



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FARMACOLOGIA**

Rosali Regina Paludo

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE SAÚDE DE
MORADORES DE CAPIVARI DE BAIXO FRENTE À
EXPOSIÇÃO AO CARVÃO: POSSÍVEL CONTAMINAÇÃO POR
MANGANÊS**

FLORIANÓPOLIS – SC
2012

Rosali Regina Paludo

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE SAÚDE DE
MORADORES DE CAPIVARI DE BAIXO FRENTE À
EXPOSIÇÃO AO CARVÃO: POSSÍVEL CONTAMINAÇÃO POR
MANGANÊS**

Dissertação de mestrado
submetida ao Programa de Pós-
Graduação Profissional em
Farmacologia da Universidade
Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Mestre em
Farmacologia.

Orientadora: Prof. Dra.
Alcibia Helena de Azevedo Maia.

FLORIANÓPOLIS – SC
2012

Catálogo in fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

P184a Paludo, Rosali Regina
Avaliação da percepção de saúde de moradoras de Capivari
de Baixo frente à exposição ao carvão [dissertação] :
possível contaminação por manganês / Rosali Regina Paludo ;
orientadora, Alcibíia Helena de Azevedo Maia. - Florianópolis,
SC, 2012.

140 p. : il., gráfs., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Farmacologia.

Inclui referências

1. Farmacologia. 2. Carvão. 3. Manganês. 4. Saúde pública.
I. Maia, Alcibíia Helena de Azevedo. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Farmacologia.
III. Título.

CDU 615

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, principalmente ao meu pai e minha mãe, com seu amor, paciência e compreensão, me encorajaram e me apoiaram para que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai *Zandir Pedro*
À minha mãe *Inêz Maria*
Paludo.

AGRADECIMENTOS

“O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará.

*Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas
tranqüilas.*

*Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do
seu nome.*

*Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal
algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.
Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges
a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.*

*Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias
da minha vida; e habitarei na casa do SENHOR por longos dias. ”*

(Salmo de Davi, 23).

À **Deus** pelo dom da vida e, por todas as pessoas que Ele colocou em meu caminho para que este objetivo fosse alcançado.

À minha amada mãe **Inêz Maria** que sempre rezou por mim pedindo proteção, juntamente com meu amado pai **Zandir Pedro**, que acreditaram na educação ensinada, me deram carinho e afeto nos momentos difíceis. O contínuo apoio em todos estes anos, ensinando-me, principalmente, a importância da construção e coerência de meus próprios valores. Vocês são minhas fontes de inspiração. Obrigado pelo amor incondicional, paciência e apoio financeiro. Por terem feito o possível e o impossível para me oferecerem a oportunidade de estudar. Serei eternamente grata. Amo vocês.

Aos meus irmãos **Gilmar** e **Patrícia**, que mesmo inconscientemente me incentivaram, sendo além de irmãos amigos, a correr atrás dos meus objetivos, agradeço de coração por todo o apoio e carinho em todas as fases de nossas vidas. Principalmente pelo abraço de meu irmão no dia da divulgação dos aprovados para a entrevista, a confiança que depositou em mim aquele dia, esta guardada em meu coração. Assim como todos os momentos de descontração que minha irmã me proporcionou em sua casa junto de sua família. Amo vocês.

A minha doce e carinhosa sobrinha **Pietra**, que com seu jeito meigo, proporcionou-me inúmeros momentos de alegria, seu riso contagiante ao rolarmos pela sala de estar, fez – me esquecer muitas vezes das tensões do dia a dia. Amo você.

Aos meus cunhados **Marisa** e **Juliano**, que se mostraram dispostos a ajudar em todos os momentos, das conversas motivadoras,

das técnicas para concentração, até o compartilhamento de informações, a visão científica de vocês foi muito importante para meu desenvolvimento. O amor que tenho por vocês é como a de meus irmãos.

Ao **Leandro**, por seu amor, companheirismo, pela ajuda nas configurações, e por compreender a importância dessa conquista e aceitar a minha ausência quando necessário. Você me deu mais motivos para seguir em frente. Agradeço de todo o coração. Amo você.

À professora **Dra. Alcibia Helena de Azevedo Maia**, pela orientação, por sempre pregar boas idéias, pela paciência, cumplicidade e amizade em todas as fases que passamos. Agradeço também pela confiança depositada em mim, pelo incentivo e aprendizado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação pelo conhecimento proporcionado durante as aulas. Em especial ao Professor **Dr. Jamil Assreuy**, **Dr. Euclides Lara Cardozo Júnior** e **Dra. Thereza Christina Monteiro de Lima**, que desde o início acreditaram em meu potencial.

Ao professor **Dr. Edivan Rodrigo de Paula Ramos** do Centro Universitário de Maringá - CESUMAR, pelo aprendizado, incentivo e confiança depositada desde o início dessa fase. Meus sinceros agradecimentos.

À professora **Dra. Claudia Regina dos Santos** pela ajuda na elaboração do questionário, realização das coletas das amostras biológicas e por todas as idéias que melhoraram este trabalho.

Às pessoas envolvidas na secretaria de saúde de Capivari de Baixo, pela colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

Às alunas da UFSC com os quais tive contato e que me auxiliaram de alguma forma durante o período que estive na UFSC: **Luciane** (ajuda para a tabulação de dados), **Tainara** (pela ajuda durante as coletas).

Às minhas amigas **Mychelle**, **Celene** e **Marcela**, pelo apoio, carinho e amizade, terei vocês pra sempre em meu coração. Obrigado pela acolhida na cidade de Florianópolis.

À todos os meus amigos e familiares, em especial aos amigos “família”, que souberam entender minha ausência, torceram e acreditaram na conclusão desta etapa de minha vida, principalmente ao **Dr. Andrei** e **Dra. Karen**, que me ajudaram inúmeras vezes com idéias e fontes bibliográficas. Fico muito grata.

Aos amigos da turma do mestrado, obrigado pelas agradáveis lembranças que serão eternamente guardadas no coração, em especial a **Ana Luiza**, **Gisele** e **Cristiane** que em muitos momentos ajudaram

diretamente no desenvolvimento desse trabalho, muito obrigado.

À minha amiga **Elise**, por ser “meus braços e minhas pernas” nos momentos de ausência na farmácia hospitalar, sem sua dedicação e amizade eu não teria condições de me ausentar para as aulas do mestrado.

A toda a Família do **Hospital São Carlos de Medianeira**, em especial ao **Dr. Oscar Rosseti Bernabe**, **Dr. João Célio Barbosa Martins**, **Dr. Leotil José Zardo**, **Dr. Moises Pedro Míssio**, **Dr. José Luiz Felix Franco** e **Dr. Ácrata Souza Martins**, por entenderem a importância dessa fase e me apoiarem. Meus sinceros agradecimentos.

A toda a Família do **Hospital Dr. Campagnolo**, em especial a **Sra. Inês Campagnolo**, **Dr. Avelino Campagnolo**, **Sra. Geraldine Campagnolo Patiño** e **Dr. Carlos Patiño**, pela compreensão e apoio na finalização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos.

À minha prima **Paula** pela dedicação e amizade.

A todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

AValiação da percepção de saúde de moradores de Capivari de Baixo frente à exposição ao carvão: possível contaminação por manganês

A Bacia Carbonífera de Santa Catarina sofreu impacto ambiental devido à extração e manuseio de carvão, sendo reconhecida pelo governo federal como área crítica nacional para controle da poluição. Este estudo foi realizado em Capivari de Baixo, município exposto ao carvão por abrigar a termoeletrica Jorge Lacerda, responsável pelo consumo de 90% de todo o carvão produzido no Estado. A queima deste combustível libera material particulado (MP) e inúmeras substâncias que podem comprometer o meio ambiente e causar efeitos tóxicos à saúde humana. O manganês (Mn) é uma delas, que apesar de categorizado como oligoelemento, em concentrações elevadas pode provocar toxicidade. O objetivo deste estudo foi avaliar a percepção e aspectos de saúde de moradores de Capivari de Baixo frente à exposição ambiental ao carvão e possível contato com MP e Mn visando fornecer subsídios aos indicadores de morbidade obtidos com estudo ecológico. Para formação do grupo exposto foram recrutados voluntários (ambos os sexos), moradores de Capivari de Baixo há no mínimo 10 anos, sendo excluídos fumantes e gestantes. No grupo não-exposto foram respeitados os mesmo critérios e o local escolhido foi Armação (Florianópolis). Os participantes responderam a questionário e foram submetidos à avaliação física (parâmetros antropométricos e cardiovasculares). Amostras de sangue e urina foram coletadas para avaliação bioquímica, hematológica, parcial de urina e determinação de Mn urinário. Os resultados foram organizados em banco de dados no Programa Excel e a análise estatística realizada nos programas SigmaStat 3.5 e GraphPad Prisma 3.0. A população de estudo foi constituída por 42 pessoas (grupo exposto) e 49 (grupo não exposto), apresentando-se homogênea em gênero, faixa etária e na maioria das características sócio-demográficas. Não foi constatada exposição ao Mn pelo consumo de água, atividade ocupacional e uso de medicamentos em ambos os grupos. Os níveis urinários deste elemento para todos os moradores de Capivari de Baixo avaliados estavam dentro dos valores de referência para exposições ocupacionais. A maioria dos indivíduos (expostos e não expostos) considerou-se saudável, sem diferença entre os grupos em relação à presença de doenças crônicas e às morbidades nos aparelhos e/ou

sistemas avaliados. No entanto, a população exposta teve mais indivíduos consumindo medicamentos diariamente, além de discreta dislipidemia e elevação de índice de massa corpórea. Não foram detectadas alterações hepáticas, renais, hematológicas e urinárias nos dois grupos. O estudo transversal constatou que os residentes de Capivari de Baixo, participantes da pesquisa, apresentaram perfil relativamente saudável. Todavia, ressalta-se a possibilidade de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e outras síndromes, devido os achados de distribuição anormal da gordura corpórea e dislipidemia, aliado aos valores diferenciados de frequência cardíaca e glicose em relação ao grupo não exposto. Além disso, apesar destes indivíduos residirem em local onde há manuseio de carvão, não foram detectadas alterações nas suas condições de saúde que pudessem estar relacionadas diretamente à exposição ao MP ou ao Mn. Maior sensibilidade do método analítico utilizado poderia determinar os valores de referência do Mn urinário desta população. Os resultados do estudo transversal e ecológico não apresentaram concordância direta, sendo necessárias avaliações adicionais para elucidar este impasse.

Palavras chaves: Exposição Ambiental, Carvão, Manganês, Capivari de Baixo, Saúde da População.

ABSTRACT

EVOLUTION OF HEALTH PERCEPTION OF RESIDENTS OF CAPIVARI DE BAIXO FORWARD TO EXPOSURE TO COAL: POSSIBLE CONTAMINATION BY MANGANESE.

The Santa Catarina Coal Basin has suffered because of the environmental impact of coal mining and handling, and is recognized by the federal government as a critical national pollution control. This study was conducted in Capivari de Baixo, municipality exposed to the coal for housing the thermoelectric Jorce Lacerda, responsible for consuming 90% of all coal produced in the state. The burning of this fuel releases particulate matter (MP) and several substances that may compromise the environment and cause toxic effects to human health. Manganese (Mn) is one which, although classified as a trace element in high concentration can cause toxicity. The aim of this study was to evaluate the perception and health aspects of residents of Capivari de Baixo by environmental exposure to coal and possible contact with MP and Mn to provide data on indicators of morbidity obtained with ecological study. To form the exposed group were recruited volunteers (both sexes), residents of Capivari de Baixo for at least 10 years, smokers and pregnant women were excluded. In the unexposed group were met the same criteria and the site was Armação (Florianópolis). The participants answered a questionnaire and underwent a physical assessment (cardiovascular and anthropometric parameters). Blood and urine were collected for biochemical, hematological, urinalysis and urinary Mn determination. The results were organized into a database program in Excel and statistical analysis performed with SigmaStat 3.5 and *GraphPad Prism* 3.0. The study population consisted of 42 persons (exposed group) and 49 (unexposed group), appearing homogeneous in gender, age and most of the socio-demographic characteristics. There was no exposure to Mn for water consumption, occupational activity and use of medications in both groups. The urinary levels of Mn for all residents of Capivari de Baixo were within the reference values for occupational exposures. The majority of subjects (exposed and unexposed) were considered healthy, with no difference between groups regarding the presence of chronic diseases and morbidity in the devices and / or systems evaluated. However, the exposed population had more individuals consuming medications daily, and mild dyslipidemia and elevated body mass index. No changes were detected hepatic, renal, hematological and urinary tract in both groups. The cross-sectional

study found that residents of Capivari de Baixo, had relatively healthy profile. However, we emphasize the possibility of developing cardiovascular diseases and other syndromes, because the findings of abnormal distribution of body fat and dyslipidemia, together with the different values of heart rate and glucose compared to the unexposed group. Moreover, despite these individuals reside in a place where there are coal handling, no change in their health conditions that could be directly related to exposure to MP or Mn. Increased sensitivity of the analytical method used could determine the reference values of urinary Mn in this population. Study results showed no cross-sectional and ecological direct agreement. Additional assessments are needed to elucidate this impasse.

