações de armazenagem foram os diálogos que mantivemos com engenheiros, chefes de equipe e com os próprios trabalhadores. Aprendemos com estes profissionais vários aspectos práticos das operações de armazenagem que nos auxiliaram na localização das fontes geradoras de poeira. Alguns comentários espontâneos de trabalhadores durante as entrevistas de avaliação clínica nos levaram a refletir sobre aspectos peculiares da relação agente-hospedeiro. Lembramos como exemplo o caso de um trabalhador sintomático ao relatar que "o trigo produz mais coceira na pele e nos olhos do que a soja". A leitura de um artigo onde se confirmava a presença de antígenos específicos na poeira de trigo (DO PICO, 1982) corroborou e deu significado àquela informação.

Ouvimos certa vez o relato de um capataz empregado em um dos silos que visitamos. Este funcionário supervisionava os recém-admitidos na empresa e criou uma forma peculiar de selecionar indivíduos para o trabalho em contato com a poeira, submetendo-os a um "teste de resistência" logo que ingressavam nesta ocupação. Colocava-os a trabalhar junto às áreas transportadoras do subsolo, 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 subsolo existem níveis muito elevados de poeira respirável, devido à dificuldade em manter um sistema de ventilação adequado nesses locais.

A fase de reconhecimento do risco foi útil e necessária para compreendermos a dinâmica das operações de armazenagem e definirmos os pontos de coleta durante a avaliação da poeira inalável propriamente dita. Utilizamos o método fotográfico para registrar diversos momentos captados durante os processos de armazenagem (Figuras 4.4 a 4.10).



FIG. 4.4 - Operação de descarga de soja na moega.

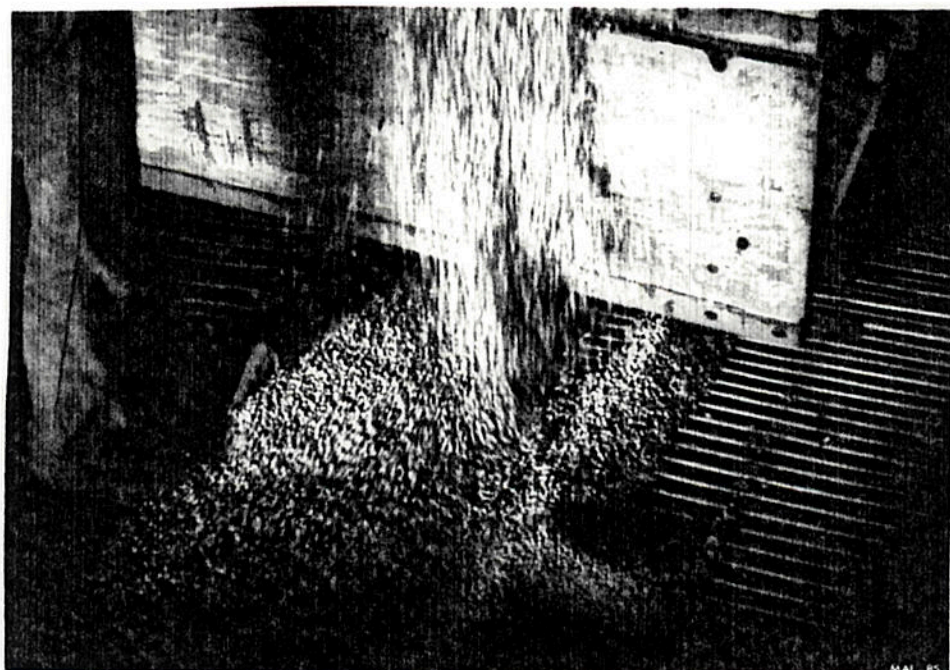


FIG. 4.5 - Grãos de soja caindo na tremonha.

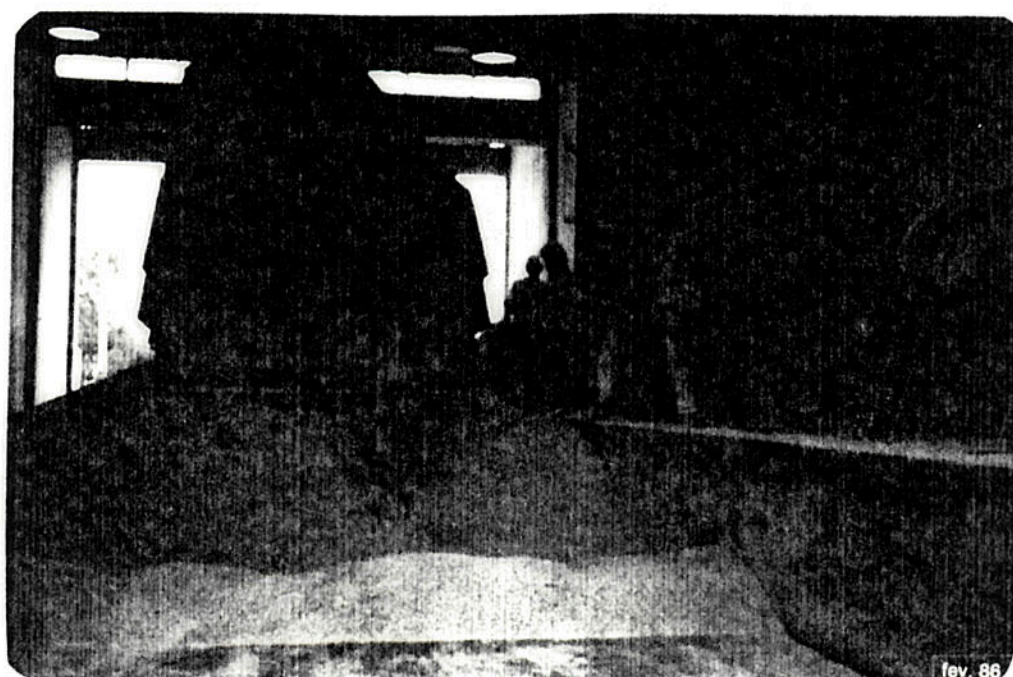


FIG. 4.6 - Recebimento de milho na moega.

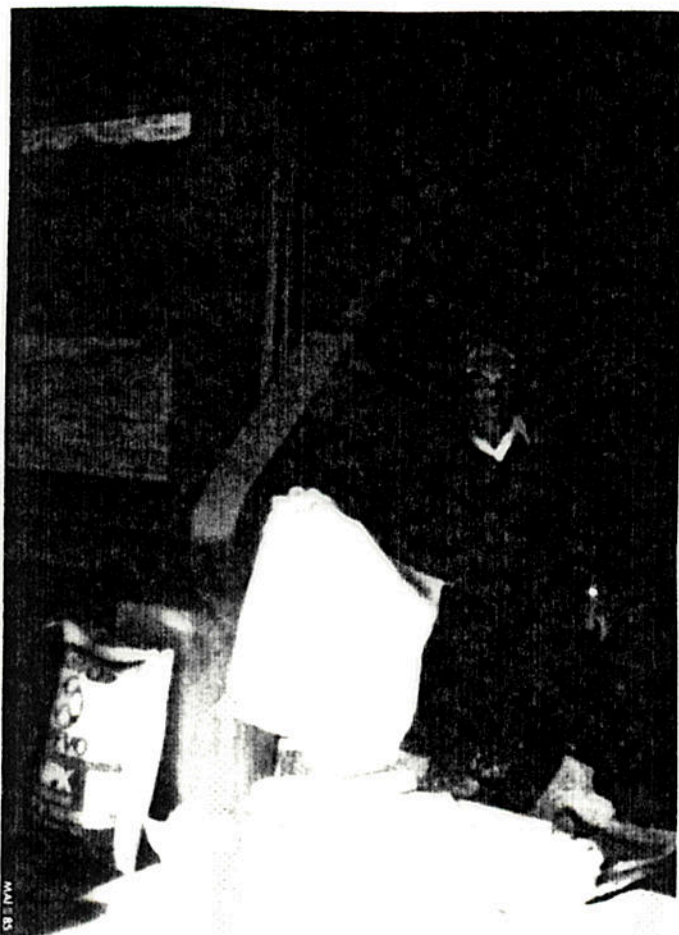


FIG. 4.7 - Ensacamento  
dos grãos.

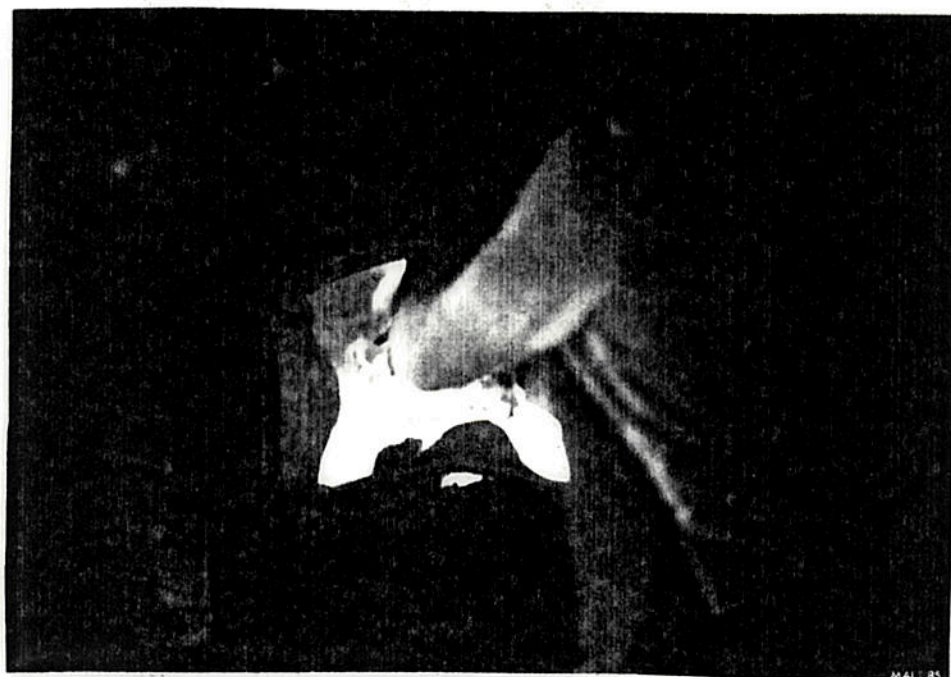


FIG. 4.8 - Fornalha do secador.

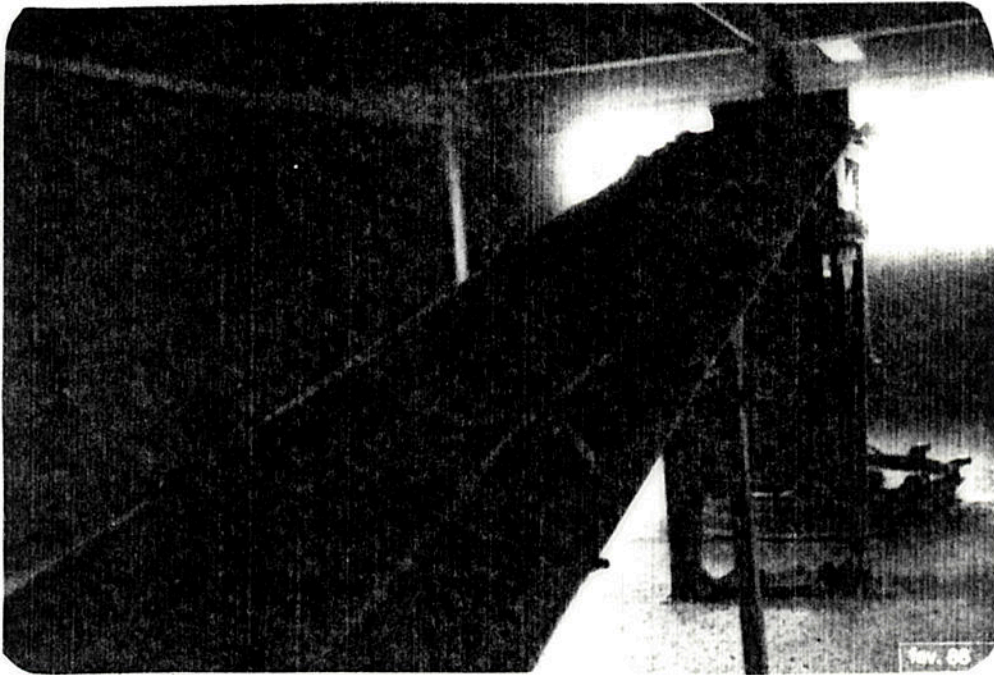


FIG. 4.9 - Correia transportadora.

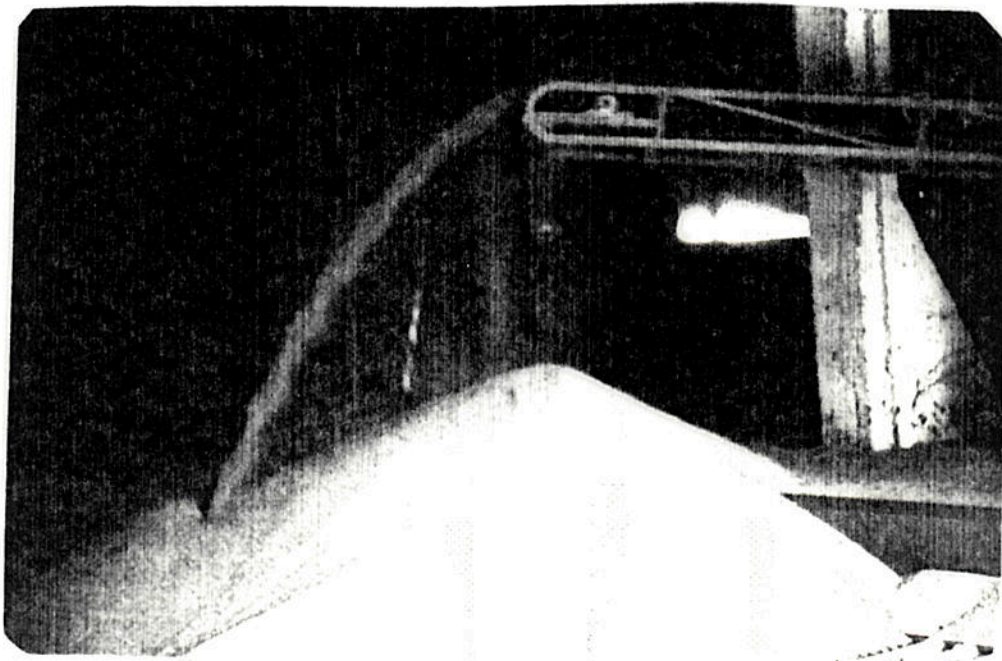


FIG. 4.10 - Transilagem.

Constatamos que as áreas de recebimento (moegas) e de expedição dos cereais, além de produzirem grande quantidade de poeira visível, eram os locais que concentravam maior número de trabalhadores durante a jornada de trabalho. Entretanto, estes locais não são os que apresentam maior concentração de poeira inalável e total, conforme nos mostram os resultados de outras avaliações ambientais divulgadas na literatura (FARANT, 1980). Foram as moegas que elegemos para realizar as coletas de poeira inalável, em razão da sua representatividade como fonte de exposição para um grande número de indivíduos.

Os princípios que regem os métodos de coleta e análise que empregamos durante a etapa de avaliação já foram detalhados no Capítulo 3. 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 de áreas de trabalho ou de indivíduos. As dificuldades operacionais e o custo excessivo impedem que a avaliação ambiental seja utilizada continuamente em todas as áreas de risco. Para que se utilizem os recursos disponíveis com o máximo de rendimento é necessária uma **estratégia** de avaliação ambiental, antes de coletar os dados. Esta etapa de planejamento é elaborada durante a fase de reconhecimento do risco e busca a otimização do método de coleta e amostragem para que os resultados obtidos sejam representativos.

A **avaliação quantitativa** faz uma estimativa da extensão do risco no local de trabalho através da coleta de amostras do contaminante, utilizando-se de uma metodologia apropriada para este fim, conforme vimos no Capítulo 3. A média das concentrações de um aerossol no ambiente de trabalho define o nível de exposição a que os trabalhadores estão sujeitos. Estes resultados são

posteriormente comparados com o limite de tolerância específico para o contaminante em estudo. A **avaliação qualitativa** lança mão de métodos laboratoriais para identificar e analisar as características físicas, químicas e biológicas que determinam a patogenicidade das partículas inaláveis. O teor de sílica, por exemplo, de uma amostra de poeira inalável pode ser dosado pelo método de difração de raio-X ou pela espectrofotometria infravermelha.

A avaliação do risco só estará completa quando as condições de exposição dos trabalhadores forem complementadas por informações sobre o tempo de exposição, o tipo de atividade desempenhada e o uso de equipamentos de proteção individual.

## 4.2 - Materiais e métodos

Foi realizada uma **avaliação ambiental quantitativa** 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 37mm conectados a uma bomba de aspiração contínua, mantida com um fluxo constante de 2 l/min.

Os locais escolhidos 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. Nos momentos da coleta sempre havia um grande número de trabalhadores na área e os silos estavam em atividade mais ou menos intensa.

Os coletores foram colocados em pontos fixos, a uma altura correspondente ao nível das vias aéreas dos

trabalhadores. As bombas coletoras tiveram seu fluxo de vazão calibrado antes de cada coleta através do "método da bolha", sendo utilizado para este fim o equipamento de calibragem recomendado pelo fabricante do coletor gravimétrico (MSA Gravimetric Pump Calibrator). A calibragem ficou a cargo da equipe técnica do Serviço de Engenharia Industrial do 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, pertencentes à Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (CIENTEC). Não foi realizada a dosagem do conteúdo de sílica em nenhuma das amostras. Duas amostras foram desprezadas por problema técnico havido durante a coleta.

Os dados de coleta foram lançados em uma planilha de trabalho, onde foram registrados os dados relativos a cada amostra. A estrutura desta planilha é semelhante ao corpo da Tabela 4.1. Foi elaborada conforme diagramação que nos foi sugerida (GOELZER, 1985) para facilitar o registro dos dados ambientais e o cálculo das concentrações de poeira inalável.

Para cada uma das amostras foram adotados os seguintes itens:

1. a data da amostra;
2. o ponto de coleta;
3. o número seriado da amostra;
4. o horário de início e de término da coleta;
5. a massa do papel de filtro antes e depois da amostragem;
6. a concentração de poeira medida;
7. outras observações específicas de cada coleta, como o local e o tipo de cereal sendo processado.

O procedimento de coleta e análise compreendeu uma rotina que foi repetida na preparação e leitura de cada amostra. Para a compreensão desta rotina de trabalho descrevemos abaixo estas etapas detalhadamente, na seqüência cronológica em que foram realizadas:

1. montagem do cassete com a colocação do papel de filtro em seu interior (Fig. 4.11);

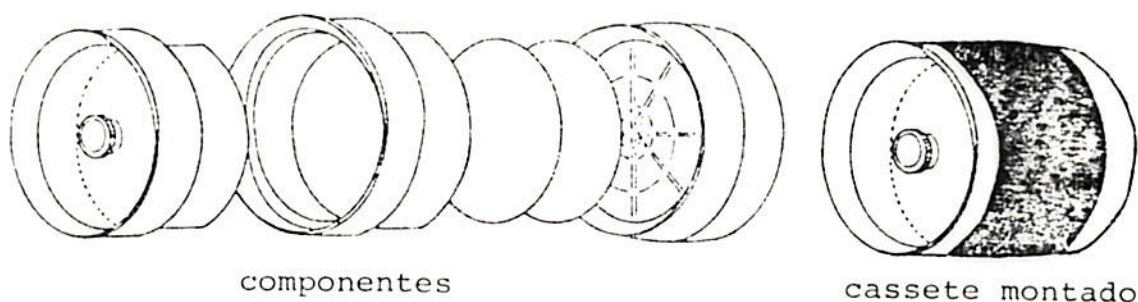


FIG. 4.11 - Cassete para coleta de poeira inalável (WHO, 1984).

2. identificação do cassete através de um número seriado;

3. pesagem do filtro na balança de precisão, com uma sensibilidade de 0,01mg;

4. recolocação do filtro no cassete, que depois era selado por uma banda de celulose, para a sua vedação completa;

5. colocação do cassete em uma câmara de dessecação com sílica gel durante um período mínimo de 24 horas antes da coleta;

6. registro da massa do papel de filtro na planilha, bem como o número de registro do cassete;

7. após a retirada do cassete da câmara de dessecação, eram colocados os pinos de vedação, nos orifícios de entrada e de saída do cassete, para proteger o filtro durante o seu transporte até o local da coleta;

8. por ocasião da coleta, os pinos de vedação eram retirados e o cassete era adaptado ao sistema pré-coletor. Este conjunto, por sua vez, era conectado a uma bomba de fluxo contínuo;

9. antes do início da coleta era verificado se as peças estavam bem conectadas e a banda de celulose perfeitamente ajustada em torno do cassete;

10. a seguir, o amostrador era instalado no ponto de coleta escolhido, de forma que o sistema coletor estivesse posicionado no mesmo nível das vias aéreas dos trabalhadores da área (Fig. 4.12);

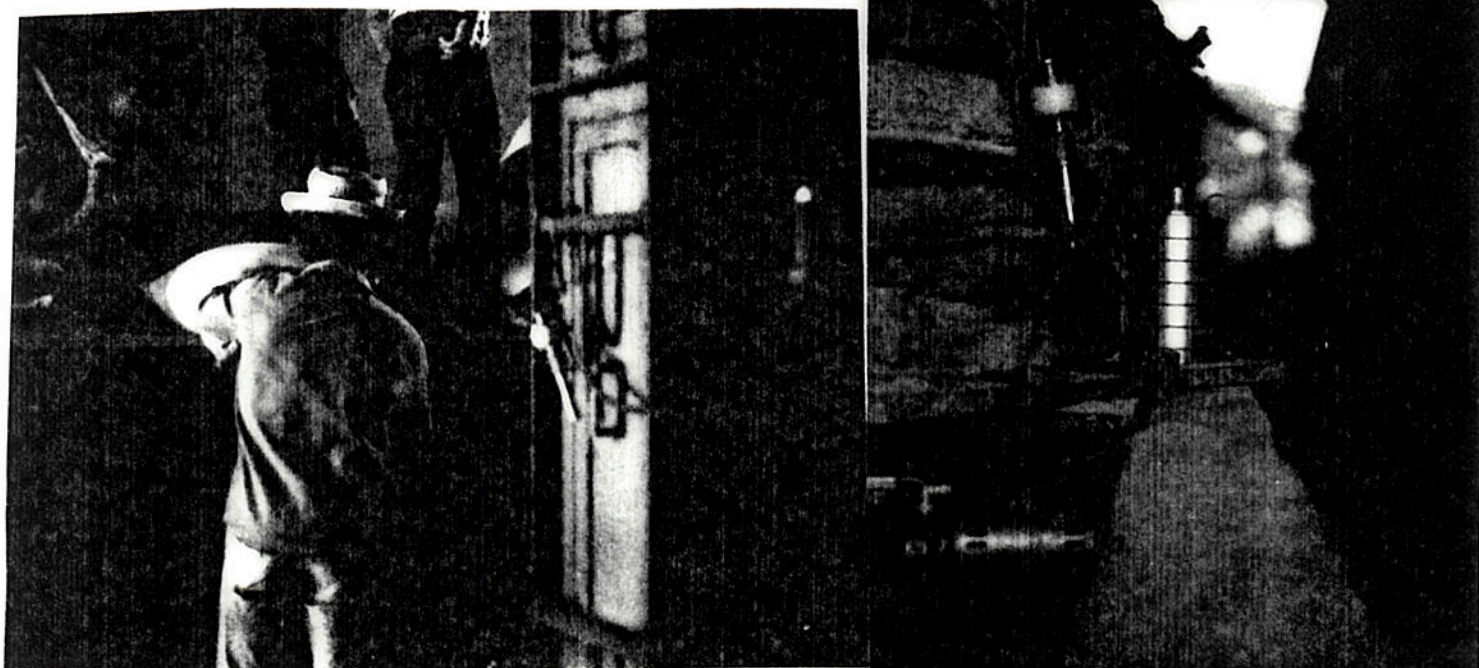


FIG. 4.12 - Coletores em funcionamento no recebimento (moegas).

11. a bomba era acionada e se iniciava a coleta, com um fluxo constante de 1,5 l/min;

12. o horário de início e o número do cassete eram registrados na planilha;

13. como o fluxo de vazão varia em função da saturação do filtro, o monitor de fluxo era checado a cada 15 minutos durante o período da coleta. Quando necessário, a bomba era regulada, para que o fluxo se mantivesse constante;

14. no final da amostragem, a bomba era desligada, o horário registrado na planilha e os cassetes retirados do sistema coletor;

15. os cassetes eram vedados novamente com os pinos de vedação e acondicionamento para o transporte;

16. os filtros foram retirados dos cassetes somente no momento da pesagem pós-coleta, que era realizada na mesma balança de precisão da pré-coleta;

17. a massa pós-coleta era então registrada na planilha;

18. calculava-se o volume de ar amostrado (em minutos), através da seguinte fórmula:  $V = Fxt$ , onde  $F$  é o fluxo da bomba e  $t$  o tempo de coleta;

19. 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;

20. o valor da concentração era finalmente registrado na planilha na coluna correspondente.

A **avaliação qualitativa** restringiu-se ao estudo microbiológico 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. Após a coleta as placas eram recolhidas e enviadas ao laboratório de microbiologia para serem analisadas.

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. Na aplicação do segundo método foi utilizado um coletor microbiológico de Andersen de 6 estágios em que o tempo médio de coleta foi de 15 minutos. Foram realizadas ao todo três 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%.

Na pós-coleta de ambos os métodos, as placas de cultura foram analisadas através de quatro leituras, realizadas 24, 48 e 72 horas e uma semana após a coleta. Durante este período, os meios foram mantidos em estufa a 37<sup>o</sup>C, e a leitura das placas realizada por técnicos do Serviço de Micologia do Instituto de Pesquisas Biológicas, da Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul e pelo Departamento de Micologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### 4.3 - Resultados

**Avaliação quantitativa.** As coletas das 9 amostras obtidas foram realizadas durante os dias em que havia atividade intensa de recebimento de grãos nas unidades de armazenagem. O tempo médio de coleta foi de  $280 \pm 85$  min ( $4,2 \pm 1,1$  horas) e o fluxo de vazão da bomba foi mantido constante em 1,5 l/min. A média e o desvio padrão da concentração da poeira coletada foram, respectivamente, de  $1,01 \pm 0,55$  mg/m<sup>3</sup>, sendo o valor mínimo de 0,10mg/m<sup>3</sup> e o máximo de 1,17mg/m<sup>3</sup> (Tab. 4.1).

**TABELA 4.1** - Amostras de poeira inalável em silos do Rio Grande do Sul - registros de coletas e concentrações  
Método - Coletor Gravimétrico MSA

AMOSTRA-LOCAL	TIPO DE GRÃO	DATA	t <sub>1</sub> (h,min)	t <sub>2</sub> (h,min)	m <sub>1</sub> (mg)	m <sub>2</sub> (mg)	m (mg)	t (h,min)	V (l)	C (mg/m <sup>3</sup> )
01 - P.Alegre	Trigo	20/10/84	10h	15h	55,7	56,4	0,70	5h	600	1,16
02 - P.Alegre	Trigo	20/10/84	10h	15h	51,3	52,4	1,10	5h	600	1,83
03 - Cruz Alta	Soja	11/12/84	14h	12h	10,76	11,03	0,27	3h	360	0,75
04 - Camaquã	Arroz	22/03/85	14h40min	19h40min	11,71	12,73	1,02	5h	600	1,70
05 - Camaquã	Arroz	23/03/85	11h30min	18h30min	16,62	17,76	1,17	7h	840	1,39
06 - Cachoeira	Soja	18/05/85	15h17min	17h30min	14,60	15,12	0,52	4h23min	526	0,98
		19/05/85	8h30min	10h40min						
07 - Cachoeira	Milho	18/05/85	15h18min	17h34min	14,70	15,00	0,30	4h26min	532	0,56
		19/05/85	8h35min	10h45min						
08 - Cachoeira	Soja	19/05/85	14h30min	18h40min	14,05	14,32	0,27	4h10min	500	0,54
98 - Cachoeira	Milho	19/05/85	14h35min	18h45min	16,78	16,88	0,10	4h	480	0,21

Conforme já comentamos no Capítulo 2, o limite de tolerância (LT) de uma amostra de poeira de grãos leva em conta o teor de sílica. A determinação deste teor de sílica não foi efetuada em nossas amostras, em parte devido ao seu elevado custo financeiro, e também pelo fato de esse dado se encontrar disponível em estudos ambientais realizados por outros autores, os quais

incluíram grande número de amostras e definiram o teor de sílica (quartzo) na poeira de grãos em silos semelhantes aos que avaliamos. FARANT & MOORE (1980) encontraram em 217 amostras de poeira inalável de silos, que recebiam grãos vindos de lavoura, teores de sílica que variaram de 4,4 a 6,1%, sendo que os valores na poeira total foram de 15 a 20%. Se estes valores forem aplicados às fórmulas que apresentamos no Capítulo 2, preconizadas pela ACGIH (LIAM FINN, 1980), teremos que o limite de tolerância (LT) para a poeira respirável varia de 1,23 a 1,50mg/m<sup>3</sup> e para a poeira total, de 1,3 a 1,6mg/m<sup>3</sup>. Utilizando-se estes critérios, três amostras (designadas como 02, 04 e 05) apresentaram concentrações acima do mínimo LT e duas (02 e 04) acima do máximo LT.

O teor de sílica depende do grau de limpeza dos grãos e também do tipo de grão, sendo mais elevado no trigo e mais baixo no milho (FARANT & MOORE, 1980).

**Avaliação qualitativa.** A coleta 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 amostras em que houve crescimento de colônias (**Tabela 4.2**).

**TABELA 4.2** - Fungos identificados no ambiente de silos no Rio Grande do Sul  
Método: Exposição direta durante 30 minutos

DATA	LOCAL	CEREAL	FUNGOS (Gênero)
02/82	Porto Alegre	Trigo Milho	Penicillium sp Absidia sp
08/84	Porto Alegre	Trigo	Penicillium sp
08/84	Camaquã	Arroz	Penicillium sp
08/84	Garibaldi	Trigo Milho	Aspergillus sp Penicillium sp
08/84	Erexim	Milho	Penicillium sp
08/84	Nova Prata	Milho	Penicillium sp
12/84	Cruz Alta	Trigo	Aspergillus fumigatus Penicillium sp Rhizopus sp
12/84	Cruz Alta	Soja	Sem crescimento

O gênero *Aspergillus* esteve presente em duas amostras, colhidas durante a movimentação de trigo e de milho. 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*.

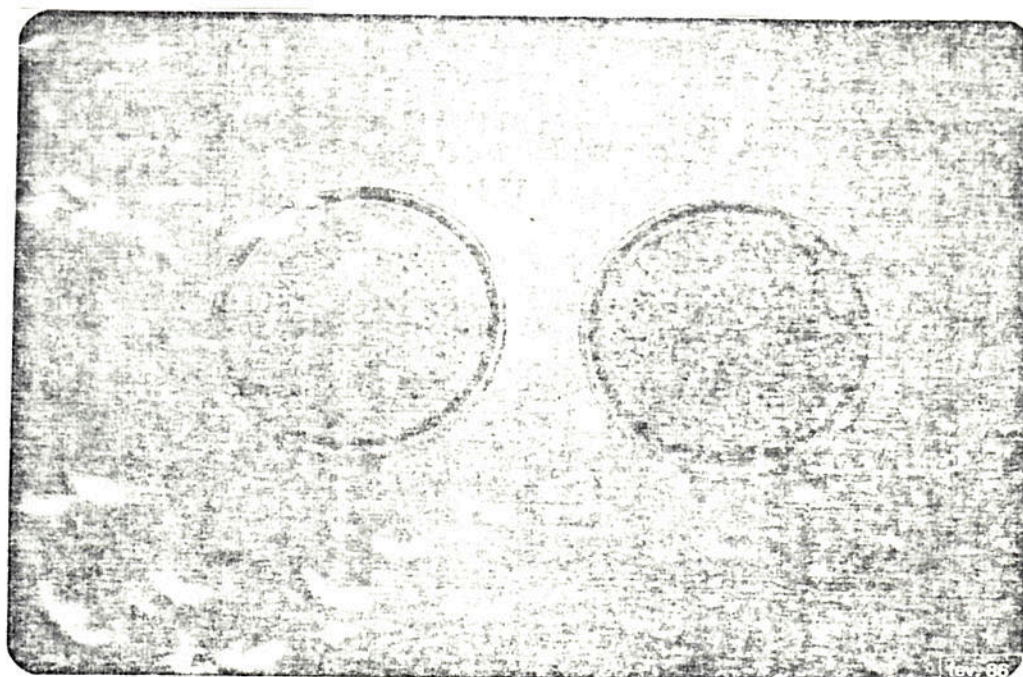
Por limitações técnicas do método de identificação das colônias, os fungos não foram classificados até espécie, exceto **A. fumigatus**.

Nas amostras de poeira inalável coletadas através do amostrador microbiológico de Andersen cresceram colônias de fungos nas placas de todos os estágios de impactação (Tabela 4.3, Fig. 4.13).

**TABELA 4.3** - Fungos identificados no ambiente de silos no Estado do Rio Grande do Sul

Método: Coletor microbiológico de 6 estágios (Andersen)

LOCAL DATA	CEREAL	ESTÁGIO 1	ESTÁGIO 2	ESTÁGIO 3	ESTÁGIO 4	ESTÁGIO 5	ESTÁGIO 6
Ca- ma- quã	03/85 Arroz	Asper- gillus Rhizopus	Asper- gillus Rhizopus	Asper- gillus Rhizopus	Asper- gillus Peni- cillium Rhizopus	Asper- gillus Peni- cillium Dematia- ceae	Peni- cillium
Ca- choei- ra do Sul	05/85 Soja	Alterna- ria Rhizopus	Peni- cillium Rhizopus	Rhizopus	Rhizopus	Peni- cillium Asper- gillus	Dematia- ceae
Ca- choei- ra do Sul	05/85 Milho	Peni- llium Dematea- ceae	Asper- gillus fumigatus Rhizopus	Peni- cillium Dematea- ceae Rhizopus	Peni- cillium Rhizopus	Peni- cillium	Asper- gillus fumigatus



**FIG. 4.13** - Placas no segundo dia pós-coleta. Coletor de Andersen.

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 (Tabela 4.3), foi também predominante o gênero *Penicillium*. Os fungos do gênero *Rhizopus* surgiram em estágios de seleção de partículas maiores de 2,1  $\mu\text{m}$  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 dos cereais antes da colheita.

Em algumas placas houve um crescimento exuberante de micélios dos gêneros *Mucor* e *Rhizopus* (Fig. 4.14). Esses filamentos dificultaram a leitura e observação de outras colônias em crescimento na superfície do meio de cultura (Fig. 4.15). Possivelmente o crescimento destes micélios poderia ser inibido através da utilização de um meio de cultura seletivo, mas este recurso técnico não foi utilizado.

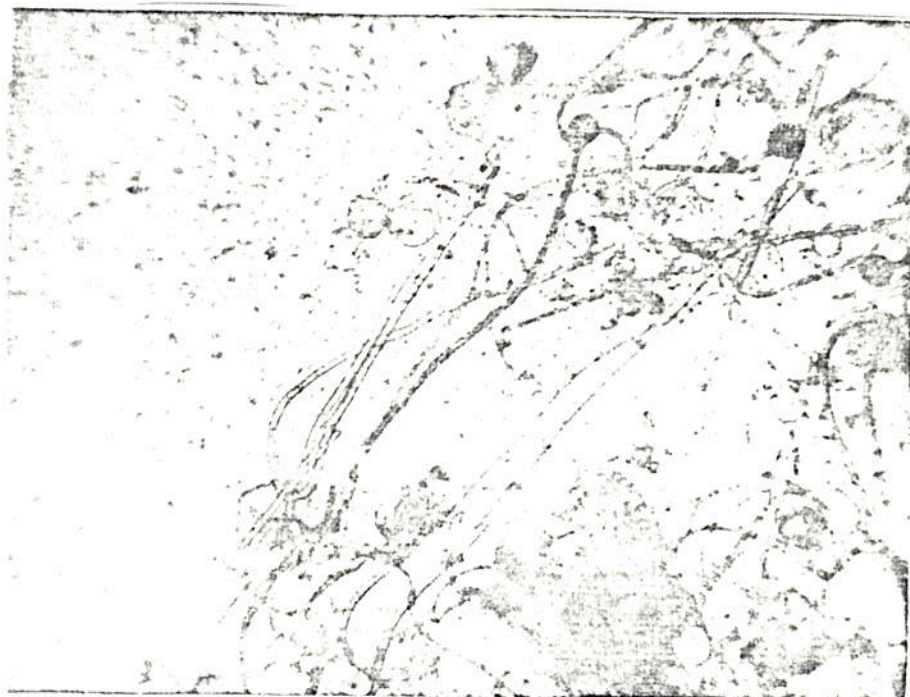


FIG. 4.14 - Micélios e esporos do gênero *Rhizopus*. Silo de Cachoeira do Sul, RS.

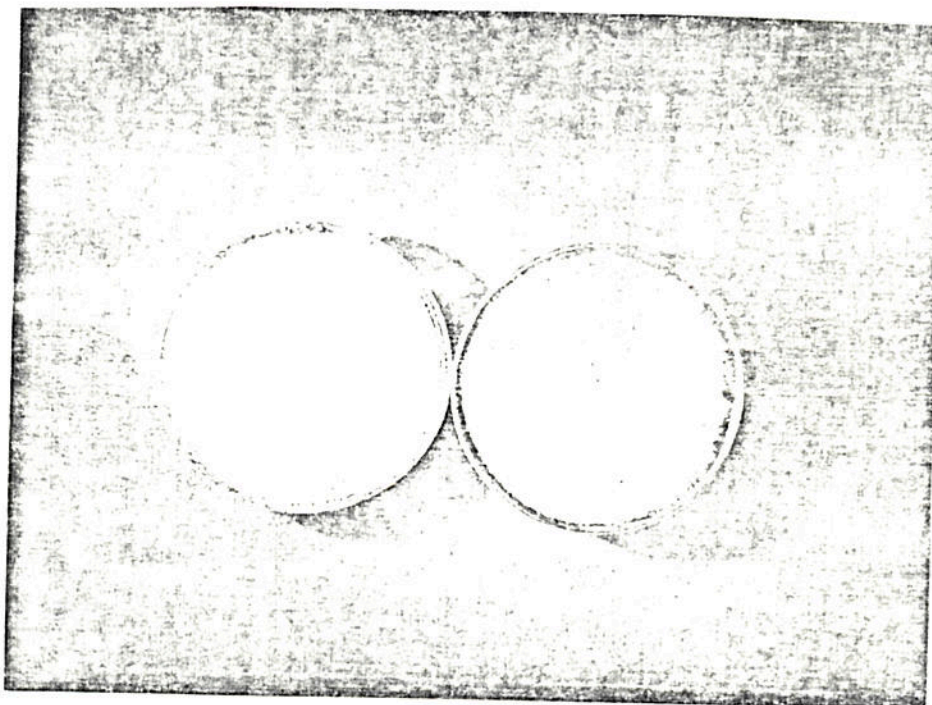


FIG. 4.15 - Placas no quarto dia pós-coleta. Coletor de Andersen.