Keywords: Environmental Exposure, Coal, Manganese, Capivari de Baixo, Population Health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – (A) Extração de carvão; (B) Estocagem do mineral a céu aberto; (C) Paisagem local. Treviso - SC, Setembro de 2011.	23
Figura 2 – Mapa com a localização dos municípios do estudo. Florianópolis e Capivari de Baixo, SC 2011.	50
Figura 3 – Fotos da Usina Jorge Lacerda. Capivari de Baixo, SC 2011.	51
Figura 4 – Foto registrada durante a etapa de entrevista realizada em Capivari de Baixo, SC 2011.	55
Figura 5 – Valores séricos de triglicérides da população em estudo..	75

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- Quadro 1** – Efeito agudo e crônico na exposição a metais. 26
- Tabela 1** – Frequência de distribuição absoluta e percentual referente às variáveis sócio-demográficas da população avaliada..... 61
- Tabela 2** – Frequência de distribuição absoluta e percentual relativa à possíveis fontes de exposição ao Mn na população em estudo. 64
- Tabela 3** – Frequência de distribuição absoluta e percentual relativas à percepção da saúde, uso diário de medicamentos e presença de morbidades dos participantes do estudo..... 67
- Tabela 4** – Características cardiológicas e antropométricas da população avaliada 70
- Tabela 5** – Comparação entre os valores do grupo não exposto e exposto para os parâmetros bioquímicos e hematológicos 73

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AINES	ANTI-INFLAMATÓRIOS NÃO-ESTEROIDAIIS
ALT	ALANINA-AMINOTRANSFERASE
As	ARSÊNIO
AST	ASPARTATO-AMINOTRANSFERASE
ATSDR	AGÊNCIA DE REGISTROS DE DOENÇAS E SUBSTÂNCIAS TÓXICAS
bpm	BATIMENTOS POR MINUTO
CBO	CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE OCUPAÇÕES
CC	CIRCUNFERÊNCIA DA CINTURA
Cd	CÁDMIO
CETESB	COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
CI	ÍNDICE DE CASTELLI I
CII	ÍNDICE DE CASTELLI II
CID-10	CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE DOENÇAS E PROBLEMAS RELACIONADOS À SAÚDE – DÉCIMA REVISÃO.
CQ	CIRCUNFERÊNCIA DO QUADRIL
Cr	CROMO
Crea	CREATININA
Crea-S	CREATININA SÉRICA
Crea-U	CREATININA URINÁRIA
DATASUS	BANCO DE DADOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE
DCNT	DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS
DP	DUPLO PRODUTO
EDTA	ÁCIDO ETILENODIAMINO TETRACÉTICO
EPA	AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL AMERICANA
FA	FOSFATASE ALCALINA
FC	FREQUÊNCIA CARDÍACA
GG	GRANDES GRUPOS
GGT	GAMA-GLUTAMIL TRANSFERASE
Hb	HEMOGLOBINA
HDL-c	LIPOPROTEINA DE ALTA DENSIDADE
Hg	MERCÚRIO
HPA	HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS
Ht	HEMATÓCRITO

IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
IMC	ÍNDICE DE MASSA CORPORAL
LDL-c	LIPOPROTEÍNA DE BAIXA DENSIDADE
Mn	MANGANÊS
MP	MATERIAL PARTICULADO
NHLBI	INSTITUTO NACIONAL DO CORAÇÃO, PULMÃO E SANGUE DOS ESTADOS UNIDOS
Ni	NÍQUEL
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
PA	PRESSÃO ARTERIAL
PAD	PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA
PAS	PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA
Pb	CHUMBO
RC/Q	RELAÇÃO ENTRE CINTURA E QUADRIL
RDW	AMPLITUDE DE DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS ERITRÓCITOS
SNC	SISTEMA NERVOSO CENTRAL
TFG	TAXA DE FILTRAÇÃO GLOMERULAR
TG	TRIGLICERÍDEOS
VCM	VOLUME CORPUSCULAR MÉDIO
VPM	VOLUME PLAQUETÁRIO MÉDIO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1 História do Carvão na Região da Bacia Carbonífera	22
1.2 Constituintes do Carvão.....	24
1.3 Metais e os Principais Agravos à Saúde	25
1.4 Manganês - Mn.....	29
1.5 Município do Estudo – Capivari de Baixo.....	34
1.5.1 Aspectos Relacionados à Água	36
1.5.2 Aspectos Relacionados ao Solo	37
1.5.3 Aspectos Relacionados ao Ar.....	38
1.5.4 Aspectos Relacionados à Saúde da População.....	40
1.6 Percepção de Saúde	41
1.7 Avaliação Física	41
1.8 Exames Laboratoriais	42
1.8.1 Função Renal	42
1.8.2 Função Cardiovascular.....	43
1.8.3 Função Hepática.....	44
1.8.4 Glicemia	45
1.8.5 Hemograma.....	46
2. OBJETIVOS	49
2.1 Objetivo Geral	49
2.2 Objetivos Específicos	49
3. METODOLOGIA	50
3.1 Delineamento e Protocolo de Estudo.....	50
3.2 Locais de Estudo.....	50
3.3 População	52
3.4 Procedimentos para Coleta de Dados	53
3.4.1 Materiais	53
3.4.2 Instrumento de Coleta de Dados	53
3.4.3 Pré-Teste	54
3.4.4 Operacionalização da Coleta de Dados.....	55
3.5 Procedimentos para Coleta de Amostras Biológicas	56
3.5.1 Materiais	56
3.5.2 Operacionalização da Coleta das Amostras Biológicas..	57
3.5.3 Parâmetros Avaliados	58
3.5.4 Metodologia Analítica.....	58
3.6 Organização e Análises dos Dados	59
4. RESULTADOS	60

5. DISCUSSÃO	76
6. CONCLUSÕES	92
7. REFERÊNCIAS	94
ANEXO I.....	126
ANEXO II.....	128
ANEXO III.....	136
ANEXO IV	138

1. INTRODUÇÃO

Capivari de Baixo é sede da Usina Jorge Lacerda, considerado o maior complexo termoeletrico a carvão da América Latina. A queima deste combustível gera material particulado (MP) que pode conter inúmeras substâncias, entre elas o manganês (Mn). Além do MP eliminado pelas chaminés, amontoados de carvão, destinados a suprir as necessidades do complexo termoeletrico, e de resíduos (cinzas), provenientes da queima, são estocados a céu aberto gerando também MP, que pode ser amplamente espalhado através da ação dos ventos. Resíduos do carvão e até o mesmo, ainda podem ser percolados pelas águas pluviais, ocorrendo à lixiviação de substâncias que contaminam os lençóis freáticos. Níveis acima dos padrões estabelecidos para o Mn foram constatados em amostras de água coletadas no ponto de captação da distribuidora para Capivari de Baixo e em amostras provenientes de mananciais. Concentrações altas deste elemento também foram confirmadas em conhecidos corpos de água poluídos da região, como o Rio Pirita e o córrego de drenagem da área recuperada.

Estudos têm demonstrado que a poluição pode afetar a saúde da população da região, como o achado de correlação positiva entre a variação de concentração de poluentes, a elevada admissão em prontos socorros e o aumento de óbitos. Para a poluição do carvão também tem sido atribuída, na literatura, 70% das internações hospitalares e 2% dos óbitos da região. Dados do Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS) apontam índices maiores em Capivari quando comparados com Florianópolis, município não exposto, para as morbidades asma e bronquite, enfisema e doenças pulmonares crônicas, patologias que podem estar relacionadas à exposição crônica ao carvão e ao Mn.

Apesar de ser um elemento essencial para os mamíferos e, ser encontrado naturalmente em pequenas concentrações no meio ambiente, o Mn pode provocar toxicidade aos seres humanos caso estes apresentem concentrações elevadas em seu organismo. Além disso, existe a necessidade de se considerar o tempo de exposição, outro fator importante neste contexto.

Por outro lado, para tentar resolver o impacto ambiental causado pelo manuseio do carvão na região, grandes áreas impactadas estão sendo recuperadas e medidas como a instalação de filtros adequados nas chaminés também foram adotadas.

1.1 História do Carvão na Região da Bacia Carbonífera

A Bacia Carbonífera Catarinense fica localizada na região sul do Estado, situando-se entre a Serra Geral a oeste e o maciço granítico da Serra do Mar a Leste, com uma faixa de extensão média de 100 km de comprimento e 20 km de largura (BELOLLI, QUADROS, GUIDI, 2002). No século XIX, importantes centros de mineração de carvão começaram a surgir, tornando-se a principal atividade econômica da região (DE LUCA, GASTALDON, 1999), sendo que o pioneiro foi em 1827, na localidade de Guatá, situada no município de Lauro Müller.

A atividade acabou proporcionando uma nova paisagem social, associada ao progresso e a modernidade da região (CAROLA, 2004). Por outro lado, a exploração do carvão que pode ser realizada em minas subterrâneas e a céu aberto (BELOLLI, QUADROS, GUIDI, 2002), é uma atividade potencialmente poluidora (SANCHEZ, FORMOSO, 1990), conforme ilustra a Figura 1. A mineração a céu aberto, por exemplo, degrada a paisagem, tornando necessária a recomposição topográfica destas superfícies, que compreende a recolocação em ordem do solo, subsolo e materiais subjacentes que cobriam o carvão, e não apenas o simples nivelamento das pilhas formadas (LUNARDI NETO et al., 2008). Solos mal reconstituídos, visando diminuir custos, adquirem características indesejáveis como destruição física, baixa atividade biológica e acidez elevada (SOARES et al., 2006). Alterações físicas, químicas e biológicas do ecossistema têm sido descritas na região (COSTA, ZOCCHÉ, 2009) e como consequência danos irreversíveis ao meio na ausência de um controle ambiental adequado (BINOTTO, 1997).

Como não existia na época uma consciência ambiental na região da Bacia Carbonífera e conseqüentemente não se buscava formas menos danosas de realizar esta atividade, muitos dos problemas ambientais não foram evitados. Áreas diretamente impactadas pela atividade carbonífera são facilmente encontradas na região, devido, por exemplo, a inadequada disposição dos resíduos da mineração, que como consequência provocou inúmeras contaminações, entre elas, das águas, do solo, bem como perda da fertilidade do mesmo, muitas vezes com destruição paisagística (NUNES, MULLER, SANTOS, 1990; KOPEZINSKI, 2000; CAROLA, 2002; SCHEIBE, 2002; LOPES et al., 2004; NEVES, SAMBUGARO, 2006) e alterações na qualidade do ar (VOLPATO 1984; MARTIN, LEAL, 2000).

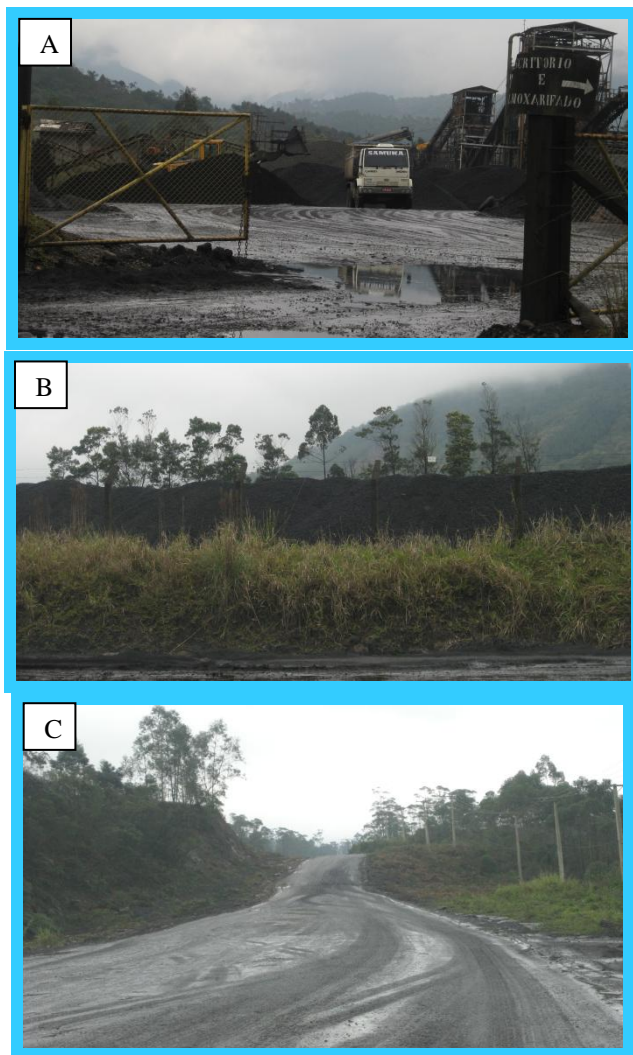


Figura 1 – Fotos da Carbonífera Metropolitana (setembro de 2011), localizada em Treviso, município de Santa Catarina, retratando a exploração do carvão e o potencial desta atividade em causar poluição no meio ambiente. (A) Extração de carvão na Carbonífera; (B) Estocagem do mineral a céu aberto em área pertencente à Carbonífera; (C) Paisagem local, mais especificamente, via de acesso a Carbonífera.

1.2 Constituintes do Carvão

A constituição química do carvão é bastante complexa e pode variar de acordo com o local de onde é extraído (YUDOVICH, KETRIS, 2006; SILVA et al., 2009). Desta forma, a composição e a concentração dos elementos gerados durante sua queima, dependem da composição química do carvão original (MAYES et al., 2009). Por outro lado, apesar das peculiaridades citadas, ressalta-se que diferentes estudos tem também constatado vários compostos em comum encontrados na constituição deste mineral, tais como silicatos, sulfatos, sulfetos, fosfatos de carbono, oxigênio, nitrogênio, hidrogênio, enxofre, cálcio, vanádio, ferro, cobre, silício, sódio, potássio e bromo (WARD, 2002; HUGGINS, 2002; KURKOVÁ et al., 2004). Além dos constituintes mencionados, numerosos metais são considerados elementos traços encontrados no carvão por vários autores, como arsênio (As), mercúrio (Hg), selênio, cromo (Cr), zircônio, berílio, cobalto, níquel (Ni), cádmio (Cd), antimônio, bário, chumbo (Pb), manganês (Mn), zinco e titânio (BOGDANOVIC et al., 1995; FURIMSKY, 2000; HUGGINS 2002). Dentre estes metais, As, Hg, Cr, Ni, Cd, Pb e Mn se destacam devido aos seus efeitos potencialmente tóxicos à saúde humana e ao meio ambiente (LACERDA, 1995; HUGGINS, 2002; YUDOVICH, KETRIS 2005a; YUDOVICH e KETRIS 2005b; GOODARZI, HUGGINS, SANEI, 2008; YAO, MENG, ZHANG, 2010).

O carvão brasileiro, e conseqüentemente o catarinense, é de baixa qualidade quando comparado ao carvão americano (MILIOLI, 1999; SILVA et al., 2009). Apresenta baixo valor calorífero e alto teor de cinza e pirita, e a sua utilização exige bastante cuidado referente a efeitos ambientais (ALEXANDRE, 1999). Estudo realizado com amostras do carvão de Santa Catarina utilizadas na usina termelétrica Jorge Lacerda encontrou uma grande variedade de compostos, dentre eles mais de 40 elementos traços (PEREIRA et al., 1996). Outro estudo também realizado com carvão catarinense, mais especificamente com 13 diferentes amostras de carvão, sendo 12 delas provenientes de diferentes minas do Estado e 1 coletada inclusive na usina Jorge Lacerda, também detectou a presença de elementos traços, porém com quantidades diferentes (SILVA et al., 2009). Essa variabilidade pode ser explicada em parte pelos baixos níveis encontrados de determinados elementos traços e o limite de quantificação da técnica utilizada não ser o adequado, ocasionando conseqüentemente restrição analítica. Outra possibilidade é considerar que existem realmente concentrações

diferentes dos elementos traços em amostras aparentemente de um mesmo local, no entanto, proveniente de diferentes minas (DAVIDSON, CLARKE, 1996). A despeito da qualidade do carvão brasileiro, Silva e colaboradores (2009) constataram que as concentrações da maioria dos elementos traços analisados no carvão catarinense, aqueles considerados potenciais riscos ambientais, eram muito semelhantes às concentrações encontradas no carvão dos Estados Unidos e da China. Por outro lado, estes mesmos autores verificaram que para determinados elementos analisados, como o Mn, por exemplo, a média encontrada no carvão catarinense foi de 118,7 ppm, superior aos teores de 77,0 e 43,0 ppm, encontrados para esse mesmo metal no carvão da China e dos Estados Unidos, respectivamente (FINKELMAN, 1993; ZHAO et al., 2002; HU et al., 2006; SILVA et al., 2009)

1.3 Metais e os Principais Agravos à Saúde

Dentre os vários constituintes do carvão, alguns metais como o As, Hg, Cr, Ni, Cd, Pb e Mn tem elevada importância toxicológica. Além disso, alguns elementos mesmo enquanto micronutrientes, dependendo da concentração, também podem levar a intoxicação e provocar inúmeros agravos à saúde. O quadro abaixo ilustra alguns destes efeitos tóxicos.

Metal	Exposição Aguda		Exposição Crônica		Fonte
	Sistema	Efeito	Sistema	Efeito	
As	Gastro-intestinal	Desconforto abdominal;	Pele; Cardiovascular; Respiratório; Hepático e urinário;	Dermatite, hiperpigmentação, câncer; Alterações no ECG e circulação periférica; Faringites, laringites, irritação pulmonar, câncer; Câncer.	Agência de Registros de Doenças e Substâncias Tóxicas (ATSDR), 2007.
Hg	Renal; Respiratório, pele e olhos; Gastro-intestinal; Cardio-vascular;	Comprometimento da função renal; Irritação; Náusea, vômito, diarreia; Hipertensão e aumento da frequência cardíaca (FC).	Renal; Respiratório; SNC;	Nefropatia- glomerulonefrite; Irritação e danos a mucosa; Irritabilidade, dificuldades na memória, e incoordenação muscular.	ATSDR, 1999; BIGAZZI, 1999.
Cr	Respiratório;	Irritação;	Respiratório;	Irritação, asma, perfuração de septo nasal e diminuição da função pulmonar; Câncer de pulmão;	ATSDR, 2008.

Metal	Exposição Aguda		Exposição Crônica		Fonte
	Sistema	Efeito	Sistema	Efeito	
Cr			Gastrointestinais;	Irritação e úlceras.	
Ni	Sinais sistêmicos Pele; Sistema Nervoso Central (SNC);	Cefaléia frontal, vertigens, náuseas, vômitos; Dermatites; Insônia e irritabilidade;	Respiratório; Pele;	Câncer de pulmão e nariz, bronquites, asma e redução da função pulmonar; Hipersensibilidade dérmica e degradação parenquimal.	ATSDR, 2005.
Cd	Respiratório;	Destruição de células epiteliais, edema, traqueobronquite e pneumonia.	Respiratório; Renal; Hematopoiético;	Comprometimento da função pulmonar; Câncer e proteinúria; Anemia.	ATSDR, 2008.
Pb	Gastro-intestinais;	Cólica;	Renal; Cardiovascular; SNC; Hematopoiéticos;	Diminuição da filtração glomerular e fibrose intersticial, insuficiência renal; Hipertensão; Encefalopatia, déficits neurocomportamentais; Anemia.	ATSDR, 2007.

Metal	Exposição Aguda		Exposição Crônica		Fonte
	Sistema	Efeito	Sistema	Efeito	
Mn	Pouco significativos		Respiratório; SNC;	Tosse e bronquite Manganismo, deterioração das funções neurológicas, desordens extrapiramidais, Parkinsonismo.	Goetz, 2003; ATSDR, 2008; Hu, Kim, Samii, 2010;

Quadro 1: Efeito agudo e crônico na exposição a metais.

Fonte: elaboração do autor, 2011.

Dentre os metais citados, o Mn é um elemento traço considerado essencial nos processos fisiológicos de mamíferos, embora, dependendo da concentração, possam causar toxicidade. Desta forma, o mesmo foi o elemento de escolha para a realização do presente estudo.

1.4 Manganês - Mn

Elemento encontrado naturalmente em diversos tipos de rochas e solos, geralmente na forma de ligas com oxigênio, cloro e enxofre. Desta forma, os compostos são sólidos, no entanto, partículas deste material podem estar presentes no ar ou dissolvidas na água. As concentrações de Mn encontradas naturalmente no ar são relativamente baixas, média de 0,5 a 14 ng/m³ em localidades distantes, conforme o Conselho Nacional de Pesquisas do Canadá. Na água, o seu deslocamento é favorecido por alterações de pH, ou seja, em meio ácido, circula na forma livre podendo atingir águas subterrâneas e em níveis médios de pH, pode precipitar acarretando aumento de sua concentração no sedimento (WHO, 1981; ATSDR, 2008). As concentrações de Mn em águas superficiais naturais geralmente é em torno de 0,2 mg/mL ou menos, raramente atingem 1,0 mg/mL. Ressalta-se que em mananciais de abastecimento público, sua presença excessiva não é desejável devido alteração do sabor, da cor, que pode ocasionar coloração nas instalações sanitárias e manchas nas roupas lavadas, e ainda acúmulo de depósito nos locais de distribuição, entre outros inconvenientes (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, 2004).

As concentrações atmosféricas tendem a aumentar em regiões onde existem fontes de exposição, como indústrias de fundição, fábricas de baterias secas, tintas, vernizes, corantes e praguicidas, sendo mais intensificado nos processos de mineração e queima de combustível fóssil para obtenção de energia elétrica (WHO, 1999). O vento é um importante veículo que distribui o metal em diversos ecossistemas (WHO, 1981). Na água, o Mn pode ser lançado através da erosão de rochas e solos, atividades de mineração, resíduos industriais ou pela lixiviação a partir de materiais descartados em aterros ou no solo (ATSDR, 2008).

A absorção de Mn através da pele intacta é bastante limitada. Por outro lado, as vias inalatória e oral merecem destaque. O sistema respiratório é uma importante via de introdução do Mn no organismo e a extensão da absorção está intimamente relacionada com o tamanho das partículas (BARCELOUX, 1999; WHO, 1999). Até o presente

momento, são descritas três possibilidades para explicar como o Mn proveniente do ar inspirado poderia ter acesso ao organismo (ROTH, 2006). Neste contexto, tem sido descrito que este elemento quando presente em partículas maiores depositadas na mucosa nasal pode ser transportado diretamente para o cérebro (ATSDR, 2008). Assim, a primeira das possibilidades seria uma passagem direta para o SNC através de captação pelas terminações nervosas pré-sinápticas dos nervos craniâneos olfatório ou trigêmeo localizados na mucosa nasal e o seu subsequente transporte retrógrado axonal. Resultados consistentes com a captação nasal de Mn pelos nervos cranianos e transporte para o cérebro ao longo das vias neuronais foram obtidos em vários estudos em animais (NORMANDIN et al., 2004; LEWIS et al., 2005; ELDER et al., 2006). No entanto, a importância relativa da via nasal de absorção de Mn e sua disponibilidade no cérebro de seres humanos pode ser menos importante do que em roedores (DORMAN, STRUVE, WONG, 2002; ASCHNER, ERIKSON, DORMAN, 2005).

A segunda possibilidade proposta é o transporte do Mn em todo o revestimento epitelial pulmonar e sua subsequente deposição em vasos sanguíneos e linfáticos (ROTH, 2006). A poeira respirável contendo Mn em partículas, principalmente aquelas com diâmetro inferior a 1 µm, pode atingir a parte inferior das vias aéreas e serem parcialmente absorvidas. Desta forma, são rapidamente distribuídas pela corrente sanguínea, ligadas ou não a proteínas plasmáticas, possibilitando que o Mn alcance o cérebro sem sofrer o metabolismo de primeira passagem, além da possibilidade de fazer uso de sua característica de oligoelemento, e atravessar mais facilmente a barreira hematoencefálica.

A terceira e última possibilidade proposta seria a depuração pelo aparato mucociliar, localizado em todo o trato respiratório, e a subsequente deglutição do Mn alcançando então o trato gastrointestinal (ROTH, 2006). Assim, na região alveolar, por exemplo, os macrófagos podem remover para o epitélio ciliado de bronquíolos, parte do material depositado que não foi absorvido, que atinge a faringe através do movimento mucociliar. Alternativamente, partículas maiores depositadas no trato respiratório superior, a exemplo de parte destas partículas menores citada acima, também podem ser movidas por transporte mucociliar para a faringe, sendo deglutidas e atingindo a mucosa gastrintestinal, onde então serão absorvidas (ATSDR, 2008). Convém mencionar que a absorção de Mn depositado no pulmão parece ser maior para as formas solúveis quando comparadas com outras formas relativamente insolúveis desse metal (ASCHNER, ERIKSON, DORMAN, 2005).

O Mn é um elemento essencial, sendo obtido através da dieta (WHO, 1999). A quantidade de Mn absorvido através do trato gastrointestinal em humanos é variável, atingindo normalmente cerca de 3 a 5% (DAVIDSSON et al., 1989; ANDERSEN, GEARHART, CLEWELL, 1999). A absorção gastrointestinal de formas solúveis de Mn é mais rápida, sendo sua biodisponibilidade oral calculada em 13,9% (ZHENG, KIM, ZHAO, 2000). A presença de ferro e cálcio na dieta interfere na absorção do Mn, que parece utilizar os mesmos sistemas de transporte no intestino, difusão passiva e transporte ativo de alta afinidade (ASCHNER, ERIKSON, DORMAN, 2005; HERMANDEZ, 2009). A idade parece ter influência sobre a absorção do Mn. Os recém-nascidos, especialmente crianças prematuras, apresentam maior concentração de Mn do que adultos. Tem sido sugerido que a diferença na retenção de Mn possa ser devido a diferenças na capacidade de excreção e/ou nos níveis de ingestão de ferro e Mn (ATDSR, 2008).

Uma vez absorvido pelo trato gastrointestinal, o Mn se liga a proteínas plasmáticas, entre essas a albumina, e atinge a circulação portal, com possibilidade de uma parte ser excretada na bile e a outra sofrer reabsorção pela circulação entero-hepática. Ao permanecer na corrente sanguínea pode sofrer processos oxidativos mediados pela ceruloplasmina, passando de Mn^{+2} para Mn^{+3} . O Mn pode ainda entrar na circulação sistêmica conjugado com a transferrina plasmática, cujo complexo após penetração no neurônio, sofre dissociação e o Mn é transportado para a parte terminal dos axônios (ASCHNER, ASCHNER, 1991; ASCHNER, ERIKSON, DORMAN, 2005; ASCHNER et al., 2007; HERMANDEZ, 2009). Os níveis normais de Mn variam entre 4 e 15 $\mu\text{g/L}$ no sangue e 0,4 a 0,85 $\mu\text{g/L}$ no soro. A sua meia-vida plasmática é muito rápida, varia de 0,5 a 5 minutos e a biológica é de 37 dias, sendo ossos e cérebro os locais de eliminação mais lenta. Na urina, os valores normais variam entre 1 e 8 $\mu\text{g/L}$ (ATDSR, 2008). O Mn tende a se acumular nas mitocôndrias e encontra-se bem distribuído nos tecidos de mamíferos, no entanto, seu acúmulo é maior no fígado, pâncreas, rins e cérebro (DORMAN et al. 2006; ATSDR, 2008).

Apesar da ingestão diária de Mn variar substancialmente, a sua homeostase no organismo é mantida através da regulação da absorção gastrointestinal e da excreção hepatobiliar (ANDERSEN et al., 1999; ASCHNER e ASCHNER 2005; ASCHNER, ERIKSON, DORMAN, 2005; ROTH, 2006). A importância crucial do fígado tem sido

demonstrada na desintoxicação após intenso contato com Mn por via oral (CERSOSIMO e KOLLER, 2006). Apesar de menores, as contribuições da eliminação pancreática, urinária e da lactação também são significativas (DORMAN, STRUVE, MARSHALL, 2006; ATSDR, 2008).

Os sinais e sintomas de intoxicação por Mn dependem primeiramente do estado de oxidação e solubilidade do metal, que vai influenciar desde a absorção, distribuição, metabolismo e também a eliminação de Mn (ASCHNER, ERIKSON, DORMAN, 2005). Neste contexto, igualmente a via de introdução do Mn no organismo, a dose ou concentração, bem como a duração da sua exposição, determinam os danos a saúde. Além disso, devem-se considerar também características familiares, estilo de vida, estado de saúde, idade, sexo e dieta. Neste sentido, sabe-se que mulheres com baixos níveis de ferro no organismo, assim como crianças e idosos, absorvem quantidades maiores de Mn da dieta, quando comparados a adultos saudáveis (TAVARES, CARVALHO, 1992; ATSDR, 2008).