#### 4.4 - Discussão

Já comentamos no Capítulo 2 a diversidade de contaminantes da poeira de grãos. Seria compatível com uma situação de risco a constatação de níveis elevados de poeira e a presença de alérgenos ou de patógenos nas partículas inaláveis desses ambientes.

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.

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 detectadas em cada etapa ou operação do processo de armazenagem e a prevalência de alterações respiratórias em cada grupo de trabalho. Devido ao número reduzido de amostras, a avaliação ambiental ficou restrita a um estudo descritivo de amostras de poeira respirável obtidas em alguns pontos de coleta que consideramos mais importantes.

**Avaliação quantitativa.** O coletor gravimétrico foi originalmente idealizado para amostrar poeiras minerais, mas vem sendo recomendado também para a coleta de partículas orgânicas (SCHALLER, 1980; DOEMENY, 1980). Foi projetado para ser um coletor individual, no entanto é cada vez mais difundido o seu uso como coletor de área. FARANT utilizou-o desta forma em 320 das 754 amostras que coletou em silos do Canadá (FARANT, 1980). Segundo informações recebidas do Serviço de Engenharia de Segurança do Serviço Social da Indústria (SESI), é válida a utilização do coletor gravimétrico em um ponto fixo, sobre um tripé.

A utilização de um ponto fixo de coleta próximo a uma fonte de geração de poeira é uma forma de avaliar aproximadamente o nível de exposição a que os indivíduos trabalhando na área estão sujeitos. Este recurso de extrapolação evita um número excessivo de coletas que seriam necessárias para representar o nível de concentração médio das coletas individuais. Além disso, os resultados da coleta individual de alguns trabalhadores podem não representar o nível de exposição

da maioria do pessoal trabalhando na área de recebimento. Preferimos também a coleta de área para evitar o risco de provocar danos aos equipamentos que poderiam ocorrer devido à inexperiência e ao desconhecimento sobre a rotina de coleta por parte dos trabalhadores.

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

Já foi comentado anteriormente que o nível de poeira inalável encontrado nas áreas de recebimento é relativamente baixo em relação a outras áreas internas do silo. A hipótese de falha técnica na coleta ou na fase analítica do processo é pouco provável, devido à observância rigorosa dos critérios durante os procedimentos.

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.** Conforme abordamos no Capítulo II, o nicho ecológico formado pelos grãos vegetais possui uma microflora e uma microfauna que apresentam uma grande diversidade, sendo constituídas por 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 de microorganismos. Isto é devido tanto ao substrato orgânico abundante que lhes serve de nutriente, como às condições de temperatura e umidade propícias para o crescimento de suas colônias. Estas condições são encontradas principalmente em silos mal ventilados, em que o cereal fica estocado por muito tempo sem o devido controle de qualidade. A umidade associada a um clima de temperatura elevada facilita a proliferação de fungos, elevando-se a concentração de esporos no ar quando o cereal é movimentado intensivamente.

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 e que foram analisadas por aquele autor.

Um fato aparentemente discordante é que nas amostras de poeira provenientes de grãos recém trazidos da lavoura deveriam predominar teoricamente 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), estes 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 já colhidos. Algumas colônias de Dematiaceae 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 são compatíveis com o valor médio do diâmetro de seus esporos, que é de aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  (LACAZ, 1970). Possivelmente uma estocagem anterior à remessa para o silo, logo após a colheita, tenha causado a modificação dessa microflora.

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 subjacentes (Fig. 4.14).

As espécies *Aspergillus* e *Penicillium*, encontradas por nós com frequência nos silos, correspondem às espécies mais prevalentes no ar de Porto Alegre, conforme foi demonstrado pelo trabalho de HOMRICH (1961). No Canadá, CHEUNG (1980) também encontrou semelhanças entre a microflora de silos na cidade de Saskatoon (Saskatchewan, Canadá) e a de jardins desta mesma cidade, na mesma época do ano. Havia, no entanto, uma diferença quantitativa entre estes dois ecossistemas, pois o nível de concentração de esporos era significativamente maior no ambiente dos silos.

O método de impactação de cascata permitiria também a avaliação quantitativa do número de esporos viáveis por  $m^3$  de ar, ou seja, de sua concentração no ambiente. A estimativa da concentração é determinada pela contagem das colônias em dias seriados 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.

Segundo CHEUNG (1980), que utilizou o método de exposição direta da placa de Petri no ambiente interno de silos, o número de colônias que cresceram em cada placa variou de 63 a 13.680, com uma média de 1.848 colônias por placa. Este número foi bem mais elevado do que os valores obtidos, para comparação, em coletas de áreas externas aos silos. LACEY (1980), utilizando o coletor de Andersen, encontrou no interior de silos concentrações de esporos de fungos que variaram de  $0,1 \times 10^6$  a  $137 \times 10^6$  esporos por metro cúbico de ar. Durante a movimentação de grãos úmidos de aveia, estes valores chegaram a  $2,88 \times 10^8$  esporos por  $m^3$ .

O potencial patogênico da inalação de fungos em indivíduos suscetíveis já está definitivamente comprovado. Determinadas espécies de fungos desencadeiam mais reações alérgicas ou irritativas do que outras. Estas reações 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.

Quanto às 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 sadios (ANAISSIE, 1989), como seria o caso da maioria dos trabalhadores economicamente ativos.

As espécies de fungos que encontramos nos ambientes dos silos estão entre essas comprovadamente alergênicas ou patogênicas para o homem (CHEUNG, 1980). Os resultados de vários estudos clínicos e experimentais que citaremos a seguir corroboram esta afirmação.

O **Aspergillus** é um fungo cuja distribuição geográfica é universal. Desenvolve-se bem em temperaturas que variam de 12 a 53 graus centígrados e cresce em matéria vegetal em decomposição por utilizar 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. aspergilose broncopulmonar alérgica, caracterizada por crises asmátiformes, eosinofilia, elevação

sérica da IgE e mínima invasão tecidual. No escarro podem aparecer moldes brônquicos e os micélios visualizados na microscopia (HETZEL, 1989);

2. aspergilose invasiva é uma doença granulomatosa evolutiva que invade o parênquima pulmonar. 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 ("cura aberta") de tuberculose pulmonar (SEVERO, 1987).

Os representantes do gênero *Penicillium*, embora sejam alergênicos, só raramente causam doença sistêmica (MORI, 1987). Os fungos dos gêneros *Rhizopus* e *Mucor* são os agentes das **ficomicoses** ou **mucormicoses**, que se apresentam sob a forma cutânea em ferimentos traumáticos de indivíduos imunocompetentes (VAINRUB, 1987; JOHNSON, 1987). Na literatura também há referências à localização no sistema nervoso (ESAKOWITZ, 1987) e disseminada (BROWN, 1987). LAKE (1988) relata um caso de mucormicose pulmonar em um indivíduo previamente sadio que apresentou melhora com o uso de anfotericina B e fluorcitosina.

Os fungos do gênero *Alternaria* e da família **Dematiaceae** são denominados de "fungos negros", devido à coloração de suas hifas e de suas colônias. Causam as **feo-hifomicoses** que se caracterizam pela morfologia dos seus agentes etiológicos nos tecidos, onde se apresentam sob a forma de elementos leveduriformes, hifas moniliformes, hifas septadas, ou uma combinação destas (LONDERO, 1987). Na área dermatológica, as feo-hifomicoses podem se apresentar sob a forma de doença superficial (tinha negra), cutânea (dermatomicoses e onicomicoses),

subcutânea (abscessos e granulomas) e sistêmicas (micose profunda). ZAPATER (1986), de Buenos Aires, Argentina, relata casos de queratite fúngica ou queratomicose, infecção ocular causada por fungos dos gêneros **Alternaria** e **Cladosporium**, que são fungos negros encontrados com freqüência na microflora de cereais. Caracteriza-se por intensa reação inflamatória ocular, infiltrado de fibrina e leucócitos e ulceração da córnea. ADAM et al. (1986), em uma revisão da literatura, relata alguns casos de micoses por fungos negros dos gêneros **Bipolaris** e **Exserohilum**, que incluem doença broncopulmonar alérgica, sinusite, queratite, osteomielite e doença sistêmica.

Embora muitas dessas micoses sejam infreqüentes na população em geral, a abundância de fungos nos silos coloca o trabalhador em situação de risco de adquiri-las.

## 5 - OS EFEITOS BIOLÓGICOS DA EXPOSIÇÃO

### 5.1 - Trabalho e doença no Brasil

Identificar a presença de fatores de risco num silo ou em qualquer outro local de trabalho é uma atividade habitualmente realizada através de dois caminhos distintos. O primeiro deles leva à **prevenção primária** dos riscos ambientais, cujos princípios e procedimentos já comentamos anteriormente nos Capítulos 2 e 3. Consiste em reconhecer, avaliar e controlar os fatores de risco antes que os mesmos produzam seus efeitos adversos sobre a população de indivíduos expostos. A Higiene Industrial é uma disciplina que desempenha um papel fundamental nesse campo, tendo a seu encargo a função de preconizar as medidas necessárias para o controle dos riscos ambientais, depois de reconhecê-los e avaliá-los.

Outras vezes a existência do risco é notada somente após a constatação ocasional de uma doença ocupacional durante uma avaliação individual ou coletiva de trabalhadores. Esta fase indireta e tardia de identificação resulta geralmente da ineficácia (ou da inexistência) de programas voltados para a prevenção primária ou para a identificação precoce dos efeitos biológicos do risco ambiental (**prevenção secundária**).

Em países industrializados, essa abordagem preventiva é realizada por equipes multidisciplinares que envolvem não só o engenheiro de segurança, o médico e a

enfermeira do trabalho, mas também o higienista industrial, o toxicologista, o epidemiologista, o estatístico e outros profissionais. Em nosso meio essas tarefas são realizadas, de maneira isolada e esporádica, por engenheiros, médicos ou supervisores de segurança ligados aos Serviços de Segurança e Medicina do Trabalho das empresas.

As condições precárias de trabalho que levam à doença ocupacional são determinadas por fatores econômicos, sociais e políticos próprios de cada país ou região. Em diversos países, principalmente nos do Terceiro Mundo, são mínimos os recursos para a organização de programas de monitoramento ambiental e biológico eficazes, e muito menos para a implantação de medidas adequadas ao controle do risco ambiental nos locais de trabalho.

A legislação trabalhista brasileira estabelece normas regulamentadoras para o funcionamento de Serviços de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMTs) junto às empresas de grande porte, que funcionam em conjunto com as chamadas Comissões Internas de Prevenção de Acidentes (CIPAs), entidades geridas e organizadas internamente pelas empresas e que possuem uma organização e uma estrutura eminentemente patronais. As CIPAs têm sob sua responsabilidade a prevenção de acidentes de trabalho e de doenças ocupacionais, mas são, via de regra, carentes de normatização e de infra-estrutura técnica para alcançarem os objetivos para que foram criadas. Por outro lado, o setor público de saúde tem dificuldades para regulamentar e fiscalizar adequadamente as condições de trabalho devido a fatores próprios da estrutura social e política do país e ao problema da centralização de recursos no atendimento a uma área geográfica extensa.

Além disso existe uma superposição de incumbências das diferentes instituições governamentais que deveriam se responsabilizar por esta fiscalização (MENDES, 1982).

Os trabalhadores das empresas pequenas e médias estão ainda mais desprotegidos quanto à prevenção dos riscos, pois as redes pública e privada de atendimento de saúde geralmente se limitam à prestação de serviços assistenciais aos trabalhadores acidentados ou intoxicados, não havendo prioridade para programas voltados para a prevenção ou diagnóstico precoce das doenças ocupacionais.

No Brasil não existe um sistema de vigilância epidemiológica específico estruturado para a identificação das pneumopatias ocupacionais. Os casos de doenças ocupacionais são registrados na Carteira de Acidentes do Trabalho da Previdência Social, mas os dados de prevalência ou de incidência específicos, que poderiam ser estimados a partir dessas informações, não são disponíveis.

Foram lançados recentemente dois programas de saúde pública, em nível federal, abordando o problema das pneumopatias ocupacionais em grupos de risco. O primeiro deles foi o Programa de Prevenção das Pneumoconioses, elaborado em 1986 pela Fundação Jorge Duprat de Figueiredo (FUNDACENTRO), sob a coordenação do Ministério do Trabalho, que dá ênfase ao risco de exposição a poeiras minerais (SAAD, 1986). Em 1987, o Ministério da Saúde, reunido em Brasília, formou uma Comissão de representantes de várias entidades que elaboraram um anteprojeto designado Programa Nacional de Prevenção e Controle das Pneumopatias Ocupacionais. Tinha como proposta estruturar um programa de vigilância epidemiológica integrado ao sistema de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1987). Não temos conhecimento se houve uma

concretização das propostas estabelecidas nestes Programas após a fase de planejamento dos mesmos.

Em 1986, a Oitava Conferência Nacional de Saúde e a Conferência Nacional de Saúde dos Trabalhadores, realizada um ano após, reavaliaram, entre outros aspectos, o atendimento de saúde ao trabalhador em âmbito nacional, dentro do contexto de uma reforma sanitária que estruturasse um sistema unificado de saúde (CORDEIRO, 1986). Numa fase anterior a estes dois encontros já existiam no Brasil propostas de trabalho que visavam dar um enfoque alternativo ao problema da saúde do trabalhador. Foram organizados programas específicos com base no atendimento em ambulatorios da rede pública, cuja maioria encontra-se em funcionamento até hoje. Estes programas estão vinculados a Universidades e a Secretarias municipais e estaduais de saúde em Estados como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (COSTA, 1989) e suas ações estão articuladas com outras instituições, como a Previdência Social, as Delegacias Regionais do Trabalho, os órgãos sindicais e as próprias empresas. Em Porto Alegre existem, atualmente (1991), em funcionamento dois ambulatorios com esta proposta de trabalho. O primeiro deles foi instalado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre em 1988 e está vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O segundo foi implantado recentemente pela Secretaria da Saúde e Meio Ambiente do Estado junto ao PAM-4 do INAMPS, localizado na vila do IAPI, na zona norte da cidade. Existe uma previsão de que nos próximos anos novas unidades sejam criadas.

Esse novo enfoque, ao capacitar o setor público para o atendimento do trabalhador doente, traz uma nova perspectiva à prestação de serviço de saúde à comunidade. Possibilita também o acesso a informações sobre a situação de saúde da população exposta a riscos

ocupacionais, tendo como base os registros de atendimento. Entretanto, a contribuição fundamental desta nova proposta seria prevenir as situações de risco em diversos ambientes de trabalho a partir da identificação de novos casos de doenças ocupacionais. Seria então possível orientar mais adequadamente os recursos para fiscalizar ou avaliar os locais de trabalho e estabelecer medidas preventivas específicas para melhorar as condições desses locais.

## 5.2 - Clínica e epidemiologia

Veremos a seguir alguns conceitos necessários para compreendermos a relevância da pesquisa no estudo das pneumopatias ocupacionais.

A identificação de sinais e sintomas de uma doença ocupacional em um trabalhador é, muitas vezes, o primeiro sinal que alerta para a existência de risco ocupacional. Uma vez estabelecido umnexo causal entre um caso de doença ocupacional e um determinado fator de risco, é importante verificar se outros trabalhadores no mesmo local não foram também atingidos de forma semelhante (SCHILLING, 1980). A partir desse momento, o estudo epidemiológico desempenha um papel importante na identificação ativa e precoce da doença ocupacional na população de trabalhadores expostos. As hipóteses formuladas durante a fase de planejamento de uma pesquisa se estruturam sobre um arcabouço chamado **delineamento do estudo**, que fundamenta o tipo de pesquisa a ser realizada.

Na investigação etiológica das pneumopatias ocupacionais, a principal hipótese é que a associação entre o contaminante inalado e os seus efeitos sobre o sistema respiratório sejam maiores do que se deveria

esperar quando devidos somente ao acaso. Para evitar os erros de confusão, a influência exercida por fatores como o fumo ou a poluição ambiental não-ocupacional deve ser controlada.

As doenças pulmonares ocupacionais são pesquisadas através de três tipos básicos de estudos que contribuem para formar o corpo de conhecimentos que hoje dispomos a respeito de suas características. São os seguintes:

1. estudos clínicos de indivíduos portadores ou suspeitos de apresentarem a doença;

2. experimentos controlados de laboratório, realizados em animais ou *in vitro*, para observar os efeitos biológicos causados pelos contaminantes inalados;

3. estudos epidemiológicos para identificar ativamente os efeitos biológicos sobre os indivíduos avaliados ou definir os indicadores de prevalência destes efeitos sobre as populações expostas.

Os estudos clínicos são dirigidos mais para investigar indivíduos do que grupos, e exigem a coleta de um grande número de dados sobre cada indivíduo, para que se defina um diagnóstico etiológico ou patológico.

Num artigo de revisão sobre os relatos de casos e de estudos clínicos que investigaram as pneumopatias causadas pela poeira de grãos, BECKLAKE (1980) observou que os mesmos eram primariamente descritivos ou procuravam elucidar os mecanismos fisiopatogênicos envolvidos no surgimento daquelas pneumopatias. Outros estudos clínicos citados por esta autora tentaram identificar componentes específicos da poeira de cereais que fossem responsáveis pelos efeitos biológicos.

As investigações epidemiológicas em populações expostas a riscos ocupacionais geralmente procuram testar hipóteses formuladas a partir de relatos de casos clínicos. O ponto de partida é a observação atenta de um clínico num relato de caso em que é formulada a suposição de nexos causal entre o fator de risco e a doença descrita. Estas observações podem ser complementadas ou confirmadas através de estudos experimentais em animais ou *in vitro*, principalmente quando se investiga os mecanismos inflamatórios, imunológicos ou carcinogênicos envolvidos. Os estudos experimentais são também utilizados para a determinação de limites de tolerância biológicos e ambientais. Estas hipóteses são testadas em humanos através da avaliação de uma amostra de indivíduos expostos ao fator de risco considerado. Estes dados são geralmente coletados por um especialista ou por um pesquisador que investigue o nexo causal entre fator de risco e efeito biológico. Com os resultados obtidos, o epidemiologista tem então condições de definir os níveis de risco, estabelecer a história natural da doença, os seus fatores predisponentes e a sua interação com outros estados patológicos.

O estudo epidemiológico lida com um número limitado de variáveis que são estabelecidas na fase de planejamento. Busca a seleção de uma amostra da população em risco que seja adequada aos propósitos do estudo, ou seja, que apresente características semelhantes às da população-alvo. Quando o propósito do estudo é inferir sobre a prevalência de sintomas respiratórios em trabalhadores engajados em determinada fase do processamento dos grãos, os indivíduos da amostra devem apresentar as características que os qualifiquem para representar essas populações, ou essas atividades. Nos estudos epidemiológicos, as informações clínicas são valorizadas em relação ao grupo e não ao indivíduo, e o diagnóstico da doença é expresso através da prevalência

ou da incidência de sinais e sintomas respiratórios. Há também diferenças na utilização dos instrumentos diagnósticos em relação aos estudos clínicos, sendo necessária uma padronização na aplicação dos testes e na interpretação dos resultados. As bases metodológicas para o emprego desses instrumentos em estudos epidemiológicos serão abordadas no Capítulo 6.

O método epidemiológico e a análise estatística são meios úteis para estabelecer a relação entre a doença ocupacional e os múltiplos fatores a ela associados. Para que atinjam esta finalidade, os objetivos do estudo devem ser estabelecidos de forma precisa, através de critérios operacionais mensuráveis, antes da execução do projeto (McDONALD, 1981).

Os estudos epidemiológicos são delineados como **estudos transversais** quando determinam a prevalência de sinais e sintomas respiratórios e de alterações de função pulmonar em indivíduos expostos num determinado ponto no tempo. A comparação a um **grupo controle** de indivíduos não-expostos ao fator de risco auxilia na interpretação dos resultados. Conforme foi ressaltado por BECKLAKE (1980), as pneumopatias ocupacionais dos trabalhadores de grãos apresentam características inespecíficas que se evidenciam quando os indicadores de morbidade das populações expostas são comparados aos de um grupo controle.

As características gerais do grupo controle devem ser pareadas com as dos indivíduos expostos, para que as mesmas sejam homogêneas, ou pelo menos semelhantes. Na maioria das vezes é difícil obter um grupo controle em que seja possível o pareamento dos indivíduos em relação a todas as variáveis que alteram os parâmetros respiratórios, como idade, tabagismo ou estado atópico. Além disso, se o estudo pretende comparar a

prevalência dos expostos com a da população em geral, o grupo controle deverá ser representativo desta população. Conclui-se, portanto, que um grupo controle criteriosamente selecionado é um requisito importante para a validação de um estudo.

A repetição de um estudo transversal sobre a mesma população em um outro momento posterior caracteriza o **estudo longitudinal**, o qual avalia a incidência da doença e a sua história natural através do acompanhamento de uma coorte de indivíduos expostos. Nesta situação, o próprio indivíduo é seu controle, evitando-se assim 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 em sua execução. Além disso, é freqüente a perda de indivíduos da coorte durante o seguimento dos casos. Quando o estudo longitudinal avalia as alterações da função pulmonar, é necessário um intervalo de no mínimo 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 pelo contaminante inalado com o declínio normal dos fluxos pulmonares em função da idade biológica (ENARSON, 1985).

As informações epidemiológicas tornam-se realmente úteis quando seus resultados fornecem subsídios para a implementação das condições ambientais e de saúde dos trabalhadores. Assim como a avaliação ambiental identifica a natureza e a intensidade do risco ambiental, propiciando o seu controle, os estudos epidemiológicos adquirem um caráter preventivo ao sinalizarem os efeitos determinados pelo fator de risco sobre uma população. Os

dados ambientais e epidemiológicos permitem, através de um mecanismo de retroalimentação, orientar a implantação de medidas de controle ou corrigir as já existentes.

Esta interação, embora seja óbvia em sua proposta e otimizadora em seus objetivos, ainda está longe de se tornar um modelo que se reproduza rotineiramente na prática.

### 5.3 - A evolução histórica das pesquisas

Embora o convívio do homem com os cereais seja milenar, foi só em época recente que os efeitos biológicos da exposição à poeira de grãos foram estudados cientificamente. O primeiro relato completo sobre os malefícios da poeira de cereais foi o de RAMAZZINI, em 1713. Descreveu em detalhes os sintomas respiratórios de indivíduos que pesavam grãos de trigo, e relacionou objetivamente esses achados com a inalação da poeira (FUNDACENTRO, 1985). Em 1832, THACKRAH comentou a respeito da tosse, expectoração e dispnéia que observou em moedores de milho (WILLIAMS, 1980). Quatro casos de asma brônquica em trabalhadores de moinhos de cereais foram relatados por DUKE (1935). Os episódios de broncoespasmo nesses indivíduos surgiam durante o processo de limpeza dos grãos de trigo. Na tentativa de tratar estes casos, foi utilizada a dessensibilização com extratos de poeira do próprio trigo; no entanto, os resultados obtidos não foram satisfatórios o suficiente para impedir que estes indivíduos fossem obrigados a abandonar a sua ocupação. Durante o período que vai de 1920 a 1939, SHERIDAN et al. (1980) citam cinco autores norte-americanos que publicaram relatos de casos de asma e de outras manifestações de alergia em padeiros e trabalhadores de moinhos. Relacionavam esses achados com a manipulação da farinha de trigo.

O primeiro estudo epidemiológico em uma população exposta à poeira de cereais em silos de grande porte foi o de SMITH et al., que em 1941 encontraram uma prevalência de tosse em 27% e de expectoração em 19% dos 216 indivíduos que examinaram. O raio-X de tórax mostrou fibrose pulmonar em 2,3% dos casos e a mortalidade por doença respiratória foi de 28% (SMITH, 1941). Alguns estudos pioneiros descreveram casos de fibrose pulmonar que eram possivelmente secundários a episódios de repetição de alveolite alérgica extrínseca. DUNNER et al. (1946) encontraram alterações radiológicas de infiltração alveolar e fibrose em 20% de uma população de estivadores portuários que carregavam grãos (DUNNER, 1946). VON RUTNER & STOFER (1954) ao dissecarem o pulmão de um trabalhador aposentado de um moinho, que em vida apresentara sinais radiológicos de fibrose pulmonar, encontraram granulomas contendo poeira de trigo. Não houve até hoje comprovação de que a sílica contida na poeira de grãos estivesse relacionada com pneumoconioses, a não ser por um único caso, relatado por HEATLEY et al. (1944), de um indivíduo que apresentava quadro radiológico sugestivo de silicose e que trabalhava na descarga de cereais em um túnel de estrada de ferro. Entretanto, não foi realizada nenhuma investigação anátomo-patológica para a confirmação diagnóstica.

A partir da década de 60 multiplicaram-se os estudos clínicos e epidemiológicos investigando as pneumopatias por poeiras de cereais. Alguns autores (WEILL, 1964; COWAN, 1968) consideraram definitivamente a poeira de grãos como um poluente ambiental e relacionaram as manifestações clínicas de asma brônquica com a sua inalação. WILLIAMS et al. (1964) realizaram um estudo que foi subsidiado por sindicatos, órgãos governamentais e pela Universidade de Saskatchewan, no Canadá. Essa participação multissetorial já denotava uma preocupação em abordar a exposição ocupacional à poeira de cereais

como um problema de saúde pública. Esses autores constataram uma prevalência elevada de tosse e dispnéia em trabalhadores de armazenagem. Consideraram também o papel do tabagismo e da alergia na produção desses sintomas. Outros estudos confirmaram a prevalência aumentada de tosse e expectoração em trabalhadores de silos, tanto em pequenas unidades armazenadoras (SIEMENS, 1969), como em grandes silos verticais (KLEINFELD, 1968; TSE, 1973; BECKLAKE, 1977; DO PICO, 1977). DO PICO et al. (1977) encontraram alterações da função respiratória, além de uma prevalência elevada de bronquite crônica em uma amostra de 300 trabalhadores. BRODER et al. (1979) em um estudo transversal controlado compararam as variáveis respiratórias de 441 trabalhadores de silos com as de 180 funcionários públicos não-expostos, encontrando também uma leve diminuição das variáveis respiratórias dos expostos em relação aos controles.

O contato que os **trabalhadores rurais** mantêm com a poeira de cereais é eventual e menos intenso do que os trabalhadores de armazenagem, mas segundo alguns estudos epidemiológicos aqueles parecem ter mais chance de apresentar alterações respiratórias do que a população em geral. DARKE et al. (1976) observaram em trabalhadores rurais ingleses sintomas respiratórios associados com dispnéia durante a atividade de colheita de cereais. Realizaram a avaliação imunológica dos trabalhadores e coletaram amostras de poeira inalável com um coletor microbiológico de Andersen, concluindo que os sintomas estavam provavelmente relacionados a uma reação de hipersensibilidade tipo I a esporos de fungos. WARREN (1980) constatou em trabalhadores rurais no Canadá uma prevalência mais acentuada de dispnéia e febre durante o contato com a poeira de cereais do que com a poeira do feno. Entretanto, não foi confirmada uma relação entre a exposição à poeira de grãos e sintomas respiratórios crônicos ou alterações da função pulmonar em 1.982

trabalhadores agrícolas também avaliados recentemente no Canadá (MANFREDA, 1989).

Em 1977 foi realizado em Saskatchewan, uma província central do Canadá, um Simpósio Internacional para debater sobre a poeira de grãos e a saúde dos trabalhadores. Neste encontro foi sintetizado todo o conhecimento anterior obtido através de estudos clínicos, epidemiológicos e experimentais. Na sua quase totalidade expressavam o consenso que a população de trabalhadores de grãos estava sujeita a riscos de doenças respiratórias em função de sua atividade ocupacional. Em um artigo de revisão publicado nos Anais deste Simpósio, BECKLAKE observou que a maioria dos estudos clínicos existentes até então eram voltados para a identificação das reações de hipersensibilidade aos diversos alérgenos que compõem a poeira de grãos. Tentavam esclarecer os mecanismos etiopatogênicos que intermediavam estas reações, bem como a natureza de seus efeitos a longo prazo sobre a função respiratória; entretanto, a análise dos resultados obtidos não era suficiente para estabelecer conclusões definitivas. Segundo a revisão daquela mesma autora, 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, 1979), estando um deles ainda em andamento. Nenhum destes estudos incluiu uma avaliação ambiental concomitante que permitisse estabelecer uma relação dose-resposta entre os níveis de concentração de poeira no local de trabalho e o grau de doença respiratória dos trabalhadores expostos (BECKLAKE, 1980).

Durante os Seminários realizados nesse Simpósio foi sugerido o desenvolvimento de estudos controlados que definissem melhor a validade externa dos resultados obtidos em populações expostas. A natureza dos efeitos biológicos da exposição a longo prazo também deveria ser

analisada através de estudos longitudinais delineados adequadamente, o que não fora realizado até então.

Várias pesquisas posteriores buscaram soluções para essas questões. Foram realizados outros estudos transversais controlados (CHAN-YEUNG, 1980; DO PICO, 1984; YACH, 1985) que identificaram mais sintomas respiratórios e alterações de função pulmonar em trabalhadores expostos do que em controles não-expostos.

Um estudo longitudinal controlado que acompanhou uma coorte de 340 trabalhadores de armazenagem foi iniciado na Colúmbia Britânica, Canadá, em 1975 (CHAN-YEUNG, 1980) e concluído seis anos depois (TABONA, 1984). Demonstrou-se que o declínio anual da função pulmonar era maior entre os trabalhadores de grãos do que entre os controles não-expostos. Os parâmetros respiratórios foram relacionados com os níveis de exposição a que estes trabalhadores estavam sujeitos, por meio das concentrações de poeira total obtidas através de coletores individuais. Ficou comprovado que havia uma relação significativa entre a razão de chance ("odds ratio") de ser um "caso" de pneumopatia ocupacional e o nível de exposição associado, ou o tipo de ocupação desempenhada pelo indivíduo (ENARSON, 1985). Em outro estudo semelhante, COREY (1982) comparou os níveis de poeira inalável no ambiente às alterações dos fluxos espirométricos apresentadas por indivíduos expostos a essas concentrações durante uma jornada de trabalho, concluindo que havia uma relação dose-resposta entre esses dois parâmetros.

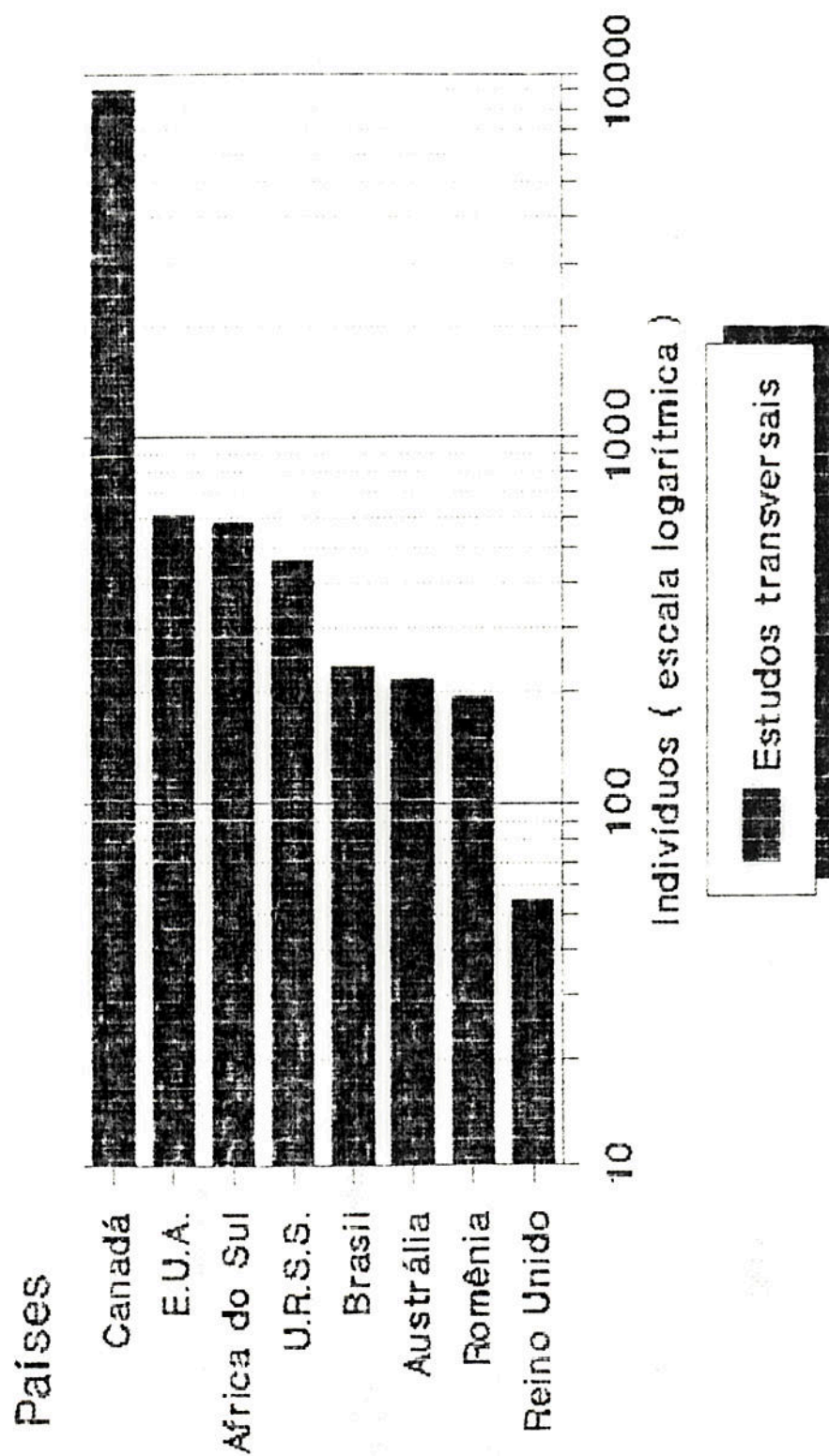
O número cumulativo de trabalhadores avaliados até 1986 em estudos epidemiológicos de diferentes países é estimado na **Figura 5.1**. Para facilitar o dimensionamento gráfico, os valores expressos na ordenada (número de trabalhadores) foram graduados em escala

logarítmica. O Canadá realizou o maior número de estudos epidemiológicos, que incluíram a avaliação de aproximadamente 11.500 trabalhadores. Naquele país, o investimento em pesquisa nessa área ocupacional se justifica pela importância econômica que representa o setor de armazenagem, que foi capaz de absorver a metade da produção interna de cereais do país durante o período de 1971 a 1983 (FAO, 1984). Os EUA vêm em segundo lugar, com um total de 969 indivíduos avaliados. Outros países como a Austrália, a URSS, a Romênia e a Líbia apresentavam também algumas publicações (Fig. 5.1). Como parâmetro de comparação, colocamos a amostragem de 235 trabalhadores do estudo epidemiológico que relatamos no Capítulo 7, representando o Brasil.

Na área experimental, a pesquisa dos efeitos biológicos da poeira de grãos concentrou-se na investigação dos mecanismos patogênicos para o sistema respiratório desencadeados pelos diversos componentes da poeira de grãos (ARMANIOUS, 1981; BRODER & McAVOY, 1981; OLENCHOCK, 1980). Em Conferência realizada em Nova Orleans, Estados Unidos, em 1984, versando sobre exposição ocupacional na agricultura, foram apresentados novos estudos experimentais investigando as relações agente-hospedeiro nas doenças das vias aéreas causadas por poeiras vegetais.

COOPER (1986) apresentou na Conferência de Nova Orleans uma revisão sobre a fisiopatogenia das doenças brônquicas causadas por poeiras vegetais, concluindo que as reações inflamatórias das vias aéreas e a broncoconstrição são mediadas por processos celulares e humorais. As células potencialmente envolvidas são macrófagos alveolares, leucócitos polimorfonucleares, mastócitos, basófilos, eosinófilos e linfócitos. As imunoglobulinas e o complemento também participam desse processo, onde desempenham um papel cuja fisiopatogenia ainda não foi bem determinada.

FIG. 5.1: Trabalhadores de silos investigados em diversos países através de estudos transversais ( até 1988 )



## 5.4 - Manifestações clínicas

### 5.4.1 - Episódios de obstrução aguda das vias aéreas

As poeiras orgânicas e alguns gases e vapores industriais causam sintomas respiratórios agudos caracterizados por episódios reversíveis de dispnéia e tosse com pouca expectoração, que são seguidamente acompanhados de sibilância. Este quadro clínico foi convencionalmente denominado de "**asma ocupacional**", podendo 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. Esta recorrência independe muitas vezes de o indivíduo permanecer ou não em contato com a fonte de exposição (BECKLAKE, 1980).

Os novos processos industriais geram no ambiente de trabalho a cada ano um número crescente de contaminantes que atuam como **fatores desencadeantes** da asma ocupacional. Atualmente existem identificados em torno de 200 tipos diferentes de contaminantes do ar que estão diretamente relacionados com o desencadeamento de broncoconstrição (DOSMAN, 1981). Esta listagem não é exaustiva, pois a reação de broncoespasmo pode ser desencadeada potencialmente por outros contaminantes com os quais a relação causal não está ainda estabelecida.

A prevalência de asma brônquica na população mundial, que é estimada em 2 a 5%, varia em função da área geográfica e de diferentes fatores desencadeantes em cada ambiente. Em países industrializados como o Japão, 15% dos casos de asma em homens são atribuídos a causas ocupacionais (CHAN-YEUNG, 1982).

A importância do **diagnóstico** da asma ocupacional reside na perspectiva de oferecer ao paciente a

possibilidade de cura ou de alívio sintomático com o afastamento da fonte de exposição. Aproximadamente a metade dos indivíduos permanecem com sintomas depois de afastados do trabalho, necessitando o uso de medicação broncodilatadora indefinidamente (CHAN-YEUNG, 1982).

Na asma ocupacional, a relação de **tempo entre a exposição e o início dos sintomas** é o primeiro fator indicativo do **nexo 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. Existem estudos clínicos comprovando que a reação pode surgir horas após a exposição, tanto à poeira de cereais (CHAN-YEUNG, 1979), como no contato com vários outros contaminantes (PEPYS & HUTCHCROFT, 1975). Nesses casos o paciente ou o próprio médico muitas vezes não reconhecem de imediato a relação causa-efeito.

Alguns autores (WARREN, 1974; DO PICO, 1982), através de estudos clínicos, avaliaram as alterações da função pulmonar durante a obstrução aguda das vias aéreas em trabalhadores de cereais. Induziram experimentalmente reações brônquicas em alguns deles através de **testes de provocação** específicos, utilizando antígenos presentes na poeira de cereais. Esses testes reproduziam no laboratório a situação de exposição ocupacional, pela administração de extratos de poeira de cereais por via inalatória através de nebulizações (WARREN, 1974), ou então pela manipulação direta dos grãos (CHAN-YEUNG, 1979). Em seguida eram realizados testes espirométricos seriados, a intervalos regulares de tempo, para avaliar os possíveis efeitos que a inalação do antígeno exercia sobre a função pulmonar do paciente (NEWMAN TAYLOR, 1982). Nos testes de provocação com poeira de grãos foram observados dois padrões de resposta. Alguns indivíduos apresentaram uma reação de broncoespasmo imediata, única,

logo após a inalação, seguida de uma fase de remissão espontânea. Outros indivíduos posteriormente apresentavam também uma reação tardia, que se manifestava 6 a 8 horas após a provocação, durando não mais do que 24 horas e configurando a assim chamada reação bifásica. Em alguns casos a reação tardia era acompanhada de febre, leucocitose e mal-estar (WARREN, 1974).

BRODER (1980) constatou em trabalhadores sintomáticos afastados da atividade com cereais durante um tempo prolongado, a diminuição dos sintomas respiratórios, seguida de um recrudescimento dos mesmos por ocasião do **retorno ao trabalho**. Aqueles que permaneceram trabalhando no local durante a ausência dos demais não diminuíram seus sintomas respiratórios. Os indivíduos que reassumiram suas funções após o afastamento apresentaram uma diminuição significativa do VEF1,  $V_{max50}$  e  $V_{max25}$ , provavelmente em consequência do retorno ao contato com a poeira. Este estudo demonstrou que os efeitos agudos da poeira de grãos são parcialmente reversíveis.

Esse mesmo autor (BRODER, 1984), em um estudo controlado, avaliou os efeitos imediatos da exposição à poeira de cereais em duas ocasiões: uma primeira vez, em trabalhadores recém admitidos no emprego e uma segunda vez, dois meses e meio (2,5 meses) após terem ingressado. Neste período 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. Entretanto, os trabalhadores novatos e os veteranos exibiram graus semelhantes de alteração nas provas de função pulmonar nesses dois momentos.

Outros estudos mostraram que alguns trabalhadores de grãos apresentavam uma **redução aguda da função pulmonar durante uma jornada de trabalho** (CHAN-YEUNG, 1980; COREY, 1982; DO PICO, 1983). As diferenças na capacidade ventilatória eram medidas através de espirometrias efetuadas antes do início e no final do dia ou da semana de trabalho. Essas alterações não foram verificadas em indivíduos não-expostos à poeira de grãos e que trabalhavam em escritórios (CHAN-YEUNG, 1980) e nos setores da construção civil e de limpeza urbana (DO PICO, 1983). Em uma série de 510 indivíduos, CHAN-YEUNG (1980) encontrou 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  $V_{max50}$  e do  $V_{max75}$  superior a 35%. Os resultados do estudo longitudinal realizado na Colúmbia Britânica (TABONA, 1984) sugerem que as pequenas alterações de função pulmonar observadas em uma jornada de trabalho levam a uma taxa mais acentuada de declínio anual do VEF1. O efeito a longo prazo destes episódios agudos só será esclarecido em definitivo com a realização de um número maior de estudos longitudinais de grupos expostos.

Os indivíduos alérgicos ou portadores de asma brônquica freqüentemente apresentam crises de sibilância quando visitam um silo de cereais pela primeira vez, sem terem passado por uma fase anterior de sensibilização. A poeira de cereais pode também induzir a uma crise de broncoespasmo em indivíduos previamente normais. Estas respostas sugerem que a poeira de cereais possa atuar como fator irritativo, determinando **hiperreatividade brônquica inespecífica**. Um estudo realizado em 1979

detectou uma prevalência aumentada de hiperreatividade brônquica inespecífica em trabalhadores de cereais através de testes de provocação com a metacolina (LAM, 1979). O grau de reatividade diminuiu com o afastamento da exposição e não estava associado à presença de atopia.

Os efeitos agudos na função pulmonar são provavelmente relacionados com a dose de exposição. Quanto maior a concentração de poeira total ou inalável, mais evidentes são as alterações ventilatórias na função pulmonar, sugerindo que o mecanismo envolvido nestes episódios não seja imunológico (CHAN-YEUNG, 1985).

COREY et al. (1982) estudaram a relação entre as alterações agudas da função pulmonar e a dose de exposição. Realizaram diariamente as provas funcionais de trabalhadores cujos níveis de exposição foram monitorizados através de análise quantitativa de amostras de poeira. As provas de função pulmonar realizadas no início da semana de trabalho (segunda-feira pela manhã) foram utilizadas como linha de base para a aferição dos testes realizados nos dias subsequentes. As alterações dos parâmetros de função pulmonar foram expressas como percentuais dos valores obtidos no início da semana. Os trabalhadores expostos a níveis elevados de concentração de poeira respirável e que não usavam máscara apresentaram piora significativa da função pulmonar. Não houve alteração da CVF em função da concentração da poeira, o que demonstrou ausência de componente restritivo importante. Os fluxos respiratórios, entretanto, tiveram uma diminuição diária que era proporcional ao aumento dos níveis de exposição. Metade dos 42 trabalhadores de COREY et al. (1982) apresentaram uma diminuição de  $\dot{V}_{max50}$  de pelo menos 923ml/seg para cada aumento de  $1\text{mg}/\text{m}^3$  de poeira respirável durante a jornada de trabalho.

**Mecanismos da broncoconstrição aguda.** O mecanismo responsável pela broncoconstrição aguda com a exposição à poeira de grãos ainda é desconhecido. As tentativas de identificar os agentes responsáveis através dos testes imunológicos ou de provocação foram pouco proveitosas devido aos inúmeros antígenos encontrados na poeira dos grãos. Na busca de uma explicação plausível foram levantadas duas hipóteses. A primeira delas relaciona a reação brônquica a uma manifestação alérgica. Segundo outros estudos uma manifestação não-alérgica estaria envolvida nestes processos (CHAN-YEUNG, 1985).

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

O mecanismo alérgico é sugerido pelos resultados de testes de provocação induzindo a reações imediatas ou bifásicas (reação imediata seguida de uma reação tardia) em alguns trabalhadores de cereais (CHAN-YEUNG, 1979; WARREN, 1974). Entretanto, os estudos que tentaram esclarecer os mecanismos alérgicos que levam à broncoconstrição induzida pela poeira dos grãos ainda não são conclusivos.

Outros autores como WARREN (1974) e WILLIAMS (1964) conseguiram estabelecer uma correlação significativa entre resultados positivos em testes cutâneos com extratos de poeira de grãos e reação de broncoespasma após a administração destes extratos por via inalatória. No estudo clínico realizado por WARREN (1974), sete dos oito pacientes com hiperreatividade cutânea à poeira de grãos apresentaram também obstrução das vias aéreas após o teste de provocação.

Em um estudo epidemiológico, DO PICO et al. (1977) encontraram 81 atópicos entre 297 trabalhadores de grãos, os quais foram assim classificados conforme apresentassem resultados positivos, com reação imediata, aos testes cutâneos para antígenos comuns (pólen, fungos, insetos, pêlos de ratos e penas). Foram também realizados testes cutâneos com extratos purificados de grãos nos 216 trabalhadores, tendo sua positividade variado em função do tipo de grão: 15 a 17% para a aveia e a cevada e abaixo de 11% para o trigo e a soja. Apenas 30% destes indivíduos com reação específica aos grãos eram atópicos, mas 58% dos 45 indivíduos atópicos também eram reatores específicos. Entre os reatores específicos havia uma prevalência maior de sibilância e de constrição torácica durante a exposição, do que entre os não-reatores. Os atópicos apresentaram mais alterações do  $V_{max50}$  e  $V_{max75}$  do que os não-atópicos.

DO PICO et al. (1977) também identificaram **precipitinas séricas** positivas para antígenos de poeira de grãos de cereal em 1 a 23% dos trabalhadores avaliados; 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, 1980; BRODER & McAVOY, 1981).

BRODER et al. (1983) compararam os parâmetros respiratórios de dois grupos selecionados de trabalhadores de cereal. Um dos grupos apresentava **testes cutâneos** positivos para extratos de poeira de cereal e de fungos e a outros testes cutâneos negativos. Constataram que não havia uma prevalência maior de sintomas respiratórios ou de provas funcionais alteradas nos trabalhadores de grãos com teste cutâneo positivo em relação àqueles com reação negativa. Além disso, os

trabalhadores com possíveis alterações respiratórias relacionadas com a exposição ocupacional não mostraram resposta quando estimulados com o teste de provocação inalatória aos extratos de poeira de grãos. Também não foram encontrados níveis séricos elevados do 3º e 4º componentes do complemento. Esses autores concluíram que não havia um estado alérgico envolvido na reação e que as discrepâncias nos resultados dos testes cutâneos são devidas à complexidade da poeira e às suas diferenças regionais.

BRODER & McAVOY (1981) identificaram em extratos de grãos de cereal provenientes de silos um material que formava um precipitado quando o mesmo era colocado em contato com o soro humano normal. Este extrato foi purificado para se obter somente os constituintes do próprio cereal. O material precipitado, no entanto, reagia com o receptor Fc da IgE, sugerindo assim que a reação fosse não-imunológica. Esta reação está relacionada com a hemo-aglutinação e a atividade de fixação do complemento e interage com a IgG humana de uma forma não-imunológica. Os títulos obtidos foram comparáveis àqueles obtidos de poeira de grão não-purificada, demonstrando que a precipitação se deve a constituintes do cereal e não a outro material presente na poeira. Em extratos de poeira de milho, cevada e aveia foi identificada a presença de **fitohemaglutininas** (ou lectinas) que são glicoproteínas que provocam a aglutinação de eritrócitos através de um mecanismo não-imunológico (OLENCHOCK, 1986; THE MERCK, 1983). Embora a atividade precipitante do extrato de grãos tenha estas características, não foi excluída a possibilidade de que a reação com a IgG seja parcialmente imunológica. Na poeira dos grãos foi também identificado um componente semelhante ao tanino ou ao **ácido tânico** (SKEA, 1988), que tem a propriedade de induzir uma reação de fixação do complemento.

Não existem evidências consistentes que indiquem algum alérgeno específico responsável pelo desencadeamento das reações de broncoespasmo em trabalhadores expostos à poeira de grãos. Alguns autores conseguiram identificar contaminantes possivelmente relacionados com o desencadeamento de obstrução aguda das vias aéreas. DAVIES (1976) atribuiu a um **ácaro**, o **Glycyphagus destructor**, a asma noturna recorrente apresentada por um trabalhador. CUTHBERT et al. (1980) encontraram em trabalhadores de grãos uma associação entre doença respiratória alérgica e a exposição a ácaros do gênero **Glycyphagus** que foi comprovada através da realização de testes cutâneos e do RAST ("radioallergosorbent test"). DO PICO (1982) relacionou a inalação de **fragmentos de uma espécie de trigo** à broncoconstrição em alguns trabalhadores. Porém, na maioria dos casos de broncoconstrição aguda desencadeada pela exposição à poeira de cereais, não foi possível identificar o alérgeno responsável, principalmente devido à complexidade da composição da poeira dos grãos. Considerando que seus componentes diferem de uma amostra para outra, a padronização de extratos de antígenos específicos é difícil de ser conseguida.

A hipótese de um **mecanismo não-alérgico** ser responsável pela broncoconstrição aguda é sugerida pela associação existente entre a **dose de exposição** e o **grau de alteração aguda da função pulmonar**. Os extratos de poeira de grãos ativam **in vitro** as vias clássica e alternativa do complemento, que, por sua vez, induzem à liberação de histamina de basófilos periféricos e dos mastócitos, levando a um aumento da permeabilidade vascular (OLENCHOCK, 1978; OLENCHOCK, 1980).

O cromoglicato de sódio inibe a reação brônquica induzida pela inalação de extratos de poeira de grãos

(COREY, 1982), sugerindo que essa poeira possa levar à liberação de mediadores (CHAN-YEUNG, 1985).

Muitos tipos de reações entre precipitinas não-específicas do soro humano e vários antígenos orgânicos que ocorrem na natureza têm sido descritas. OLENCHOCK (1978) demonstrou a presença de atividade de fixação do complemento diretamente em extratos de grãos. Entretanto, no trabalho de BRODER (1981) não houve diferença significativa quanto às variáveis respiratórias entre os trabalhadores com dosagens de precipitina positiva e negativa (não-reatores).

Testes *in vitro* demonstraram que extratos de poeira de grãos provocavam a liberação de histamina e de leucotrienos de fragmentos de pulmão humano. Através de análise cromatográfica comprovou-se que a quantidade de histamina liberada era diretamente proporcional à concentração de extratos de poeira. Como esta reação se processa na ausência de plasma, é provável que seja desencadeada por um mecanismo não-imunológico (CHAN-YEUNG, 1985).

#### 5.4.2 - Alveolite alérgica extrínseca

A alveolite alérgica extrínseca ou broncopneumonia de hipersensibilidade é uma doença inflamatória do parênquima pulmonar, de origem imunológica, secundária à inalação de poeiras orgânicas de diversas origens. Foi identificada em trabalhadores de grãos por vários autores (GRANT, 1972; WARDROP, 1977; DUTKIEWICZ, 1985). O diagnóstico clínico da alveolite alérgica extrínseca é presumido na presença de sintomas respiratórios e sistêmicos característicos, associados a uma história recente de exposição a contaminantes orgânicos. 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 talvez a de um autor sueco chamado 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 descreve em 1713, no **De Morbis Artificum Diatriba**, a doença dos medidores e peneiradores de cereais, que apresentavam "secura na garganta, tosse seca obstinada, falta de ar e morte prematura". Esses são sintomas coincidentes com a forma evolutiva crônica da alveolite.

Na primeira metade do século XX surgem relatos de CAMPBELL (1932) e FAWCETT (1938) sobre episódios de sintomas respiratórios e sistêmicos agudos em trabalhadores rurais que haviam lidado recentemente com cereais ou feno estocados em condições de ventilação deficiente e de umidade relativa elevada. Esta síndrome foi denominada de "farmer's lung" ou "pulmão do fazendeiro", por PICKLES, em 1944 (GRANT, 1972). Foi PEPYS que identificou em 1962, no soro de pacientes portadores da síndrome, a presença de precipitinas séricas positivas contra extratos do feno mofado (PEPYS, 1963). Em 1963, PEPYS et al. isolam os esporos de um fungo considerado como o principal agente causal. Trata-se de um Actinomiceto termofílico, o **Micropolyspora faeni**, que possui esporos com diâmetros que variam de 1 a 3  $\mu\text{m}$ , o que favorece a sua penetração até o nível alveolar, onde se processa a reação inflamatória. Foi também intensificada a presença de precipitinas séricas específicas contra este agente biológico no soro dos indivíduos com a doença (PEPYS, 1963). Indivíduos não-atópicos que inalam concentrações elevadas destes esporos ficam sensibilizados de forma a apresentarem um quadro de alveolite mesmo quando submetidos

posteriormente a níveis de exposição mínimos. Depois deste primeiro relato foram identificados outros agentes orgânicos que produziam o mesmo tipo de quadro clínico, como as poeiras de madeira, de cana-de-açúcar ou de cortiça, os esporos de outras espécies de fungos e alguns fragmentos protéicos das fezes de aves.

A alveolite alérgica extrínseca se caracteriza por três formas de apresentação clínica:

1. Pode ocorrer como uma **crise aguda**, que surge algumas horas após a exposição e se torna recorrente na medida em que a exposição se repete a cada jornada de trabalho. Os sintomas respiratórios são tosse com pouca expectoração e dispnéia, que muitas vezes é severa. São acompanhados de mialgias, mal-estar, cefaléia e febre com calafrios e sudorese. Estes sintomas podem durar dias ou semanas, e se prolongarem por um tempo indeterminado após o afastamento da fonte de exposição, mas na maioria das vezes evoluem para a resolução completa. Os principais sinais ao exame físico são estertores crepitantes finos nos terços inferiores dos pulmões e perda de peso.

2. A síndrome aparece também sob a forma de **episódios subagudos**, geralmente decorrentes de uma exposição continuada. O início costuma, então, ser insidioso, e evolui para uma apresentação subclínica ou com sintomas leves, que é intercalada por crises de exacerbação semelhantes à forma aguda, geralmente desencadeadas por uma reexposição ao antígeno.

3. As **manifestações crônicas** geralmente são consequência da intensidade e recorrência dos quadros agudos e subagudos. Pode surgir nesses casos a fibrose pulmonar, 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 e ao "cor pulmonale". A descompensação cardíaca decorrente da insuficiência respiratória crônica pode levar prematuramente à morte. A importância do diagnóstico da alveolite alérgica extrínseca reside na prevenção terciária de suas complicações, pois a fibrose pulmonar pode ser evitada com o afastamento do indivíduo da fonte de exposição.

Quanto aos métodos de **investigação diagnóstica**, a **radiografia de tórax** mostra na fase aguda da alveolite alérgica extrínseca um infiltrado pulmonar de padrão alveolar que predomina nas metades superiores dos pulmões e que regride dentro de dias ou semanas depois de iniciados os sintomas. As lesões podem ser tão tênues a ponto de serem detectadas somente através de exame histopatológico em pacientes com raio-X aparentemente normal. Na fase crônica aparecem fibrose intersticial com faveolamento e retração de lobos superiores.

Na **função pulmonar** prevalece um padrão restritivo, que em alguns casos pode estar acompanhado por padrão obstrutivo devido à freqüente associação com episódios de broncoespasmo. As reduções do VEF1 e da CV podem ser retardadas, ocorrendo 6 a 8 horas após a exposição, ou serem bifásicas (LEVY & FINK, 1985). Observa-se uma diminuição do transporte de gases em nível da barreira alvéolo-arterial, comprovada pelos testes de difusão e, conseqüentemente, a diminuição da pressão arterial de O<sub>2</sub> e o aumento do gradiente alvéolo-arterial. A complacência pulmonar também está diminuída (PEPYS, 1987).

Quanto à avaliação imunológica, a dosagem de **precipitinas séricas** contra Actinomicetos como o **M. faeni**, está elevada em quase todos os indivíduos na fase aguda da alveolite alérgica. Testes positivos foram

também encontrados em 17 a 18% dos indivíduos expostos que eram assintomáticos. Embora a precipitina sérica positiva seja um achado imunológico típico da alveolite alérgica extrínseca, não confirma necessariamente a doença. Como teste diagnóstico, apresenta sensibilidade reduzida, sendo somente um indicador de exposição ou de sensibilização. A dosagem de precipitinas séricas pode diminuir abruptamente com o afastamento do indivíduo da exposição.

Segundo FREEDMAN (1981), 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. 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 via de regra os mesmos não são atópicos.

Outros métodos de investigação utilizados são os **testes de provocação** específicos, onde se reproduz artificialmente em laboratório as condições de exposição para estudar seus efeitos, e o **lavado broncoalveolar**, onde já foi demonstrado um aumento do número de linfócitos T nos casos de alveolite alérgica extrínseca.

Diversos estudos trouxeram informações novas sobre a relação entre a exposição à poeira dos grãos e do feno e o surgimento do quadro clínico de alveolite. A associação da alveolite com a poeira do feno é mais freqüente do que a de grãos porque os grãos possuem um teor de umidade menor, desfavorecendo o crescimento de Actinomicetos.

DUTKIEWICZ (1985) descreveu os casos de dois camponeses poloneses em contato com a poeira dos grãos de trigo que apresentavam quadro compatível com alveolite alérgica extrínseca. Nesses casos a dosagem de precipitinas séricas foi positiva para uma bactéria gram-negativa, a **Erwinia herbicola**, que é um contaminante habitual da poeira de cereais. Este achado foi também confirmado pela positividade nos testes cutâneos e por reações bifásicas nos testes de provocação. Estes resultados corroboram a hipótese de PEPYS de que o mecanismo patogênico esteja relacionado a uma reação de hipersensibilidade tipo III mediada por IgG.

Em um estudo ecológico efetuado na Escócia (WARDROP, 1977), foram realizadas avaliações micológicas no interior de moinhos e celeiros destinados à estocagem, localizados em diversas propriedades rurais. As concentrações de esporos de Actinomicetos termofílicos eram mais elevadas em locais onde havia caso(s) conhecido(s) de alveolite alérgica extrínseca. A maior parte do conteúdo antigênico encontrado no feno estocado nesses locais era constituída pelo **Mycropolyspora faeni**. O teste de imunodifusão com 3 bandas positivas aos extratos de **M. faeni** foi encontrado nos trabalhadores com manifestações clínicas mais severas.

Segundo os trabalhos originais de PEPYS (PEPYS, 1963; PEPYS & JENKINS, 1965), 80% dos pacientes com "farmer's lung" reagem aos antígenos do feno e 88% aos antígenos de **M. faeni**. Entretanto, a validade da imunodifusão como critério diagnóstico da alveolite alérgica foi contestada por estudos posteriores em que a sensibilidade do teste variou de 43% (GRANT, 1972) até 55% (WARDROP, 1977). Portanto, um teste positivo indica tão somente sensibilização ao antígeno, que poderá vir acompanhada ou não de doença. O número de indivíduos normais com teste positivo varia de 0 a 30% (WARDROP,

1977). CORNIER & BELANGER (1989) realizaram um estudo longitudinal que acompanhou trabalhadores rurais assintomáticos com imunodifusão positiva; concluíram que a positividade do teste sofre flutuações no decorrer do tempo e que somente poucos indivíduos acabam adquirindo alveolite.

Com o uso da **imunofluorescência**, a sensibilidade diagnóstica aumentou significativamente para 91%. Através desta técnica 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 antígenos dos Actinomicetos termofílicos podem ativar a via alternativa do complemento, que induz à formação de fatores quimiotáticos e de ativação dos macrófagos alveolares. Entretanto, os níveis de complemento sérico não estavam diminuídos em indivíduos que ficaram sintomáticos após realizarem testes de provocação (LEVY, 1985).

Existem também evidências que uma reação de hipersensibilidade tipo IV, mediada por linfócitos, também possa ser mobilizada, devido à formação de infiltrados de macrófagos e linfócitos nos espaços alveolares e interstício. Granulomas não-caseosos também são encontrados, lembrando a reação de hipersensibilidade tuberculínica. Através da cultura de linfócitos foi constatada a produção de linfocinas e a blastogênese na presença do antígeno. Por sua vez, a análise do lavado broncoalveolar em indivíduos com alveolite alérgica revelou uma predominância de linfócitos T em relação aos indivíduos normais (LEVY, 1985).

Vê-se, assim, que a patogenia da alveolite está associada a vários mecanismos, e que se faz necessário o desenvolvimento de novas linhas de pesquisa para que sejam eles esclarecidos.

#### 5.4.3 - A "febre dos grãos" (grain fever)

A denominação "febre dos grãos", livremente traduzida aqui do inglês "grain fever", é usada para designar um quadro clínico peculiar que se manifesta durante ou logo após a exposição do indivíduo à poeira de cereais. Caracteriza-se por um estado febril agudo, geralmente acompanhado de calafrios. Tem um caráter episódico e não dura mais do que 24 horas depois do início dos sintomas.

O indivíduo apresenta inicialmente tosse seca ou produtiva, rubor facial, cefaléia, sensação de constrição torácica e dispnéia. Posteriormente, surgem mal-estar geral, hipertermia, calafrios e mialgias. O hemograma pode apresentar leucocitose.

Com freqüência estes episódios ocorrem logo após a exposição a uma quantidade maciça de poeira. Existem alguns relatos de trabalhadores que ficaram sintomáticos logo após o retorno ao trabalho depois de um longo período de ausência. Nestes indivíduos os sintomas não ocorriam habitualmente nas exposições diárias, mas somente após um afastamento superior a duas semanas.

A febre dos grãos geralmente não é acompanhada de infiltrações pulmonares ao raio-X de tórax, como acontece na alveolite alérgica extrínseca. Os seus sintomas são também mais brandos e menos duradouros. A alveolite está comumente associada a grãos maciçamente contaminados por fungos, mas esta condição ambiental já não é tão necessária para o aparecimento da febre dos grãos.

A prevalência desta síndrome em estudos transversais variou de 6 a 32% (CHAN-YEUNG, 1978; DO PICO, 1977; DO PICO, 1982).

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

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

Existe também a hipótese proposta por DENNIS, em 1973, de que esta reação seja 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 àquele apresentado pelo paciente com alveolite alérgica, com a diferença de que as manifestações radiológicas podem estar ausentes. O estudo anátomo-patológico de uma peça de necrópsia do pulmão de um indivíduo com micotoxicose evidenciou a presença de fungos do gênero **Penicillium**.

PERNIS (1971) sugeriu que as reações febris fossem secundárias à inalação de endotoxinas bacterianas que estimulariam a liberação de substâncias vasoativas como a histamina. As endotoxinas bacterianas já foram detectadas na poeira de grãos por outros autores

(OLENCHOCK, 1980; DUTKIEWICZ, 1985). A liberação da histamina pela estimulação de células pulmonares poderia ser também desencadeada por fragmentos da própria poeira de grãos (DO PICO, 1982). Estes quadros febris seriam possivelmente a manifestação clínica de uma reação tóxica associada a uma reação de hipersensibilidade.

#### 5.4.4 - Outras manifestações clínicas agudas

A ação irritativa ou alergênica da poeira de cereais não se manifesta somente sobre a superfície das vias respiratórias, mas também sobre a pele e as mucosas nasais e oculares.

O efeito biológico mais vezes observado sobre a pele é a dermatite eczematosa de contato. Este tipo de reação cutânea corresponde a 75% das dermatoses ocupacionais (NIOSH, 1977). Queixas de prurido cutâneo relacionado com a exposição à poeira de grãos foram encontradas em 51% de uma série de 1.954 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 foi acompanhado de rubor cutâneo, que em 65% dos casos foi transitório, durante menos que um dia.

Sintomas de **conjuntivite**, **rinite** e **irritação da orofaringe** também foram freqüentes 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% (WILLIAMS, 1964) a 78%

(DO PICO, 1984) dos indivíduos avaliados. Já os sintomas próprios de rinite foram identificados em 64% (DO PICO, 1980) a 79% dos trabalhadores expostos (DO PICO, 1984).

#### 5.4.5 - Doença broncopulmonar obstrutiva crônica (DBPOC)

A doença broncopulmonar obstrutiva crônica (DBPOC) de origem ocupacional se desenvolve quando existe uma exposição a concentrações elevadas de contaminantes inaláveis no ambiente durante um período de tempo prolongado. As suas manifestações clínicas iniciais são muitas vezes pouco evidentes devido à forma de evolução lenta e insidiosa. Isto faz com que sejam detectados com frequência em fase tardia, quando o grau das lesões já é avançado ou as alterações funcionais são irreversíveis. Os sinais e sintomas de DBPOC são difíceis de relacionar com o fator de risco por se confundirem com o quadro clínico 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-controle com os mesmos hábitos tabágicos. WILLIAMS et al. (1964) constataram a presença de **tosse** em 35% dos indivíduos trabalhando em silos pequenos e médios, da província de Saskatchewan, Canadá. 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 frequentes 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% (KLEINFELD, 1968) a 40% (DO PICO, 1977; BECKLAKE, 1980). Como 60 a 70% destes indivíduos eram fumantes, obviamente 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).

DOSMAN et al. (1980) demonstraram que 90 trabalhadores expostos **não-fumantes** apresentavam prevalência de **tosse e expectoração** superior àquela 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 de grãos não-fumantes também apresentaram o FMEF e o fluxo expiratório máximo a 50% da CV menores do que os controles não-fumantes.

COTTON et al. (1983) estudaram 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 5 anos de exposição a ambos os fatores apresentaram um **efeito sinérgico** aos mesmos.

Estudos longitudinais comprovaram que indivíduos expostos a contaminantes industriais apresentavam um declínio mais acentuado do VEF1 que os não-expostos (FLETCHER & PETO, 1977; KAUFFMAN, 1979).

Em um estudo longitudinal concluído em 1981 na Colúmbia Britânica, Canadá, ENARSON et al. (1985)

constataram 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, 1985).

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). No estudo longitudinal de 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 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 é provavelmente influenciado pela **intensidade da exposição**, uma vez que entre os trabalhadores expostos às concentrações mais elevadas de poeira se observaram as maiores taxas de declínio da função pulmonar.

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, 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.

O prognóstico desfavorável apresentado pela doença broncopulmonar obstrutiva crônica justifica as tentativas para identificar seus fatores preditivos. Estudos prospectivos de populações de risco evidenciam que os indivíduos com bronquite crônica chegam a atingir taxas de mortalidade próximas a 50% em cinco anos (BURROWS, 1969).

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 em ratos expostos a altas concentrações de poeira de cereais (acima de  $1\text{g}/\text{cm}^3$ ), uma resposta dos macrófagos alveolares sem evidências de comprometimento do interstício pulmonar.

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) reproduziram um modelo do pulmão de trabalhadores de grãos. Extrapolaram para o homem as alterações observadas em pulmões de coelhos submetidos a concentrações elevadas de poeira durante períodos de tempo diversos. A dose de exposição foi de  $20\text{mg}/\text{m}^3$  durante sete horas/dia por um período de mais de seis meses. Os pulmões destes coelhos apresentaram broncopneumonia intersticial granulomatosa associada à exsudação de células mononucleares nos alvéolos e vias

aéreas. Estas alterações surgiram cinco dias após o início da exposição, alcançaram um pico em três semanas, mantendo uma evolução relativamente estável daí em diante.

Os resultados desse experimento apresentam alguma consistência com os achados 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 talvez correspondem às alterações restritivas e obstrutivas da função pulmonar observadas nos estudos epidemiológicos em humanos. Além disso, 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 mecanismos 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 (COOPER, 1986).

## 5.5 - Fatores preditivos e de confusão

A exposição ambiental é sem dúvida o principal fator determinante de doenças associadas à poeira de grãos. Entretanto, alguns fatores que determinam doenças respiratórias também estão presentes na história pessoal de trabalhadores da armazenagem e devem ser consideradas

para que não haja confusões na identificação dos efeitos biológicos da poeira. 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, 1980; DO PICO, 1984) ou sinérgicos na opinião de outros (DOSMAN, 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, 1976). Devido à dose cumulativa da exposição, essas diferenças se acentuam com a idade dos indivíduos, causando alterações irreversíveis na função pulmonar dos fumantes.

SHERIDAN et al. (1980) estudaram a relação entre tabagismo e exposição à poeira de grãos em 1.066 trabalhadores, extraíndo dessa população dois grupos: um com trabalhadores com menos de 10 anos de exposição à poeira e o outro com trabalhadores expostos há mais de 20 anos. Entre os não-fumantes dos dois grupos não havia diferença nas variáveis espirométricas, entretanto esta diferença foi significativa entre os trabalhadores fumantes. DOSMAN (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, que não se diferenciou muito daquele 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 (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, 1977).

A "atopia" é outro fator que se caracteriza pela capacidade de certos indivíduos (uma minoria da população em geral) desenvolverem anticorpos reagínicos (IgE) de forma imediata em resposta ao estímulo de exposições ambientais.

Os atópicos apresentam manifestações clínicas que compreendem conjuntivite, rinite e asma. A atopia é identificada através de testes cutâneos e métodos sorológicos que testam a presença de reações de hipersensibilidade a uma bateria de antígenos comumente encontrados no ambiente. Estes antígenos são purificados e diluídos em extratos padronizados para a realização de testes cutâneos, dos quais os mais usados são os da poeira domiciliar, de pêlos de animais, de pólen de gramíneas e de fungos.

Aparentemente não há diferença significativa na prevalência de sintomas respiratórios entre trabalhadores atópicos e não-atópicos, conforme mostrou um estudo transversal controlado (GRZYBOWSKY, 1980) realizado na Colúmbia Britânica, em que 587 trabalhadores expostos foram avaliados através de testes cutâneos com os antígenos mais freqüentes. BARBEE et al. (1976) demonstraram que existe uma prevalência aumentada de atopia entre indivíduos com maior renda familiar. Este achado poderia invalidar a comparação com um grupo controle com nível de renda mais elevada do que os expostos. Entretanto, GRZYBOWSKY et al. (1980) constataram que os seus controles não tinham diferença no nível de renda observado em relação aos expostos. Nesse estudo, a prevalência de indivíduos atópicos entre os trabalhadores de grãos foi baixa, pois havia menos indivíduos atópicos entre estes trabalhadores do que no

grupo controle de 147 funcionários públicos que não estavam expostos. Esta baixa prevalência de atopia foi também encontrada em trabalhadores expostos à poeira de madeira. Uma explicação plausível para este achado é que provavelmente exista um processo de auto-seleção dos grupos expostos, que é devida à tendência dos trabalhadores atópicos abandonarem precocemente o emprego em decorrência da severidade dos sintomas desencadeados pelas reações alérgicas ou da simples exclusão em exames admissionais ou periódicos (CHAN-YEUNG, 1980).

ENARSON et al. (1985) demonstraram que os trabalhadores de grãos que eram atópicos tinham duas vezes mais chance de apresentar **hiperreatividade brônquica** que os não-atópicos. A presença de atopia em trabalhadores de grãos aparentemente não influencia a taxa de declínio anual da função pulmonar. Além da atopia, esses mesmos autores comprovaram que a hiperreatividade brônquica está associada aos sintomas de constrição torácica e dispnéia, ao tempo de exposição e ao grau de alteração do VEF1 antes do início do teste de provocação. Não constataram aumento de prevalência de hiperreatividade brônquica em relação à idade e ao hábito tabágico. A importância da hiperreatividade como fator preditivo de doença obstrutiva ainda é pouco definida.

A **deficiência de alfa-1-antiprotease** é uma alteração genética determinada por pares de alelos múltiplos cuja manifestação fenotípica é a inibição da enzima proteolítica alfa-1-antitripsina. A sua relação com a doença obstrutiva crônica e o enfisema foi assinalada pela primeira vez por LAURELL & ERICKSON, em 1963.

O tipo homozigótico ZZ exibe uma apresentação clínica característica, de maior gravidade e com pior prognóstico. Existem diversas formas intermediárias em

indivíduos heterozigóticos do tipo MZ ou MS, ou homozigóticos SS. Os resultados dos estudos que avaliaram a apresentação clínica destas formas intermediárias em trabalhadores de grãos, principalmente a MZ, não foram conclusivos. HORNE et al. (1980) avaliaram 1.395 trabalhadores de grãos e encontraram alterações da função pulmonar (diminuição do FMEF) em 43% dos indivíduos com o fenótipo MZ, sugerindo que esse grupo representava um maior risco para desenvolver obstrução das vias aéreas. Outros autores não confirmaram esse achado. CHAN-YEUNG et al. (1980) avaliaram 1.138 indivíduos, dos quais 8% apresentavam o fenótipo MS, 2,7% o MZ e a maioria dos demais (88,8%) o fenótipo normal MM. Não encontraram diferenças significativas na prevalência de sintomas respiratórios ou nas alterações das provas funcionais entre os três grupos.

## 5.6 - Perspectivas da pesquisa

O atual conhecimento dos problemas de saúde trazidos pela exposição à poeira dos grãos ainda mostra diversas lacunas, a serem preenchidas na medida em que as pesquisas forem evoluindo. São indagações em áreas diversas que se esclarecem, a cada novo trabalho publicado, e cujas conclusões geram ainda mais perguntas do que propriamente respostas definitivas.

Conforme foi sugerido por BECKLAKE (1980) e CHAN-YEUNG (1985), a busca de um maior conhecimento científico nesse campo irá orientar linhas de pesquisas que estão sendo desenvolvidas em alguns centros e que devem dar respostas às seguintes questões:

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

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

- Quais os componentes da poeira de grão que são mais 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?

As três primeiras perguntas serão respondidas através de resultados de novos estudos longitudinais, principalmente se forem acompanhados por avaliações ambientais paralelas que estimem a dose de exposição. Provavelmente será no campo da pesquisa da Bioquímica Celular e da Imunopatologia, através de estudos experimentais, que serão abertas perspectivas para a elucidação das demais perguntas.

## 6 - MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO DAS PNEUMOPATIAS OCUPACIONAIS

### 6.1 - Como investigar as pneumopatias ocupacionais?

Antes da utilização dos 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). A radiografia de tórax permitiu a visualização *in vivo* de lesões granulomatosas ou fibrosantes no parênquima pulmonar, estabelecendo critérios objetivos para classificar as pneumopatias causadas por poeiras de origem mineral, como a sílica e o carvão, e segue ainda hoje como o principal método diagnóstico das **pneumoconioses**.

O termo pneumoconiose foi criado por ZENKER em 1866 para designar as doenças pulmonares decorrentes da inalação de poeiras que causavam fibrose pulmonar. Um ano mais tarde, KUSSMAUL associou esta reação patológica à presença de sílica na poeira inalada. Estudos anátomo-patológicos posteriores revelaram que outros componentes da poeira, além da sílica, causavam fibrose pulmonar (MENDES, 1978).

O conceito de doença pulmonar ocupacional se ampliou quando surgiram novos processos industriais que introduziram em larga escala, nos locais de trabalho, contaminantes sob a forma de aerossóis. Durante a Quarta Conferência sobre Pneumoconiose, promovida pela Organização Internacional do Trabalho, em Genebra (1971),

o termo pneumoconiose foi redefinido como "o acúmulo de poeira no pulmão e a reação tecidual decorrente de sua presença". Para o propósito desta definição, "poeira" significava "um aerossol composto de partículas sólidas inanimadas" (THE FOURTH, 1971; ILO, 1983). Não se enquadram nesta definição as doenças pulmonares ocupacionais causadas por partículas que sejam eventualmente eliminadas pelos mecanismos de defesa respiratórios depois de desencadearem uma reação patológica aguda (como a asma ocupacional), tampouco aquelas decorrentes da inalação de microorganismos (como a alveolite alérgica extrínseca). Fica, portanto, mais adequado designar as doenças respiratórias secundárias à inalação de poeiras vegetais de "pneumopatias ocupacionais", por ser este um termo mais abrangente que não exclui o conceito de pneumoconiose.

O tipo de agressão causado pelas poeiras vegetais sobre o sistema respiratório criou a necessidade de um novo enfoque metodológico, tanto na investigação clínica individual como na avaliação epidemiológica de trabalhadores expostos.

As poeiras vegetais determinam reações patológicas distintas da poeira mineral. Comprometem predominantemente as vias aéreas e menos o parênquima pulmonar, com exceção das diferentes formas evolutivas 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 & MCKERROW (1958), ao tentarem identificar pneumopatias em indivíduos expostos à poeira de algodão através do raio-X de tórax, não obtiveram um rendimento diagnóstico adequado com este método. Estes

autores introduziram então um critério de avaliação mais objetivo, através da realização da prova funcional respiratória antes e depois da jornada de trabalho (GANDEVIA, 1981). Com o emprego em larga escala das provas de função pulmonar em avaliações de massa, ficou comprovado que as poeiras orgânicas modificavam a fisiologia respiratória antes de seus efeitos serem detectados na radiografia de tórax. As partículas orgânicas, entre elas a poeira de grãos, produzem irritação ou sensibilização das vias aéreas, causando doença obstrutiva aguda ou crônica.

Não existem manifestações clínicas específicas para se diagnosticar as pneumopatias ocupacionais por poeira vegetal, a não ser por sintomas e sinais relacionados com a exposição, ou então através de um excesso de sintomas e sinais inespecíficos que são mais prevalentes na população exposta.