A maior parte dos problemas relacionados à exposição ambiental e crônica, não resulta da ação única do metal isolado, deve-se levar em consideração um conjunto de elementos, que podem reagir como ligantes difusores, macromoléculas do ambiente, proporcionando muitas vezes sua persistência no ambiente e bioacumulação nos seres vivos, podendo desencadear inúmeros distúrbios metabólicos (TAVARES, CARVALHO, 1992).

O acúmulo excessivo de Mn pode resultar em efeitos neurológicos, respiratórios e reprodutivos, observados em animais de laboratório e em humanos (ASCHNER, ERIKSON, DORMAN, 2005).

Nos casos de exposição por inalação, sua toxicidade será percebida lentamente ao longo de meses e anos, resultado em desordem neurológica conhecida como manganismo, que é caracterizado por tremores, dificuldade para caminhar e espasmos musculares faciais. Tais sintomas são precedidos geralmente por sensação de fraqueza e letargia, conforme a doença progride, uma série de outros sinais neurológicos podem se manifestar, como agressividade, irritabilidade e alucinações (BARBEAU, 1984; CALNE et al. 1994; CHU et al. 1995; ATSDR, 2008). Embora nem todos os indivíduos desenvolvam sinais idênticos, o mais comum é um passo lento e desajeitado, distúrbios da fala, um rosto do tipo “máscara”, devido rigidez da musculatura, e tremores. Os sintomas neurológicos podem melhorar quando a exposição cessa, no entanto, na maioria dos casos, os sintomas persistem por muitos anos após a exposição. Conforme a síndrome progride, os pacientes

desenvolvem a tensão muscular intensa e rigidez, podendo se tornar completamente e permanentemente deficientes. O manganismo se diferencia da doença de Parkinson, pelos tremores menos frequentes em repouso, e as distonias são mais comuns, além dos distúrbios psiquiátricos, que aparecerem já no início da doença (TAKEDA, 2003; ATSDR, 2008). Além disso, caracterizam-se por propensão a cair para trás quando empurrado e incapacidade para responder a tratamentos com levodopa (CALNE et al. 1994). A marcha atípica dos portadores da síndrome assemelha-se à figura de um galo (tronco estendido, braços fletidos e apoio do corpo sobre os dedos dos pés) (ROELS et al., 1997). No entanto, existem poucas evidências de que a exposição oral ao Mn provoque efeitos neurológicos semelhantes aos relatados pela inalação, considerando que o fígado regula os níveis de Mn, diminuindo a absorção gastrointestinal e aumentando sua excreção biliar, nas ocasiões em que os níveis de Mn estiverem elevados na dieta (Review of Manganese, 1999; DORMAN, STRUVE, 2001). Em *pos mortem*, foram detectados níveis de Mn sete vezes superiores ao normal em indivíduos acometidos de coma hepático em consequência de doença hepática crônica (Review of Manganese, 1999; JANKOVIC, 2005). Em complementação, estudo sobre fontes ambientais de exposição ao Mn indicou que tanto homens quanto mulheres foram prejudicados pela exposição não ocupacional a este elemento, evidenciado através do desempenho em testes neurocomportamentais (ATSDR, 2008).

Com a exposição aguda ou intermediária ao Mn, principalmente ao dióxido (MnO_2) e tetróxido (Mn_3O_4) de Mn, se torna mais evidente as respostas inflamatórias no pulmão, que ao longo do tempo, assim como em exposições crônicas, resultam em lesões leves a moderadas do tecido pulmonar, com consequente diminuição da sua função. A principal característica da toxicidade pulmonar é manifestada com um aumento da suscetibilidade a infecções como bronquites, podendo resultar em pneumonia mangânica (LLOYD DAVIES, 1946; ROELS et al., 1987; ABDEL-HAMID, EL-DESOKY, MAGDI, 1990; AKBAR-KHANZADEH, 1993; BOOJAR, GOODARZI, 2002). É importante salientar que as situações de pneumonia observadas em exposições a outros metais podem estar relacionados à característica do MP e não apenas ao teor de metais nas partículas inaladas (EPA, 1985).

O risco de lesão pulmonar em pessoas expostas a concentrações de Mn normalmente encontradas no ambiente em geral é bastante baixo. Por outro lado, o risco aumenta com a proximidade das casas e escolas, das fontes de Mn, como nas atividades de mineração, produção de energia a partir de combustíveis fósseis e na emissão veicular do Mn

tricarbonil metilciclopentadienil, utilizado como aditivo de gasolina (ATSDR, 2008).

Com relação à intoxicação e seus efeitos na reprodução humana, a impotência e perda da libido são sintomas comuns em trabalhadores do sexo masculino afetados com sinais clinicamente identificáveis de manganismo (MENA et al., 1967) e também nos casos sem sinais da presença da síndrome (JIANG et al. 1996b apud ATSDR, 2008). Contudo, a toxicidade do Mn não parece ter efeito direto sobre a fertilidade nas mulheres (LOWN et al., 1984).

Nos casos de intoxicação ou suspeita de intoxicação, ou ainda nas avaliações de risco, a identificação e validação de biomarcadores de exposição são fundamentais. Normalmente é possível dosar níveis de Mn no sangue (APOSTOLI, LUCCHINI, ALESSIO, 2000) e urina (ELLINGSEN, HETLAND, THOMASSEN, 2003). Amostras alternativas são utilizadas como cabelo (BOUCHARD et al., 2007) e esmalte do dente (ERICSON et al., 2007). A amostra cabelo muitas vezes recebe crítica em função da possibilidade de sua concentração ser influenciada pela pigmentação do cabelo e, ainda da probabilidade dos valores obtidos se referirem à exposição externa. Outras formas de evidenciar a relação entre dose e resposta foram propostas para determinar as relações de causa e efeito (HILL, 1965). Existem críticas também quanto ao uso de indicadores biológicos de exposição na área ambiental e como alternativa, os indicadores biológicos de efeito são apontados como solução (LUCAS, 2010). Contudo, ainda não há um consenso de tais indicadores para exposição ao Mn. Alguns autores apontam para a determinação dos níveis séricos de prolactina, uma vez que registraram o seu aumento nas exposições ambientais ao Mn (ASCHNER, 2006; KIM et al., 2007). Outros sinalizam a determinação de glutatona, considerando que evidenciaram diminuição dos seus níveis devido à produção excessiva de espécies reativas de oxigênio, resultantes da paralisação da respiração mitocondrial induzida pelo Mn (CHEN, LIAO, 2002; ERIKSON et al., 2004, MARREILHA DOS SANTOS et al., 2010).

1.5 Município do Estudo – Capivari de Baixo

Apesar de proporcionar através da geração de empregos o desenvolvimento socioeconômico da região sul de Santa Catarina, composta por 34 municípios, onde se encontra a Bacia Carbonífera, a exploração do carvão compromete a qualidade de vida da região

(CASSEMIRO, ROSA, CASTRO NETO, 2004).

Um exemplo disso é o município de Capivari de Baixo, que apesar de ter sido emancipado apenas em 1992, iniciou as suas atividades com o carvão em 1945, se tornando a principal fonte de renda ainda quando pertencia a cidade de Tubarão, com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (Assessoria de Imprensa de Capivari de Baixo, 2011).

Atualmente, sua população é de 21.689 habitantes. Possui uma área de 53,165 km², localizada a uma latitude de 28°26'41" sul e a uma longitude de 48°57'28" oeste (IBGE, 2010; Assessoria de Imprensa de Capivari de Baixo, 2011).

Em Capivari de Baixo, está situada a maior usina termoeletrica movida a carvão da América Latina, com potência de 857.000 Kw, divididos em: Bloco A, com 232.000kw, formada pelas unidade I, II, III e IV; Bloco B, com 267.000kw, formada pelas unidades V e VI; e o Bloco C, com 363.000kw, formada pela unidade VIII (FILHO, MORAES, 2004).

A construção do complexo termoeletrico de Capivari de Baixo começou em 1960, após sugestão feita pelo presidente em 1956 para o Congresso Nacional, com relação à necessidade de se aproveitar o carvão de Santa Catarina, autorizando a União a construir a Sociedade Termoeletrica de Capivari, com potência inicial de 100.000 kw. Em seguida, mais quatro unidades geradoras de 382.000 kw foram construídos entre 1970 e 1980. A sétima unidade desse complexo foi projetada em 1980, contudo, sua construção teve de ser adiada pela falta de recursos e pela desaceleração da economia nacional nos anos de 1981 a 1983, sendo inaugurada apenas em 1997 (FILHO, MORAES, 2004).

Com a contínua exploração de carvão, todo um ecossistema já tinha sido alterado, devido às etapas envolvidas em sua extração (BORTOT, ALEXANDRE, 1995). Logo, a degradação ambiental se tornou uma característica dessa região (MILIOLI et al., 2002).

É consenso que qualquer atividade de degradação dos recursos naturais pode se tornar crítica com o aumento da intensidade da atividade (VAZ, 2003). Desta forma, todos os impactos que a produção do carvão mineral vem provocando sobre a água, ar, solo e subsolo, atuam negativamente na qualidade do meio ambiente da região Sul de Santa Catarina (GRIFFITH, 1980; BORTOT, ALEXANDRE, 1995; SOUZA, 2001).

O processo é agravado considerando que apenas 35% do carvão explorado no Estado é aproveitado, o restante forma os rejeitos, que durante anos foram depositados inadequadamente, provocando um

desequilíbrio ambiental (BINOTTO, 1997; ALEXANDRE, 1995). Neste contexto, outro fator a ser considerado é a alta concentração de cinzas produzidas durante a queima desse carvão, em torno de 53% (SOARES et al., 2006). Por outro lado, alternativas tem sido utilizadas visando o emprego das cinzas, como por exemplo, na fabricação de concreto e na indústria de cerâmica (BUNSE, 1984; MENEZES, NEVES, FERREIRA, 2002). No entanto, ainda há o armazenamento a céu aberto em grandes áreas e o manuseio deste material, bem como a movimentação em função dos ventos, que podem contribuir para o impacto ambiental.

Por essas razões, a região se tornou publicamente reconhecida como a 14ª área crítica nacional para efeito de controle da poluição e qualidade ambiental, de acordo com o processo n. 85.206/80, de 25 de setembro de 1980 (VAZ, 2003; CASSEMIRO, ROSA, CASTRO NETO, 2004). Todavia, no ano de 2000, como resultado de uma ação civil pública proposta pelo Ministério Público Federal em 1993, foi proferida a sentença que condenou os réus a apresentarem projetos de recuperação ambiental da região que compõe a Bacia Carbonífera do Sul do Estado. Após vários recursos e negociações, em setembro de 2006 foi estabelecido, em consenso, um conjunto de indicadores ambientais para mensurar a qualidade da recuperação ambiental determinada pela sentença. Segundo o plano apresentado pelo grupo e homologado pelo juiz, são monitorados indicadores ambientais que contemplam recursos hídricos superficiais e subterrâneos, cobertura do solo e meio biótico (SCHEIBE, 2002; GTA, 2010).

1.5.1 Aspectos Relacionados à Água

Com a substituição da agropecuária pela extração de carvão, houve um comprometimento dos recursos hídricos da região, onde 2/3 de sua extensão estão comprometidas (ALEXANDRE, 1999). A bacia do rio Tubarão é um exemplo, onde o problema não se estende apenas ao abastecimento das cidades de Tubarão e Capivari de Baixo, mas também a um dos maiores criadouros de camarão do país (formado pelas lagoas de Santo Antônio, Imaurí e Mirim), uma vez que suas águas contaminadas formam este ecossistema lagunar (MILIOLI et al., 2002).

Não se pode descartar também a contribuição da agricultura e de indústrias nos impactos sobre os recursos hídricos da região. Contudo, são conhecidas as consequências do uso do carvão sobre alterações de

pH, aumento dos teores de sulfatos de ferro, entre outros elementos tóxicos, na contaminação da água (ALEXANDRE, KREBS, 1995; VAZ, 2003). Esse processo de acidificação da água ocorre, uma vez que os rejeitos piritosos se oxidam facilmente em soluções de ácidos sulfúricos quando expostos ao ar e a água (NUNES, MULLER, SANTOS 1990; SCHEIBE, 2002). Estudo realizado em Capivari de Baixo avaliando a concentração de Mn em água constatou níveis acima dos padrões estabelecidos em amostras coletadas no ponto de captação da distribuidora para o município e em amostras provenientes de mananciais, tais como poços escavados, poço piezométrico e nascente. Concentrações altas deste elemento foram ainda confirmadas no Rio Pirita e no córrego de drenagem da área recuperada (situado na Estiva dos Pregos), conhecidos corpos de água poluídos da região (DOS SANTOS et al., 2009).

1.5.2 Aspectos Relacionados ao Solo

Além dos danos a água, os rejeitos piritosos e estéreis quando estocados a céu aberto após seu beneficiamento, também acidificam e poluem o solo, provocando a inversão de suas camadas. Neste contexto, uma área de mais de 5000 hectares degradada foi detectada na região (NUNES, MULLER, SANTOS, 1990; ALEXANDRE, 1999; SCHEIBE, 2002; VAZ, 2003).

Para evitar esse processo chamado de paisagem lunar é realizada avaliação e monitorização das condições químicas do solo, possibilitando a determinação da fertilidade (MIAO, MARRS, 2000), que inclui verificar a presença de metais (SCIVITARO, PILLON, 2006). A recuperação é realizada através da recomposição topográfica e paisagística, criando condições para o desenvolvimento da vegetação (PINTO, 1997), através da calagem, fertilização e plantio de espécies forrageiras e arbóreas (MOREIRA, 2004).