As manifestações clínicas apresentam um caráter episódico e reversível, o que dificulta a sua identificação em enquetes epidemiológicas (GANDEVIA, 1981). No desenrolar de um estudo transversal, o pesquisador intervém numa população que poderá conter indivíduos doentes e normais. Alguns estarão na intercrise de episódios de broncoespasmo ou de alveolite alérgica extrínseca, quando as alterações funcionais são imperceptíveis ou inaparentes. Portanto, é necessário que os dados da função pulmonar sejam complementados pela história clínica pregressa.

O caráter inespecífico dos sintomas respiratórios e dos desvios da função pulmonar dificultam a identificação do nexa causal em indivíduos isolados. Os indicadores de prevalência discriminam melhor esta relação de causa-efeito quando os grupos de risco são comparados a controles (GANDEVIA, 1981).

A seguir comentaremos alguns dos métodos de investigação das pneumopatias por poeira de grãos, dando ênfase aos aspectos relacionados com a metodologia que empregamos na avaliação de trabalhadores no Rio Grande do Sul. Utilizamos como instrumentos básicos para a coleta de dados os **questionários de sintomas respiratórios** e as **provas de função pulmonar**. Estes instrumentos foram padronizados e testados exaustivamente antes de sua aplicação, buscando-se uma metodologia confiável que expressasse realmente os valores de prevalência na população em estudo.

## 6.2 - O questionário de sintomas respiratórios

A ausência de critérios padronizados na coleta e no registro de dados clínicos é um dos principais problemas encontrados pelo pesquisador que se disponha a realizar um trabalho retrospectivo baseado em documentos já existentes. Os critérios utilizados para definir as variáveis protocoladas em um estudo retrospectivo muitas vezes não são os mesmos adotados por quem colheu e registrou as informações nos prontuários ou fichas de atendimento. Além disso, a variabilidade existente entre um observador e outro pode ser tão marcada a ponto de induzir a vícios de aferição que tornam imprecisas e pouco confiáveis as estimativas de prevalência dos sintomas estudados.

A partir da necessidade de critérios para a coleta de dados, foram elaborados os questionários padronizados, para serem usados principalmente em estudos epidemiológicos, embora também sirvam para investigar casos individuais. Os questionários utilizam uma metodologia única que obedece a critérios bem definidos, facilitando assim a tabulação dos resultados e a sua comparação com outros estudos semelhantes.

O **questionário de sintomas respiratórios** é o instrumento mais comumente utilizado para quantificar indicadores de doenças respiratórias crônicas. Esses sintomas são definidos por perguntas fechadas, elaboradas de forma a admitirem respostas binárias, do tipo "sim" e "não", o que facilita a sua tabulação posterior. As questões são padronizadas de forma a classificarem as respostas segundo critérios independentes da influência casual do entrevistador (FLETCHER, 1960).

Além de identificar a presença ou não de sintomas respiratórios, o questionário tem também a função de avaliar o grau de severidade dos mesmos. Cada pergunta corresponde a uma variável que será discriminada na tabulação dos dados e armazenada em uma base de dados de um sistema de computação. Sem este recurso o processamento e a análise estatística das variáveis seriam impraticáveis em estudos com múltiplas variáveis ou com amostras relativamente grandes (LEBOWITZ, 1981).

O uso de questionários de sintomas respiratórios como instrumento de pesquisa de campo apresentou uma evolução histórica que merece ser lembrada.

O primeiro questionário de sintomas respiratórios, cujo uso foi consagrado em avaliações epidemiológicas, foi organizado em 1959 pelo Conselho Britânico (BMRC) para investigar a prevalência de bronquite crônica na população inglesa. Apresentava perguntas referentes aos sintomas mais comuns como tosse, expectoração, dispnéia e sibilância. Este questionário foi sofrendo alterações conforme os objetivos dos estudos em que era aplicado. Foram acrescentadas ou desenvolvidas questões relativas a hábito tabágico, história familiar e história ocupacional. Cada uma destas perguntas era testada em sua validade antes de ser incorporada ao questionário.

Quando os questionários são utilizados para a investigação de pneumopatias ocupacionais, devem incluir perguntas relacionadas com o **fator de exposição**. Um dos aspectos importantes se refere às condições em que os sintomas se verificam. Existe alguma relação entre o seu surgimento e a exposição? A sua manifestação é imediata ou tardia?

A constrição torácica, por exemplo, é um sintoma comum na exposição a algumas poeiras vegetais, como a do algodão. Surge no início da semana de trabalho e melhora no fim-de-semana, quando o indivíduo se afasta do local de trabalho. Através das perguntas do questionário, esta periodicidade pode ser identificada objetivamente.

Os questionários devem caracterizar também a influência que os fatores de confusão exercem sobre a variável em estudo. O exemplo mais comum é o **tabagismo**, que pode produzir alterações respiratórias semelhantes àquelas causadas pela exposição a poeiras e gases. O **tempo de exposição** deve ser também estimado por representar a dose cumulativa aproximada do fator de risco, principalmente quando as dosagens de concentração de poeira no ambiente não são disponíveis (BOEHLECKE & MERCHANT, 1981).

O questionário do Conselho Britânico serviu de modelo para a elaboração de questionários semelhantes em outros países, como por exemplo os questionários publicados pelo "National Heart and Lung Institute" dos E.U.A. (NHLI), cuja versão mais conhecida, o ATS-DLD-78, da Sociedade Torácica Americana (FERRIS, 1978), é tão utilizado internacionalmente quanto o questionário britânico que lhe deu origem (HELSING, 1979). 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 do questionário da ATS-DLD, obtendo uma confiabilidade de 92,7%. O questionário que utilizamos na avaliação epidemiológica dos trabalhadores de cereais no Rio Grande do Sul, que relatamos no Capítulo 7, foi baseado no ATS-DLD-78. Este questionário admite duas formas de aplicação: uma auto-aplicada, em que o próprio entrevistado lê e responde todas as perguntas, e outra, usada com mais freqüência, em que um entrevistador treinado formula as perguntas verbalmente ao entrevistado e faz o registro de suas respostas. Devido às características do trabalhador brasileiro, achamos mais conveniente a utilização da segunda forma.

Antes de iniciar a aplicação dos questionários, o entrevistador deve passar por um período de **treinamento**, tendo-se em vista a necessidade de padronização do método. Deve estar bem familiarizado com as perguntas e entendê-las claramente. Segundo as normas da ATS, um entrevistador estará apto para a função depois de ter aplicado no mínimo dez questionários sob supervisão (BOEHLECKE & MERCHANT, 1981).

Em nossa experiência pessoal, antes de iniciarmos a avaliação de trabalhadores de cereais já havíamos aplicado em torno de trinta questionários, em indivíduos normais e em trabalhadores da indústria têxtil. A tradução e adaptação do questionário ATS-DLD-78 já foi um meio de nos familiarizarmos com este instrumento.

As perguntas foram formuladas verbalmente, sendo reproduzidas conforme constavam no texto. Se o entrevistado demonstrasse dúvidas a respeito do sentido da pergunta, a mesma era repetida de forma clara e pausada. Se mesmo assim não houvesse compreensão, era fornecida uma explicação sucinta a respeito do conteúdo da mesma. Se apesar dessas tentativas o entrevistado

permanecesse indeciso em optar por uma resposta ou continuasse não compreendendo o sentido da pergunta, a resposta era assinalada como negativa.

Muitas informações novas a respeito do fator de risco e de seus efeitos são trazidas pelos trabalhadores que com ele convivem diariamente. A anamnese rigorosamente dirigida pelo questionário pode tolher o paciente de manifestar queixas ou referir episódios que sejam importantes para a compreensão de sua doença. Além disso, os sintomas que não são interrogados ficam excluídos por falta de oportunidade de os pacientes manifestá-los. Esta é uma das limitações do uso do questionário que se contrapõe a suas múltiplas vantagens.

Ao aplicarmos os questionários, procuramos sempre dar conhecimento ao entrevistado, de forma clara e concisa, dos objetivos daquela avaliação. Antes de iniciarmos as perguntas transmitíamos essas informações, tendo por base os tópicos da folha de rosto reproduzida em **Anexo**, que esclarecem sucintamente os objetivos da entrevista. No término da aplicação do questionário deixávamos em aberto ao entrevistado a oportunidade de acrescentar as informações que julgasse necessárias ou de solicitar esclarecimento de suas dúvidas. Eventualmente perguntávamos sobre algum aspecto que nos interessava, mas somente após a conclusão das perguntas, de forma a não introduzir fatores de erro nas respostas.

Diversos fatores culturais, sócioeconômicos 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 ou a possibilidade de desemprego podem levar à omissão dos sintomas, ou à minimização de sua intensidade. Por outro lado, os ganhos secundários que o indivíduo espera receber com a doença

podem causar efeito contrário, motivando o exagero de sintomas. O fumante ou alguém com uma doença respiratória banal, na presença de um profissional de saúde pode aumentar seus sintomas para ganhar a orientação ou o tratamento de que necessita.

As modificações semânticas introduzidas pela tradução para um outro idioma podem alterar sensivelmente o conteúdo das perguntas e também comprometer a precisão do instrumento.

Um estudo testando a reprodutibilidade dos dois questionários mais utilizados, o MRC e o ATS, mostrou pouca variabilidade das respostas entre os mesmos (LEBOWITZ, 1981). Entretanto, para um 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 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).

### 6.3 - O teste espirométrico

Existem diversos testes de função pulmonar que são empregados para a avaliação de pneumopatias ocupacionais. A utilização diagnóstica de cada um destes testes apresenta vantagens e desvantagens que devem ser consideradas no planejamento que antecede a sua aplicação. A escolha do teste mais adequado é determinada não só pelo objetivo do estudo a ser realizado, mas também pelos recursos disponíveis, uma vez que vários deles empregam equipamentos sofisticados e de alto custo que são raramente encontrados em nosso meio.

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 equipamento.

O uso de espirômetros em estudos epidemiológicos exige a utilização de aparelhos válidos e confiáveis (GARDNER, 1980). Esta precisão e sensibilidade são necessárias para estimar a função pulmonar em relação a fatores como a exposição ocupacional ou o tabagismo. Tais fatores provocam alterações que inicialmente são sutis e pouco evidentes clinicamente. Devido ao grande número de espirômetros disponíveis no mercado, a Sociedade Torácica Americana regulamentou especificações relativas à sensibilidade e à reprodutibilidade destes equipamentos, principalmente quando utilizados em avaliações epidemiológicas. Para manter o controle de qualidade de tais avaliações, foram adotadas normas de manutenção e calibração dos equipamentos, que são muitas vezes sujeitos a condições desfavoráveis quando levados para os ambientes de trabalho (ATS, 1987). A preocupação com erros sistemáticos na aferição das variáveis, no entanto,

não se restringe somente à escolha de um espirômetro adequado seguido de uma manutenção cuidadosa. Uma padronização quanto ao treinamento do técnico que realiza o exame é necessária, bem como aos procedimentos de leitura e interpretação do teste. A ATS tem periodicamente publicado critérios e recomendações relativas à padronização destas técnicas que são utilizadas internacionalmente (ATS, 1987).

A manobra expiratória deve ser realizada a partir de um ponto de inspiração máxima (capacidade pulmonar total), e executada através de um esforço expiratório forçado, até atingir o ponto expiratório máximo correspondente ao volume residual. São necessários pelo menos três traçados de curvas expiratórias obedecendo a estes critérios para se considerar uma avaliação como aceitável. Os dois melhores traçados dos três realizados não devem variar mais do que 5% (ou 100ml) do maior valor registrado (ZAMEL, 1983).

As primeiras variáveis de função respiratória definidas pela espirometria são:

- a **capacidade vital forçada (CVF)**, que é o 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 é 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 normais utilizados com maior frequência são aqueles obtidos por KORY (1961), MORRIS (1971), CRAPO (1981) e KNUDSON (1976) e que consideram como principais variáveis biológicas a idade e a altura. Os critérios de normalidade dos parâmetros espirométricos 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. 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 sua idade e altura. Assim sendo, se considera que 95% da população em geral se situe dentro da faixa de normalidade.

Um outro parâmetro de normalidade é estabelecido quando o indivíduo é considerado como seu próprio controle. Este critério é empregado em estudos de coorte ou em estudos clínicos que utilizam como instrumento o teste de provocação.

Diversos estudos epidemiológicos em trabalhadores de cereais que utilizam os questionários e a espirometria como principais métodos de avaliação são citados nos Capítulos 5 e 7.

## 6.4 - O raio-X de tórax e outros testes diagnósticos

O questionário de sintomas respiratórios e a espirometria mereceram uma discussão detalhada neste capítulo em função de sua utilização direta na coleta de dados do estudo descrito no Capítulo 7 e também pelo seu uso consagrado na investigação de pneumopatias por poeiras vegetais. Vejamos agora 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 (1941), 2,3% dos trabalhadores de cereais apresentavam fibrose pulmonar, enquanto SKOULAS (1964) encontrou esta alteração em 4% dos casos investigados (BRAIN, 1980). Em um recenseamento torácico realizado em 1969 e que incluiu mais de 1.500 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, 1980). Em outros estudos realizados posteriormente não foram encontradas alterações radiológicas que se relacionassem com a exposição (DO PICO, 1977).

Outros testes, como os de provocação ou os imunológicos, têm adquirido importância cada vez maior no estudo etiopatogênico das pneumopatias por poeira orgânica e o seu uso já foi citado anteriormente, no Capítulo 5. 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 imunodifusão 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, 1981).

Apesar da relevância do assunto, não entraremos em detalhes quanto à metodologia e ao valor diagnóstico dos testes imunológicos, uma vez que não aplicamos os mesmos na avaliação epidemiológica que realizamos nos trabalhadores de grãos do Rio Grande do Sul. Alguns autores abordam o assunto com propriedade (HENDRIK, 1975; PEPYS, 1980; WILSON, 1981).

## 6.5 - A importância do diagnóstico precoce

O raio-X de tórax e a espirometria são instrumentos de valor incontestável para detectar alterações respiratórias agudas ou crônicas em alguma fase da doença evolutiva, mas a experiência mostra que ainda são insuficientes para efetuar o diagnóstico das alterações funcionais causadas pela inalação de aerossóis como a poeira de grãos, numa fase evolutiva mais precoce. Ambos podem não evidenciar alterações em um momento inicial da história natural da doença obstrutiva respiratória, em que já existe 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. As pequenas vias aéreas podem apresentar um grau acentuado de obstrução, sem que a mesma provoque

alterações no VEF1 (INGRAM, 1981), sendo por este motivo chamada de "zona silenciosa" do pulmão.

Algumas técnicas de avaliação funcional desenvolvidas nos últimos vinte anos são sensíveis o bastante para detectarem estas alterações em uma fase ainda não perceptível ao raio-X e à espirometria. As mesmas técnicas de avaliação da complacência e da resistência pulmonar podem ser também utilizadas para esta finalidade, através dos métodos de diluição gasosa, como os de lavagem de nitrogênio em respiração única e múltipla (CHERNIACK, 1979). A comparação isovolumétrica dos fluxos expiratórios máximos com gases de diferentes densidades (hélio + oxigênio e ar) é um método sensível sem ser invasivo. Determina o volume de isofluxo ( $V_{isoV}$ ), que é o ponto da capacidade vital (CV) acima do qual o fluxo expiratório máximo ( $V_{max}$ ) torna-se independente da densidade do gás. O  $V_{isoV}$  está aumentado quando existe diminuição da retração elástica do pulmão ou aumento da resistência das vias aéreas (ZAMEL, 1980). Uma limitação destas técnicas é que a sua sensibilidade se eleva às custas de uma diminuição da especificidade, fazendo com que muitas vezes um teste considerado anormal não represente uma disfunção respiratória. Além disso, a complexidade e o custo dos equipamentos tornam pouco viáveis a sua aplicação em avaliações de massa ou em pesquisas de campo, principalmente em nosso meio.

Ainda não está comprovado definitivamente que o indivíduo com alterações de pequenas vias aéreas vá desenvolver doença obstrutiva crônica. No entanto, se este efeito precoce é a primeira manifestação silenciosa de uma evolução inexorável para uma obstrução crônica e irreversível das vias aéreas, as avaliações periódicas de grupos expostos através destas técnicas seriam, a nosso ver, mandatórias. Os dados disponíveis são ainda insuficientes para comprovar esta hipótese, e ainda não

justificam o uso destes testes como avaliação de rotina em grupos de risco. Consideramos, no entanto, de importância chamar a atenção para o caráter preventivo que estes procedimentos mais elaborados podem representar para o diagnóstico precoce.

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

## 7 - ESTUDO TRANSVERSAL CONTROLADO DE TRABALHADORES DE GRÃOS NO RIO GRANDE DO SUL

### 7.1 - Propósitos e objetivos

Os argumentos que justificam a pesquisa das condições de saúde respiratória em trabalhadores de grãos no Rio Grande do Sul já foram apresentados nos Capítulos 1, 2, 4 e 5, onde são lançados os fundamentos teóricos que dão suporte ao estudo epidemiológico que será relatado a seguir.

A motivação fundamental desta pesquisa foi a procura de dados epidemiológicos até então inexistentes tanto no Brasil como em outros países da América Latina, o que impossibilitava qualquer estimativa da magnitude deste problema de saúde ocupacional no Continente Sul-Americano. A Argentina e a região sul do Brasil aumentaram a sua produção de cereais e de soja em função de uma política econômica de exportação adotada nos últimos anos. Pressupõe-se que tenha também aumentado a mão-de-obra no setor agroindustrial de armazenagem dessas regiões, o que potencialmente colocaria em situação de risco um número cada vez maior de trabalhadores.

O estudo epidemiológico em trabalhadores expostos à poeira de grãos nos armazéns e silos graneleiros do Rio Grande do Sul foi planejado de forma a atender os seguintes objetivos:

1. determinar a prevalência de sinais e sintomas respiratórios na população exposta, através de um questionário;

2. analisar comparativamente a prevalência de sinais e sintomas respiratórios na população exposta em relação a um grupo controle (não-exposto);

3. determinar a prevalência de anormalidades da função pulmonar na população exposta através da espirometria;

4. analisar comparativamente a prevalência de alterações espirométricas no grupo exposto em relação a um grupo controle.

O projeto de pesquisa foi delineado como um estudo transversal controlado em que os efeitos biológicos atribuídos ao fator de risco foram aferidos retrospectivamente. Foi enfatizado o levantamento de indicadores das doenças respiratórias crônicas, mas as manifestações agudas que estão comumente associadas à exposição, como a irritação das mucosas respiratórias, a broncoconstrição e a "febre dos grãos", foram também investigadas.

## 7.2 - Materiais e métodos

### **Amostragem**

Foram avaliados os trabalhadores empregados em 15 unidades de armazenagem pertencentes à rede da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA) e localizadas em diferentes municípios. Essas unidades estão distribuídas em pontos distintos da área geográfica

do Estado do Rio Grande do Sul, conforme mostra o mapa da **Figura 1.17**.

A nossa base operacional estava localizada em Porto Alegre, a Capital do Estado, onde está localizado um silo portuário em que foram realizadas as primeiras avaliações. Para chegar até as demais unidades de armazenagem foram percorridas distâncias que variaram de 126km (Camaquã) até 536km (Santa Rosa) da Capital. A coleta dos dados foi executada no período de maio de 1984 a agosto de 1987, durante os meses de primavera e outono. As visitas eram programadas em conjunto com a equipe técnico-administrativa da CESA em Porto Alegre, e comunicadas com antecedência ao interior através de contato telefônico ou via telex. A chegada em cada local era seguida de uma rotina que iniciava invariavelmente com um primeiro contato pessoal com o gerente local da unidade de armazenagem, ou com seu representante legal. Nessa ocasião eram explicados sucintamente os objetivos do estudo. A seguir solicitávamos junto ao setor de pessoal o fornecimento de uma listagem dos funcionários e de seus turnos de trabalho, para que organizássemos um cronograma de atividades. Só então é que iniciávamos a avaliação dos trabalhadores, que era realizada nas próprias dependências da unidade.

Estavam registrados nessas unidades 273 trabalhadores em contato com a poeira. Todos 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, com alternância de turnos. Foram excluídos do protocolo os trabalhadores safristas que auxiliam na operação de recebimento somente nos meses da colheita. Dos funcionários da CESA que estavam lotados nos silos, 55 não participaram da avaliação. Vinte e seis deles eram trabalhadores de grãos (9,5% dos 273 trabalhadores

expostos desses locais) e 29 funcionários administrativos da Companhia (33% dos 87 funcionários não-expostos). Várias causas determinaram a ausência desses 55 indivíduos, conforme é mostrado na **Figura 7.1** e na **Tabela 7.1**. Treze indivíduos não estavam escalados para o turno de trabalho em que foi realizada a visita, ou haviam faltado naquele dia; outros 23 estavam de férias, 6 estavam ausentes por doença e 5 haviam sido demitidos recentemente. Segundo informações obtidas no setor de pessoal dos silos, os 6 trabalhadores expostos que estavam em licença de saúde foram afastados por motivos não relacionados com doença respiratória. Algumas falhas técnicas na aplicação dos instrumentos de pesquisa tornaram incompletos ou incongruentes os dados de 8 indivíduos, que foram assim excluídos da amostragem. Nenhum indivíduo se recusou a participar da avaliação quando requisitado.

Todos foram avaliados durante a sua jornada de trabalho. Afastavam-se de suas atividades habituais para realizarem a entrevista, e depois retornavam às mesmas.

A distribuição do número de indivíduos expostos e de controle avaliados em cada município é mostrada na **Tabela 7.2** e na **Figura 7.2a**. As unidades que empregavam maior número de trabalhadores correspondiam àquelas com maior capacidade de armazenagem. Na **Figura 7.2b**, os municípios são assinalados no mapa do Rio Grande do Sul, juntamente com as respectivas distâncias rodoviárias de Porto Alegre e conforme as codificações empregadas na **Figura 7.2a**.

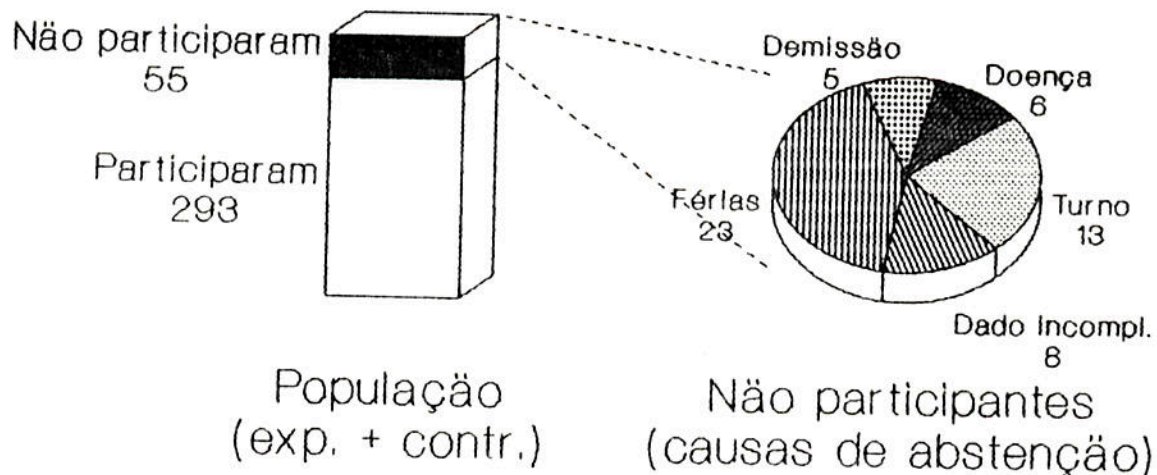
Os trabalhadores expostos avaliados representavam uma parcela superior a 50% do total de trabalhadores expostos empregados na Companhia Estadual de Silos e Armazéns e aproximadamente 1,3% do número

TABELA 7.1: CAUSAS DE NÃO PARTICIPAÇÃO EM CADA LOCAL  
( expostos e controles )

LOCALIDADE	MOTIVO DE NÃO PARTICIPAÇÃO					TOTAL
	FORA TURNO	EM FERIAS	LIC SAUDE	DEMISSAO	AVAL INCOMP	
CACHOEIRA DO SUL.....	0	1	2	0	0	3
CAMAQUA.....	2	3	0	2	0	7
CRUZ ALTA.....	2	1	0	0	0	4
PORTO ALEGRE.....	1	0	0	0	0	1
PALMEIRA DAS MISSOES.....	0	3	0	1	0	4
SANTO ANGELO.....	0	5	2	0	1	8
SÃO LUIZ BONZAGA.....	3	3	0	0	1	7
SANTA ROSA.....	0	2	0	0	0	2
SANTA BARBARA.....	1	2	1	1	1	6
DARAZINHO.....	2	0	0	0	0	2
PASSO FUNDO.....	0	2	1	1	1	5
RIO GRANDE.....	2	1	0	0	4	7
TOTAL.....	13	23	6	5	8	55

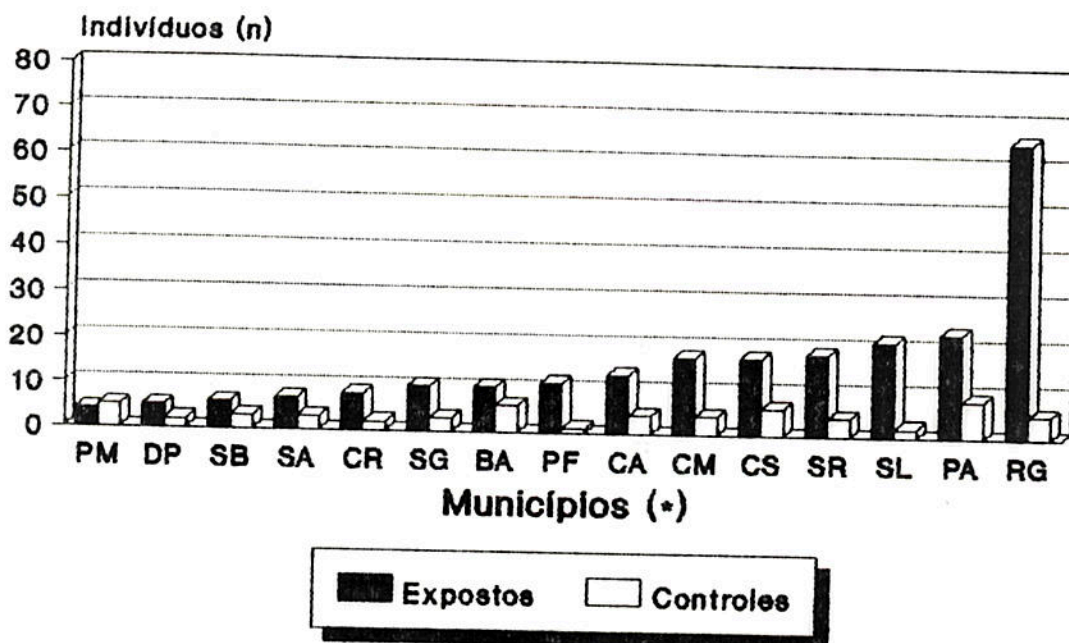
LOCALIDADE	EXPOSTOS			CONFORME O FATOR DE EXPOSICAO	
	FUMANTES	EX-FUMANTES	NAO-FUMANTES	EXPOSTOS	NAO-EXPOSTOS
CACHOEIRA DO SUL.....	11 9.4%	5 7.6%	1 1.9%	17	6
CAMAGUA.....	11 9.4%	4 6.1%	2 3.8%	17	4
CRUZ ALTA.....	3 2.6%	2 3.0%	8 15.4%	13	4
PORTO ALEGRE.....	10 8.5%	8 12.1%	5 9.6%	23	8
PALMEIRA DAS MISSOES..	2 1.7%	2 3.0%	0 0.0%	4	5
SANTO ANGELO.....	5 4.3%	1 1.5%	1 1.9%	7	3
SAO LUIZ GONZAGA.....	7 6.0%	9 13.6%	5 9.6%	21	2
SANTA ROSA.....	10 8.5%	5 7.6%	3 5.8%	18	4
SANTA BARBARA.....	3 2.6%	3 4.5%	0 0.0%	6	3
CARAZINHO.....	2 1.7%	2 3.0%	4 7.7%	8	2
PASSO FUNDO.....	5 4.3%	1 1.5%	4 7.7%	10	6
SAO GABRIEL.....	6 5.1%	3 4.5%	1 1.9%	10	3
DOM PEDRITO.....	4 3.4%	1 1.5%	0 0.0%	5	2
BAGE.....	5 4.3%	2 3.0%	4 7.7%	11	1
RIO GRANDE.....	33 28.2%	18 27.3%	14 26.9%	65	5
TOTAL.....	117	66	52	235	58

**Fig. 7.1: Participação no estudo e causas de abstenção (expostos + controles)**

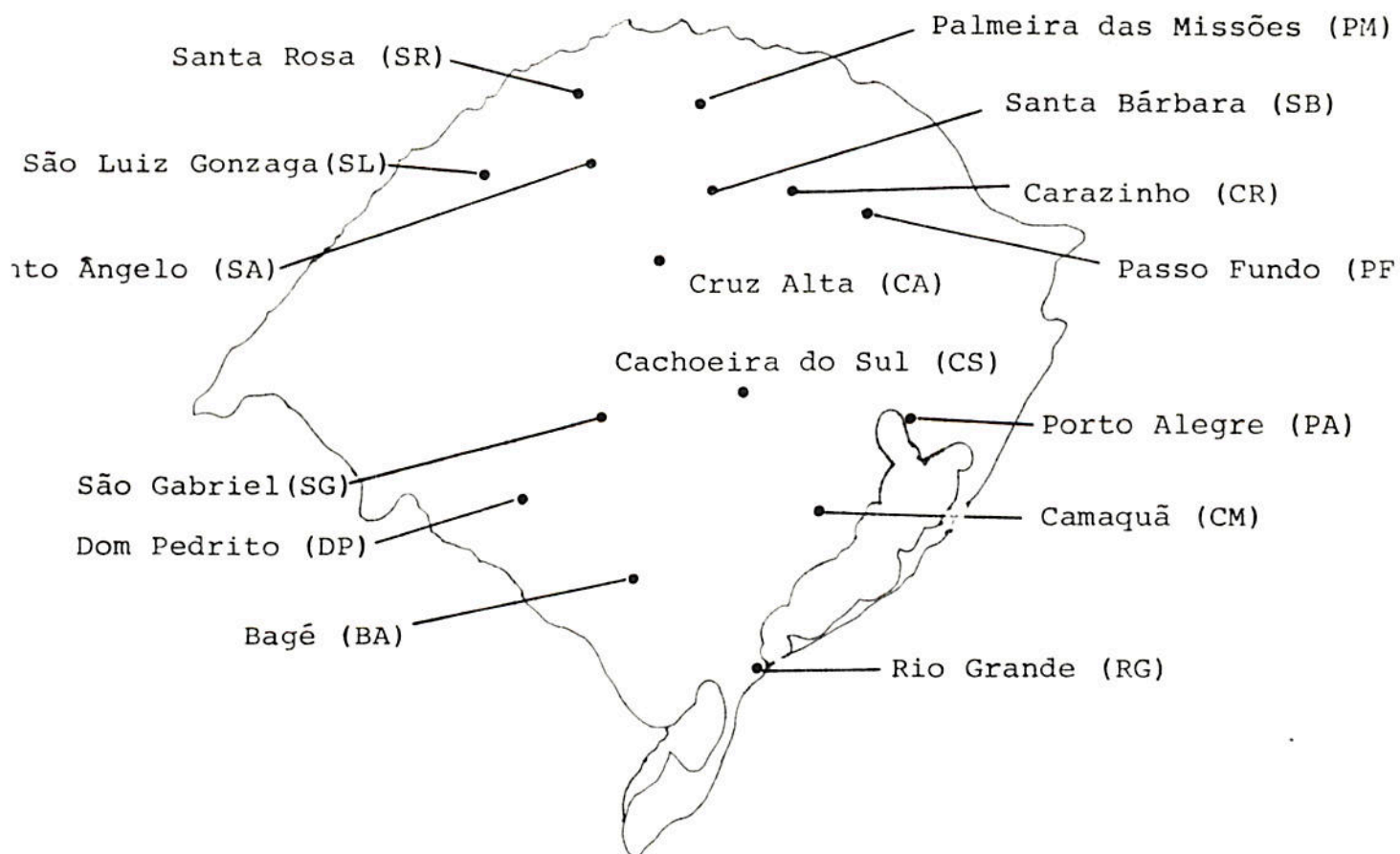


**Observação: Nenhum indivíduo se recusou a participar**

**Fig 7.2<sub>a</sub> Pessoal da CESA avaliado em estudo transversal controlado Municípios do Rio Grande do Sul**



7.2b - Unidades da CESA visitadas no estudo transversal  
por município do Rio Grande do Sul



Distâncias rodoviárias de Porto Alegre (km)

	BA	CA	CM	CR	CS	DP	PA	PR	PM	RG	SA	SB	SG	SL	SR
PA	393	399	126	275	199	422	-	328	348	330	449	354	321	533	536

estimado de trabalhadores de armazenagem de grãos do Rio Grande do Sul (**Figura 7.3a**).

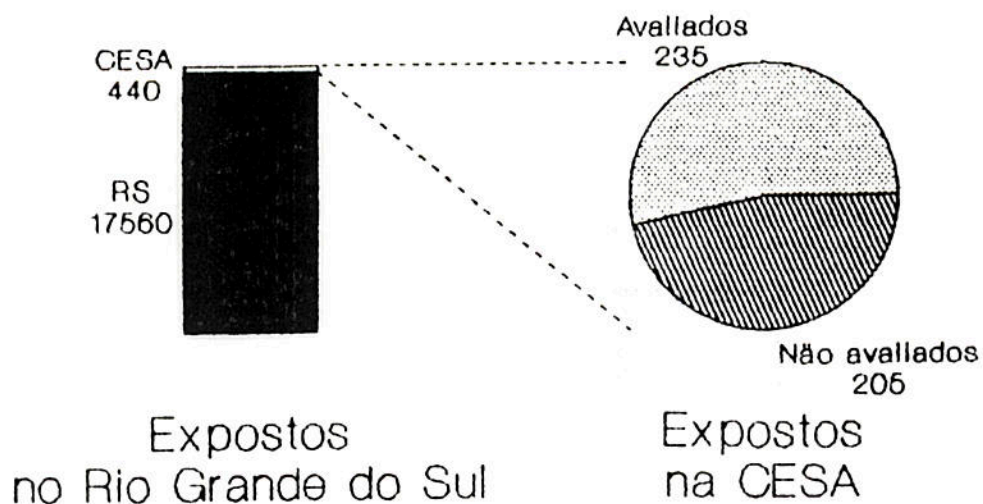
Os indivíduos do grupo controle trabalhavam no quadro administrativo destes locais e foram avaliados através da mesma metodologia aplicada aos expostos. Cumpriam jornadas de oito horas em escritórios anexos aos silos, mas afastados da exposição direta à poeira. Os 58 indivíduos não expostos avaliados correspondem aproximadamente à metade do total de empregados no setor administrativo da rede de armazenagem da CESA (**Fig. 7.3b**). Quatro funcionárias do sexo feminino foram deliberadamente excluídas da amostragem.

### Questionário

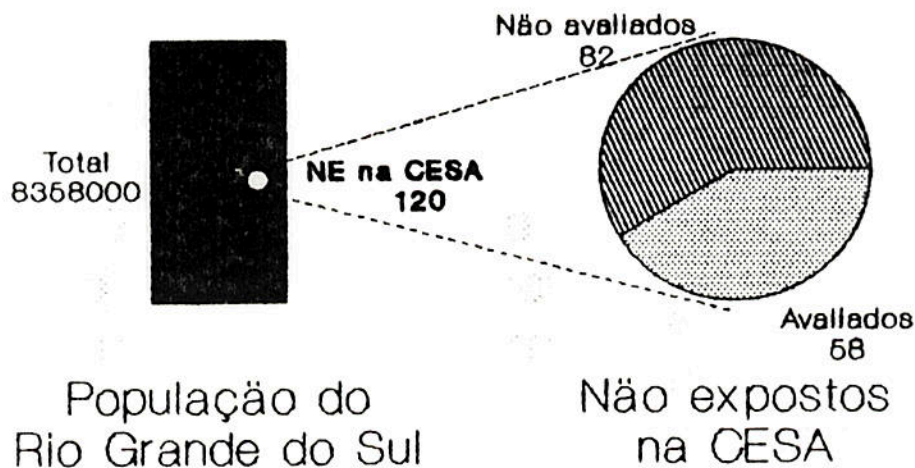
Cada indivíduo foi avaliado através de um questionário de sintomas respiratórios, que foi aplicado por um único entrevistador. Este questionário foi elaborado a partir da tradução e adaptação de um exemplar (ATS-DLD-78) editado em 1978 (FERRIS, 1978). Os sintomas foram investigados através de perguntas "fechadas" que admitiam respostas binárias (**sim** ou **não**). A variável **tosse matinal**, por exemplo, era constatada quando o indivíduo referia tosse ao acordar, fato que não acontecia necessariamente no período da manhã, visto que havia indivíduos que trabalhavam alternadamente no turno da noite. A **tosse persistente** era aquela que não cessava pela manhã, permanecendo durante o resto do dia. As variáveis **expectoração matinal** e **expectoração persistente** se definiram de forma semelhante.

Algumas variáveis, como **bronquite crônica**, foram elaboradas a partir dos resultados de mais de uma questão. Foi considerado que o indivíduo apresentava bronquite crônica quando referia tosse e/ou expectoração

**Fig. 7.3a: Expostos à poeira de grãos  
Rio Grande do Sul e Companhia Estadual  
de Silos e Armazéns**



**Fig. 7.3b: População do R. G. do Sul  
e não expostos à poeira na Companhia  
Estadual de Silos e Armazéns (controles)**



durante a maioria dos dias de 3 meses ou mais, pelo menos por 2 anos consecutivos. A **dispnéia aos esforços** foi classificada em quatro categorias (graus I, II, III e IV), estadiando a intensidade da dispnéia pela capacidade do indivíduo em desempenhar atividades habituais, como subir uma inclinação (I) ou caminhar no plano (II e III). Os conteúdos dessas perguntas são mostrados no **Anexo**.

Além dos sintomas respiratórios, o questionário também elabora perguntas sobre as características antropométricas dos indivíduos, a história de exposição ocupacional passada e atual, a história mórbida prévia e o hábito tabágico. Foram acrescentadas algumas perguntas para identificar sinais e sintomas específicos da exposição à poeira de cereais, como febre, conjuntivite e rinite. Cada indivíduo foi também submetido a um **exame físico sumário**, onde a ausculta pulmonar foi enfatizada.

### **Espirometria**

Para a realização da espirometria utilizamos um espirômetro de campo portátil do tipo Vitalograph S. A manobra expiratória forçada foi efetuada com os indivíduos, em posição sentada, e repetida 3 vezes, no mínimo, até que a curva expiratória apresentasse um traçado satisfatório. Não foram efetuados testes após o uso de broncodilatador.

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/XV x 100**). O critério de seleção utilizado para a leitura das variáveis espirométricas foi o de escolher as

curvas que apresentavam melhor desempenho das 2 ou 3 realizadas.

Os valores previstos para o VEF1, CV e  $(VEF1/CV) \times 100$  foram calculados conforme a altura e a idade de cada indivíduo, a partir da tabela de valores normais recomendada pelo fabricante do espirômetro, estabelecidos por KAMBUROFF et al., em 1973.