Por outro lado, solos e subsolos aparentemente livres dessa contaminação, podem se contaminar durante inundações com águas de drenagem ácidas (ALEXANDRE, KREBS, 1995) ou ainda, regiões sem atividade mineira, que durante a construção de estradas receberam como material de base os rejeitos provenientes do beneficiamento do carvão (ALEXANDRE, 1999; VAZ, 2003).

Desta forma, de todos os impactos ambientais provocados pela mineração, as alterações no solo podem ocorrer em qualquer um dos estágios dessa atividade, desde a exploração, desenvolvimento, extração,

concentração do minério, processamento e refinamento, até a desativação após o fechamento da mina (McALLISTER, MILIOLI, 2000). A drenagem das águas provenientes das minas de carvão e o processo de lixiviação do solo são alguns dos responsáveis pelo transporte de metais para os rios, e conseqüente depósito no sedimento. As alterações no pH e no potencial redox, podem retornar os metais à água tornando-se uma importante fonte de poluição. Em Capivari de Baixo, os níveis médios de Mn no sedimento do Rio Pirita foram significativamente maiores em relação ao sedimento do ponto de captação da distribuidora de água em Florianópolis, junto à lagoa do Peri (DOS SANTOS et al., 2011).

Ainda, devido a presença de metais pesados no ambiente, o pH se torna mais baixo, influenciando na disponibilidade de nutrientes (WONG, 2003; PASCHKE, VALDECANTO, REDENTE, 2005) e ocasionando que plantas expostas sofram um tipo de estresse químico, fazendo com que estas desenvolvam adaptações fisiológicas, anatômicas e morfológicas (SOARES et al., 2005). Como consequência das ações anteriores, há ainda a possibilidade de produção de metabólitos secundários em resposta a esta exposição, proporcionando assim sua adaptação ao ambiente (ZOCHE 2002).

1.5.3 Aspectos Relacionados ao Ar

Qualquer atividade humana que introduza direta ou indiretamente qualquer tipo de substância na atmosfera, capaz de influenciar a qualidade do ar, é considerada como uma fonte poluente (FARMER, 1997). As indústrias de cerâmicas da região sul de Santa Catarina são exemplos destas fontes, e esta parte do Estado abriga um número bem significativo dessas instalações. Desta forma, a região é foco de vários estudos, principalmente por ter indústrias que queimam combustíveis fósseis para a geração de energia, considerada uma das fontes industriais que mais altera a qualidade do ar do local (MARTINS, 2008).

De modo semelhante, a prática de mineração a céu aberto ou em minas provoca impactos ao solo e a água. Contudo, se o beneficiamento, estocagem e o transporte do carvão não forem realizados adequadamente, o ar também pode ser afetado (ALEXANDRE, 1999). Durante a mineração, vários poluentes atmosféricos são produzidos, como por exemplo: óxido de carbono, óxido de nitrogênio, óxido de enxofre, hidrocarbonetos e os particulados (ALMEIDA, 1999).

A combinação de dióxido de enxofre, liberado na atmosfera

durante a combustão do carvão, com a umidade presente no ar, acabam por provocar reações químicas com liberação de outras substâncias. As chuvas ácidas são consequências deste processo e geram prejuízos ao ambiente (VAZ, 2003). Entre esses danos ressalta-se deterioração de ambientes naturais, monumentos e construções (SANUSI, WORTHAM, MIRABEL, 1996).

A chuva ácida é composta basicamente por ácido nítrico e sulfúrico através de reações de precipitações ácidas, podendo atingir locais onde não há emissão de poluentes, uma vez que as partículas podem ser facilmente carregadas pelo vento. A altitude em relação ao nível do mar, também pode influenciar a ocorrência de chuva ácida (MIGLIAVACCA et al., 2005). A avaliação da chuva ácida é considerada um importante parâmetro no estudo da poluição atmosférica (MARTINS, 2008), uma vez que a chuva é uma das formas mais eficientes de remover elementos químicos, gases e MP do meio ambiente (SANUSI, WORTHAM, MIRABEL, 1996).

O MP, composto ainda de cinzas e outros gases tóxicos, muitas vezes vindos da combustão espontânea da pirita, que tem odor característico, como gases sulfurosos, compostos de ferro e ácido sulfúrico, por serem corrosivos e tóxicos, poluem o ar e pode provocar danos a saúde (VAZ, 2003).

Estudo realizado com amostras de ar coletadas no município de Capivari de Baixo, onde ocorre queima de carvão e estocagem a céu aberto, constatou que as concentrações de MP de diâmetro inferior a 10 μ m não excederam os níveis regulamentados pela legislação estadual e nacional. Partículas com este tamanho conseguem atingir o trato respiratório inferior e através dos alvéolos pulmonares são absorvidas, atingindo a circulação sistêmica. A chuva foi o fator meteorológico que apresentou boa relação com a concentração dessas partículas. O arraste ocasionado pelas gotas da chuva remove parte considerável das partículas em suspensão e as deposita no solo e demais superfícies. Por outro lado, resultados ainda deste estudo revelaram que o Mn foi o metal encontrado em maior concentração quando comparado a outros seis metais de importância toxicológica. No entanto, nenhum nível de risco mínimo estabelecido pela Agência de Registros de Doenças e Substâncias Tóxicas (ATSDR) foi ultrapassado quanto à concentração dos metais em suspensão avaliados (HOINASKI, 2010).

1.5.4 Aspectos Relacionados à Saúde da População

No que se refere à questão ambiental, a estocagem a céu aberto de carvão ou de rejeitos obtidos do seu beneficiamento, por exemplo, pode desencadear problemas de respiração que não ficam restritos apenas a população humana, mas se estendem aos animais e plantas. Além do impacto local, regiões muitas vezes distantes podem ser atingidas, considerando que o MP liberado é facilmente carregado pelo vento (CORRÊA, 2004). Neste contexto, é importante considerar também outros poluentes originários da queima e estocagem a céu aberto do carvão, como os metais pesados já citados anteriormente e gases (ATSDR, 2007; ATSDR, 2008).

Conforme algumas pesquisas, a poluição do ar tem afetado a saúde da população da região. Neste sentido, foi sugerido que a poluição do carvão é responsável por 70% das internações hospitalares e por 2% dos óbitos da região (MILIOLI et al., 2002). Além disso, uma correlação positiva foi encontrada entre a variação de concentração de poluentes, a admissão em prontos socorros e o aumento de óbitos (HARTMAN, 2005).

Além das distúrbios respiratórias, ressalta-se que o carvão também é responsável por efeitos carcinogênicos, genotóxicos e mutagênicos, através de um dos seus subprodutos, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) (AGOSTINI, OTTO, WAJNTAL, 1996).

Ainda em relação à saúde da população, na região sul de Santa Catarina foi registrado casos esparsos de anencefalia. A incidência encontrada foi de 1 caso para 200 nascimentos, enquanto que a literatura médica cita a média tolerável de 1 caso para 2.000 nascimentos (ABES, 1985, apud MILIOLI et al., 2002). Como consequência, o coeficiente de mortalidade infantil passa a ser o dobro de outras regiões do Estado (CASSEMIRO, ROSA, CASTRO NETO, 2004).

Estudo ecológico realizado na região, que incluiu a cidade de Capivari de Baixo, avaliou os indicadores de morbi-mortalidade com base em dados obtidos do DATASUS, de acordo com os possíveis efeitos causados pela exposição a metais proveniente do carvão, segundo a décima revisão da Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10). Foram avaliados os dados de internações, por local de residência, no período de 1998 a 2007 e de óbitos de 1996 a 2005, selecionando as categorias possivelmente relacionadas com exposição aos metais: As, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg e Ni. As morbidades que apresentaram índices maiores em Capivari quando comparado com Florianópolis, município não exposto, foram: asma;

bronquite, enfisema e doenças pulmonares crônicas; diabetes mellitus; doenças renais túbulo-intersticiais; hipertensão essencial e insuficiência cardíaca. As causas de mortalidade não apresentaram diferenças significativas entre os dois municípios citados (OLIVEIRA, DOS SANTOS, CARDOZO, 2009).

1.6 Percepção de Saúde

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define a saúde como sendo o estado de completo bem-estar físico, mental e social, e recomenda a auto-avaliação como um dos indicadores para avaliar a saúde das populações (BRUIN et al, 1996). Com esta finalidade, o instrumento auto-relato tem se mostrado um método confiável e amplamente utilizado em pesquisas, devido às semelhanças aos resultados de medidas objetivas das condições de saúde, refletindo uma real percepção integrada do indivíduo, através de dimensões biológicas, psicossociais e sociais (IDLER, BENYAMINI, 1997; JYLHÄ et al, 1998; ALMEIDA, 1998; BAILIS, SEGALL, CHIPPERFIELD, 2003). Assim, a percepção de saúde baseia-se na saúde física, cognitiva e emocional, englobando diversos aspectos da vida do indivíduo suficientes para reunir informações da sua condição de saúde (PORTRAIT, LINDEBOOM, DEEG, 2001; OFSTEDAL et al, 2002; GUCCIONE, 2002). Embora seja medida por uma única pergunta, tem a capacidade de cobrir várias dimensões da saúde, permitindo que ao respondê-la, os indivíduos desenvolvem implicitamente um processo de ponderação destas dimensões (IDLER, BENYAMINI, 1997; STEWART-BROWN e LAYTE, 1997). Desta forma, esse indicador tem sido considerado um forte preditor de morbidade e da mortalidade (SUNDQUIST e JOHANSON, 1997; MOLARIUS E JANSON, 2002).

1.7 Avaliação Física

Além da utilização do instrumento de auto-relato para avaliar a percepção de saúde de uma determinada população, a abordagem compreendendo a avaliação física é uma ferramenta fundamental no acompanhamento de variáveis como porcentagem de gordura e risco para doenças cardiovasculares. O índice de massa corporal (IMC) e a relação cintura quadril (RC/Q), por exemplo, obtidos a partir de relações entre medidas antropométricas, são importantes na determinação da

obesidade generalizada e central, respectivamente, e permitem prever riscos relacionados a doenças cardiovasculares (HAN et al., 1995; SARNO, MONTEIRO, 2007).

Outra variável modificável, também relacionada com aumento no risco de doenças cardiovasculares, é a pressão arterial (PA), igualmente aferida durante avaliações físicas (BURT et al., 1995; HARGENS, 2011). Esta variável representa a força ou pressão que o sangue exerce sobre os vasos sanguíneos, concebida através da pressão arterial sistólica (PAS) (relacionada com a sístole ventricular) e, diastólica (PAD) (relacionada com diástole ventricular) (JMC, 1997).

Ainda alertam para possibilidades de doenças cardiovasculares, os valores de frequência cardíaca (FC) e duplo produto (DP), também passíveis de serem mensurados durante a avaliação física (PALATINI, 1999). A FC representa o número de vezes que o coração bate por minuto, considerado indicador da atividade cardíaca, relacionado com as demandas metabólicas do organismo (WILMORE, COSTILL 1999 apud POLITO, FARINATTI, 2003; Instituto do Desporto de Portugal I.P. 2009). Assim, como consequência também é um bom indicador para a saúde de uma população, uma vez que valores elevados se relacionam a um risco aumentado de mortalidade (GREENLAND et al., 1999). O DP possibilita avaliar o trabalho do miocárdio durante esforços físicos e até mesmo em repouso, correlacionado fortemente com o consumo de oxigênio pelo miocárdio. Seus valores são obtidos a partir do cálculo dos valores de FC cardíaca multiplicada pela PAS (HARGENS, 2011).

1.8 Exames Laboratoriais

Além da utilização do instrumento de auto-relato e a abordagem compreendendo a avaliação física, a complementação com parâmetros bioquímicos, hematológicos e urinários também são ferramentas amplamente utilizadas visando avaliar a percepção de saúde de uma determinada população. Os exames laboratoriais podem ser realizados, tanto para fins diagnósticos, quanto preventivos. Desta forma, a seguir são apresentados aqueles que foram abordados neste estudo, bem como sua importância clínica.

1.8.1 Função Renal

Avaliar a função renal com o auxílio de exames laboratoriais é

um procedimento muito importante, considerando que em muitos casos, a doença renal é assintomática, ou apresenta sintomas inespecíficos, como no caso da insuficiência renal crônica (HENRY, 2008). Além disso, esta conduta possibilita detectar o problema em qualquer parte do trato urinário (RAVEL, 1995).

A determinação de creatinina (Crea) é de grande importância para avaliar principalmente a taxa de filtração glomerular (TFG) (RIEHL et al., 2004). Esta afirmação fundamenta-se no fato de que a excreção de Crea acontece em uma velocidade relativamente constante, não sofrendo interferências do metabolismo protéico e de outros fatores externos (MOTTA, 2003). Por outro lado, depende da massa muscular do indivíduo, ponderando que a Crea é um produto residual da creatina, encontrada nos músculos (FALCÃO et al., 1999; SODRE et al., 2007). O contrário acontece com a uréia, que não é secretada ativamente, e 40 a 70% volta para o plasma através de difusão passiva, logo o fluxo urinário (SODRE et al., 2007), além de fatores sem relação com a função renal, podem alterar os valores de uréia no plasma. Entre estes fatores cita-se a taxa de produção hepática e a dieta (RIEHL et al., 2004), teor do catabolismo protéico e o estado de hidratação do paciente. Contudo, apesar de não ser um bom preditor da TFG, seu índice é importante na distinção entre as várias causas de insuficiência renal (MOTTA, 2003).

Outro exame útil na avaliação da função renal é o parcial de urina. A sua realização permite constatar características físicas e químicas da urina, incluindo verificação de presença de células, precipitação, formação de cálculos renais e a ocorrência de lesão glomerular, ou seja, através da sua realização podem-se detectar lesões em qualquer parte do trato urinário (RAVEL, 1995; MOTTA, 2003). Índícios do estado geral de saúde do indivíduo podem ser percebidos (MOTTA, 2003), a partir da constatação de alterações qualitativas ou quantitativas dos constituintes urinários e da excreção de substâncias anormais, resultante de doenças sistêmicas (RAVEL, 1995).

1.8.2 Função Cardiovascular

A determinação sanguínea do colesterol e suas frações são importantes para monitorar a saúde da população, principalmente dos portadores de doenças cardiovasculares (NICOLAU et al., 1998). Níveis elevados de lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) e/ou baixos níveis de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) estão relacionados com maior

probabilidade de desenvolvimento de doença coronariana (LESSA et al., 1997; MOTTA, 2003). Ainda, o aumento dos níveis de triglicérides (TG) também se relaciona com doenças cardiovasculares e hiperlipoproteínemias, além de doenças hepatobiliares e diabetes mellitus (MOTTA, 2003; GOLD ANALISA, 2009). Em função da dificuldade de se identificar sintomas nas dislipidemias, a determinação do perfil lipídico, se torna a ferramenta mais importante para o diagnóstico (BERTOLAM, FALUDI, 2002).

1.8.3 Função Hepática

O fígado apresenta perfis limitados de resposta às lesões, independente da causa. O primeiro indicativo de lesão hepática é o aumento da atividade sérica das enzimas (HENRY, 2008). Assim, as enzimas alanina-aminotransferase (ALT), aspartato-aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA) e gama-glutamil transferase (GGT) fazem parte do perfil de triagem bioquímica sérica (FERREIRA NETO et al., 1978; DUNCAN, 1982; MEYER et al., 1995; ANDRIOLO, 2008). Encontradas nos hepatócitos, as enzimas extravasam para o plasma, após danos nessas células, que ocorrem geralmente na membrana e provocam a morte celular, e por esse motivo são importantes no diagnóstico das lesões hepáticas. Estas enzimas podem ser citoplasmáticas e/ou mitocondriais (HENRY, 2008).

A ALT é uma enzima presente em altas concentrações apenas no citoplasma dos hepatócitos e se eleva rapidamente após lesões hepáticas. Assim, o seu aumento caracteriza lesão hepática. Por outro lado, pode estar aumentada em conjunto com a AST em miopatias severas. A AST, além de ter uma fração citoplasmática, apresenta uma fração mitocondrial, desta forma, pode ter seu valor aumentado em lesões hepáticas mais graves (ANDRIOLO, 2008) e agudas, como na presença do vírus da hepatite, citomegalovírus, Epstein-Barr, cirrose ativa, congestão hepática passiva ou hipóxia, disfunção hepática induzida por álcool ou por medicamentos e na esteatose hepática. Além disso, está presente também no músculo esquelético e cardíaco, rins, pâncreas e eritrócitos. Assim, a AST é liberada na corrente sanguínea quando qualquer um desses tecidos sofre lesão. Salienta-se que, além das características individuais, a relação entre as duas enzimas também tem valor diagnóstico (RAVEL, 1995). Na hepatite alcoólica, por exemplo, há maior lesão mitocondrial proporcionalmente do que nas outras hepatopatias, com elevação mais acentuada de AST (o dobro ou mais)

do que de ALT, no entanto, com ambas geralmente abaixo de 300U/L.

As enzimas caniculares FA e GGT, aumentadas durante processos obstrutivos, tem atividades menos intensas nos hepatócitos, quando comparadas com enzimas citoplasmáticas AST e ALT (HENRY, 2008). Entretanto, a FA está relacionada a hepatopatias como a obstrução intra e extra-hepática, lesão hepatocelular aguda e lesões de caráter invasivo (RAVEL, 1995). A abrangência da FA deve-se a sua localização, está presente predominantemente no fígado, na borda sinusoidal das células parenquimais e também nos ductos biliares (MOTTA, 2003).

A GGT está presente nos canalículos das células hepáticas e nas células epiteliais localizadas nos ductos biliares (MOTTA, 2003). O aumento dos níveis séricos de GGT pode ser observado em recém nascidos e em adultos obesos, sendo um indicador em processos de obstrução do trato biliar e lesões hepato-celulares, principalmente ligadas à etiologia alcoólica (RAVEL, 1995; MINCIS, MINCIS, 2007). Para estas situações, seus níveis aumentados se comparam com os da AST, e apresentam uma sensibilidade significativa na hepatopatia grave (RAVEL, 1995).

1.8.4 Glicemia

A importância da glicose no organismo se deve a sua utilização como substrato energético parcial ou total de vários tecidos. Os neurônios e as células com poucas ou sem mitocôndria, como os eritrócitos maduros, não são capazes de sintetizar a glicose e a utilizam como única fonte energética (CHAMPE, HARVEY, FERRIER, 2006).

O fígado é quem mantém a homeostasia da glicose sanguínea, converte reversivelmente a glicose em gliconeogênese, e libera a glicose para a corrente sanguínea no período de jejum (RAVEL, 1995).

O aumento dos níveis de glicose após as refeições tende a retornar aos valores de jejum após duas horas, uma vez que a glicose sanguínea advinda do alimento vai sendo captada pelos tecidos para posteriormente ser oxidada para a produção de energia. Nas situações em que os níveis de glicose não retornam aos valores normais, ocorre a desidratação dos tecidos devido ao efeito osmótico da glicose, prejudicando suas funções. O coma hiperosmótico é resultado da hiperglicemia grave e consequente desidratação do tecido encefálico. Por outro lado, a falta deste carboidrato também provoca danos a esse tecido, devido sua dependência de glicose como fonte de energia,

provocando tontura, sonolência, seguida de coma (SMITH, MARKS, LIBERMAN, 2007).

Considerando os argumentos acima citados, o controle da glicemia é um procedimento muito importante. A elevação crônica dos níveis de glicose está relacionada com diferentes danos, disfunções e falência de órgãos, como lesões renais e de retina, e também insuficiência cerebrovascular, vascular periférica e cardiovascular. Além disso, é capaz ainda de acelerar processos que levam a acidente vascular cerebral, infarto agudo do miocárdio, insuficiência arterial periférica e gangrena (HAFFNER et al., 1998; SMITH, MARKS, LIBERMAN, 2007).

A determinação da glicemia permite o diagnóstico do diabetes mellitus, que surge quando as células betas das ilhotas de Langerhans do pâncreas não produzem insulina suficiente, ou quando sua liberação é anormal. Com esta finalidade, são verificadas as alterações da glicemia de jejum ou após uma sobrecarga de glicose por via oral (RAVEL, 1995; GROSS, 2002). A realização desse exame merece destaque, porque cerca de 50% dos portadores de diabetes não percebem o problema a tempo para adotar um tratamento e, assim evitar o aparecimento de diabetes em indivíduos com tolerância diminuída. Além disso, com este diagnóstico é possível prevenir ou retardar o aparecimento das complicações crônicas nos pacientes diabéticos (MALERBI, FRANCO, 1992; GROSS, 2002).

1.8.5 Hemograma

A análise do sangue é fundamental para caracterização e acompanhamento das manifestações hematológicas (ANDRIOLO, 2008), no entanto, a diversidade de informações que o hemograma pode fornecer são algumas vezes inespecíficas e limitadas. Ainda assim, este é um exame muito solicitado nas práticas clínica e cirúrgica. Uma vez associado ao conhecimento clínico e com as funções celulares e as bases fisiopatológicas, auxilia no diagnóstico e na evolução de doenças hematológicas, na detecção de quadros infecciosos e no monitoramento terapêutico (GROTTO, 2009).

O hemograma avalia três linhagens celulares: eritrocitária, leucocitária e plaquetária, averiguando o número e a morfologia dessas células. Tais informações são importantes na avaliação de anemias, infecções, inflamações, leucemias e alguns distúrbios da coagulação (ANDRIOLO, 2008)

No estudo da linhagem eritrocitária, realiza-se uma avaliação qualitativa e quantitativa dos elementos celulares, através da contagem de glóbulos vermelhos, dosagem de hemoglobina (Hb), determinação do hematócrito (Ht), avaliação dos índices hematimétricos e análises morfológicas das hemácias (ANDRIOLO, 2008). O volume corpuscular médio (VCM) é um índice que auxilia na observação do tamanho das hemácias, classificando-as em normo, micro e macrocítica. A amplitude de distribuição do tamanho dos eritrócitos (RDW) é outro índice que possui várias aplicações. Representa em porcentagem o quanto as hemácias da amostra de desviam do VCM, importante assim na diferenciação entre anemia ferropriva, anemia de doença crônica e beta talassemia heterozigótica (GREEN, KING, 1989; LIMA et al., 1996). A contagem de reticulócitos é importante na identificação da provável etiologia da anemia, pois a partir dela se pode verificar a atividade eritropoiética medular e o grau da maturidade das células (NORONHA, LORAND-METZE, GROTTTO, 2006).

Nas análises da série leucocitária, também chamada de série branca, é possível identificar um quadro infeccioso agudo através da identificação dos granulócitos imaturos. Ainda, ao determinar o número de eritroblastos nucleares e ao realizar a contagem de leucócitos, é plausível diagnosticar um quadro hemolítico, de hematopoiese extramedular ou estresse hematopoiético, que pode ser percebido em infecções graves, hipóxia ou hemorragia aguda (SCHAEFER, ROWAN, 2000).

Finalmente, a detecção e quantificação das plaquetas e do volume plaquetário médio (VPM), permitem estabelecer diagnósticos de plaquetopenias e indicam atividades megacariocíticas e trombopoéticas. Além disso, auxiliam na prática clínica e cirúrgica através do monitoramento durante as quimioterapias ou radioterapias, procedimentos de transplante, entre outras situações (ABE et al., 2006; BUTTARELLO, PLEBANI, 2008).

Tendo em vista o exposto anteriormente, é possível perceber que o Mn apesar de ser um elemento essencial pode provocar toxicidade às pessoas expostas. A avaliação da exposição ambiental considera todo impacto existente na região, seja no ar, na água, e no solo, bem como na saúde da população. Avaliações ambientais em Capivari de Baixo retratam níveis consideravelmente elevados de Mn em relação à Florianópolis na água de manancial e no sedimento, bem como no ar, podendo ser um reflexo do manuseio e da queima de carvão. Os dados descritos na literatura, bem como notificados no DATASUS indicam maior índice de algumas morbidades na região de Capivari de Baixo.

Desta forma, este estudo busca avaliar a exposição ao Mn, bem como as condições de saúde de moradores do município de Capivari de Baixo frente aos moradores de um município considerado não exposto ao carvão e até mesmo ao Mn, como é o caso de Florianópolis.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a percepção e aspectos de saúde de moradores do município de Capivari de Baixo frente à exposição ambiental ao carvão e possível contato com MP e Mn visando fornecer subsídios aos indicadores de morbidade obtidos com estudo ecológico.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar características sócio-demográficos dos sujeitos avaliados.
- Identificar possíveis fontes de contaminação ao Mn nos sujeitos avaliados.
- Determinar os níveis urinários de Mn nos sujeitos analisados no estudo.
- Caracterizar a percepção de saúde dos indivíduos do estudo e a incidência de morbidades relatadas.
- Determinar aspectos da saúde destes indivíduos utilizando parâmetros obtidos com avaliação física e exames laboratoriais.
- Verificar a concordância entre os resultados obtidos neste estudo para Capivari de Baixo e Florianópolis e a incidência de morbidades registradas pelo DATASUS para estes municípios.

3. METODOLOGIA

3.1 Delineamento e Protocolo de Estudo

Trata-se de um estudo transversal, caracterizado pelo aspecto individualizado, observacional e seccional, sem necessidade de seguimento (MEDEIROS, FERRAZ, 1998). A obtenção de instantâneos da situação de saúde da população foi alcançada através de aplicação de questionários em forma de entrevistas. O presente protocolo de estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina com o número 293/06 (ANEXO I).

3.2 Locais de Estudo

Os municípios de Capivari de Baixo e Florianópolis, sendo que Capivari de Baixo localiza-se a 133 km de distância da capital do Estado (Figura 2). Esta cidade está situada no sul de Santa Catarina, mais precisamente na microrregião denominada Associação dos Municípios da Região de Laguna.

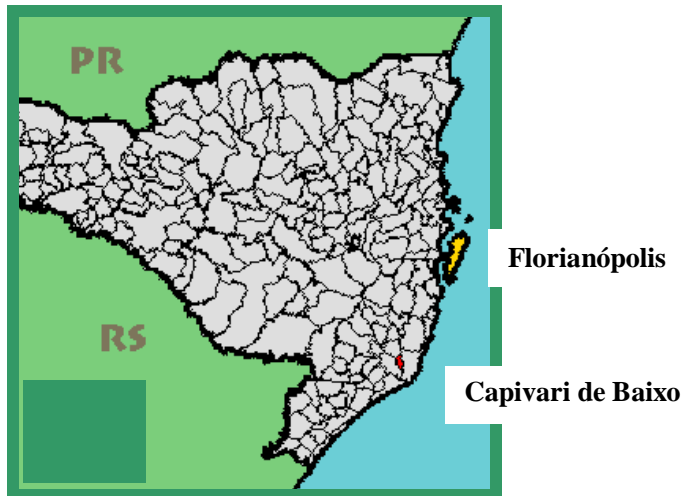


Figura 2: Mapa com a localização dos municípios do estudo. Florianópolis e Capivari de Baixo, SC 2011.

Capivari de Baixo é a sede da Usina Jorge Lacerda, maior termoeletrica da América Latina (Figura 3), selecionada como localidade de estudo, e o bairro da Armação, localizado na região sul de Florianópolis, como não exposto.



Figura 3: Fotos da Usina Jorge Lacerda. Capivari de Baixo, SC 2011.