Convencionou-se que as variáveis espirométricas estariam alteradas quando seus valores fossem inferiores a um limite situado abaixo das médias obtidas de populações de indivíduos normais (ATS, 1982). Estes valores médios são em função da idade, altura e sexo dos indivíduos. Foi demarcado como limite inferior da normalidade um ponto distante 1 desvio padrão (1,64 SEE) abaixo do valor normal previsto do VEF1 e da CV (ajustados para altura) para cada idade específica (ZAMEL, 1983).

Para o cálculo da equação de regressão linear dos valores espirométricos previstos foram utilizadas as fórmulas propostas por CRAPO et al. (1986), válidas para indivíduos do sexo masculino (ATS, 1987), em condições de pressão atmosférica e de temperatura corporal normais, que são as seguintes:

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

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

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

Nas equações acima, **A** representa a altura (em cm) e **I**, a idade (em anos).

A realização, a leitura e interpretação dos testes espirométricos, bem como a aplicação dos questionários e o exame físico, foram efetuados pelo mesmo investigador.

#### **Outros exames**

Um grupo de trabalhadores foi submetido a exames não realizados nos demais indivíduos da série. Dos indivíduos que trabalhavam nos silos de Camaquã e Cachoeira do Sul, 44 se deslocaram até os serviços de radiologia dos hospitais daqueles municípios (Hospital Nossa Senhora Aparecida, de Camaquã, e Hospital de Beneficência e Caridade, de Cachoeira do Sul), onde realizaram **radiografias de tórax** em incidência póstero-anterior. Limitações de ordem operacional, como a inexistência de um serviço de radiologia próximo às outras unidades de armazenagem, tornou inexecutável a realização de raio-X de tórax nos demais indivíduos da série. Foram coletadas amostras de soro em 32 indivíduos expostos, para dosagem de **precipitinas séricas** (anticorpos circulantes) para os fungos mais comuns no ambiente de trabalho. O material coletado foi enviado para o Serviço de Micologia do Instituto de Pesquisa Biológica da SSMA. Este material foi coletado em dois locais (Cachoeira e Camaquã) e permanece estocado no banco de soro daquele Instituto para análise posterior.

#### **Processamento e análise**

Na tabulação dos dados, os expostos e controles foram distribuídos em 3 subgrupos: **fumantes, ex-fumantes e não-fumantes.**

Para definir essas categorias de hábito tabágico foram adotados os mesmos critérios da Sociedade Torácica Americana, 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 (ATS, 1978). Segundo essa classificação, os que abandonaram o hábito há mais de um mês atrás são designados de **ex-fumantes**. Os **não-fumantes** são todos aqueles que não se incluem nas duas primeiras categorias.

O parâmetro utilizado para estimar o impacto da exposição à poeira como causa de manifestações clínicas foi a **razão de chance** ("odds ratio"), que é o quociente obtido pela divisão da probabilidade de ter um sintoma (ou um sinal) pela probabilidade de não tê-lo (DO PICO, 1984). Este índice foi calculado para cada categoria de hábito tabágico, mediante a construção de tabelas de contingência 2x2, que confrontavam o número de expostos e de controles com a presença ou a ausência do sintoma ou sinal.

Para evitar a influência do hábito tabágico como fator de confusão, as variáveis discretas de expostos e controles foram comparadas através da **razão de chance ajustada**, segundo o método de Mantel & Haenszel (KAHN, 1983). Foram assim consideradas a prevalência de sintomas respiratórios, os achados anormais do exame físico e as alterações na espirometria, e sua significância testada através do teste do **qui-quadrado**.

As diferenças que as variáveis contínuas (dados antropométricos e de função pulmonar) apresentavam entre as categorias de hábito tabágico nos grupos exposto e controle foram verificadas através da **análise de variância** (REMYNGTON, 1970). A significância desta análise foi testada através da aplicação do **teste F** e **teste t** de Student. A análise das diferenças entre os valores das variáveis contínuas de cada categoria de hábito tabágico foi realizada através do método comparativo de **Student-Newman-Keuls**.

Os dados foram armazenados em arquivos de uma base de dados (DBase III-plus), e processados inicialmente no Centro de Processamento de Dados da UFRGS e posteriormente através de um microcomputador IBM PC-AT. Para a análise estatística foi utilizado um pacote estatístico denominado SPSS, da Universidade de Londres, e as figuras elaboradas através de um programa de computação gráfica (Harvard Graphics).

### 7.3 - Resultados

#### População, fatores de exposição e de confusão

As características antropométricas dos 235 expostos e dos 58 controles são mostradas na **Tabela 7.3**, onde os dois grupos estão distribuídos conforme as categorias de hábito tabágico.

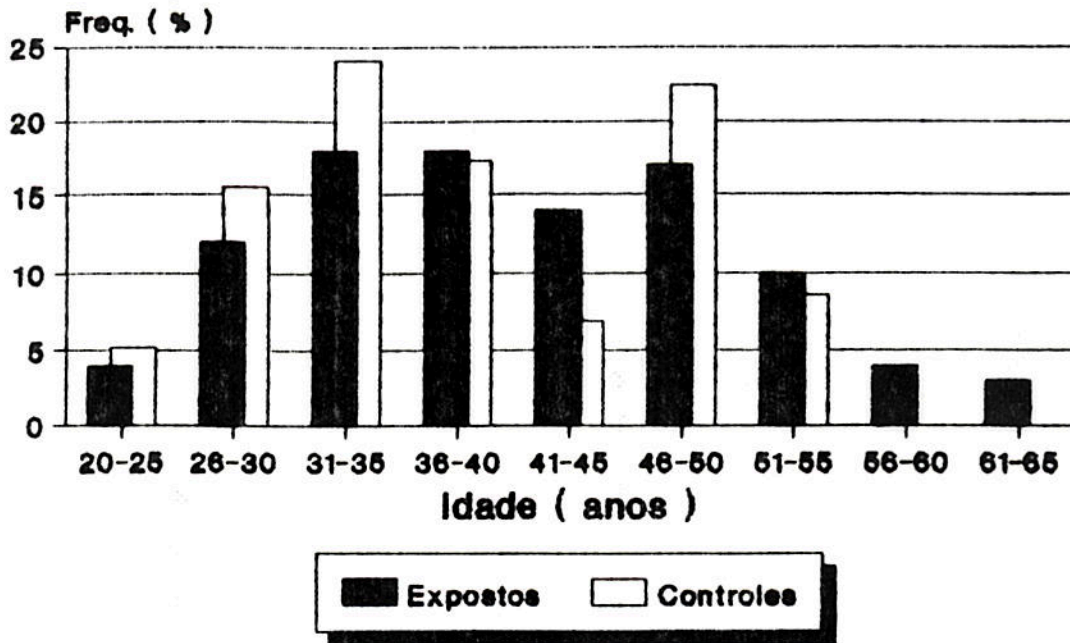
A média de **idade** dos trabalhadores expostos foi de 40,5 anos, com um desvio padrão de 9,8. A metade deles tinham idades acima de 40 anos e 20% acima de 50 anos. O mais jovem tinha 20, e o mais velho, 65 anos (**Fig. 7.4**). A estatura média foi de 170cm, com um desvio padrão de 6cm (**Fig. 7.5**). O trabalhador mais baixo media 150cm e o mais alto 187cm.

O **tempo médio de exposição** dos indivíduos à poeira dos grãos foi de aproximadamente 12 anos, com uma amplitude que variou de 1 a 30 anos; 50% dos trabalhadores expostos trabalhavam nesta atividade há mais de 10 anos e 17% há mais de 20 anos (**Fig. 7.6**). A dose de exposição foi presumida considerando-se a impressão subjetiva de 169 trabalhadores a respeito da quantidade de poeira em seus locais de trabalho (**Fig. 7.7**).

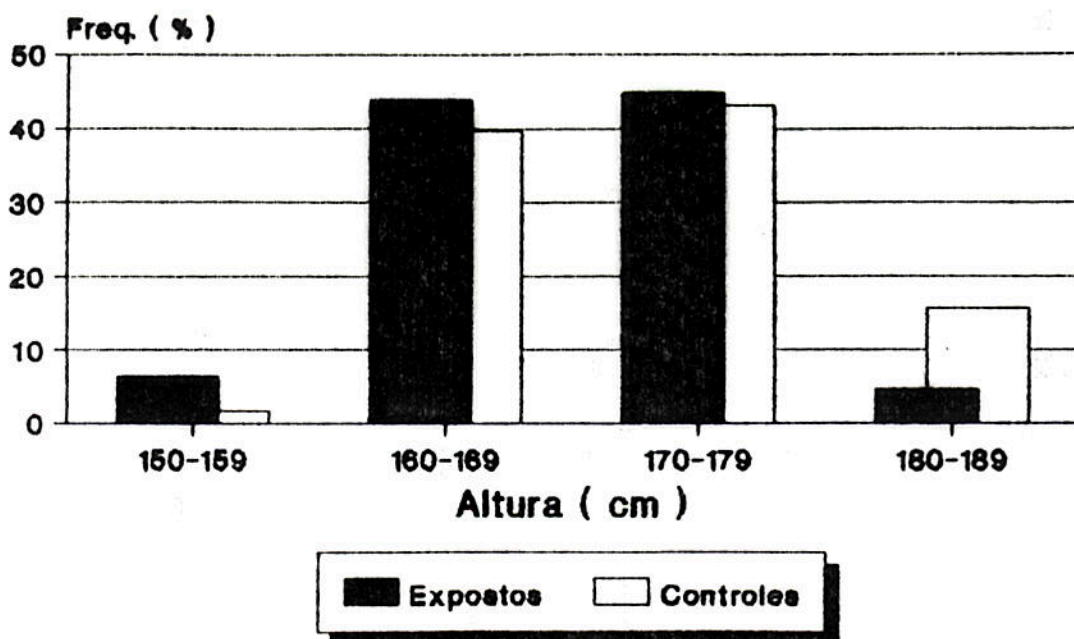
TABELA 7.3 : CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS TRABALHADORES NA ARMAZENAGEM DE GRÃOS

	CONFORME O FATOR TABÁGICO (EXPOSTOS)			CONFORME O FATOR DE EXPOSIÇÃO	
	FUMANTES	EX-FUMANTES	NAO-FUMANTES	EXPOSTOS	NAO-EXPOSTOS
NUMERO DE INDIVIDUOS >	117	66	52	235	58
<hr/>					
IDADE (anos)					
Média.....	40.3	43.6	37.5	40.6	38.6
Desvio padrão .....	8.7	11.4	9.3	9.9	8.9
ALTURA (cm)					
Média.....	170.7	169.1	171.2	170.3	172.6
Desvio padrão .....	5.9	7.2	5.6	6.2	6.3
PESO (Kg)					
Média.....	71.6	74.1	73.1	72.6	73.6
Desvio padrão .....	11.4	9.7	10.8	10.8	11.1
TEMPO DE FUMO (anos)					
Média.....	23.5	17.9		12.2	18.1
Desvio padrão .....	9.2	10.2		6.6	9.7
CIGARROS/DIA (ATUALMENTE)					
Média.....	14.9			14.9	19.7
Desvio padrão .....	9.0			9.0	13.3
CIGARROS/DIA (EM MEDIA)					
Média.....	15.4	16.8		15.9	16.9
Desvio padrão .....	8.6	11.2		9.6	7.3
TEMPO DE EXPOSIÇÃO A POEIRA (anos)					
Média.....	12.1	13.6	10.8	12.2	18.1
Desvio padrão .....	6.5	7.0	6.3	6.6	9.7

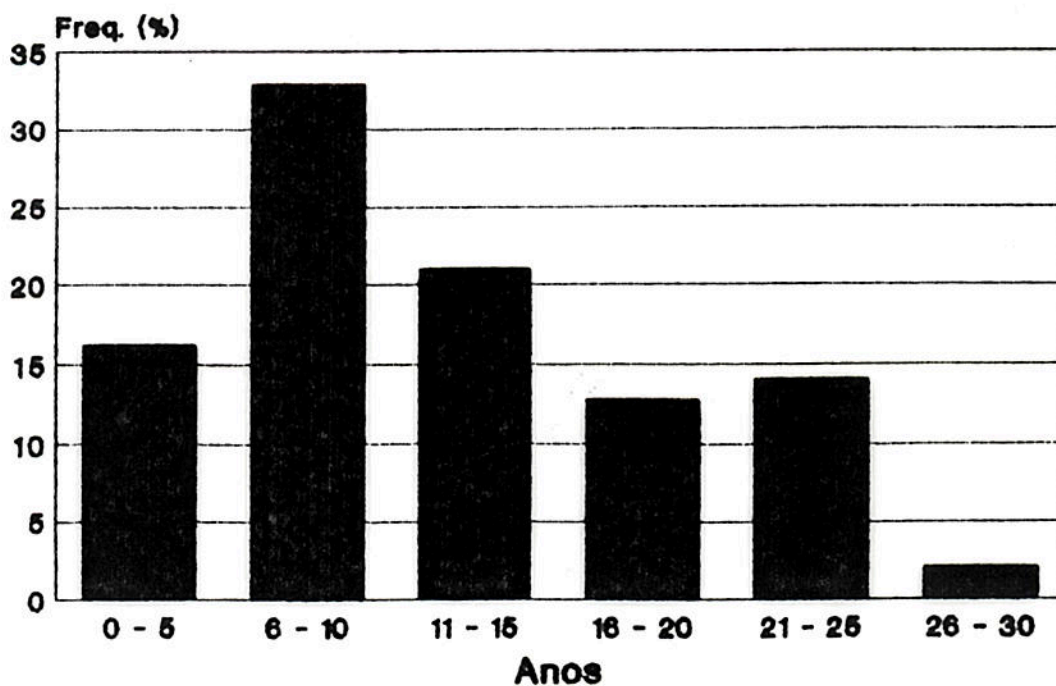
**Fig 7.4: Distribuição de Idades Expostos e controles**



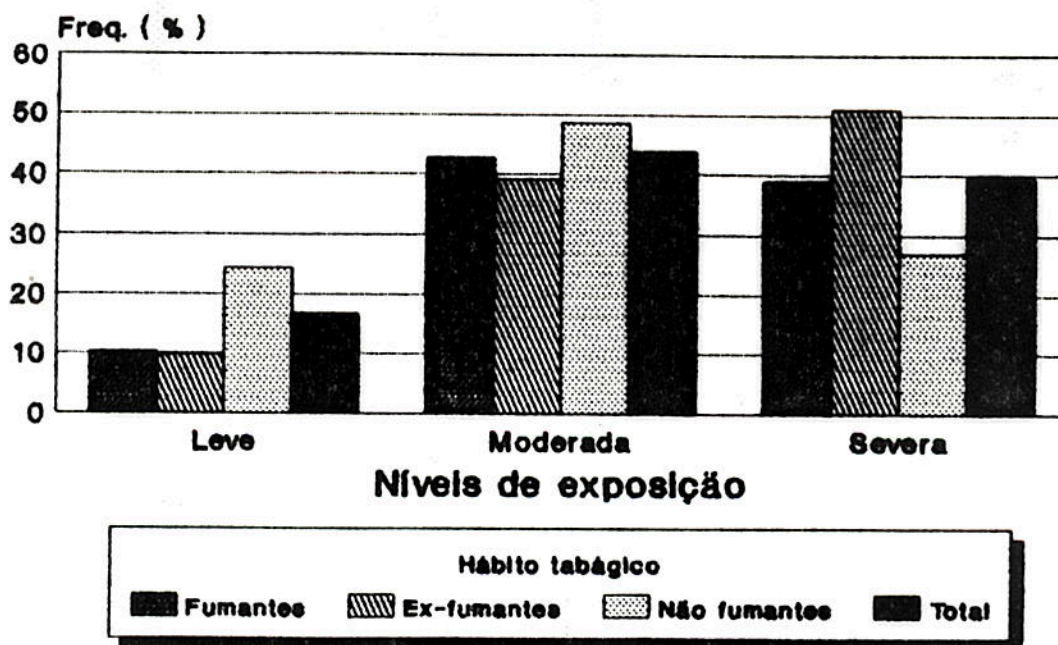
**Fig 7.5: Distribuição de alturas Expostos e controles**



**Fig 7.6: Tempo de exposição à poeira  
Grupo Exposto**

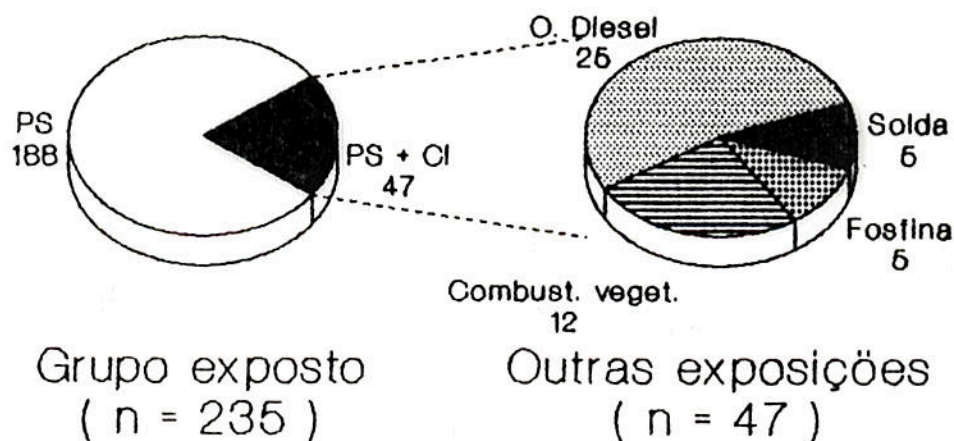


**Fig. 7.7: Níveis de exposição à poeira  
Hábito tabágico (expostos)**



Setenta e três (44%) deles achavam-se expostos a níveis moderados e 68 (40%) a níveis severos de poeira. Além da poeira dos grãos, 46 trabalhadores (20% do total) referiram que durante a sua jornada de trabalho em silos estavam expostos a outros contaminantes inaláveis (Fig. 7.8), como fumaça da combustão de madeira e carvão nas secadoras (12 indivíduos) ou fumaça do óleo Diesel (25 indivíduos). Esta última era proveniente dos caminhões que descarregavam nas moegas e dos motores existentes no convés do terminal marítimo de Rio Grande. Alguns 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 5 indivíduos.

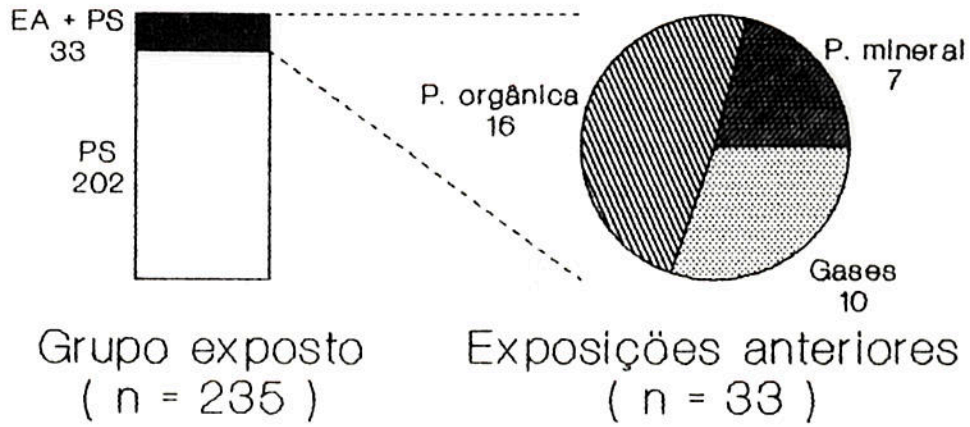
**Fig. 7.8: Trabalhadores expostos a outros contaminantes inaláveis ( CI ) além da poeira dos silos ( PS )**



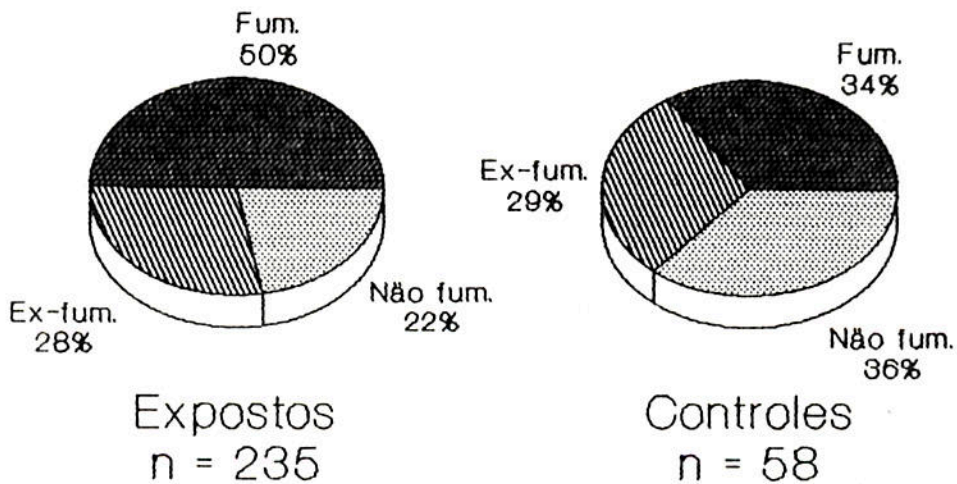
Nove indivíduos expostos haviam trabalhado anteriormente na atividade agrícola, referindo contato intenso com a poeira de grãos durante a colheita (**Fig. 7.9**). Outros tinham história prévia de exposição a contaminantes orgânicos diversos, como poeira de madeira (5), pó de esterco ou "guano" (1) e pó de farinha de osso (1). Sete haviam trabalhado em ocupações onde havia poeiras minerais, como na extração de calcário (2) e na exploração de pedreiras (5). Dez trabalhadores provenientes das zonas industriais de Rio Grande e Porto Alegre tinham história ocupacional prévia de contato com gás de amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) e vapores de solventes orgânicos.

Quanto ao **hábito tabágico**, 117 (50%) dos expostos eram fumantes ativos, 66 (28%) haviam fumado no passado e 52 (22%) nunca foram fumantes. Entre os indivíduos do grupo controle, o número de fumantes era de 20 (34%), de ex-fumantes 17 (29%) e o de não-fumantes 21 (36%), conforme mostra a **Fig. 7.10**. Entre os expostos, a **quantidade de cigarros** consumida pelos fumantes foi semelhante à dos ex-fumantes (**Fig. 7.11**). Vários desses trabalhadores iniciaram o hábito precocemente: 27 (39%) começaram a fumar antes dos 15 anos, 93 (51%) entre os 15 e 20 anos, e somente 17 (9%) depois dos 20 anos. Apenas 11% dos indivíduos pertencentes a estes dois grupos fumavam, ou haviam fumado mais do que 20 cigarros/dia. Noventa e um (50%) dos expostos fumaram durante um período de tempo superior a 20 anos e 36 (20%) durante mais de 30 anos (**Fig. 7.12**).

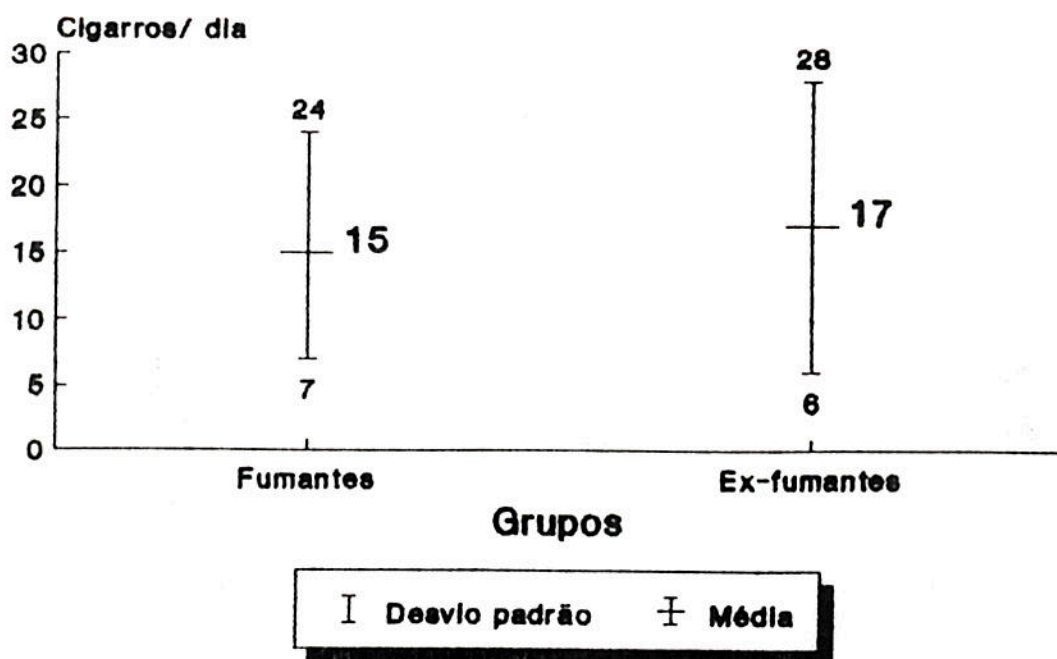
**Fig.7.9: Exposições anteriores ( EA )  
à poeira dos silos ( PS )**



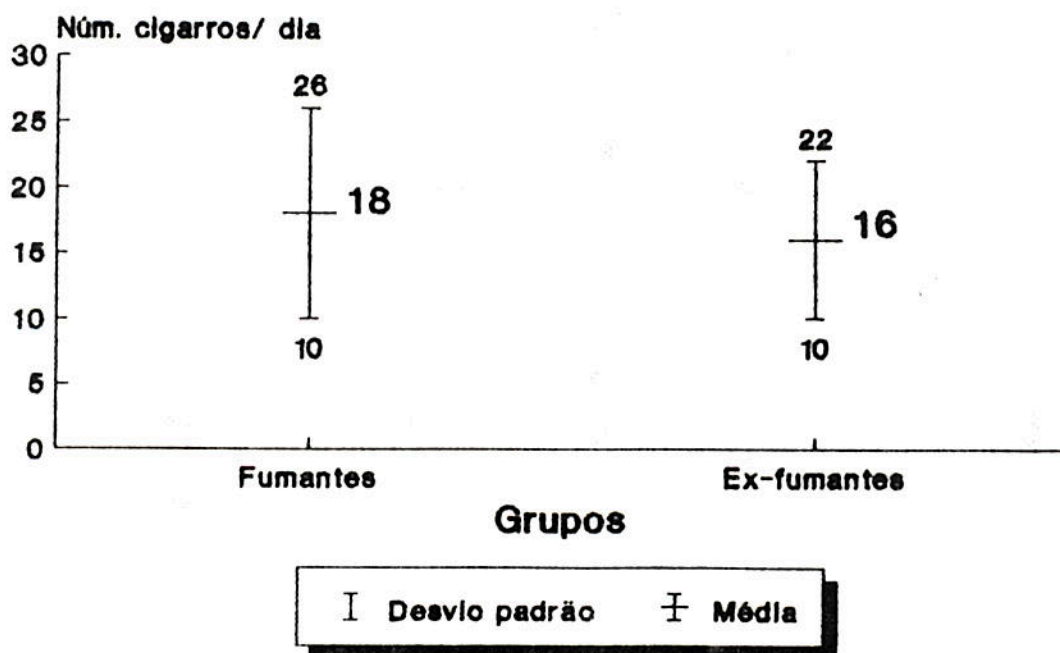
**Fig. 7.10: Categorias de hábito tabágico  
(expostos e controles)**



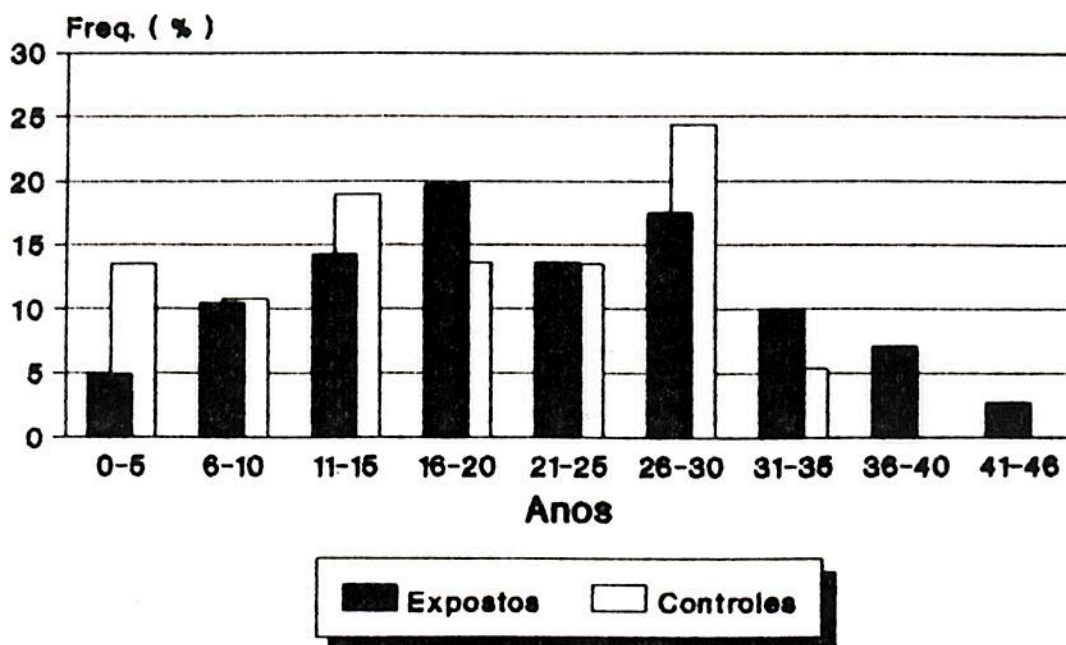
**Fig. 7.11a: Média de cigarros por dia Expostos (fumantes e ex-fumantes)**



**Fig. 7.11b: Média de cigarros por dia Controles (fumantes e ex-fumantes)**



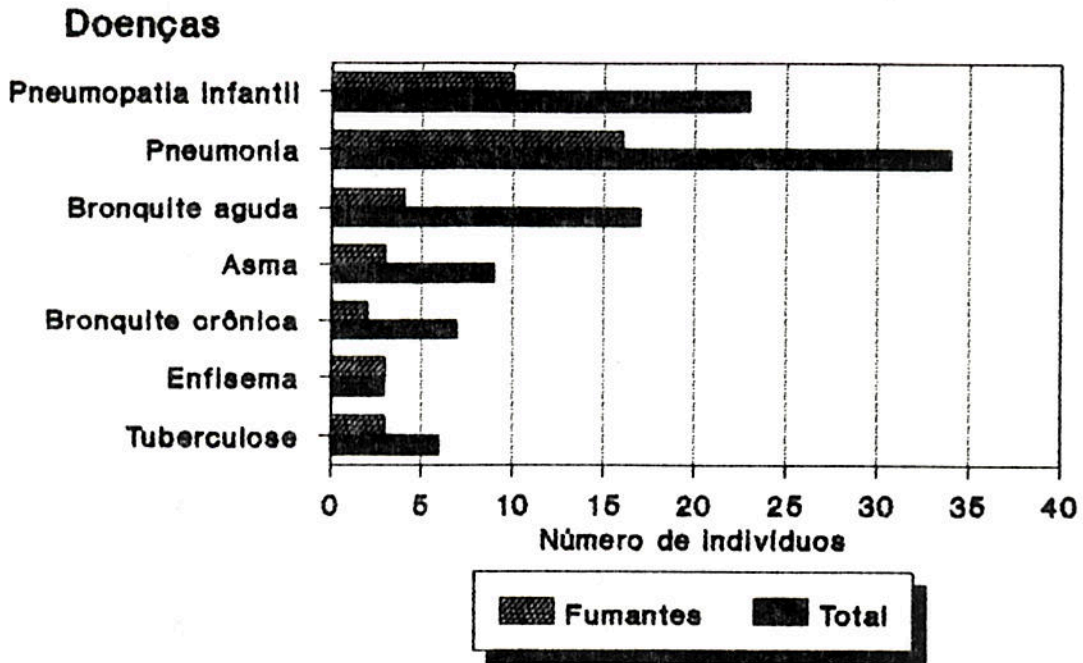
**Fig 7.12: Tempo de fumo  
Expostos e controles (\*)**



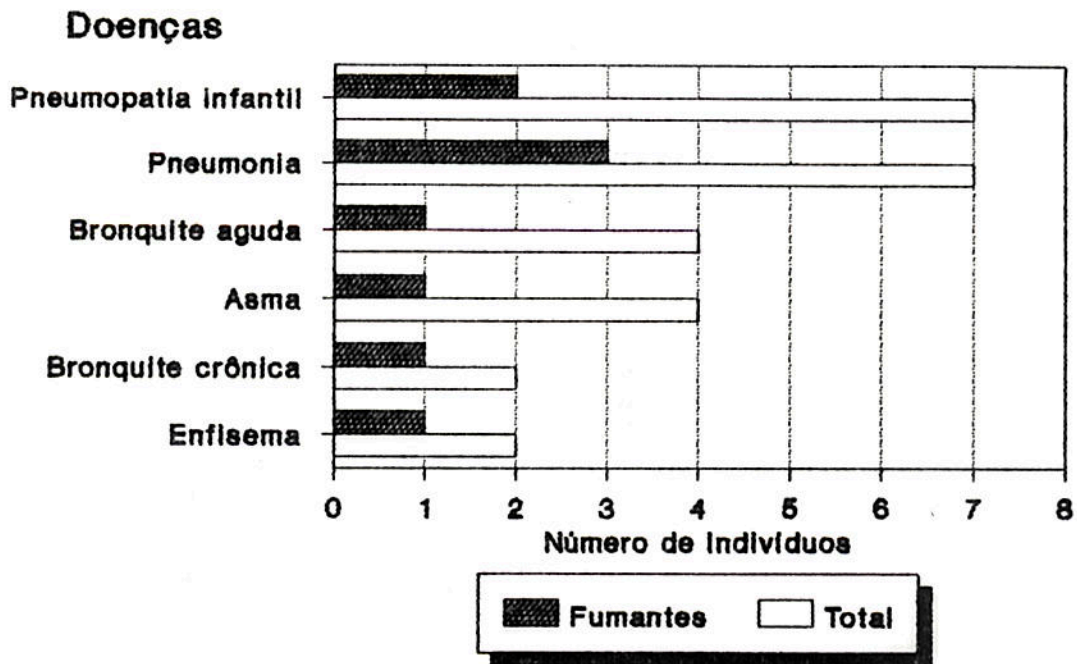
(\*): Incluídos fumantes e ex-fumantes.

Cento e um (43%) indivíduos expostos foram portadores de alguma pneumopatia (ocupacional ou não) no passado (Fig. 7.13a). A pneumonia foi a doença respiratória mais freqüentemente relatada pelos expostos fumantes (16) e ex-fumantes (14). História de tuberculose foi referida por 6 (2,5%) dos indivíduos expostos, mas por nenhum dos controles. Outros relataram "asma" (9), "bronquite" (7) e "enfisema" (3). Não foi pesquisado se estes diagnósticos foram firmados antes ou na vigência da exposição ocupacional. Vinte e sete (46,5%) controles mencionaram pneumopatias prévias, das quais pneumonia, referida por 8 deles, foi a mais freqüente (Fig. 7.13b).

**Fig. 7.13a: Diagnóstico de pneumopatias prévias (expostos)**



**Fig. 7.13b: Diagnóstico de pneumopatias prévias (controles)**



A análise estatística aplicada a esses dados demonstrou que, em geral, não houve diferença significativa nas características antropométricas dos dois grupos (Tab. 7.3). Entretanto, os fumantes expostos apresentaram em média uma estatura menor e uma idade mais avançada do que seus pares fumantes não-expostos, o que foi significativo para  $p < 0,01$ . Devido a peculiaridades dos serviços prestados na rede de armazenagem, o número de controles foi menor do que o de expostos.

Os indivíduos do grupo controle referiam um tempo de hábito tabágico que era significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que os expostos. Os controles também consumiam uma quantidade significativamente maior ( $p < 0,05$ ) de cigarros por dia no momento da avaliação. Contudo, não houve diferença entre os dois grupos quanto ao número médio de cigarros consumidos por dia desde o início do hábito de fumar (Fig. 7.11).

### Sintomas respiratórios

As perguntas formuladas através do questionário estabeleceram os indicadores de prevalência de sintomas respiratórios.

Dos 235 indivíduos expostos, 37 (15,7%) eram totalmente **assintomáticos**, negando quaisquer sintomas que pudessem estar relacionados com a exposição à poeira; no grupo controle o número de assintomáticos foi de 21 (36,2%) indivíduos.

A prevalência de sintomas clínicos é mostrada nas **Tabelas 7.4 e 7.5**, onde os expostos estão distribuídos conforme categorias de hábito tabágico. Para efeitos da análise estatística, esta distribuição foi também realizada no grupo controle, mas não foi incluída no corpo das tabelas para facilitar a visualização dos dados.

TABELA 7.4 : PREVALENCIA DE SINTOMAS RESPIRATORIOS EM TRABALHADORES NA ARMAZENAGEM DE GRãos

	CONFORME O HABITO TABAGICO (EXPOSTOS)			CONFORME O FATOR DE EXPOSIÇÃO			
	FUMANTES	EX-FUMANTES	NAO-FUMANTES	EXPOSTOS	NAO-EXPOSTOS	RCA (1)	p (2)
TOSSE.....	63 53.8%	20 30.3%	16 30.8%	99 42.1%	9 15.5%	3.50	†
TOSSE MATINAL.....	58 49.6%	8 12.1%	8 15.4%	74 31.5%	6 10.3%	3.79	†
TOSSE PERSISTENTE.....	26 22.2%	13 19.7%	16 30.8%	55 23.4%	4 6.9%	3.93	†
EXPECTORACAO.....	66 56.4%	25 40.0%	19 36.5%	110 46.8%	17 29.3%	1.92	†
EXPECTORACAO MATINAL .....	59 50.4%	18 27.3%	13 25.0%	90 38.3%	13 22.4%	1.88	NS
EXPECTORACAO PERSISTENTE .....	32 27.4%	16 24.2%	16 30.8%	64 27.2%	7 12.1%	2.70	†
BRONQUITE CRONICA.....	38 32.5%	12 18.2%	13 25.0%	63 26.8%	5 8.6%	3.59	†
SIBILANCIA.....	47 40.2%	20 30.3%	13 25.0%	80 34.0%	9 15.5%	2.57	†
SIBILANCIA E DISPNEIA.	29 24.8%	17 25.8%	9 17.3%	55 23.4%	12 20.7%	1.10	NS
TOTAL.....	117	66	52	253	58		

(1) RCA : Razão de Chance Ajustada ("adjusted odds ratio")

(2) † :  $p > 0.05$  ; †† :  $p > 0.01$  ; NS : Não significativo

TABELA 7.5 : PREVALENCIA DE SINTOMAS EM TRABALHADORES DA ARMAZENAGEM DE GRAOS

	CONFORME O HABITO TABAGICO (EXPOSTOS)			CONFORME O FATOR DE EXPOSICAO			
	FUMANTES	EX-FUMANTES	NAO-FUMANTES	EXPOSTOS	NAO-EXPOSTOS	RCA (1)	p (2)
DISPNEIA (GRAU I) ....	51 43.6%	28 42.4%	14 26.9%	93 39.6%	17 29.3%	1.45	NS
DISPNEIA (GRAU II) ...	16 13.7%	10 15.2%	5 9.6%	31 13.2%	5 8.6%	1.55	NS
DISPNEIA (GRAU III) ..	2 1.7%	1 1.5%	1 1.9%	4 1.7%	1 1.7%	0.99	NS
RINITE.....	31 26.5%	15 22.7%	14 26.9%	60 25.5%	19 32.8%	0.72	NS
RINITE ASSOCIADA A EXPOSICAO .....	14 12.0%	8 12.1%	5 9.6%	27 11.5%	3 5.2%		
CONJUNTIVITE.....	57 48.7%	36 54.5%	21 40.4%	114 48.5%	13 22.4%	3.11	†
CONJUNTIVITE ASSOCIADA A EXPOSICAO.....	41 35.0%	21 31.8%	17 32.7%	79 33.6%	4 6.9%	6.67	†
"GRAIN FEVER".....	4 3.4%	5 7.6%	4 7.7%	13 5.5%	0 0.0%		
CONSTRICAO TORACICA...	32 27.4%	16 24.2%	9 17.3%	57 24.3%	8 13.8%	1.86	†
CONSTRICAO TORACICA COM A EXPOSICAO .....	22 18.8%	9 13.6%	4 7.7%	35 14.9%	0 0.0%		
TOTAL.....	117	66	52	235	58		

(1) RCA > Razao de Chance Ajustada ("adjusted odds ratio")

(2) † : p > 0.05 ; †† : p > 0.01 ; NS: Não significativo

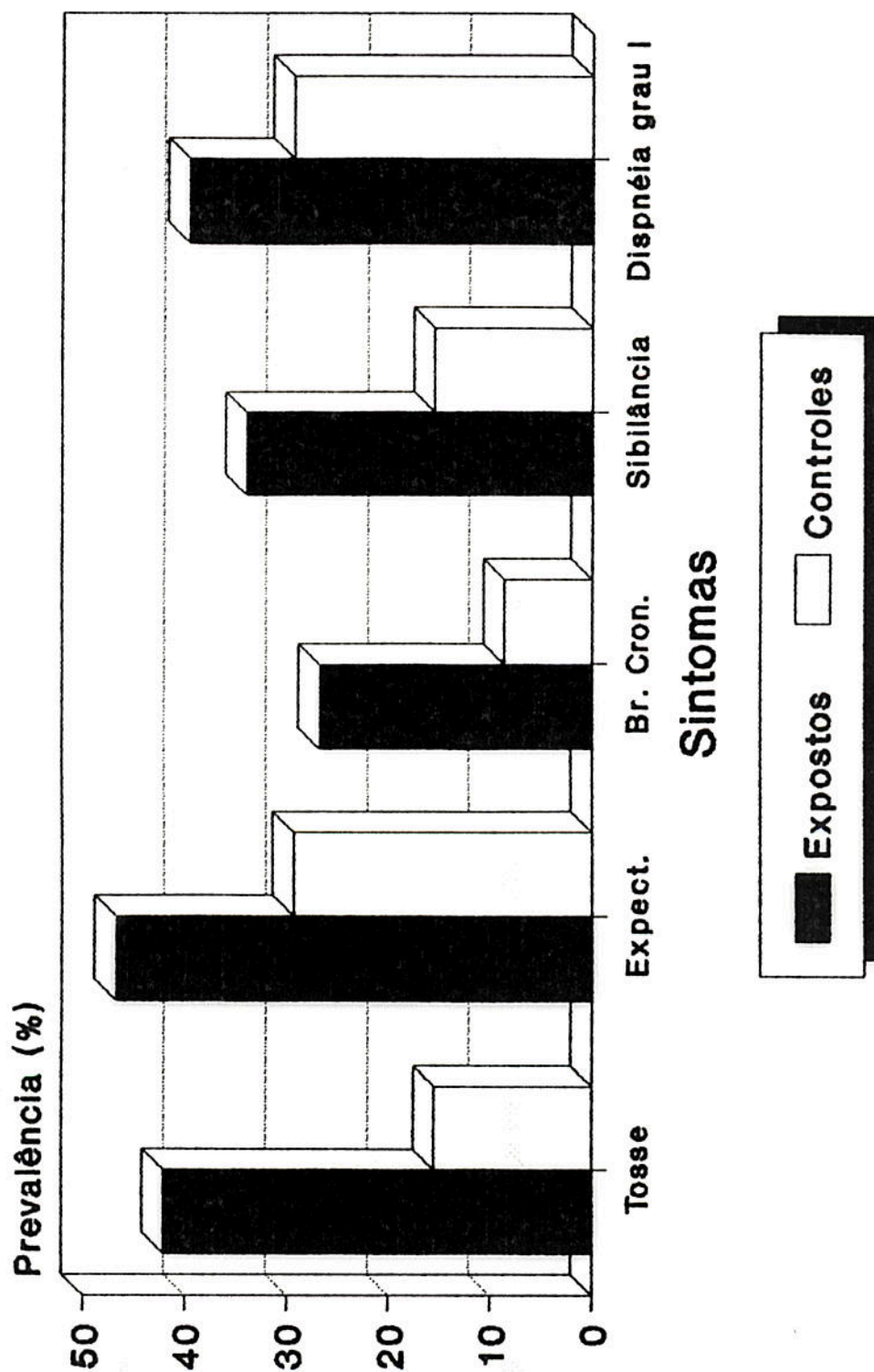
Os sintomas respiratórios encontrados com maior frequência entre os expostos foram a **expectoração** (46,8%) e a **tosse** (42,1%). Queixas de sibilância e dispnéia aos esforços e história de bronquite crônica também foram mais prevalentes nos expostos do que nos controles (**Fig. 7.14**).

Dos expostos que eram **fumantes**, 63 (53,5%) apresentavam tosse e 66 (56,4%) expectoração. Estes sintomas, entre os fumantes, eram mais prevalentes do que em não-fumantes e em ex-fumantes. Os expostos **não-fumantes** apresentaram uma prevalência de tosse de 30,8% (**Fig. 7.15a**) que foi significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos não-expostos, uma vez que nenhum dos 21 indivíduos não-fumantes do grupo controle referiam estes sintomas (**Fig. 7.15b**).

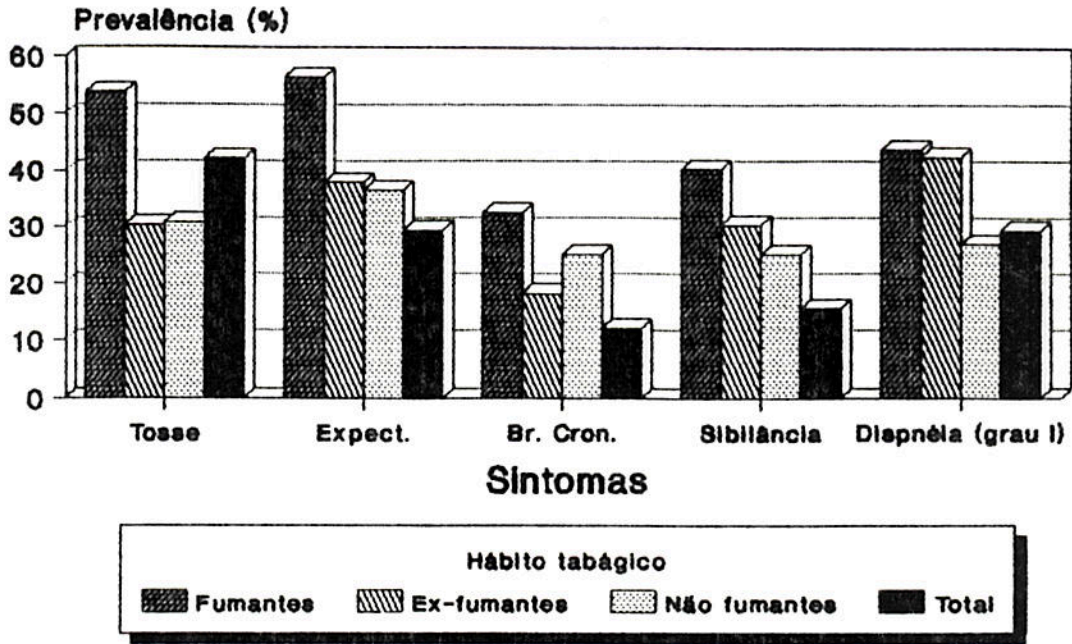
Entre os indivíduos expostos ocorreu tosse e/ou expectoração somente pela manhã em 31,5% e 38,3%, respectivamente, enquanto 23,4% apresentavam tosse que persistia durante todo o dia (**Figs. 7.16a e 7.16b**), e 27,2% tinham expectoração com estas mesmas características (**Figs. 7.17a e 7.17b**).

Uma história clínica compatível com **bronquite crônica** foi obtida em 23,2% dos indivíduos expostos. No grupo de 52 trabalhadores expostos não-fumantes foi marcante a prevalência relativamente elevada (35%) de bronquite crônica.

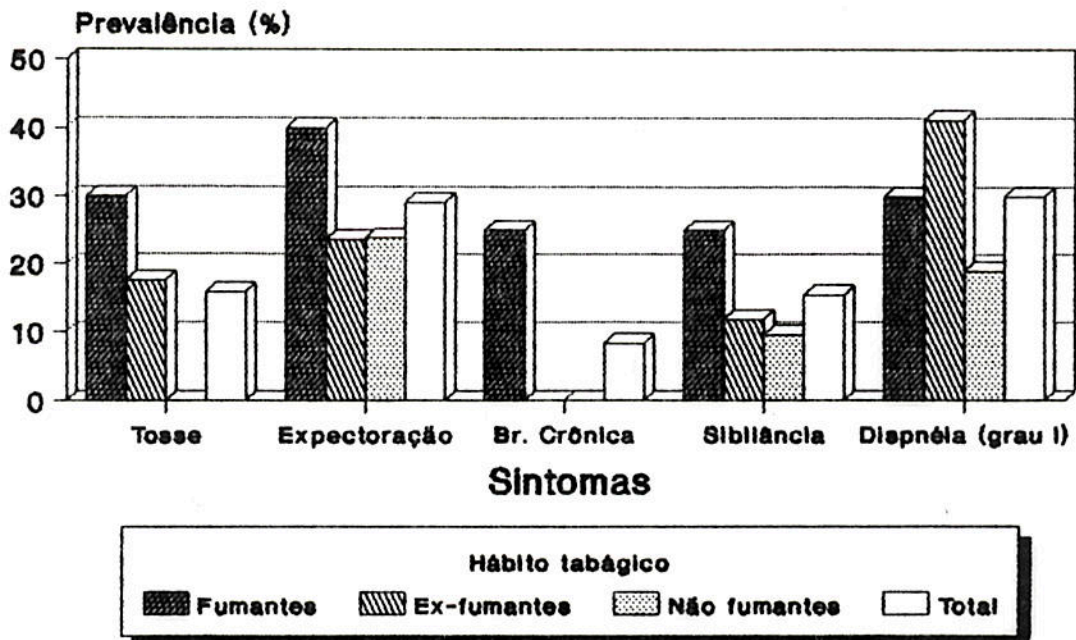
**Fig. 7.14: Sintomas respiratórios**  
**Expostos e controles**



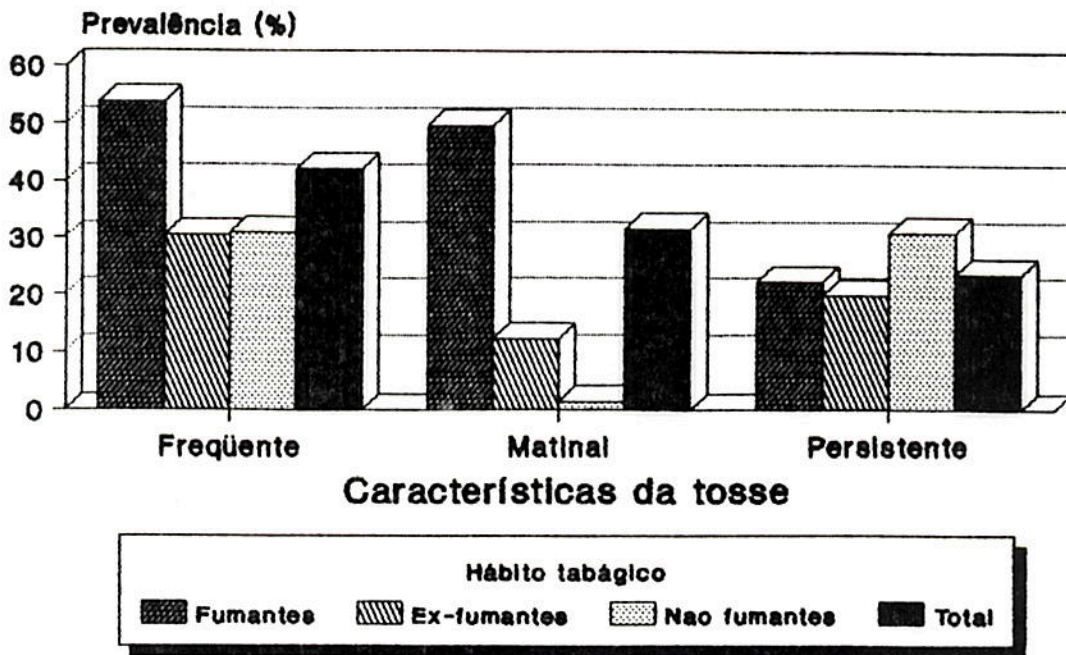
**Fig. 7.15a: Sintomas Respiratórios  
Hábito tabágico (expostos)**



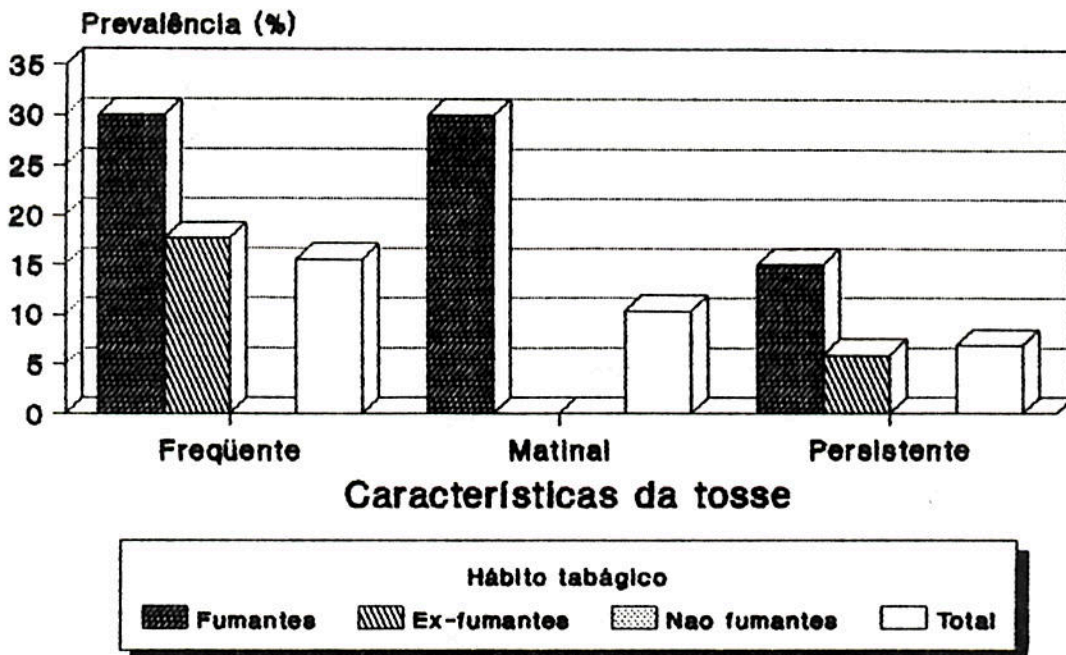
**Fig. 7.15b: Sintomas respiratórios  
Hábito tabágico ( controles )**



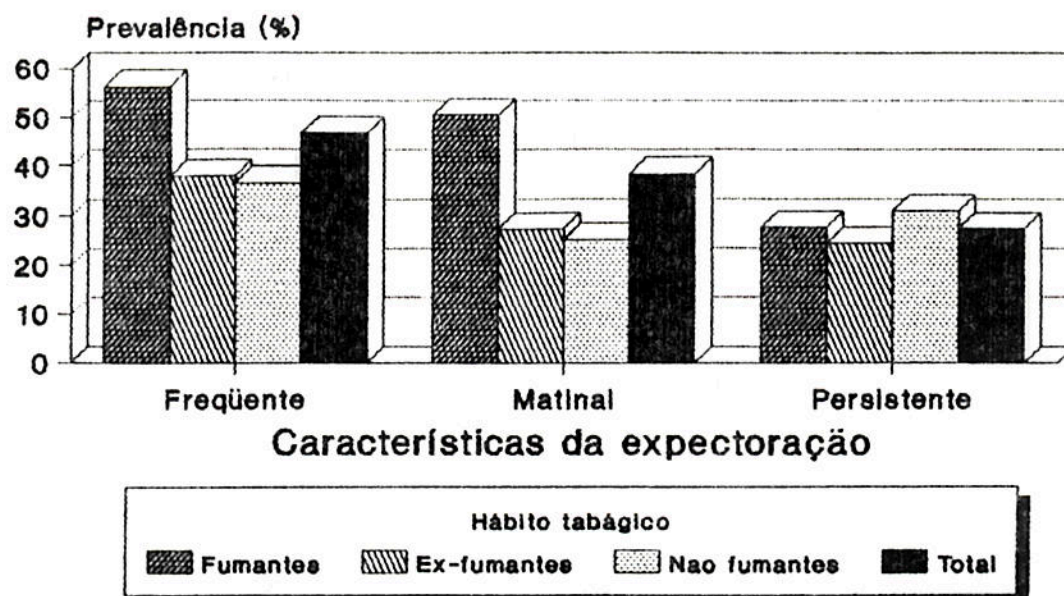
**Fig. 7.16a: Características da tosse  
Hábito tabágico ( expostos )**



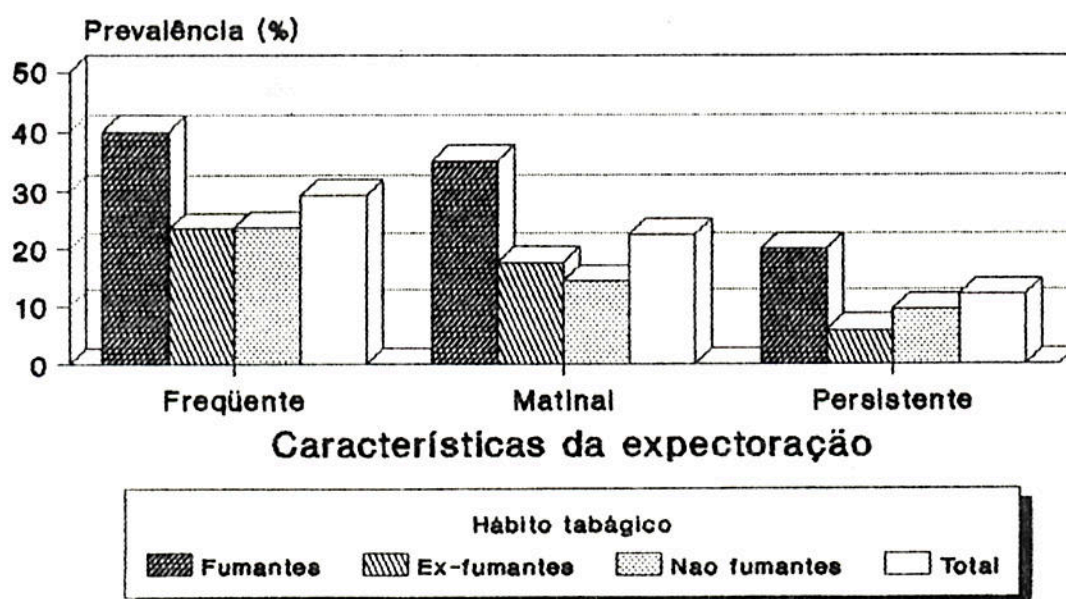
**Fig. 7.16b: Características da tosse  
Hábito tabágico (controles)**



**Fig 7.17a: Características da expectoração  
Hábito tabágico (expostos)**



**Fig. 7.17b: Características da expectoração  
Hábito tabágico (controles)**

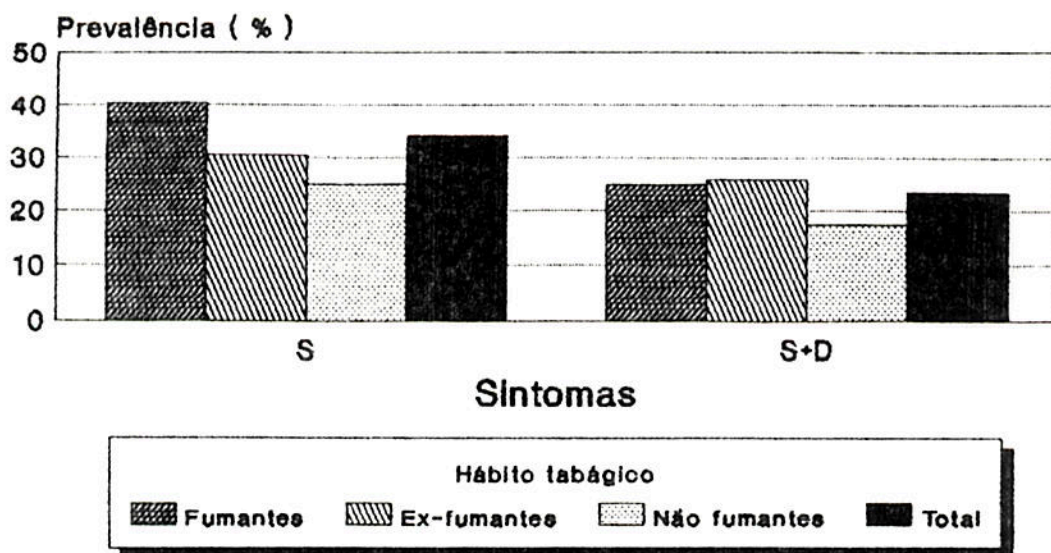


Oitenta indivíduos expostos (34%) apresentaram queixas de **sibilância**, que se manifestava durante estados gripais, em episódios eventuais, ou então de forma quase permanente. O tempo decorrido desde o surgimento deste sintoma pela primeira vez até o momento da entrevista foi em média de 6,7 anos. Episódios de **sibilância acompanhada de dispnéia** foram relatados por 55 indivíduos expostos (23,4%), os quais se manifestaram antes dos 20 anos em 17 deles (7,2%). Esses episódios, quando iniciados na primeira idade, estavam provavelmente relacionados com bronquiolite ou crises de broncoespasmo (Figs. 7.18a e 7.18b).

Dos indivíduos do grupo controle, 9 (15,5%) regularmente apresentavam sibilância que iniciara, em média, há 11 anos atrás. Doze deles (20,7%) referiam episódios de sibilância com dispnéia, 5 dos quais (8,6%) tiveram a primeira manifestação antes da idade de 18 anos.

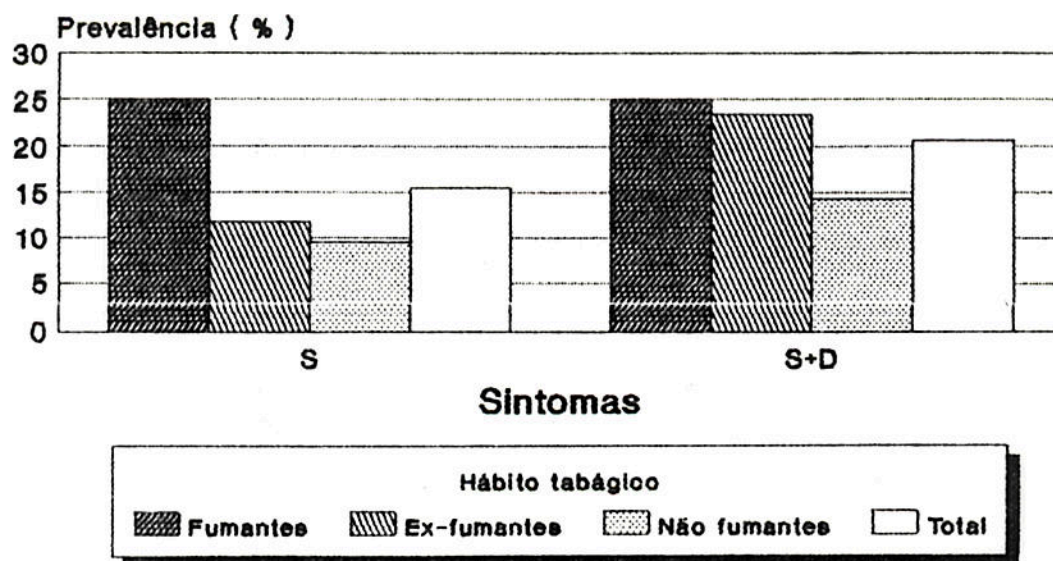
O grau I de **dispnéia aos esforços**, conforme critério definido nos Materiais e Métodos, estava presente em 39,6% dos expostos, sendo que a prevalência de dispnéia foi menor nos graus II (13,2%) e III (1,7%). Nenhum indivíduo, tanto dos expostos como dos controles, enquadrou-se no grau IV de dispnéia. Estes valores decrescentes nas prevalências para cada grau de dispnéia era de se esperar em uma população economicamente ativa (Figs. 7.19a e 7.19b).

**Fig. 7.18a: Sibilância associada ou não à dispnéia. Hábito tabágico (expostos)**



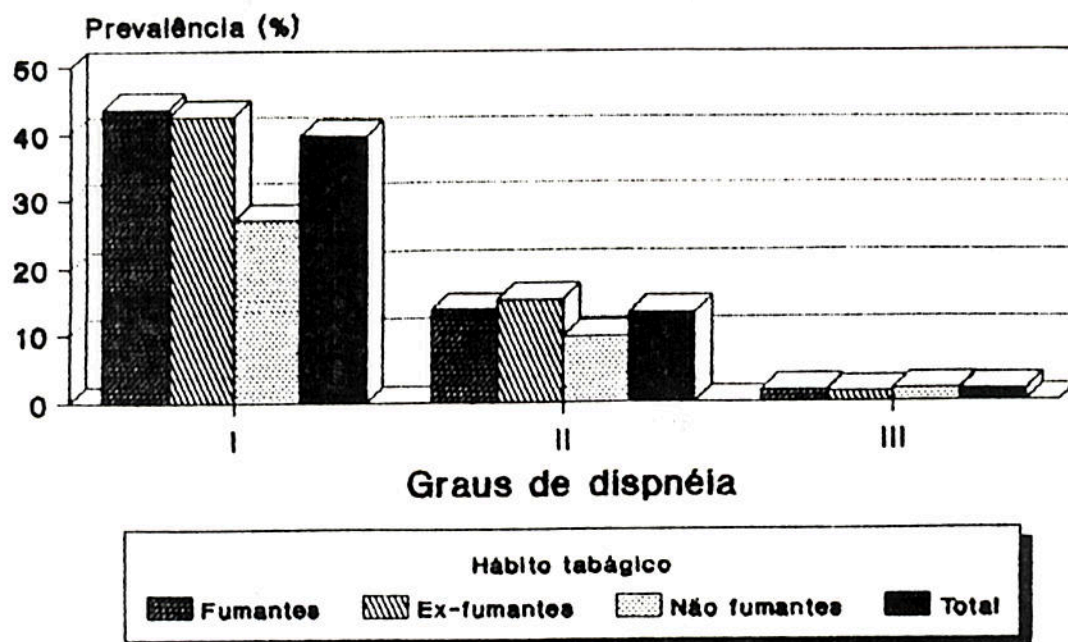
S: sibilância sómente  
S+D: sibilância com dispnéia

**Fig. 7.18b: Sibilância associada ou não à dispnéia. Hábito tabágico (controles)**

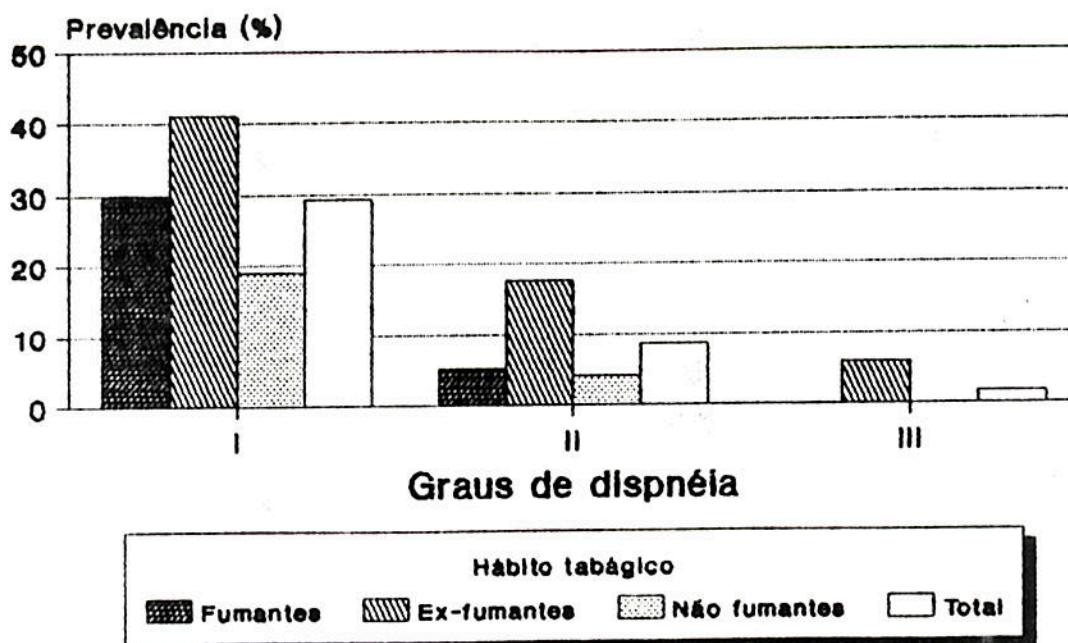


S: sibilância sómente  
S+D: sibilância com dispnéia

**Fig. 7.19a: Graus de dispnéia  
Hábito tabágico (expostos)**



**Fig. 7.19b: Graus de dispnéia  
Hábito tabágico (controles)**



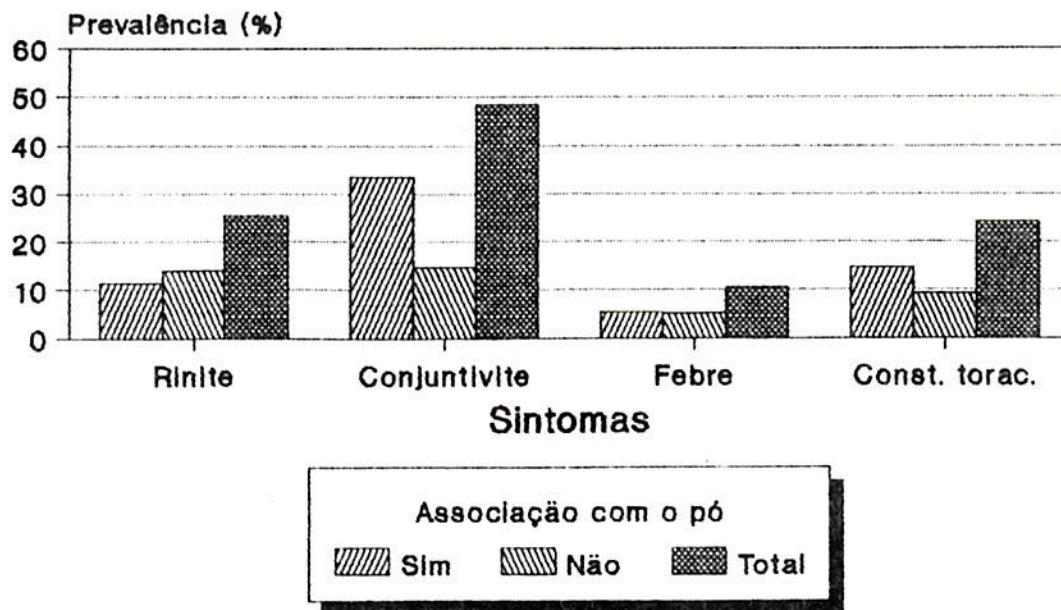
A **constricção torácica** é um achado freqüente na exposição a algumas poeiras de origem vegetal (principalmente o algodão), que se expressa como uma sensação de "aperto no peito", ocorrendo geralmente no início da semana, após o breve afastamento de fim-de-semana. Foi referida por 57 (24,3%) trabalhadores de grãos, dos quais 35 (15%) associaram este sintoma com a exposição à poeira. Entretanto, não é definitivo onexo causal com a exposição, porque a constricção torácica pode também estar associada a causas osteomusculares ou à isquemia miocárdica.

Sintomas sugestivos de **conjuntivite** como ardência, lacrimejamento e prurido ocular foram referidos por 144 (48,5%) dos indivíduos expostos (**Figs. 7.20a e 7.20b**). Foram manifestações de alta prevalência nesse grupo. Setenta e nove (33,2%) trabalhadores relacionaram o surgimento destes sintomas com a exposição diária à poeira dos grãos.

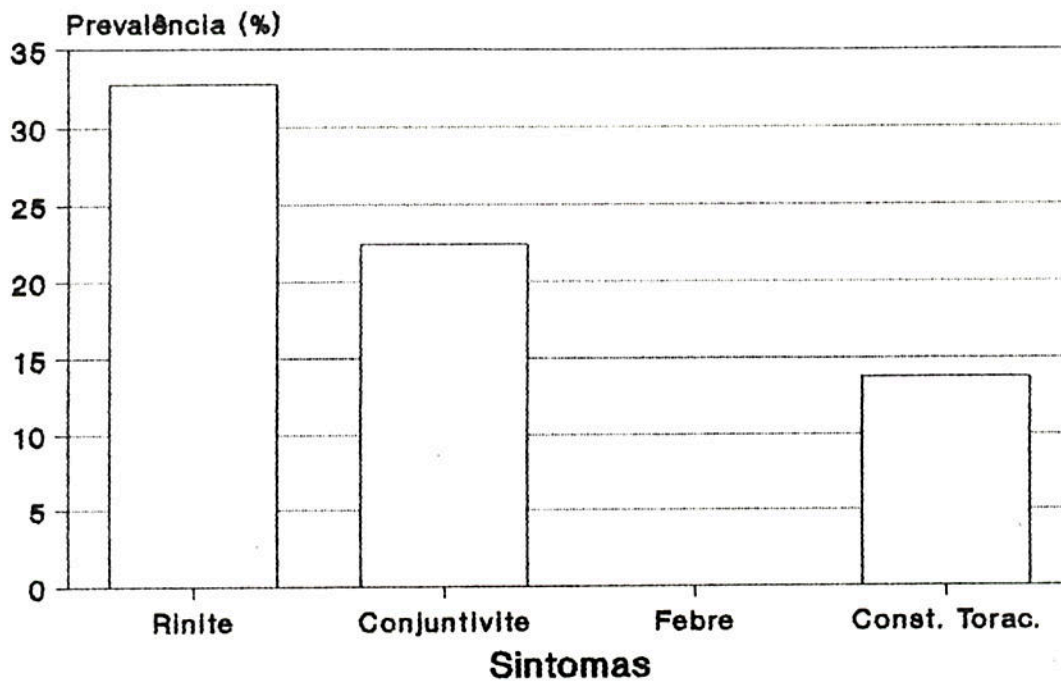
**Rinorréia e obstrução nasal crônicas** são sintomas sugestivos de **rinite** que foram mais prevalentes no grupo controle (32,8%) do que no grupo exposto (25,2%). Vinte e sete (45%) dos indivíduos expostos com sintomas de rinite relacionavam os mesmos com a inalação de poeira, mas este subgrupo representa somente 11,5% do total de expostos.

**Febre e calafrios** eram sintomas habituais em 25 (10,6%) trabalhadores expostos, mas somente 13 (5,5% do total) relacionavam estes sintomas com a exposição à poeira. Consideramos este segundo grupo como suspeito de apresentar a síndrome denominada **febre dos grãos** ("grain fever"), embora esses sintomas pudessem estar associados a outras causas. Devido à normatização exigida pela aplicação dos questionários, não foram investigados sintomas que poderiam melhor caracterizar a síndrome.

**Fig. 7.20a: Sintomas agudos associados ou não à poeira de grãos (expostos)**



**Fig. 7.20b: Sintomas agudos (controles)**



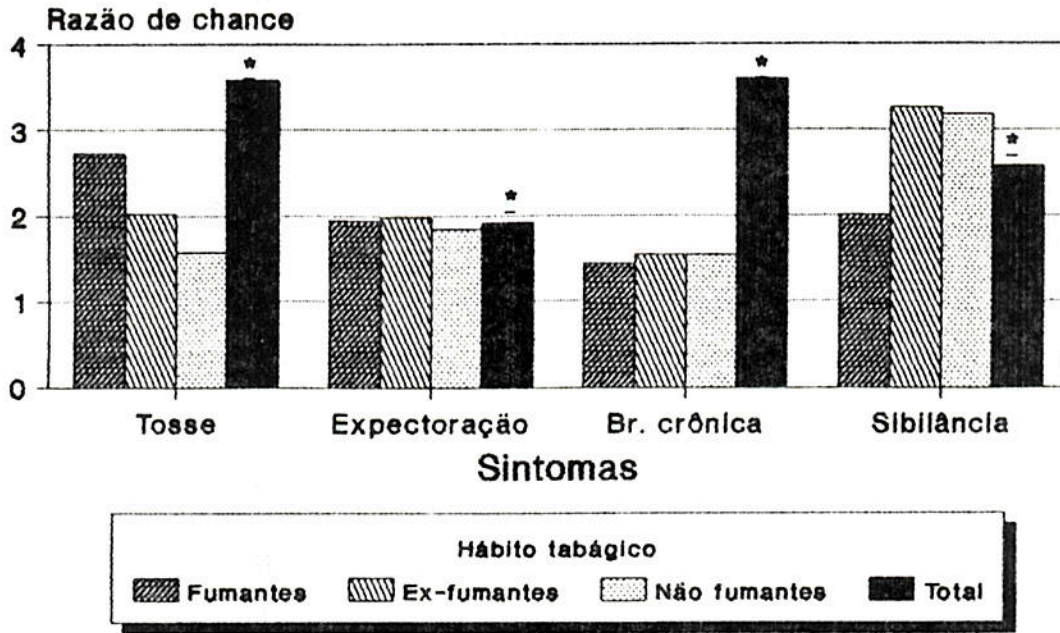
Para comparar as variáveis discretas de expostos e controles, foi utilizada a **razão de chance ajustada** através do método de Mantell & Haensel, que permitiu o controle do fator tabágico. Portanto, a razão de chance ("odds ratio") foi o parâmetro utilizado para comparar os resultados das variáveis discretas em cada um dos seis subgrupos de hábito tabágico. Nas poucas situações em que o resultado da razão de chance era indeterminado (isto acontecia quando caselas das tabelas de contingência tinham valor zero), optou-se por utilizar o cálculo de **risco relativo**, que se assemelha à razão de chance.