3.3 População

A determinação de amostras representativas da população residente no município de Capivari de Baixo (grupo exposto) e no bairro da Armação (grupo não exposto) foi calculada utilizando as ferramentas disponibilizadas para este fim pelo Laboratório de Epidemiologia e Estatística - Lee, vinculado a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. O tamanho da amostra, considerando comparação entre proporções, utilizou os indicadores de morbidades obtidos através de estudo ecológico realizado previamente nos dois municípios acima citados, com base em dados obtidos do DATASUS, de acordo com os possíveis efeitos causados pela exposição a metais proveniente do carvão. Neste contexto, ficou definido como 1:1, com número de indivíduos expostos igual aos não expostos. A partir desta aceção, ficou estabelecido que a amostragem fosse constituída de cerca de 80 voluntários de ambos os sexos, dividida em dois grupos compostos por 40 habitantes de cada cidade. A determinação da área perimetral de pesquisa para seleção destes habitantes foi obtida considerando os locais onde haviam sido realizadas as amostragens de água e ar nos dois municípios, em estudo prévio a presente pesquisa, e o enquadramento censístico de cada localidade conforme Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Uma vez delimitada a área perimetral, a seleção da amostra foi casual tendo como critério de inclusão morar na região por no mínimo 10 anos e ter entre 20 e 50 anos de idade, sendo excluídos do estudo gestantes e fumantes. Tratando-se de pesquisa da área de Toxicologia Ambiental, o critério de inclusão relacionado ao tempo de moradia na região visa avaliar a exposição crônica ao Mn dos sujeitos da pesquisa, uma vez que a dose e a duração da exposição são alguns dos fatores que vão determinar os danos a saúde (ATSDR, 2008). Fumantes e gestantes foram excluídos, considerando que entre outros fatores, o tabagismo é caracterizado como fator de risco para doenças cardiorespiratórias (BRASIL, 2011), enquanto que mulheres grávidas apresentam absorção gastrointestinal de Mn significativamente maior que mulheres não grávidas (TALLKVIST, BOWLUS, LÖNNERDAL, 2000).

Para alcançar o número de participantes necessários, optou-se por realizar triagem ponderando a margem de 10% a mais de voluntários, uma vez que neste tipo de pesquisa é comum acontecerem desistências durante o estudo.

3.4 Procedimentos para Coleta de dados

3.4.1 Materiais

Canetas, pranchetas, fitas métricas, balança digital (Glass 180 – G-Tech®) e monitor digital de PA e FC, modelo MF 373 (More Fitness®), previamente calibrado.

3.4.2 Instrumento de Coleta de Dados

Formulado a partir de abordagens de relevância para o estudo compiladas de pesquisas anteriores realizadas pelo Instituto Nacional de Câncer, o questionário (ANEXO II) composto por 52 questões foi organizado por conjuntos temáticos em 5 módulos, apresentando diferentes tipos de questões, tais como: personalizadas, relacionadas a informações do(a) voluntário(a); abertas, quando o aplicador transcreve exatamente o que o entrevistado expôs; univalueadas e multivalueadas, caracterizadas pelo preenchimento de um ou mais campos das opções pré-definidas, respectivamente.

Todas as aplicações iniciavam-se pelo módulo 1, referente à Identificação e Controle da Entrevista, através da inserção do número do cadastro do questionário, nome do entrevistador e do local da entrevista. No módulo seguinte, ou seja, o de número 2, o sujeito da pesquisa foi arguido quanto aos seus Dados Sócio-Demográficos, respondendo sobre questões relacionadas à sua identificação: nome, nome da mãe, data de nascimento, sexo, endereço, estado civil, raça, religião, escolaridade e tempo de residência no local. O módulo 3: Consumo de Água, indagava sobre o tipo de água utilizada para beber e qual fonte de abastecimento de água da casa.

Questões relacionadas à principal ocupação e a exposição a fumaças, diferentes tipos de poeira e o contato com metais pesados nos locais de trabalho, foram obtidas no módulo 4: Ocupacional. As ocupações foram categorizadas de acordo com os dez grandes grupos (GG) estabelecidos pela Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), que normatiza o reconhecimento, nomeação e codificação dos títulos e conteúdos das ocupações do mercado de trabalho brasileiro (CBO, 2002). Na seqüência, a referida classificação em números e descritiva:

- GG0: Forças Armadas, Policiais e Bombeiros Militares;
- GG1: Membros superiores do poder público, dirigentes de organizações de interesse público e de empresas e gerentes;
- GG2: Profissionais das ciências e das artes;
- GG3: Técnicos de nível médio;
- GG4: Trabalhadores de serviços administrativos;
- GG5: Trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados;
- GG6: Trabalhadores agropecuários, florestais, da caça e pesca;
- GG7: Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais;
- GG8: Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais;
- GG9: Trabalhadores de manutenção e reparação.

O módulo 5: Percepção de Saúde e Morbidade Referida foi dividido em submódulos, visando detalhar as informações do estado de saúde do entrevistado. Abordou-se inicialmente a história clínica do voluntário: auto-avaliação de saúde, presença de doenças crônicas e/ou câncer e uso de medicamentos, seguido da avaliação dos diferentes aparelhos/sistemas: problemas dérmicos, cardiocirculatórios, respiratórios, ósteo-articular, geniturinários, digestivos, hepáticos e neurológicos, através da caracterização da ocorrência anterior e da situação atual (cura, em tratamento, sem tratamento) de patologias relacionadas. Esta secção ainda registrou os valores obtidos com a avaliação física, constituída pelos parâmetros peso, altura, PAS e PAD, FC e medidas da circunferência da cintura (CC) e circunferência do quadril (CQ).

3.4.3 Pré-Teste

A validação do instrumento de coleta de dados foi realizada por pesquisadores com experiência na área através de adaptações e correções de pontos fracos ou da linguagem que pudesse influenciar o entendimento da população alvo. Uma vez estabelecido o poder de acurácia e coerência do referido instrumento, os aplicadores foram apresentados a ferramenta e receberam instruções relacionadas à abordagem e preenchimento de cada módulo. Em etapa posterior realizaram treinamento da aplicação do questionário, sob supervisão dos pesquisadores, visando adquirir habilidade para apresentar os

enunciados e formular as perguntas de forma clara, sem direcionamento de respostas, e ao mesmo tempo possibilitando a cadência da entrevista.

Na seqüência, foram aplicados dez testes pilotos para finalmente legitimar a versão final do instrumento a ser utilizado. Nesta etapa foi avaliado se o instrumento estava adequado à população a ser estudada, a facilidade de responder, o tempo de preenchimento, a consistência das respostas geradas e o aproveitamento dos dados.

3.4.4 Operacionalização da Coleta de Dados

A abordagem inicial ao sujeito da pesquisa foi realizada com a entrega de Folheto Informativo (ANEXO III). Neste estavam contidas dados sobre os objetivos do trabalho, da garantia de anonimato e sigilo das informações fornecidas, assim como da necessidade do jejum de 9 horas para a coleta de sangue e da importância da urina coletada ser da primeira micção da manhã ou uma amostra com pelo menos 2 horas de intervalo da última micção. Todos os voluntários (supostamente expostos e não expostos) agendaram horário para a coleta das amostras biológicas e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO IV), e em seguida, responderam o questionário.

Com duração média de 20 a 30 minutos, as questões foram aplicadas oralmente pelo investigador em forma de entrevistas individuais, permitindo e esclarecendo manifestações de dúvidas do entrevistado, sem que este viesse a se sentir constrangido (Figura 4).



Figura 4: Foto registrada durante a etapa de entrevista realizada em Capivari de Baixo, SC 2011.

Para a finalização da aplicação do instrumento realizava-se a avaliação física, empregando-se balança digital (Glass 180 –G-Tech®), previamente calibrada, e fitas métricas inextensíveis, mensurando-se peso e altura dos participantes, para o cálculo do IMC, conforme a seguinte fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{peso (Kg)}}{\text{altura}^2 \text{ (m)}}$$

Realizou-se ainda a medida da CC (situada na altura da cicatriz umbilical) e CQ (na altura do trocânter maior do fêmur) para a obtenção da relação entre cintura e quadril (RC/Q). A RC/Q e o IMC são importantes indicadores de risco metabólico em relação à obesidade central e generalizada, respectivamente.

Os parâmetros cardiovasculares PAS, PAD e FC foram aferidos em dois momentos pelo entrevistador, que utilizou o monitor digital modelo MF 373 (More Fitness®), também previamente calibrado, afim de evitar interferências por parte do observador. Avaliou-se ainda um indicador do consumo de oxigênio pelo miocárdio, denominado DP, obtido através da seguinte equação:

$$\text{DP} = \text{FC} \times \text{PAS}$$

No final de cada jornada de entrevistas, os questionários aplicados foram revisados entre os entrevistadores, visando padronização das orientações adotadas e avaliação da média de tempo despendido nas coletas das informações. Desta forma foi possível tornar o instrumento uma ferramenta essencial para obtenção de resultados rápidos, contextualizado dentro da realidade do cenário da pesquisa e passível de reprodução em banco de dados.

3.5 Procedimentos para Coleta de Amostras Biológicas

3.5.1 Materiais

Agulhas de segurança Becton Dickinson® Vacutainer Mult. 25x7,

adaptadores plásticos para Vacutainer, álcool 70%, algodão, bandagens adesivas, caixas térmicas, caixa para descarte de materiais perfurocortantes (Descarpack®), etiquetas de identificação, garrotes de borracha, gelo seco, frascos de polietileno para urina, luvas de procedimento, suporte para braço, tubos de ensaio 4 mL com ácido etilenodiamino tetracético (EDTA) (VACUTAINER®- tampa roxa), tubos de ensaio 4 mL com gel separador para soro (VACUTAINER®- tampa vermelha).

3.5.2 Operacionalização da Coleta das Amostras Biológicas

A coleta das amostras em Capivari de Baixo e Florianópolis foi realizada por profissional qualificado em ambiente adequado, durante os horários agendados previamente.

Após assepsia local com álcool 70%, foram coletados 8 mL de sangue de cada voluntário por meio de punção venosa, distribuídos em dois tubos a vácuo (VACUTAINER®) previamente identificados, sendo um tubo seco para determinação dos parâmetros bioquímicos e um tubo com EDTA, como anticoagulante, para a determinação dos parâmetros hematológicos. Na sequência, as amostras foram devidamente homogeneizadas e acomodadas em caixas térmicas contendo gelo, para manter a temperatura ideal de conservação e armazenamento, permitindo o transporte adequado até o laboratório de Toxicologia da Universidade Federal de Santa Catarina e posterior distribuição das amostras para os outros dois laboratórios.

Para a realização do parcial de urina e determinação de creatinina urinária (Crea-U) e Mn urinário, cada voluntário forneceu cerca de 70 mL de urina, volume dividido em dois frascos de polietileno com capacidade de 70 mL cada, que depois de receberem identificação, foram também acondicionados em caixas térmicas com gelo.

Os exames bioquímicos, hematológicos e o parcial de urina foram realizados no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Universitário - Universidade Federal de Santa Catarina, localizado na cidade de Florianópolis, exceto a quantificação de Mn, determinada no Laboratório Toxikón Assessoria Toxicológica, localizado na cidade de São Paulo.

3.5.3 Parâmetros Avaliados

Do sangue coletado, realizou-se a determinação das concentrações de creatinina sérica (Crea – S), uréia, colesterol total, fração do colesterol ligada à lipoproteína plasmática de alta densidade (HDL-c), fração do colesterol ligada à lipoproteína plasmática de baixa densidade (LDL-c), TG, glicose, AST, ALT, FA, GGT e hemograma completo. A partir do colesterol total e suas frações foi estabelecido correlações, índices de Castelli, que permitem visualizar a influência combinada de fatores de risco de doença coronariana (CASTELLI, 1988), conforme as equações a seguir:

$$\text{Índice de Castelli I (CI)} = \frac{\text{colesterol total}}{\text{HDL-c}}$$

$$\text{Índice de Castelli II (CII)} = \frac{\text{LDL-c}}{\text{HDL-c}}$$

A partir da amostra de urina obtiveram-se valores quanto à concentração de Mn, Crea-U e o exame parcial de urina.

3.5.4 Metodologia Analítica

O exame de rotina de urina foi realizado a partir da observação direta dos parâmetros físicos da urina (cor, odor e aspecto), seguido da determinação dos parâmetros químicos (pH, densidade, presença de proteínas, glicose e sangue), obtidos através das fitas reagentes Lab Strip da U11 Plus®. A análise microscópica da urina e seus sedimentos foi efetuada pelo aparelho iQ 200 Series System (Íris Diagnostics Division®).

As provas bioquímicas de determinação das concentrações de Crea-U e de Crea-S, uréia, glicose, TG, colesterol total e suas frações, AST, ALT, FA e GGT em amostras sanguíneas, foram realizadas pelo equipamento automatizado Dimension RxL Max (Siemens Healthcare Diagnostics®), utilizando métodos enzimáticos e reagentes adquiridos da Siemens Healthcare Diagnostics®.

As avaliações hematológicas (hemograma completo e contagem de plaquetas) foram realizadas pelo Sysmex - XE 2100D®, através do método de citometria de fluxo fluorescente.

A quantificação dos níveis de Mn na urina foi realizada através de espectrofotometria de absorção atômica com forno de grafite. Com a finalidade estatística, as amostras que apresentaram valores abaixo do limite de detecção da metodologia utilizada, ou seja, $2,5\mu\text{g/L}$, foram atribuídas à metade do valor do limite de detecção como concentração de Mn (EPA, 2000).

3.6 Organização e Análises dos Dados

Para a organização dos dados foi criado um banco de dados no Programa Excel. A análise estatística dos dados foi realizada através do programa SigmaStat 3.5 (Califórnia, EUA), obtendo-se resultados que foram expressos em médias, medianas, desvios-padrões, e valores de mínimo e máximo, acrescidos de intervalos interquartis. O teste t-student foi utilizado para comparação das variáveis quantitativas com distribuição normal. Para as variáveis com distribuição não-gaussiana, o teste t-student foi utilizado após transformações logarítmicas das variáveis. Quando os pressupostos de normalidade não foram encontrados, mesmo após transformação logarítmica, aplicou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Com o auxílio do programa estatístico GraphPad Prisma 3.0, os testes Qui-quadrado e Exato de Fisher, foram aplicados as variáveis categóricas, descritas de forma quantitativa em frequência absoluta e percentual. Para todos os testes realizados, foi considerando um nível de significância $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Um total de 107 voluntários participou inicialmente do estudo. Destes, 10 fizeram parte do teste piloto, para validação do instrumento de coleta de dados, enquanto que outros 6, apesar de terem participado da primeira parte do estudo, respondendo ao questionário, não compareceram na data agendada para coleta das amostras biológicas, impossibilitando a adesão na pesquisa.