Os sintomas de **tosse, tosse matinal, expectoração, expectoração persistente, bronquite crônica, sibilância e conjuntivite** apresentaram uma chance significativa de ocorrerem em relação aos controles, para  $p < 0,05$  (Fig. 7.21).

Os expostos tinham 3,5 vezes mais chance de serem tossidores e 1,9 mais chance de eliminarem uma quantidade aumentada de expectoração do que os controles. Nos expostos, os sintomas de bronquite crônica apresentaram uma razão de chance de se manifestarem de 3,59, que foi significativa para  $p < 0,05$ . Episódios de sibilância ocorriam 2,6 vezes mais em expostos do que em controles.

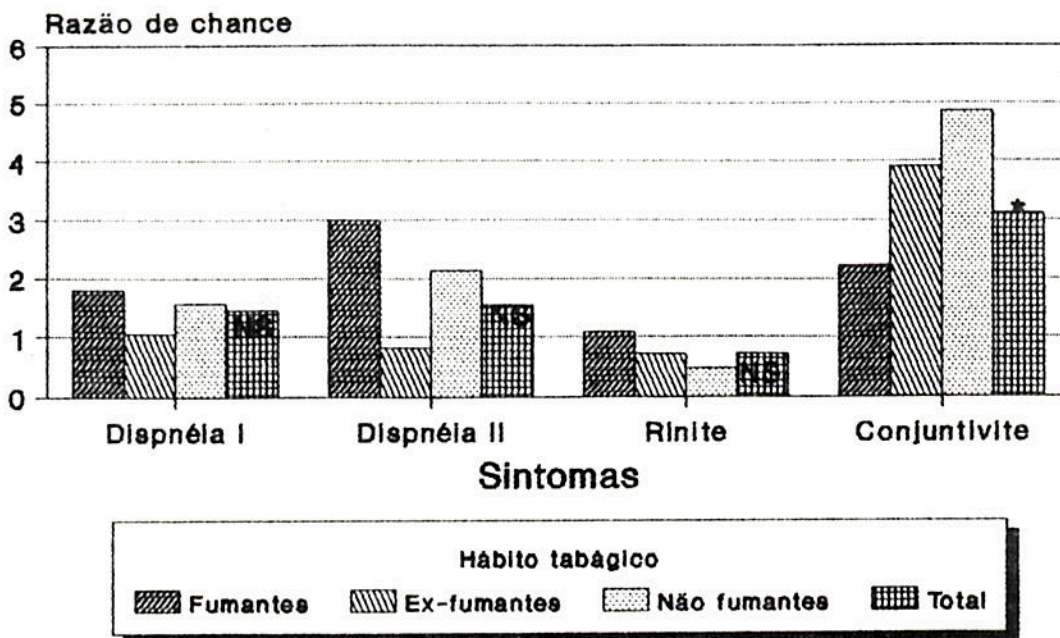
Os sintomas oculares sugestivos de conjuntivite foram manifestações não-respiratórias que apresentaram uma razão de chance significativa ( $p < 0,01$ ) de estarem presentes nos expostos em relação aos controles (Fig. 7.22).

**Fig. 7.21: Chance de apresentar sintomas ( expostos x controles )**



\*:  $p < 0,05$ ; NS: não significativo

**Fig. 7.22: Chance de apresentar sintomas ( expostos x controles )**



\*:  $p < 0,05$ ; NS: não significativo.

Expostos e controles também foram comparados conforme cada categoria de hábito tabágico. Observou-se que o único sintoma respiratório que apresentou uma diferença significictiva ( $p < 0,05$ ) entre os **fumantes** expostos e não-expostos foi a **tosse**. Embora a chance dos expostos **ex-fumantes** serem tossidores ou de expectorarem fosse maior do que 1, a mesma não foi significância estatística. Entretanto, apresentaram em relação aos controles uma prevalência significativamente maior ( $p < 0,05$ ) de **conjuntivite**. Os **não-fumantes** expostos, por sua vez, apresentaram uma diferença significativa ( $p < 0,01$ ) para os sintomas de **tosse**, **tosse matinal** e **bronquite crônica** em relação a seus pares do grupo controle.

A razão de chance de apresentar **dispnéia aos esforços** não foi significativa para nenhuma das categorias de hábito tabágico.

#### **Exame físico**

Vinte trabalhadores tinham suas conjuntivas hiperemiadas e quatro apresentavam as mucosas acentuadamente descoradas. Oito tinham aumento da espessura do tecido sub-ungueal dos dedos das mãos, sugerindo hipocratismo digital. O ângulo hiponiquial não foi medido, mas para afastar ou confirmar a suspeita de uma neoplasia brônquica ou de outra pneumopatia, esses indivíduos foram encaminhados para uma avaliação clínica com um pneumologista.

Duzentos e dois dos 235 indivíduos expostos (86%) não apresentavam ruídos adventícios na ausculta pulmonar. **Diminuição do murmúrio vesicular (MV)** foi encontrado em 33 indivíduos, mas a valorização deste achado ficou comprometida devido ao ruído intenso nos

locais de funcionamento dos silos, o que prejudicou a qualidade da ausculta (**Tab. 7.6**). A prevalência de diminuição do MV foi levemente significativa entre os fumantes expostos em relação a seus controles ( $p < 0,05$ ).

Conforme as **Figuras 7.23a e 7.23b**, a alteração encontrada com mais frequência na ausculta pulmonar foram os **estertores roncantes**, presentes em 11 trabalhadores expostos (4,7%), sendo que 8 destes eram fumantes ativos. Um número menor de trabalhadores apresentava **estertores crepitantes** (4) e **sibilantes** (4). Não foram identificados estertores na ausculta pulmonar de nenhum dos controles.

Quarenta e dois expostos (23,3%), quando solicitados a realizar uma manobra de expiração forçada, apresentaram sibilos que não se manifestavam explicitamente durante a ausculta em respiração normal, o que sugere um grau de constrição subclínico neste grupo. A chance dos expostos manifestarem sibilos durante a expiração forçada foi de 5,2, valor que foi significativo para  $p < 0,05$ .

Nenhum dos 44 trabalhadores que realizaram **raio-X de tórax** apresentaram alguma alteração que se pudesse relacionar especificamente com a poeira de grãos.

### **Espirometria**

Os valores médios do VEF1, da CV e do percentual de VEF1/CV, bem como o percentual do VEF1 previsto e da CV prevista (**Tab. 7.7 e Fig. 7.24**) não foram significativamente diferentes entre o grupo exposto e o controle. Quando classificados em categorias de hábito tabágico, os expostos ex-fumantes e não-fumantes também não apresentaram diferença significativa das variáveis espirométricas em relação a seus pares não-expostos (**Figs. 7.25a e 7.25b**).

LA 7.6 : RESULTADOS DO EXAME FISICO EM TRABALHADORES DA ARMAZENAGEM DE GRÃOS

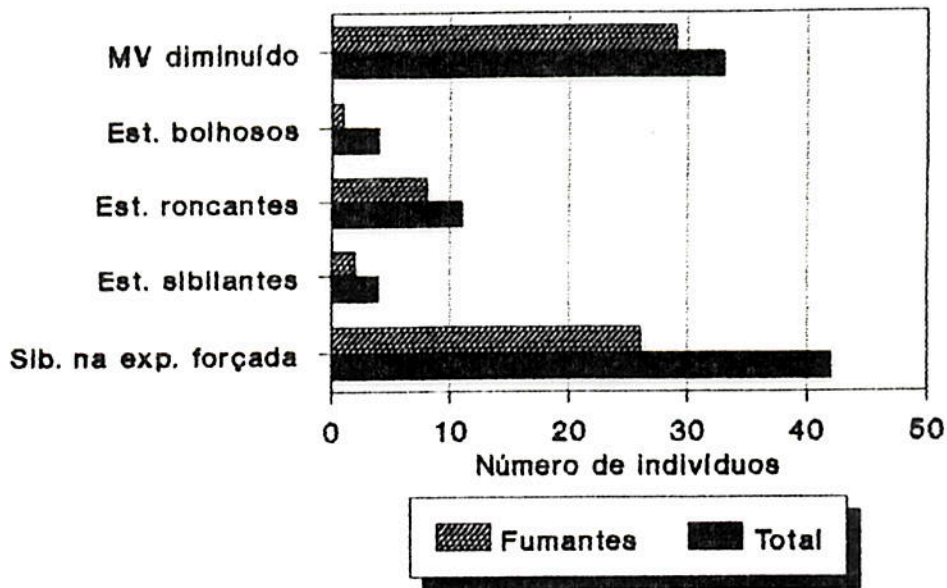
	CONFORME O HABITO TABAGICO (EXPOSTOS)			CONFORME O FATOR DE EXPOSIÇÃO			
	FUMANTE	EX-FUMANTE	NAO-FUMANTE	EXPOSTOS	NAO-EXPOSTOS	RCA (1)	p (2)
CRATISMO DIGITAL .	7 6.0%	1 1.5%	0 0.0%	8 3.4%	0 0.0%		
CULTA PULMONAR							
PULMOES LIMPOS*...	53 45.3%	40 60.6%	41 78.8%	134 57.6%	33 56.9%	1.20	NS
IV DIMINUIDO .....	29 24.8%	4 6.1%	0 0.0%	33 14.0%	2 3.4%	3.57	NS
ESTERTORES BOLHOSOS	1 0.9%	2 3.0%	1 1.9%	4 1.7%	0 0.0%		
ESTERTORES RONCANTES	8 6.8%	2 3.0%	1 1.9%	11 4.7%	0 0.0%		
ESTERTORES SIBILARES	2 1.7%	2 3.0%	0 0.0%	4 1.7%	0 0.0%		
CULTA PULMONAR EM EXPIRAÇÃO FORÇADA							
AUSENCIA DE SIBILOS	61 52.1%	29 43.9%	34 65.4%	124 74.7%	30 51.7%	1.14	NS
PRESENCA DE SIBILOS	26 22.2%	14 21.2%	2 3.8%	42 25.3%	2 3.4%	2.32	NS
TOTAL.....	117	66	52	235	58		

(1) RCA : Razão de Chance Ajustada ('adjusted odds ratio')

(2) NS : Não significativo

**Fig. 7.23a: Alterações na ausculta pulmonar ( expostos )**

Alterações na ausculta



**Fig. 7.23b: Alterações na ausculta pulmonar ( controles )**

Alterações na ausculta

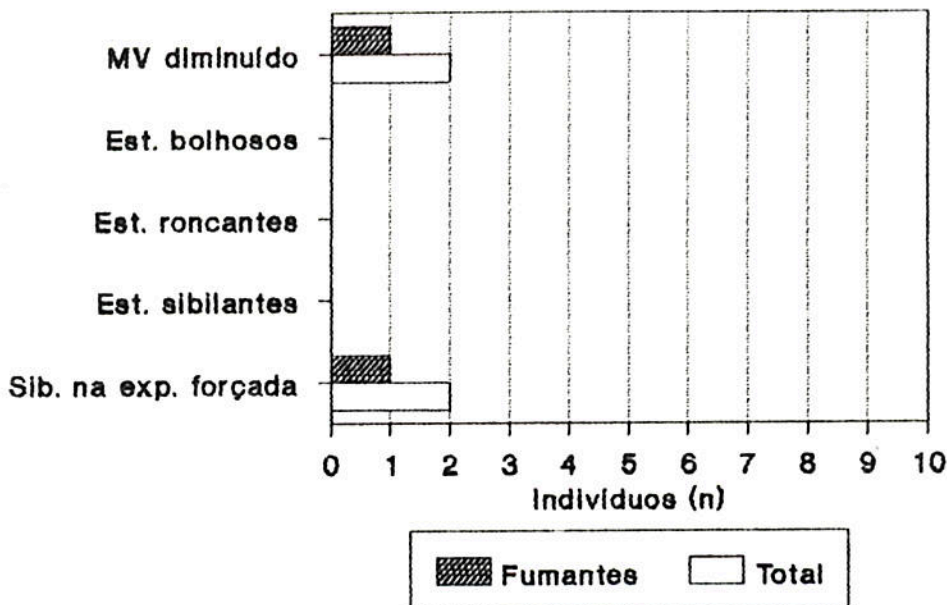
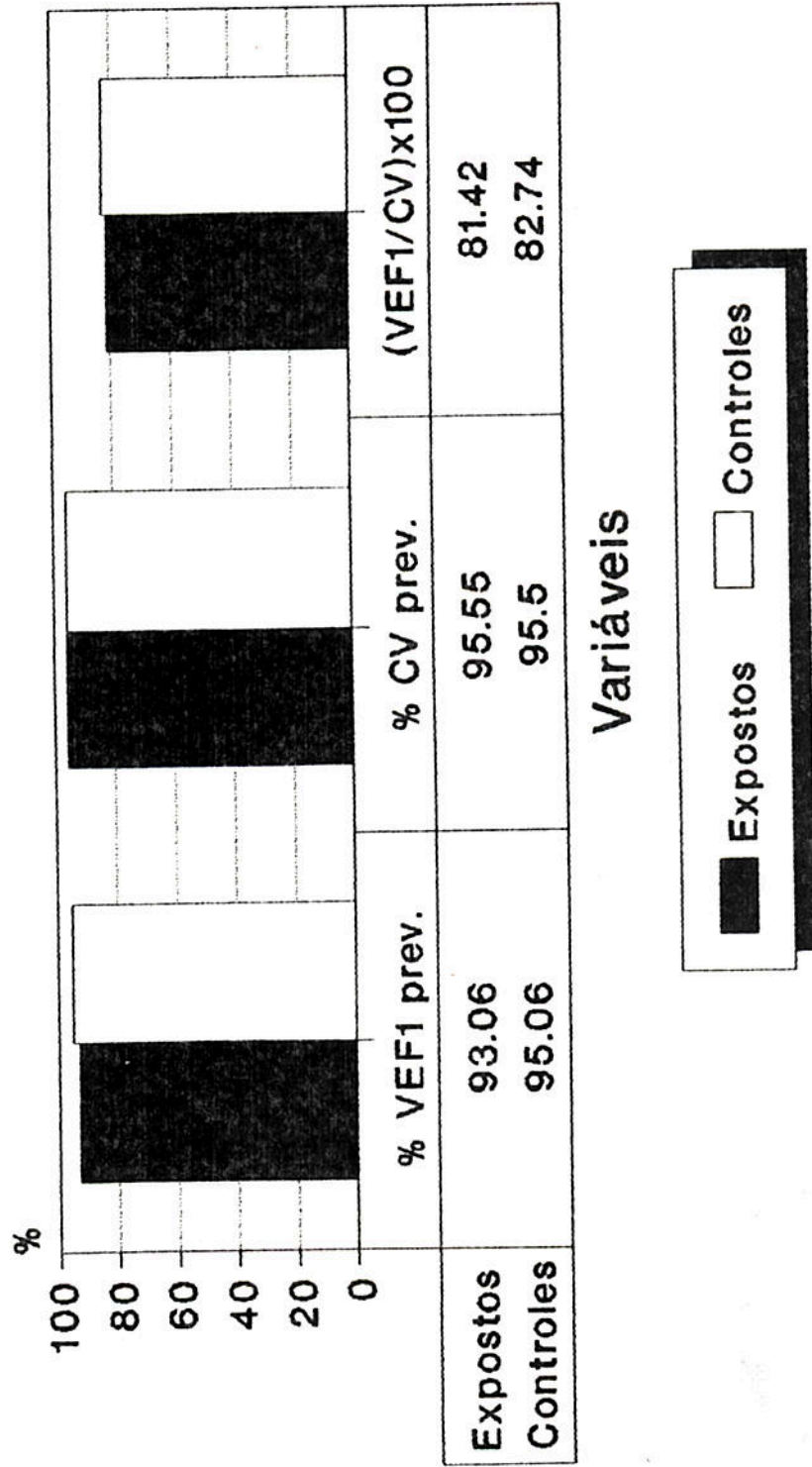


FIGURA 7.7 : DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS EM INDIVÍDUOS EXPOSTOS E NÃO EXPOSTOS A POEIRA DE GRÃOS

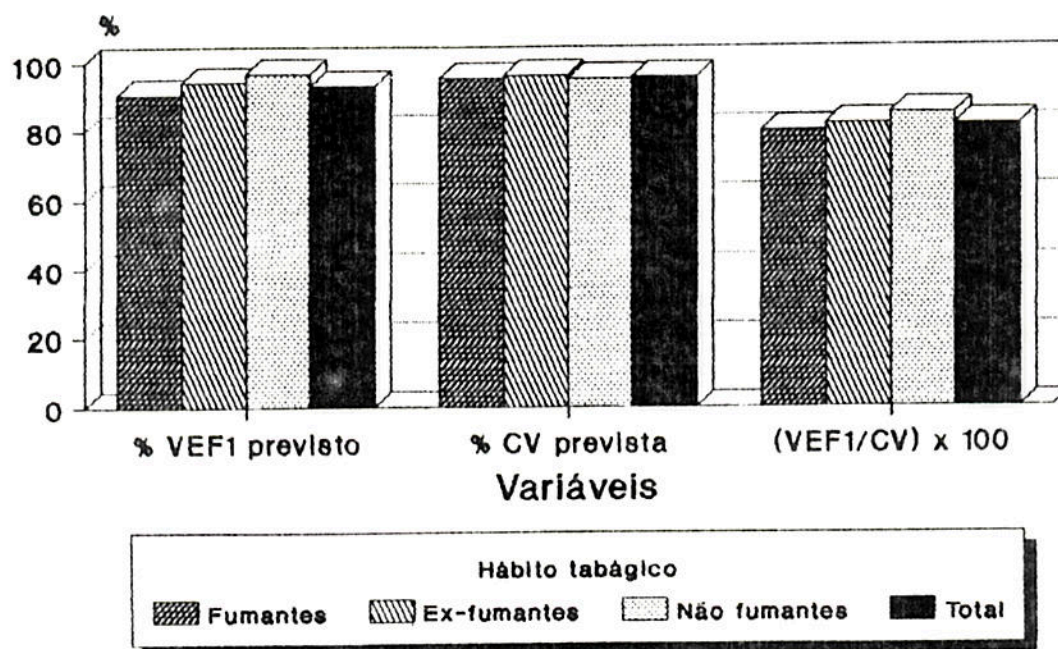
	CONFORME O HÁBITO TABAGICO (EXPOSTOS)			CONFORME O FATOR DE EXPOSIÇÃO	
	FUMANTES	EX-FUMANTES	NÃO-FUMANTES	EXPOSTOS	NÃO-EXPOSTOS
<b>* VOL EXP FORC 1 SEG</b>					
Média.....	3.5	3.5	3.8	3.5	3.6
Desvio padrão.....	.7	.8	.7	.7	.5
<b>** PERCENT VEF1 PREVISTO</b>					
Média.....	91.5	94.2	96.8	93.0	95.6
Desvio padrão.....	14.7	18.3	13.8	16.8	12.0
<b>CAPACIDADE VITAL</b>					
Média.....	4.4	4.3	4.5	4.3	4.6
Desvio padrão.....	.8	.9	.7	.8	.5
<b>*** PERCENT CV PREVISTA</b>					
Média.....	95.5	96.1	95.0	95.5	95.5
Desvio padrão.....	14.0	16.0	12.3	14.2	12.4
<b>ÍNDICE VEF1/CV x 100</b>					
Média.....	79.8	81.7	84.8	81.4	82.7
Desvio padrão.....	8.9	7.2	4.7	7.8	6.8
<b>NÚMERO DE INDIVÍDUOS &gt;</b>	<b>117</b>	<b>66</b>	<b>52</b>	<b>235</b>	<b>58</b>

Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) ; \*\* Percentual de VEF previsto ;  
 \*\* Percentual da capacidade vital prevista

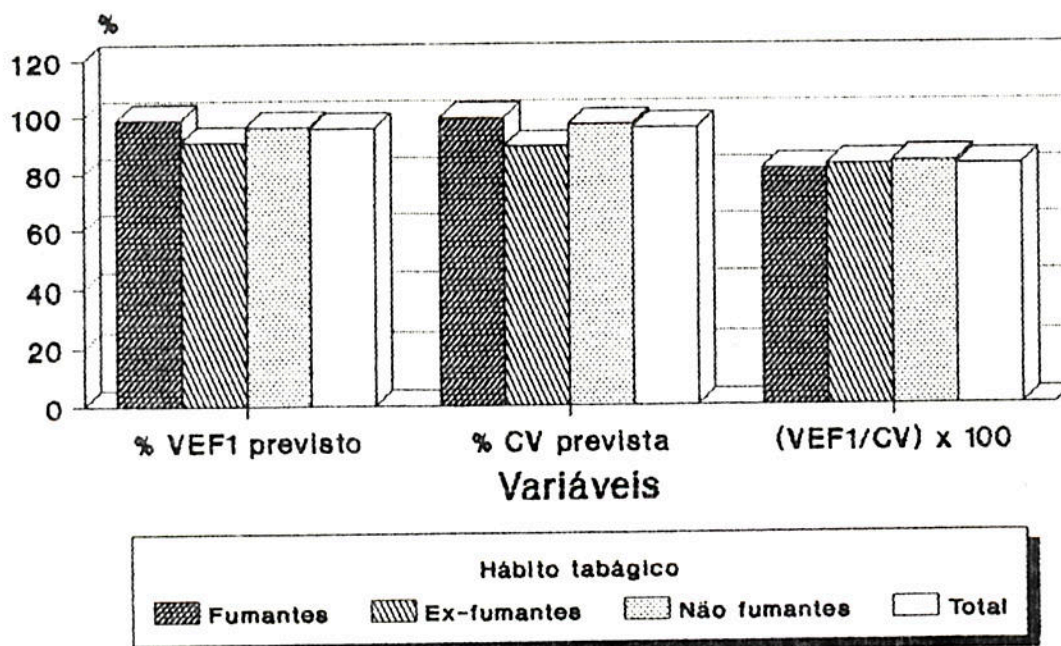
**Fig. 7.24: Média das variáveis espirométricas. Expostos e controles**



**Fig. 7.25a: Variáveis espirométricas  
Hábito tabágico (expostos)**



**Fig. 7.25b: Variáveis espirométricas  
Hábito tabágico (controles)**



A análise de variância, entretanto, revelou que os fumantes apresentavam uma diferença significativa entre expostos e controles em relação às variáveis VEF1, % VEF1, CV e % VEF1/CV. Estes resultados devem ser analisados com cautela, pois comparando as características dos dois grupos, constatamos que os fumantes expostos tinham uma média de idade maior e uma estatura menor que os controles. Estas variáveis antropométricas apresentaram diferenças entre os dois grupos ( $p < 0,01$ ). Sabendo-se da interação da idade e da altura com os valores espirométricos, é possível que estes fatores tenham influência sobre esta diferença, confundindo os efeitos do hábito tabágico e da inalação da poeira.

Os critérios utilizados para considerar uma variável espirométrica como "anormal" foram aqueles mesmos adotados por CRAPO (1986), conforme já comentamos anteriormente, e que consideram como limites da normalidade os desvios a partir de uma curva de regressão linear em que a variável espirométrica, ajustada para a altura, é analisada em função da idade. Esse critério controla mais adequadamente a influência da idade e altura, uma vez que a equação matemática inclui essas duas variáveis; é, portanto, mais indicado do que considerar a anormalidade a partir de um valor limite fixo (como 80% do valor previsto, que é comumente utilizado). O uso de um limite de normalidade fixo também traz problemas em amostras com um desvio padrão e um coeficiente de correlação elevados, o que leva a classificar indivíduos sem alterações funcionais dentro de faixas de anormalidade (ZAMEL, 1983).

A razão de chance dos expostos apresentarem alterações na espirometria foi menor do que os controles, mas essa diferença não foi significativa estatisticamente.

A chance de apresentar alterações do VEF1 foi marcada no grupo dos fumantes e dos ex-fumantes (Tab. 7.8, Figs. 7.26, 7.27a, 7.27b e 7.28), mas sem significância estatística. Uma explicação plausível para a elevada prevalência de obstrução no grupo dos ex-fumantes não-expostos é que estes indivíduos tenham abandonado o hábito tabágico devido aos sintomas daí decorrentes.

#### 7.4 - Discussão

RAMAZZINI, em 1700, afirmou pela primeira vez que o contato com a poeira de cereais tinha relação com o surgimento de sintomas respiratórios (FUNDACENTRO, 1985). Através de estudos clínicos realizados em nosso século, diversos autores tentaram esclarecer os mecanismos que levam aos efeitos agudos e crônicos dessa exposição. Não chegaram a conclusões definitivas devido à multiplicidade de componentes da poeira inalável e ao caráter inespecífico e variado dos efeitos biológicos da exposição (CHAN-YEUNG, 1985). Conforme o que relatamos no Capítulo 5, estudos epidemiológicos realizados nos últimos vinte anos evidenciaram uma prevalência aumentada de sintomas respiratórios e de alterações da função pulmonar em populações expostas à poeira de grãos, confirmando a associação entre fator de risco e efeito biológico.

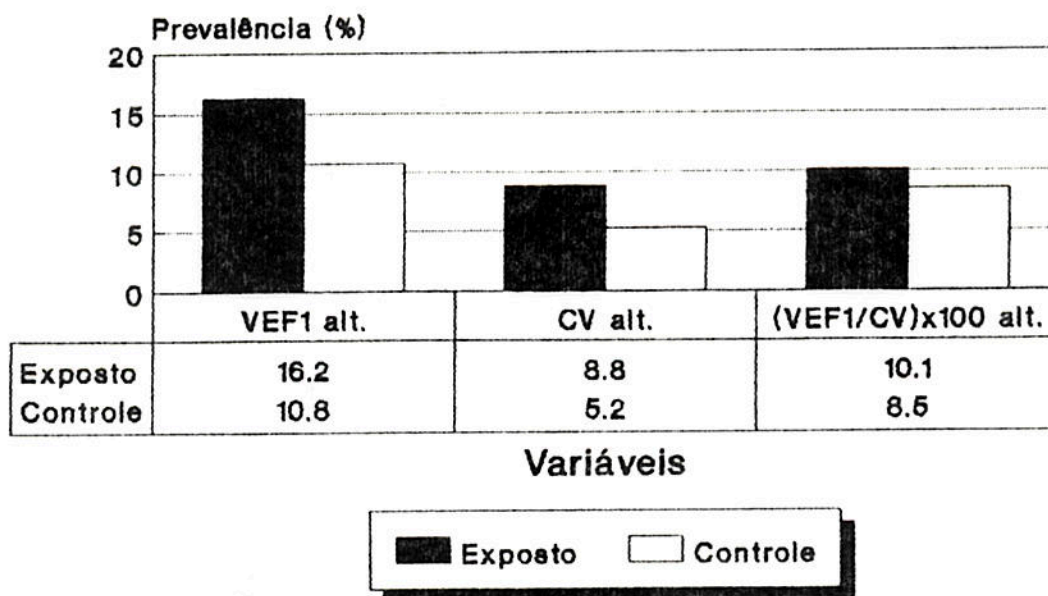
No presente estudo, comparamos as prevalências de sintomas respiratórios e de alterações da função pulmonar entre trabalhadores de grãos e funcionários trabalhando em escritórios da mesma empresa.

BECKLAKE (1980) ressaltou que as pneumopatias ocupacionais por poeira de grãos apresentam características inespecíficas que se tornam evidentes através de estudos epidemiológicos controlados, que

TABELA 7.8 : DISTRIBUICAO DAS VARIAVEIS ESPIROMETRICAS ALTERADAS

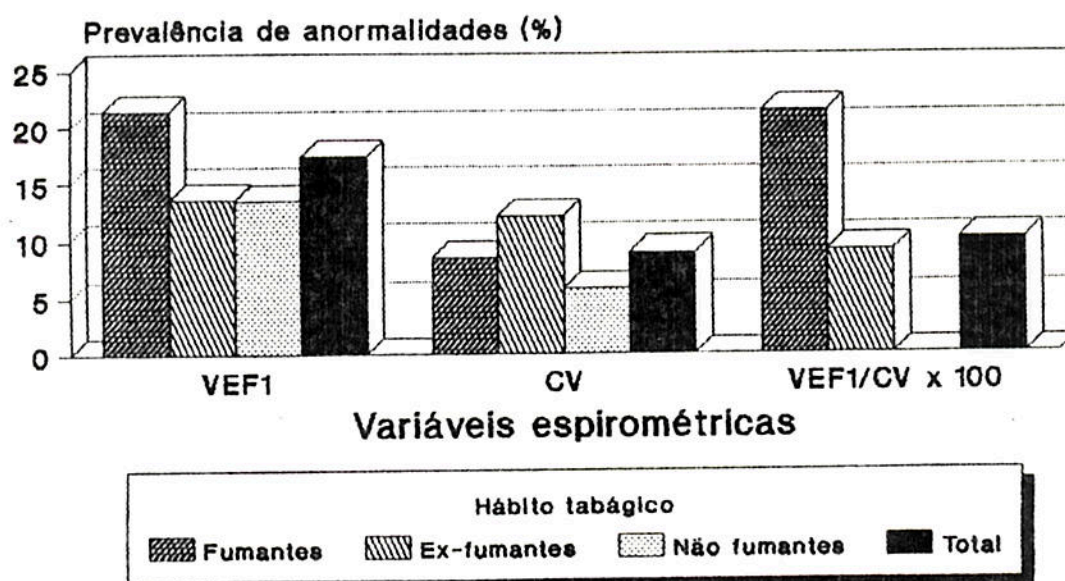
	EXPOSTOS			TOTAL
	FUM.	EX-FUM.	NAO-FUM.	
INDIVIDUOS..	117	66	52	295
VEF1				
Alterado....	25 21.4 %	9 13.6 %	7 13.5 %	47 16.0 %
Normal.....	92 78.6 %	57 86.4 %	45 86.5 %	246 84.0 %
CV				
Alterada.....	10 8.5 %	8 12.1 %	3 5.8 %	24 8.2 %
Normal.....	107 91.5 %	58 87.9 %	49 94.2 %	269 91.8 %
CV/VEF1 x 100				
Alterado.....	25 21.4 %	6 9.1 %	0 0.0 %	36 12.3 %
Normal.....	92 78.6 %	60 90.9 %	52 100.0 %	257 87.7 %

**Fig. 7.26: Anormalidade das variáveis  
espirométricas  
(expostos e controles)**

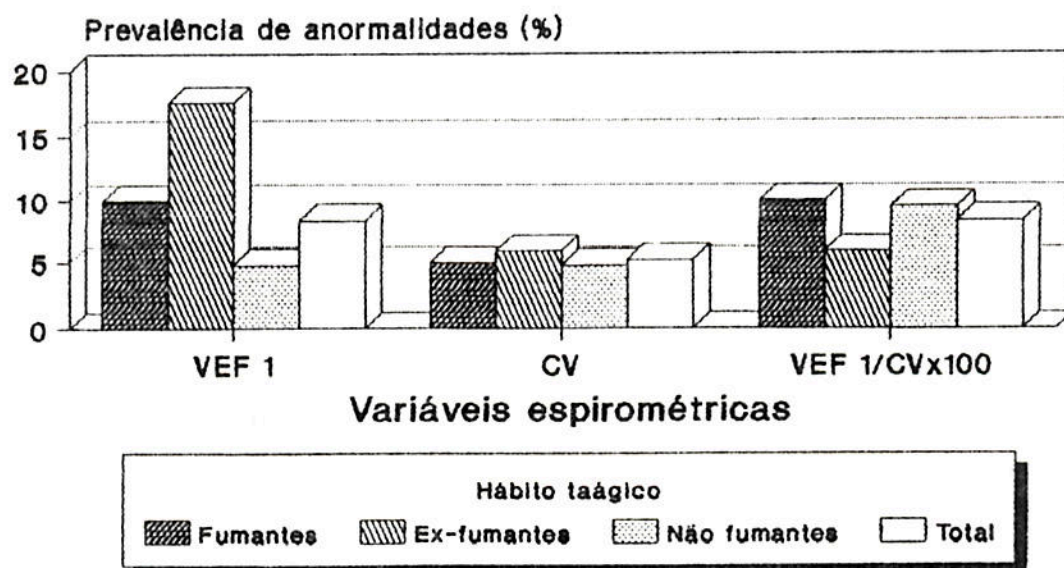


NS = não significativo; • =  $p < 0,05$   
 \*\* =  $p < 0,01$ .

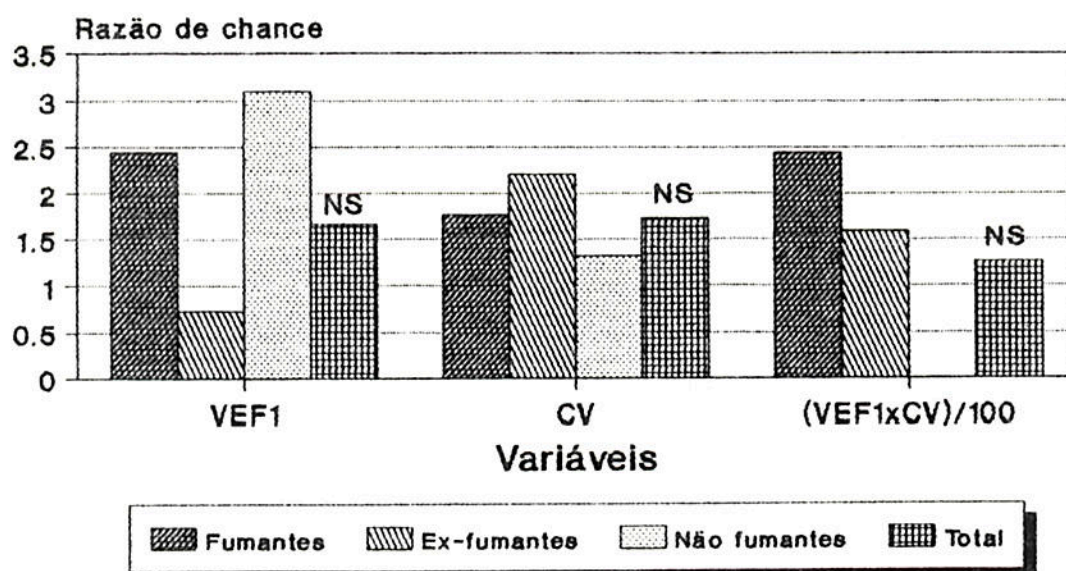
**Fig. 7.27a: Anormalidade nas variáveis  
espirométricas  
Hábito tabágico (expostos)**



**Fig. 7.27b: Anormalidade nas variáveis  
espirométricas  
Hábito tabágico (controles)**



**Fig. 7.28: Espirometria anormal  
Razão de chance  
Expostos x controles**



\*:  $p < 0,05$ ; NS: não significativo.

estabelecem diferenças entre expostos e não-expostos ao compararem indicadores de morbidade.

Para garantir a validade e a especificidade dos indicadores de prevalência do estudo transversal é necessário observar alguns princípios metodológicos cujos conceitos teóricos serão mencionados a seguir.

O estudo epidemiológico deve ser planejado de forma a expressar a situação efetiva e real do grupo em estudo (validade interna) e da população-alvo (validade externa). Os possíveis erros que comprometam a validade de seus resultados devem ser 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: erros de seleção, de aferição e de confusão. Os **erros de seleção** surgem quando a amostra escolhida não representa adequadamente a população-alvo definida nos objetivos do estudo. 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. O terceiro erro sistemático é o **erro de confusão**, que acontece quando outros fatores, que não os fatores em estudo, interferem sobre os efeitos observados. Uma vez que esta inter-relação não seja 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 estatísticos**, 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 do pesquisador ou dos trabalhadores expostos. Os poucos trabalhadores que estavam ausentes por problemas de saúde não eram portadores de doenças relacionadas com a exposição.

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 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.

O número de controles é menor que o de expostos, pelo simples fato das unidades de armazenagem possuírem um número pequeno de funcionários administrativos não-expostos à poeira. A reduzida amostra de controles poderia comprometer a sua representatividade em relação à população em geral, que geralmente apresenta uma prevalência relativamente baixa de doença broncopulmonar obstrutiva. Portanto, a prevalência de doenças respiratórias no grupo controle pode estar subestimada se estivermos supondo que a mesma represente a população em geral. Além disso, o poder do teste estatístico que avalia a diferença entre as médias de variáveis contínuas, é diretamente proporcional ao número de indivíduos da amostra, para qualquer um dos níveis de significância ( $p$  alfa) considerados (ALTMAN, 1980). Por outro lado, os indivíduos do grupo controle coabitavam nas mesmas localidades que os expostos, o que afasta a influência de diferenças regionais entre as duas populações.

A padronização dos questionários de sintomas respiratórios e da espirometria 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 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 que o fator hábito tabágico também causa alterações respiratórias. Segundo dados da Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul (SSMA, 1986), a prevalência

de fumantes na população economicamente ativa de ambos os sexos, em 1978, no Estado, era de 48,7%. Na mesma população havia 13,3% de ex-fumantes e 37% de não-fumantes. Estas proporções são semelhantes à distribuição de hábito tabágico entre os expostos. Entretanto, havia menos fumantes e mais ex-fumantes no grupo controle que, devido a seu nível sociocultural, talvez seja mais sensível às advertências das campanhas antitabágicas. Além disso, a presença acentuada de alterações do VEF1 entre os ex-fumantes não-expostos indica um comprometimento que possivelmente tenha motivado o abandono do tabagismo.

Um fator de confusão difícil de controlar é a existência de pneumopatias não-ocupacionais prévias ou concomitantes ao estudo.

As visitas foram realizadas de novembro a maio, durante três anos consecutivos, pois a maior incidência de doenças respiratórias agudas durante os meses de inverno poderia confundir os resultados.

O grande número de expostos com história prévia de pneumonia pode estar associado a alterações na função pulmonar. ENARSON (1985) constatou que episódios anteriores de pneumonia são fatores preditivos para um declínio anual do VEF1, mais acentuado em trabalhadores de grãos.

O fato das avaliações nos diversos locais não serem contemporâneas, não descaracteriza o delineamento transversal do estudo, uma vez que, à 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).

Conforme foi ressaltado por DOSMAN (1977), o diagnóstico das pneumopatias por exposição à poeira de cereais está sujeita às mesmas dificuldades que comprometem a definição clássica da Doença Broncopulmonar Obstrutiva Crônica (DBPOC). A bronquite crônica é definida pela história clínica progressiva, sendo acompanhada ou não de alterações da função pulmonar. O diagnóstico de enfisema é incerto por utilizar critérios morfológicos dificilmente comprováveis. A obstrução crônica das vias aéreas, por sua vez, utiliza-se de um critério fisiológico (a diminuição do fluxo na manobra de expiração forçada) para ser caracterizada. Portanto, os efeitos da exposição à poeira orgânica são comumente expressos através de suas manifestações clínicas e não como entidades nosológicas distintas.

Os resultados do estudo transversal confirmaram a hipótese inicial de que os expostos apresentariam uma prevalência aumentada de sintomas em geral. Tosse, expectoração e sibilância foram os sintomas respiratórios encontrados com maior frequência e, juntamente com os sintomas de conjuntivite, tiveram uma chance significativa de se manifestarem nos expostos. Estes achados corroboram as observações de diversos autores que, através de estudos transversais, identificaram a prevalência aumentada desses sintomas em trabalhadores de armazenagem (CHAN-YEUNG, 1980; DO PICO, 1984).

A prevalência aumentada de queixas de sibilância, os achados de extertores sibilantes na exposição forçada e a predominância de padrão obstrutivo (VEF1 alterado) em relação aos controles, sugerem que na população de expostos exista maior grau de obstrução das vias aéreas.

A febre associada com a exposição sugere a presença de febre dos grãos. Sua prevalência varia de 6 a

33% (CHAN-YEUNG, 1978; DO PICO, 1977; DO PICO, 1982), sendo maior em silos onde as condições de armazenagem são precárias. Nos silos de grande porte é infreqüente, devido ao controle de qualidade sobre o produto estocado, que impede o desenvolvimento de microorganismos e a produção de suas toxinas. Ao avaliar indivíduos trabalhando em modernos silos portuários, CHAN-YEUNG (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 nas unidades visitadas.

A razão de chance ("odds ratio") é um método simples e objetivo que foi utilizado para avaliar o impacto de fatores de risco sobre as variáveis. É usualmente empregado em estudos transversais (FLETCHER, 1982), mas tem a desvantagem de analisar cada fator de confusão separadamente.

Através da análise multivariada (para variáveis discretas) e a análise de covariância (para as variáveis contínuas) é possível avaliar a interdependência de múltiplos fatores e suas ações aditivas ou sinérgicas sobre as variáveis (CHAN-YEUNG, 1980). Esta última técnica não foi empregada no presente estudo.

A média das variáveis espirométricas foi levemente menor nos expostos. A prevalência de alterações dos parâmetros espirométricos foi marcadamente elevada nos expostos, embora a razão de chance não fosse significativa estatisticamente. Estes achados coincidem com os referidos por outros autores (CHAN-YEUNG, 1980; DO PICO, 1984; BRODER, 1980).

Nas categorias de hábito tabágico houve também maior prevalência de alterações funcionais nos expostos, com exceção das alterações de VEF1 observadas nos controles ex-fumantes.

O impacto da exposição será melhor caracterizado se forem realizados novos cortes transversais na mesma população de expostos e controles. Assim será possível avaliar o declínio da função pulmonar sofrida pela coorte de expostos e compará-la aos controles.

## CONCLUSÕES

A operação de recebimento de grãos em unidades de armazenagem reúne um grande número de trabalhadores nas áreas das moegas.

O estudo ambiental (Capítulo 4) revelou que os níveis de concentração de poeira inalável estavam acima dos limites de tolerância prevista em três das nove amostras coletadas nessas áreas.

Na poeira total e inalável foram identificadas espécies de fungos que podem causar reações alérgicas ou intoxicações nos indivíduos expostos. Os resultados quantitativos e qualitativos revelaram níveis de concentração e agentes biológicos na poeira inalável que a caracterizam como um fator de risco ambiental. Um número maior de amostras, coletadas durante os diferentes processos de armazenagem, poderá caracterizar melhor os níveis de exposição em outros pontos geradores de poeira no interior dos silos.

O estudo epidemiológico dos trabalhadores expostos à poeira evidenciou uma prevalência aumentada de sintomas respiratórios, provavelmente associados à exposição.

Houve predominância de alterações obstrutivas e restritivas nos testes espirométricos dos expostos em relação aos controles, que, embora pouco significativo, pode indicar um comprometimento da função pulmonar

decorrente da exposição. Os não-fumantes expostos apresentaram uma chance aumentada de obstrução das vias aéreas, que está provavelmente relacionada à exposição à poeira, visto que o tabagismo não atua como fator de confusão neste grupo.

Nas redes de armazenagem seria recomendável a instituição de programas de monitoramento ambiental da poeira inalável, que identificassem os pontos geradores de poeira e orientassem as medidas necessárias para seu controle.

Os exames admissionais e periódicos de trabalhadores de grãos deveriam incluir uma metodologia padronizada de avaliação clínica e funcional, a fim de diagnosticar precocemente alterações respiratórias individuais ou em populações expostas.

Essas medidas de prevenção primária e secundária deveriam ser implantadas nos locais de trabalho e regulamentadas pela legislação vigente, a fim de garantirem ao trabalhador de grãos condições de saúde individual e coletiva próprias para exercerem suas atividades.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes da conclusão definitiva deste trabalho, não poderíamos deixar de abordar alguns aspectos importantes para o desenvolvimento deste estudo e que contribuíram para a nossa formação como pesquisador. Devido ao caráter pessoal destas impressões, tomo a liberdade de abandonar a partir de agora a coerência gramatical e passo a me referir na primeira pessoa do singular.

Tenho na memória uma citação que li certa vez, na qual Sir Isaac Newton (McKENZIE, 1964) manifesta sua concepção do Universo e revela a sábia humildade que levou a uma revolução na área do conhecimento científico:

"I know not what the world may think of my labours, but to myself it seems that I have been but as a child playing on the sea-shore, sometimes finding some prettier pebble or more beautiful shell than my companions, while the unbounded ocean of truth lay undiscovered before me."

Sir ISAAC NEWTON

---

Sempre admirei o espírito indagativo e o senso de observação que orientaram RAMAZZINI em sua descrição das doenças relacionadas aos ofícios de artesãos e operários, no início do século XVIII. Numa época em que a Medicina era um privilégio de poucos, sua atenção de pesquisador foi voltada para as classes desfavorecidas. Percebeu que sua obra não seria reconhecida em seu tempo,

mas talvez ignorasse que seria fonte de inspiração para muitos que o seguiram.

Quando elaborei o projeto de pesquisa da poeira de grãos vegetais, não imaginava o prolongado e surpreendente caminho que iria percorrer. Neste percurso diversos fatores inesperados alteraram e interromperam o cronograma previsto para a execução da pesquisa. Foram necessárias adaptações deste cronograma a fatores como a escassez de recursos materiais, a periodicidade da safra agrícola ou a rotina de atividades das unidades de armazenagem. Aspectos pessoais exigiram por diversas vezes meu afastamento temporário da pesquisa, que era partilhada com outras atividades profissionais concomitantes.

As etapas intermediárias entre o planejamento inicial e a redação final do texto me apresentaram questões relativas a áreas de conhecimento que fugiam aos limites formais da Pneumologia. A visão desta natureza multidisciplinar foi percebida durante a fase de coleta de dados, na medida em que o contato direto com o objeto de estudo nos trazia facetas novas a serem exploradas.

Para entender as relações de trabalho nos silos, em função dos propósitos de avaliar o ambiente, foi preciso estudar a sua dinâmica de funcionamento, as suas estruturas e seus processos, as características da força de trabalho e a forma de execução de tarefas individuais dentro do sistema de armazenagem. Foi necessário obter um mínimo de conhecimento técnico sobre as operações de armazenagem, através de informações fornecidas pelas equipes de trabalho nos próprios locais e em parte pelas consultas bibliográficas.

Para reconstituir a relação entre o ambiente e o homem, foi preciso analisar os agentes (fatores de risco)

em suas características diversas. A natureza heterogênea e variável dos contaminantes da poeira nos reportaram à pesquisa nas áreas da Aerodinâmica, da Química, da Toxicologia Ocupacional, da Microbiologia e da Higiene Ocupacional. A habilidade na coleta e análise do material particulado foi resultado do aprendizado de uma metodologia que até então era desconhecida para mim.

Quanto à avaliação clínica dos trabalhadores, foi importante a familiarização e o treinamento adquiridos durante a aplicação dos instrumentos utilizados na fase de coleta: o questionário e a espirometria. Os trabalhadores expostos foram analisados através de indicadores que buscavam revelar o seu estado de saúde e doença em relação às categorias e aos grupos a que pertenciam. Este procedimento difere essencialmente da postura do clínico diante de seu paciente individual.

Comprovei que o olhar clínico e o olhar epidemiológico, embora utilizem metodologias comuns na coleta de dados, se diferenciam pela forma como os mesmos são processados e como são analisados os resultados finais. Os indicadores epidemiológicos trouxeram informações que não eram difíceis através da anamnese e do exame físico. As diferenças na prevalência de sintomas e de alterações funcionais nos grupos de exposição e de hábito tabágico comprovaram o valor do método epidemiológico como estratégia para identificar os efeitos biológicos da exposição. Este enfoque exigiu a observação de critérios definidos na aplicação dos instrumentos da pesquisa, que buscavam a qualidade da informação e o controle da influência de múltiplos fatores sobre as variáveis em estudo.

O grande volume de dados que obtivemos tornou imprescindível o uso da Informática na fase de processamento e análise estatística. Foram 78 variáveis

em 293 casos (235 expostos e 58 controles), que criaram uma matriz de 22.854 elementos em um arquivo de 55.222 bits. Em conjunto com nosso consultor de Estatística, realizamos um extenuante trabalho na elaboração de programas específicos que analisassem os dados. Na fase de redação optamos por digitar pessoalmente o texto, para viabilizar os processos de correções e acréscimos. A execução da computação gráfica também foi realizada por nós.

Cada uma das etapas do trabalho, portanto, nos exigiu um esforço particular, que foi compensado pela aquisição de aprendizado e de experiência que certamente serão úteis no desenvolvimento de outros projetos de pesquisa.

Foram surpreendentes a receptividade e a cooperação que recebemos da parte de técnicos e profissionais, que representavam ou faziam parte das instituições que contribuíram para a execução do projeto. As portas poderiam estar cerradas para um tema tão controvertido, polêmico e mesmo envolvido em preconceitos, como é a questão da saúde nas relações de trabalho. Porém, isto não aconteceu na minha experiência. Fui até os locais de trabalho e a eles tive acesso. Observei e medi ambientes, investiguei trabalhadores e obtive os resultados que buscava. Muitos consideram que as pressões e a força da lei sejam os únicos mecanismos viáveis para avaliar os ambientes de trabalho. Talvez seja este o recurso necessário, na maioria das vezes, para a melhoria das condições de trabalho, em função do atual estágio de evolução social do capitalismo no Brasil. Em nosso caso, encontramos ouvidos sensíveis aos argumentos científicos e à proposta de prevenir o risco e os efeitos da exposição à poeira nos silos. Acredito que o meu entusiasmo, associado a um certo grau de obstinação, contribuiu também para que assim fosse.

Obviamente, existe uma distância imensurável entre a constatação do fato e a sua modificação. Não podemos prever, nem poderíamos ter a pretensão, que a divulgação dos resultados desta pesquisa reverta em melhores condições de trabalho para os trabalhadores de grãos. Entretanto, demos um primeiro passo que poderá desencadear outros processos que levem àquele objetivo. Se ocorrer assim como esperamos, este trabalho não será julgado somente por seus atributos meramente acadêmicos.

Quanto à redação do texto, reconheço que fui muitas vezes explícito em demasia. A intenção foi didática e tem por meta divulgar a metodologia que utilizei e incentivar o desenvolvimento de novas linhas de pesquisa na área da exposição ocupacional a contaminantes inaláveis.

Creio que uma das conquistas alcançadas pela conclusão deste projeto foi demonstrar que a pesquisa no Brasil, apesar das dificuldades eventualmente encontradas pelo pesquisador, pode ser uma alternativa viável na busca de soluções para os problemas da Saúde Pública.

Tenho como intenção levar os resultados desta pesquisa aos trabalhadores que dela fizeram parte e a outros trabalhadores expostos a riscos semelhantes. Creio que a melhor forma de praticá-la seria através da apresentação dos resultados e de discussões nos próprios locais de trabalho, mas outros meios de divulgação poderiam ser utilizados. Estas informações conscientizariam o trabalhador quanto ao grau de risco a que está exposto, buscaria soluções individuais ou em grupo para o problema da exposição ao risco nas tarefas diárias e incentivaria à reflexão sobre o papel de cada um no processo de trabalho.

Espero retornar aos locais de trabalho que visitei para desenvolver novos projetos de pesquisa sobre aspectos que não foram totalmente esclarecidos pelo estudo atual. Serão necessárias novas coletas de poeira inalável para termos uma amostragem representativa que possibilite definir o perfil de risco em outras áreas e operações além do recebimento nas moegas. Pretendo realizar também um estudo longitudinal da população de trabalhadores avaliados no estudo transversal, acompanhando inclusive aqueles que já abandonaram a atividade ocupacional. Os resultados obtidos desta coorte permitirão uma análise mais criteriosa da influência do tempo de exposição sobre a função pulmonar.

Estes dois novos projetos já foram enviados a uma agência financiadora e aprovados por uma comissão de consultores, entretanto ainda não foram liberados os recursos para a sua execução. Representam uma continuidade do presente trabalho, que me comprometo a realizar como pesquisador junto àqueles que participaram, colaboraram ou simplesmente acreditaram nesta proposta de trabalho.

Espero assim ter contribuído, e ainda contribuir, para a melhoria das condições de trabalho e para a relevância do papel social dos infatigáveis trabalhadores de grãos.

## BIBLIOGRAFIA

- 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, p.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., 114p.
- 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.
- ANAISSIE, E.J. et al. Emerging fungal pathogens. *Eur. J. Clin. Microbiol. Inf. Dis.*, 8:323-330, Abril, 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.
- BAILEY, K.D. **Methods of Social Research**. New York: MacMillan Publishing Co. Inc., 1978, 469p.

- BARBEE, R.A. et alii. Immediate skin-test reactivity in a general population sample. *Ann. Int. Med.*, 84:129-133, 1976.
- BECKLAKE, M.R. A respiratory health study of grainhandlers in St. Lawrence River ports. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 115(2):200, 1977.
- \_\_\_\_\_. Grain dust and health: state of the art. In: DOSMAN, J.A. & COTTON, D.J., ed. **Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health.** New York: Academic Press, 1980, 615p., p.189-200.
- \_\_\_\_\_. 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, 615p., p.239-255.
- 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, 615p., 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. & McAVOY, 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.
- \_\_\_\_\_. Changes in respiratory variables of grain handlers and civic workers during their initial months of employment. *Brit. J. Ind. Med.*, 41:94-99, 1984.
- 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. Ind. 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.*, 280(8):397-404, Feb. 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):6639-645, 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: Metrôpole, 1978.
- CHAN-YEUNG, M. et al. Grain dust and the lungs. *C.M.A. Journal*, 118:1271-1274, May, 20, 1978.
- \_\_\_\_\_. Respiratory abnormalities among grain elevator workers. *Chest*, 75:461-467, April, 4, 1979.
- \_\_\_\_\_. Epidemiologic health survey of grain elevator workers in British Columbia. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 121:329-338, 1980.
- \_\_\_\_\_. 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.
- \_\_\_\_ 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.
- \_\_\_\_. Grain dust and health. **C.M.A. Journal**, 133:969-973, Nov., 15, 1985.
- \_\_\_\_. Immediate skin reactivity and its relation to age, sex, smoking and occupational exposure. **Arch. Environ. Health**, 40(1):53-57m 1985.
- \_\_\_\_. Grain-dust induced direct release of mediators from human lung tissues. **J. Allergy. Clin. Immunol.**, 80(3):279-284, 1987.
- CHERNIACK, R.H. **Testes de função pulmonar**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1979, 235p.
- 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, 615p., p.463-467.
- CINKOTAL, F.F. et al. 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**. Lisboa: Editorial Verbo, 1969, 116p.
- 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, p.313-331, v.1.
- CLENDENING, L., org. **A Source Book of Medical History**. Dover Publications, 2.ed., New York, 1960, 685p.
- COCKCROFT, D.W. & DOSMAN, J.A. 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.
- COLASSIOPO, S. Higiene Ocupacional: da teoria à prática. In: FISCHER, F.M.; GOMES, J.R.; COLASSIOPO, S. **Tópicos de Saúde do Trabalhador**. São Paulo: Hucitec, 1989, 239p., p.73-98.
- COMROE, J. et al. **The Lung**; Clinical physiology and pulmonary functions tests. Chicago: Year Book Medical Publications Inc., 1962, 379p.
- COMSTOCK, G.W. Standardized respiratory questionnaires: comparison of the Old with the New. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 119:45-55, 1979.
- COOPER, J.A. et al. Vegetable dust and airway disease: inflammatory mechanisms. *Environ. Health Perspect.*, 66:7-15, 1986.
- CORDEIRO, H. de A. A participação de todos na construção do sistema unificado de saúde. In: MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Anais da Oitava Conferência Nacional de Saúde**, Brasília, 17 a 21 de março de 1986. Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1987, 429p., p.145-49.
- 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.
- COSTA, D.F. et al. **Programa de Saúde dos Trabalhadores**. São Paulo: Hucitec, 1989, 382p.
- COTTON, F.J. & DOSMAN, J.A. Grain dust and health I (Symposium). *Ann. Int. Med.*, 88(6):840-841, June, 1978.
- \_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Grain dust and health II (Symposium). *Ann. Int. Med.*, 89(1):134-135, July, 1978.
- \_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Grain dust and health III (Symposium). *Ann. Int. Med.*, 89(3):420-421, Sept., 1978.
- \_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. 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.**, 123:659-664, 1986.
- 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, 615p., p.469-475.
- 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, p.12.
- DI SALVO, A.F., ed. **Occupational Mycoses**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1983, 247p.
- 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, 615p., 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.
- \_\_\_\_\_. Pulmonary reaction to durum wheat: a constituent of grain dust. **Chest**, 81:55-61, 1982.
- \_\_\_\_\_. Acute effects of grain dust exposure during a workshift. **Am. Rev. Resp. Dis.**, 128:399-404, 1983.
- \_\_\_\_\_. 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 obstructive pulmonary disease and smoking in grain workers. **Ann. Int. Med.**, 87(6):784-786, Dec., 1977.
- \_\_\_\_\_. et al. Chronic bronchitis and exposure to cereal grain dust (Editorial). **Am. Rev. Resp. Dis.**, 120:477-488, 1979.
- \_\_\_\_\_. Chronic bronchitis and decreased forced expiratory flow rates in lifetime non-smoking grain workers. **Am. Rev. Resp. Dis.**, 121:11-16, 1980.
- \_\_\_\_\_. Airways obstruction in occupational pulmonary disease: Symposium on obstructive lung diseases. **Med. Clin. N. Am.**, 65(3):691-706, May, 1981.
- \_\_\_\_\_. 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.
- 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, p.12.
- 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 grain-handlers. **Am. Rev. Resp. Dis.**, 132:814-817, 1985.
- ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. Chicago, 1989, 32v.
- ERICKSON, S. & LAURELL, C.B. A new abnormal serum globulin alfa-antitrypsin. **Acta Chem. Scand.**, 17:150-153, 1963.
- ESAKOWITZ, L. et alii. 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, C.F. 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, 615p., p.477-506.
- FEINSTEIN, A.R. Clinical Epidemiology. **The Architecture of Clinical Research**. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1985, 812p.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986, 1828p.
- 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, 232p.
- 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, 719p., ch.14, p.156-66.
- FRASER, R.G. & PARÉ, J.A. **Diagnosis of Diseases of the Chest**. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1970, 2v.

- FRAZER, J.G. **O ramo de ouro.** Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1982, 151p.
- 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.
- FINN, W.D.L. Health hazards from grain dust in Canadian grain elevators. In: DOSMAN, J.A. & COTTON, D.J., ed. **Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health.** New York: Academic Press, 1980, 615p., p.587-595.
- 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.
- \_\_\_\_\_. 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.
- FUNDACENTRO. **Bernardino Ramazzini; As Doenças dos Trabalhadores.** Trad. de Raimundo Estrela. 2.ed. São Paulo, 1985, 180p.
- GAMA, Ruy, org. **História da Técnica e da Tecnologia: textos básicos.** São Paulo: T.A. Queiroz Ed. USP, 1985, 266p.
- GANDEVIA, B.H. Clinical techniques. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. **Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods.** New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., Ch. 21, p.11-33.
- GARDNER, R.M. et al. Evaluating commercially available spirometers. **Am. Rev. Resp. Dis.**, 121:73-79, 1980.
- \_\_\_\_\_. Standardization of spirometry with special emphasis in field testing. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. **Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods.** New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., Ch.4, p.61-83.
- GOELZER, B. Occupational hygiene practice. In: INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **Encyclopaedia of Occupational Health and Safety.** 3.ed. Geneva: Switzerland, 1983, 2v.
- GOELZER, B.F. Comunicação pessoal, 1985.

- 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, p.12.
- GUEDES, M.L.S. & GUEDES, J.S. **Bioestatística para profissionais de saúde**. Brasília: Ao Livro Técnico, 1988, 201p.
- 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, 615p., p.545-553.
- HAMMAD, Y. et al. Environmental Characterization. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. **Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods**. New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., p.291-371.
- HATCH, T.F. & GROSS, P. **Pulmonary deposition and retention of inhaled aerosols**. New York: Academic Press, 1964, 192p.
- HAYES, A.W. Mycotoxins; A review of biological effects and their role in human disease. *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.
- 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. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 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, 615p., p.347-356.
- \_\_\_\_\_. Pulmonary function in PiM and MZ grain workers. **Chest**, 89:795-799, 1986.
- HUTH, E. **How to write and publish papers in the Medical Science**. Philadelphia: ISI Press, 1982, 203p.
- IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário Estatístico do Brasil**, 1982.
- \_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico do Brasil**, 1984.
- \_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico do Brasil**, 1986.
- \_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico do Brasil**, 1989.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa Especial de Armazenagem; Regiões Sul e Centro-Oeste**. v.3, 1986.
- ILO; INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **Encyclopaedia of Occupational Health and Safety**. 3.ed. Geneva, 1983, 2v.
- INGRAM, R.H. & McFADDEN 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**. New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., Ch.5, p.87-90.
- INSEL, B. O flexível mercado mundial de grãos. **Economic Impact**, (52):49-55, abril 1985.
- 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, 166p.
- KAUFFMAN, F. et al. Twelve-year spirometric changes among Paris area workers. **Int. J. Epidemiol.**, 8:201, 1979.
- KLEINFELD, M. A clinical and physiologic study of grainhandlers. **Arch. Env. Health**, 16:380-384, 1968.
- \_\_\_\_\_. 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: Polígono, 1970, 240p.
- 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, 615p., 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.
- \_\_\_\_ & 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, 615p., 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, CENTREINAR, Univ. Federal de Viçosa**, 6(20):3, 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: Atlas, 1986.
- McFADDEN Jr., E.R. & LINDEN, J.A. Reduction in maximal mid-expiratory flow rate: a spirographic manifestation of small - airway disease. *Am. J. Med.*, 52:725-737, 1972.
- McCARTHY, O.R. Selection of skin tests in asthma. *Brit. J. Dis. Chest*, 67:235-240, 1973.
- McDONALD, J.C. Epidemiology. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. **Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods.** New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., Ch.2?, p.373-404.
- McKENZIE, A.E.E. Sir Isaac Newton. In: THORNLEY, G.C. **Scientific English Practice.** London: Longmans, Juen and Co. Ltd., 1964, 149p., p.56-59.
- McKERROW, C.B. et al. Respiratory function during the day in cotton workers: a study of byssinosis. *Br. J. Ind. Med.*, 15:75-78, 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. Tese de Doutorado. São Paulo: FSP-ESP, 1978.
- \_\_\_\_\_. Salud Ocupacional, un area prioritaria en la salud de los trabajadores. *Bul. Of. San. Panam.*, OMS, 95(6): 506-519, 1982.
- MILLER, M.R. & PINCOCK, A.C. Predicted values: How should we use them? (Editorial). *Thorax*, 43:265-267, 1988.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Anteprojeto: Pneumopatias Ocupacionais.** Brasília, junho, 1987, 104p.
- 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.
- MURRAY, J.F. & NADEL, J.A. **Textbook of Respiratory Medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1988, 2v.
- NEWMAN-TAYLOR, A.J. & DAVIES, R.J. Inhalation challenge testing. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. **Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods**. New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., Ch.8, p.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, 608p.
- \_\_\_\_\_. **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.
- \_\_\_\_\_. et al. Airborne endotoxins in a rice production commune in the Peoples Republic of China. *J. Toxicol. Environ. health*, 13:545-551, 1984.
- \_\_\_\_\_. et al. Composition of extracts of airborne grain dusts: lectins and lymphocyte mitogens. *Environ. Health Perspect.*, 66:113-123, 1986.
- O.M.S. **Micotoxinas**. Criterios de Salud Ambiental 11, Washington, D.C.: Organizacion Panamericana de la Salud, 1980, 131p.
- \_\_\_\_\_. **Vigilância del medio u de las condiciones de salud en los programas de higiene del trabajo**; Informe tecnico 535. Ginebra: Organizacion Mundial de la Salud, 1973.
- ORDMAN, D. et al. Grain dust as a source of allergy in South Africa. *S.A. Medical Journal*, 32:784-788, August, 2, 1958.

- 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.
- \_\_\_\_ & HUTCHCROFT, B.J. Bronchial provocation tests in etiologic diagnosis and analysis of asthma. **Am. Rev. Resp. Dis.**, 112:829-859, 1975.
- \_\_\_\_. Immunological perspectives. In: DOSMAN, J.A. & COTTON, D.J., ed. **Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health**. New York: Academic Press, 1980, 615p., p.37-50.
- \_\_\_\_. Farmer's lung and extrinsic allergic alveolitis. **The Practitioner**, 231:487-492, April, 8, 1987.
- 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, H.A. Synergistic neurotoxicity of carbon tetrachloride/carbon disulfide (80/20 fumigants) and other pesticides in grain storage workers. **Acta Pharmacol. Toxicol.** (Copenh., Denmark), 59(suppl.7): 535-546, 1986.
- 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.
- 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, 615p., p.561-66.
- POSSAS, C. **Saúde e trabalho; a crise da Previdência Social**. 2.ed. São Paulo: Hucitec, 1989, 324p.

- 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, 405p.
- 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.
- REMLINGTON, R.D. & SCHORK, M.A. **Statistics with Application to the Biological and Health Sciences**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1970, 418p.
- RESULTADO da safra de grãos. **Correio do Povo**, Porto Alegre, 09 de junho de 1989, p.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, 719p., 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, 615p., p.513-25.
- SCHACHTER, E.N. et al. Airways reactivity in cotton dust induced bronchospasm. **Am. Rev. Resp. Dis.**, 123:273-276, 1981.
- 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, 615p., p.3-19.
- SCHULZER, M. et al. Analyzing cross-sectional and longitudinal lung function measurements: the effects of age. **Can. J. Stat.**, 13(1):7-15, 1985.
- SEATON, A. Organic dust diseases. **The Practitioner**, 223:34-40, July, 1979.

- SECRETARIA DA SAÚDE 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.** Porto Alegre: CORAG, 1986.
- SEVERO, L.C. **Colonização intracavitária pulmonar por Aspergillus niger; análise de suas peculiaridades.** Tese de Doutorado. Porto Alegre: UFRGS, 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, 615p., p.229-238.
- SIEMENS, H. Some aspects of respiratory health in grain workers in Alberta, Canada. **Can. Publ. Health Report**, 608-7-104, 1969.
- \_\_\_\_ 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, 615p.
- SINGER, C. et al. **A History of Technology.** Volume IV: The Industrial Revolution. Oxford: Clarendon Press, 1958, 756p.
- 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. Hipersensitivity 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. 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.
- THE MERCK INDEX. **An Encyclopaedia of Chemicals, Drugs and Biologicals**. 10.ed. Ranway: Merck, 1983, 10.000p.
- TIETBOEHL FILHO, C.N. As pneumopatias ocupacionais dos trabalhadores de grãos de cereais. **Boletim Informativo da SPTRS**, Porto Alegre, AMRIGS, maio/junho, 1982.
- 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.
- UM JOGO sem regras. **Proteção**, Novo Hamburgo, RS, 8(2): 84-90, 1990.
- 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.
- 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.
- \_\_\_\_\_ & 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, 615p.
- WEGMAN, D.M. et al. Chronic pulmonary function loss from exposure to toluene di-isocyanate. **Br. J. Ind. Med.**, 34:195-300, 1977.
- WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. **Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods**. New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p.
- WEILL, H. Scientific basis for public policy decisions. In: WEILL, H. & TURNER-WARWICK, M. **Occupational Lung Diseases; Research Approaches and Methods**. New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., Ch.16, p.465-469.
- \_\_\_\_\_ et al. Epidemic asthma in New Orleans. **J.A.M.A.**, 190:811-814, 1964.
- WHO OOFSET 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.
- \_\_\_\_\_. 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, 615p., 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**. New York: Marcel Dekker Inc., 1981, 503p., Ch.7, p.125-42.
- WINNER, P.C. & BLANCHAR, 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**. New York: Academic Press, 1980, 615p., 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**. New York: Academic Press, 1980, 615p., p.135-39.
- \_\_\_\_\_. 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.
- ZENZ, C., ed. **Occupational Medicine; Principles and Practical Applications**. Chicago: Y.B. Medical Publications, 1985, 944p.

**ANEXO:**

**QUESTIONÁRIO DE SINTOMAS RESPIRATÓRIOS**

# Questionário de Avaliação de Sintomas Respiratórios

## DADOS DO ENTREVISTADO

1. Nome:.....  
.....  
Série:.....Num:.....
2. Grupo: 1. Exposto ( ). 2. Não-exposto ( )
3. Empresa:.....Local.....
4. Data de Nascimento: / / . Idade:.....(anos).
5. Sexo: 1.M ( ) 2.F ( ).
6. Raça: 1.Branca( ) 2.Negra( ) 3.Mista( ) 4.Amarela( ).
7. Escolaridade: 1. Nenhuma ( )  
2. 1º grau incompl. ( )  
3. 1º grau completo ( )  
4. 2º grau incompl.( )  
5. 2º grau completo ( )  
6. Superior ( )
9. Naturalidade ( Munic./ Est.):.....
10. Endereço: 1. Rua :.....  
2. Num. :.....  
3. Cidade:.....  
4. CEP :.....
11. Peso (em kg):.....
12. Altura (em cm):.....

---

Entrevistador: .....

Data de Aplicação: / / .

Horário: Início: .....h.....min. Término: .....h.....min.

Forma de Aplicação: 1.Entrevista ( ) 2. Auto-aplicado ( )

13. TOSSE

13.1 Você comumente tem tosse?

( )SIM ( )NÃO

13.2 Você comumente tem tosse ao se levantar de manhã cedo?

( )SIM ( )NÃO

13.3 Você comumente tem tosse durante o resto do dia ou durante a noite?

( )SIM ( )NÃO

- Se você respondeu SIM a qualquer das questões acima ( 13.1, 13.2 e/ou 13.3 ), responda as questões 13.4 e 13.5.

- Se você respondeu NÃO a todas as questões acima marque "NÃO SE APLICA" (N.S.A.) em 13.4 e em 13.5 e passe para a questão seguinte.

13.4 Você tosse na maioria dos dias por 3 meses seguidos ou mais durante o ano?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

13.5. Há quantos anos você tem tosse?

..... anos. ( )N.S.A.

14. EXPECTORACAO

14.1 Você comumente elimina catarro do peito?

( )SIM ( )NÃO

14.2 Você comumente elimina catarro do peito ao se levantar ou de manhã cedo ?

( )SIM ( )NÃO

14.3 Você comumente elimina catarro do peito durante o resto do dia ou durante a noite ?

( )SIM ( )NÃO

Se você respondeu SIM a qualquer das questões acima ( 13.1, 13.2 e/ou 13.3 ), responda as questões 13.4 e 13.5 .

Se você respondeu não a todas as questões acima marque "NÃO SE APLICA" (N.S.A.) em 13.4 e em 13.5 e passe para a questão seguinte.

14.4 Você elimina catarro do peito na maioria dos dias por 3 meses seguidos ou mais durante o ano?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

14.5. Há quantos anos você elimina catarro do peito?

..... anos ( )N.S.A.

15. EPISODIOS DE TOSSE E EXPECTORACAO

15.1 Você já apresentou períodos ou crises de (aumento da\*) tosse e expectoração que durassem 3 semanas ou mais?

( )SIM ( )NÃO

Se SIM A 15.1

15.2 Há quanto tempo você apresenta pelo menos uma destas crises por ano?

.....anos ( )N.S.A.

(\*) Para pessoas que usualmente tem tosse e/ou expectoração.

16. SIBILANCIA

Você apresenta crises de "chiado" no peito:

- 16.1 Quando esta resfriado? ( )SIM ( )NÃO
- 16.2 De vez em quando, independente de estar resfriado?  
( )SIM ( )NÃO
- 16.3 Durante a maior parte do tempo? ( )SIM ( )NÃO

-Se SIM a 16.1, 16.2 e/ou 16.3-

- 16.4 Ha quantos anos você apresenta crises de "chiado" no peito?  
..... anos ( )N.S.A.

17. SIBILANCIA COM DISPNEIA

- 17.1 Você ja apresentou alguma crise de "chiado" no peito que tenha lhe deixado com "falta de ar"?  
( )SIM ( )NÃO

- Se SIM a 17.1-

- 17.2 Que idade você tinha quando apresentou a primeira crise de "chiado no peito" com "falta de ar" ?  
.....anos ( )N.S.A.

18. DISPNEIA

- 18.1 Você sente "falta de ar" quando caminha rapidamente ou quando sobe uma lomba?  
( )SIM ( )NÃO

- Se SIM a 18.1, responder 18.2, 18.3 e 18.4 -

- 18.2 Você precisa caminhar no plano mais devagar do que a maioria das pessoas da sua idade por causa da "falta de ar"?  
( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.
- 18.3 Você precisa parar para "tomar ar" quando caminha no plano durante alguns minutos?  
( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.
- 18.4 Você sente "falta de ar" ao se vestir ou tomar banho?  
( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

19. RINITE

19.1 Você apresenta corrimento, coceira ou "entupimento" do nariz com frequência?

( )SIM ( )NÃO

-Se SIM a 19.1, responda 19.2, 19.3, 19.4, 19.5 e 19.6-  
Estes sintomas (nasais) são piores:

19.2 Quando você está no trabalho?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

19.3 Quando você retorna para casa?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

19.4 Quando você está dormindo?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

Os sintomas melhoram:

19.5 Nos dias de folga? ( )SIM ( )NÃO

19.6 Durante o período de férias? ( )SIM ( )NÃO

20. CONSTRIÇÃO TORÁCICA

20.1 Você já apresentou ataques de "aperto no peito"?

( )SIM ( )NÃO

-Se SIM a 20.1-

20.2 Esses ataques são acompanhados de "falta de ar"?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

20.3 Você faz algum tratamento para estes ataques?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

21. SINTOMAS OCULARES

21.1 Você usualmente apresenta coceira, ardência ou corrimento nos olhos?

( )SIM ( )NÃO

-Se SIM a 21.1-

Estes sintomas pioram:

21.2 Quando você está no trabalho?

{ ( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

21.3 Quando você volta para casa?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

Estes sintomas melhoram:

21.4 Quando você está de folga? ( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

21.5 Quando você está de férias? ( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

22. HIPERSENSIBILIDADE TIPO III

22.1 Você apresenta crises de dor-de-cabeça, dores no corpo, febre e calafrios?

( )SIM ( )NÃO

-Se SIM na 22.1-

22.2 Há quantos anos você apresenta estas crises?

.....anos ( )N.S.A.

22.3 Quanto tempo elas duram? .....dias ( )N.S.A.

Quando essas crises ocorrem ?

22.4 Logo após o início da jornada de trabalho?  
( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

22.5 Durante toda a jornada de trabalho?  
( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

22.6 Em casa, após o trabalho? ( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

22.7 Em fins de semana ou nas férias?  
( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

23. HISTORIA PREGRESSA

Você já apresentou algum dos seguintes problemas ?

- 23.1 Problema pulmonar quando criança ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.2 Ataque de bronquite ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.3 Pneumonia ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.4 Bronquite crônica ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.5 Enfisema ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.6 Asma brônquica ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.7 Cirurgia no tórax (pulmões) ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.8 Tuberculose no pulmão ? ( )SIM ( )NÃO
- 23.9 Doença na pleura ? ( )SIM ( )NÃO

24. HISTORIA OCUPACIONAL

24.1. Voce trabalha (ou trabalhou) em local que tenha (ou tivesse) poeira no ambiente ?  
( )SIM ( )NÃO

Se SIM a 24.1:

24.2. Especificar o tipo de local de trabalho:

- 1.( ) Uma mina de carvão ?
- 2.( ) Outro tipo de mina ?
- 3.( ) Uma pedreira?
- 4.( ) uma fundição ou metalúrgica ?
- 5.( ) Uma fábrica de cerâmica ou de cimento ?
- 6.( ) Em contato com cereais, algodão ou outra poeira de origem vegetal ?
- 7.( ) Em contato com asbesto ?

24.3. Marque nos espaços em branco da primeira coluna a esquerda o(s) algarismo(s) correspondente(s) a um ou mais dos itens da questão 24.2. Especifique ao lado de cada opção o cargo e/ou a função que exerce (exerceu) na empresa, o nome da empresa em que trabalha (trabalhou) e o número de anos de trabalho.

24.2	Função	Empresa	No.de anos
( )	_____	_____	_____
( )	_____	_____	_____
( )	_____	_____	_____

25. GASES OU FUMACA

25.1.Voce trabalha (ou trabalhou) em local que tenha (ou tivesse) gases tóxicos ou fumaça no ambiente ?  
( )SIM ( )NÃO

Se SIM a 25.1:

25.2 Especifique que tipo de gases tóxicos ou fumaça ?

.....

25.3 Especifique o seu cargo e/ou função, a empresa e o número de anos de trabalho:

24.2	Função	Empresa	No.de anos
( )	_____	_____	_____
( )	_____	_____	_____
( )	_____	_____	_____

25. TABAGISMO

25.1. Voce fuma ou já fumou cigarros ?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

-Se SIM a 25.1-

26.2 Você agora fuma cigarros ( até há um mes atrás ) ?

( )SIM ( )NÃO ( )N.S.A.

26.3 Quantos anos você tinha quando começou a fumar?

.....anos ( )N.S.A.

26.4 Se você parou de fumar completamente, quantos anos tinha quando deixou de fumar?

.....anos ( )N.S.A.

26.5 Quantos cigarros por dia você fuma agora?

.....cigarros ( )N.S.A.

26.6 Quantos cigarros por dia você fumou, em média, desde que começou a fumar?

.....cigarros ( )N.S.A.

EXAME FISICO

26. PESO:.....
27. ALTURA:.....
28. PELE: 1.( ). Normal  
2.( ). Coberta de poeira  
3.( ). Com lesões. Descreva:.....  
.....
29. MUCOSAS: 1.( ). Normocoradas  
2.( ). Hipocoradas  
3.( ). Hiperacoradas
30. CONJUNTIVAS: 1.( ). Normocoradas  
2.( ). Hipocoradas  
3.( ). Hiperacoradas
31. HIPOCRATISMO DIGITAL: 1.( ). presente  
2.( ). ausente.
32. AUSCULTA PULMONAR: 1.( ). Normal  
2.( ). MV diminuído  
3.( ). estertores roncantes  
4.( ). estertores sibilantes  
5.( ). estertores bolhosos
33. AUSCULTA PULMONAR EM EXPIRACAO FORCADA:  
1.( ). Presença de sibilos  
2.( ). Ausência de sibilos