Desta forma, a população em estudo ficou constituída por um grupo não exposto, formado por 49 moradores do bairro Armação, localizado em Florianópolis, destes 23 do gênero masculino e 26 do feminino, e um grupo exposto, formado por 42 habitantes da cidade de Capivari de Baixo, sendo 19 do gênero masculino e 23 do feminino (Tabela 1). Em complementação a caracterização do perfil de ambos os grupos foram avaliadas ainda outras quatro variáveis sócio-demográficas, as quais podem ser também visualizadas na Tabela 1 abaixo. Em relação à escolaridade, nos dois grupos todos os entrevistados eram alfabetizados, grande parte havia cursado o segundo grau completo e uma proporção menor estava cursando o terceiro grau ou já tinha o ensino superior completo. Com relação à presença de companheiro fixo, houve predominância de pessoas com relacionamento estável, observado pela somatória do número de indivíduos casados e com companheiros em ambos os grupos. A grande maioria dos indivíduos avaliados referiu pertencer à raça branca, tanto em Capivari de Baixo como em Florianópolis. Ressalta-se que nenhuma das variáveis citadas acima, inclusive gênero, apresentou diferença estatística significativa entre os grupos exposto e não exposto. Por outro lado, o mesmo não foi observado com a variável religião, que não teve uma distribuição homogênea quando comparado os dois grupos, como pode ser constatado na Tabela 1 abaixo.

VARIÁVEL	NÃO EXPOSTO n (%)	EXPOSTO n (%)	TOTA L	VALOR p†
GÊNERO				
Masculino	23 (54,8%)	19 (45,2%)	42	1,000
Feminino	26 (53,1%)	23 (46,9%)	49	
FAIXA ETÁRIA				
Até 27 anos	13 (52,0%)	12 (48,0%)	25	0,9799
28-37 anos	14 (56,0%)	11 (44,0%)	25	
38-47 anos	14 (51,9%)	13 (48,1%)	27	
Acima de 47 anos	08 (57,1%)	06 (42,9%)	14	
ESCOLARIDADE				
1º grau incompleto	08 (80,0%)	02 (20,0%)	10	0,3769
1º grau completo	04 (66,7%)	02 (33,3%)	06	
2º grau incompleto	05 (45,5%)	06 (54,5%)	11	
2º grau completo	17 (44,7%)	21 (55,3%)	38	
3º grau incompleto	06 (66,7%)	03 (33,3%)	09	
3º grau completo	09 (52,9%)	08 (47,1%)	17	
ESTADO CIVIL				
Solteiros	17 (60,7%)	11 (39,3%)	28	0,6081
Separados	04 (50,0%)	04 (50,0%)	08	
Casados	23 (54,8%)	19 (45,2%)	42	
Com companheiro	05 (38,5%)	08 (61,5%)	13	
RAÇA				
Branços	47 (56,6%)	36 (43,4%)	83	0,1995
Negros	02 (28,6%)	05 (71,4%)	07	
Pardos	00 (0,0%)	01 (100,0%)	01	
RELIGIÃO				
Católicos	29 (45,3%)	35 (54,7%)	64	0,0339*
Outras	11 (68,8%)	05 (31,2%)	16	
Sem religião	09 (81,8%)	02 (18,2%)	11	

Tabela 1: Frequência de distribuição absoluta e percentual referente às variáveis sócio-demográficas dos moradores de Capivari de Baixo (expostos) e de Armação (não expostos).

† Teste do Qui-quadrado ou Prova exata de Fisher.

* $p < 0,05$ quando comparado grupo exposto e não exposto.

Com a finalidade de avaliar possíveis fontes de exposição ao Mn

dos participantes do estudo, a estratégia adotada foi levantar através de questionário as seguintes informações: o tipo de água que utilizavam para beber, a ocupação que exerciam e se faziam uso de medicamentos com Mn em sua composição.

Neste contexto, foi verificado inicialmente o abastecimento de água das residências da população avaliada. Constatou-se que têm acesso à água tratada, ou seja, fornecida por distribuidoras, 100% dos indivíduos entrevistados no grupo exposto e 78% no grupo não exposto. Os demais moradores de Florianópolis referiu ter água não tratada, mais especificamente proveniente de poço ou nascente (22%). Por outro lado, levantou-se que a maioria dos entrevistados dos dois municípios não utiliza a água que chega às suas residências para consumo direto. Em ambos os locais, a maior parte dos indivíduos referiu tomar água mineral, conforme ilustra a Tabela 2. Diante do exposto, o perfil do tipo de água utilizada para consumo direto por ambos os grupos avaliados foi semelhante, não diferindo estatisticamente. Desta forma, estes resultados sugerem que esta variável não interferiu como fonte de exposição ao referido metal. Detalhes adicionais sobre o consumo de água desses dois grupos é apresentado na Tabela 2.

Outro aspecto importante a ser considerado em relação à possível exposição ao Mn é a ocupação. Durante as entrevistas buscaram-se informações relativas ao desenvolvimento da atividade profissional e o possível contato com Mn. Levou-se em consideração não apenas a ocupação atual, mas também todas as atividades laborais desenvolvidas pelo entrevistado. A exposição a este metal em ambiente ocupacional pode ocorrer durante inúmeros ofícios, principalmente considerando as possibilidades de emprego no município de Capivari de Baixo. Dois indivíduos do grupo exposto relataram ter trabalhado com queima de carvão em caldeiras, sendo que a duração nessa função foi de 6 meses para um dos entrevistados e de 15 anos para o outro. No entanto, ambos estavam afastados da referida atividade a 2,5 e 5 anos, respectivamente. Outros 4 indivíduos, também do grupo exposto, referiram ainda ter ou ter tido ocupações com possível exposição a metais, como chapeador de carros, metalúrgico e mecânico, contudo nas matérias-primas utilizadas por estes trabalhadores não se esperava a existência de Mn.

Com relação aos moradores de Florianópolis, não houve relatos de exposição ocupacional ao Mn, mesmo considerando todas as ocupações já exercidas pelos voluntários.

Assim, ressalta-se que nenhum dos indivíduos avaliados em ambos os grupos relatou atualmente realizar atividade com possível exposição ocupacional ao Mn. Deste modo, estes resultados também

sugerem que esta variável não interferiu como fonte de exposição a este metal. A Tabela 2 ilustra o perfil das ocupações exercidas atualmente pelos dois grupos avaliados. O grupo exposto constitui-se principalmente de profissionais das ciências como farmacêuticos, dentistas e enfermeiros, técnicos de nível médio, entre esses técnicos de enfermagem e auxiliar de dentista, e trabalhadores de serviços administrativos. Todavia, a população avaliada de Florianópolis ficou composta, sobretudo por trabalhadores da classe de dirigentes de empresas e gerentes, como proprietários de comércios e academias, e da classe da pesca. Apesar das características aparentemente diferenciadas em relação à ocupação de ambos os grupos, quando estas são categorizadas conforme a CBO, percebe-se uma distribuição homogênea das atividades profissionais, sem diferença estatística significativa entre os grupos exposto e não exposto (Tabela 2).

Ainda visando identificar outras formas de exposição ao Mn, avaliou-se durante a aplicação do instrumento de pesquisa a variável “uso de medicamentos contendo Mn” e como resultado apenas um indivíduo de cada grupo mencionou estar utilizando complexo vitamínico com Mn na sua formulação, cuja administração era feita somente uma vez ao dia. A exemplo das outras fontes de exposição ao Mn avaliadas anteriormente, os resultados obtidos evidenciam que esta última variável analisada também não gerou interferência nos resultados obtidos. Como pode ser observado na Tabela 2 abaixo, a distribuição entre os grupos avaliados considerando a variável “uso de medicamentos contendo Mn” foi homogênea, uma vez que não houve diferença estatística.

VARIÁVEL	NÃO EXPOSTO n (%)	EXPOSTO n (%)	TOTAL	VALOR p†
ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO				
Mineral	29 (50,88%)	28 (49,12%)	57	0,6557
Tratada	14 (56,0%)	11 (44,0%)	25	
Não tratada	06 (66,7%)	03 (33,3%)	09	
OCUPAÇÃO				
GG0	01 (50,0%)	01 (50,0%)	02	0,1719
GG1	05 (71,4%)	02 (28,6%)	07	
GG2	03 (33,3%)	06 (66,7%)	09	
GG3	03 (33,3%)	06 (66,7%)	09	
GG4	04 (36,4%)	07 (63,6%)	11	
GG5	12 (54,5%)	10 (45,5%)	22	
GG6	09 (100%)	00 (0,0%)	09	
GG7	04 (50,0%)	04 (50,0%)	08	
GG8	01 (100%)	00 (0,0%)	01	
GG9	00 (0,0%)	01 (100%)	01	
Aposentados	01 (50,0%)	01 (50,0%)	02	
Sem remuneração	06 (60,0%)	04 (40,0%)	10	
USO DE MEDICAMENTO CONTENDO Mn				
Sim	01 (50,0%)	01 (50,0%)	02	1,0000
Não	48 (53,93%)	41 (46,07%)	89	

Tabela 2: Frequência de distribuição absoluta e percentual relativa a possíveis fontes de exposição ao Mn dos moradores de Capivari de Baixo (expostos) e de Armação (não expostos).

† Teste do Qui-quadrado ou Prova exata de Fisher.

Após ponderar sobre as possíveis fontes de exposição ao Mn, um importante resultado obtido foi em relação aos valores de Mn detectados na urina dos voluntários. Apenas um dos indivíduos participante do estudo, pertencente ao grupo não exposto, apresentou valor acima do limite de detecção e até do valor de referência, com concentração de Mn urinário de 10,1µg/L. O restante dos sujeitos da pesquisa dos dois

grupos teve valores abaixo do limite de detecção da técnica utilizada, que foi de $2,5\mu\text{g/L}$. Desta forma, conforme citado anteriormente, foi atribuída a metade do valor do limite de detecção para apresentação dos resultados destes indivíduos. Assim, o grupo exposto apresentou valor médio de Mn urinário de $1,2 \pm 0,0\mu\text{g/L}$ e o grupo não exposto $1,4 \pm 1,3\mu\text{g/L}$, sem diferença estatística.

Com a finalidade de caracterizar as condições de saúde das populações em estudo foi utilizado o instrumento questionário para identificar a percepção dos participantes em relação à saúde e o relato sobre a incidência de morbidades. Em complementação a esta caracterização foi realizada também avaliação física (determinação de parâmetros antropométricos e cardiológicos), provas bioquímicas, hematológicas e urinárias. Para atender ao primeiro quesito, auto avaliação do estado de saúde, os participantes foram questionados sobre seu estado geral de saúde e orientados pelos entrevistadores a escolher uma das 5 opções de resposta (excelente, muito bom, bom, regular e ruim), bem como a comparar-se a outros indivíduos conhecidos que estivessem na mesma faixa etária. O resultado obtido é apresentado na Tabela 3, caracterizado por uma distribuição homogênea das respostas, sem diferença estatística, quando comparados os grupos exposto e não exposto.

Outra variável analisada para verificar as condições de saúde dos entrevistados foi o “uso diário de medicamento”. De acordo com a Tabela 3, houve diferença estatística significativa entre os grupos exposto e não exposto em relação a este item. Nesta avaliação, os medicamentos da classe dos anticoncepcionais não foram considerados. Os resultados obtidos permitiram constatar que o grupo exposto apresenta uma maior proporção de indivíduos utilizando medicamentos diariamente.

Quando questionados sobre a ocorrência de câncer e aborto espontâneo, 2 indivíduos do grupo exposto já tiveram câncer diagnosticado (útero e testículo) e 6 mulheres tiveram história de pelo menos um episódio de aborto espontâneo. A ocorrência de casos de câncer no grupo não exposto foram de 3 casos (pele e leucemia) e 5 das entrevistadas tiveram pelo menos uma ocorrência de aborto espontâneo. No entanto, não houve diferença estatística significativa relativa a estes achados quando comparado os dois grupos, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Visando aprofundar informações relativas à incidência de morbidades na população em estudo, ponderou-se a variável presença de “doenças crônicas”. Na sequência, ainda concernente aos agravos à

saúde, foram obtidas através de auto-relato oito variáveis referentes à presença de patologias em diferentes aparelhos e/ou sistemas. Nesta etapa foram consideradas patologias atuais ou aquelas que os entrevistados citaram terem sido acometidos em algum outro momento de suas vidas. Para cada sistema avaliado, patologias características foram contabilizadas conforme relato dos entrevistados, como por exemplo, rinite e bronquite, as morbidades mais citadas por ambos os grupos referentes ao sistema respiratório. Assim, quando avaliadas as variáveis presença de “doenças crônicas” e todas as demais relativas aos oito aparelhos e/ou sistemas como um todo, conforme ilustra a Tabela 3 abaixo, o perfil apresentado foi de distribuição homogênea das morbidades entre os dois grupos em estudo, sem variação estatística significativa.

VARIÁVEL	NÃO EXPOSTO n (%)	EXPOSTO n (%)	TOTAL	VALOR p†
PERCEPÇÃO DA SAÚDE				
Excelente	10 (66,7%)	05 (33,3%)	15	0,2123
Muito bom	16 (66,7%)	08 (33,3%)	24	
Bom	16 (40,0%)	24 (60,0%)	40	
Regular	06 (60,0%)	04 (40,0%)	10	
Ruim	01 (50,0%)	01 (50,0%)	02	
USO DIÁRIO DE MEDICAMENTO				
Sim	14 (36,84%)	24 (63,16%)	38	0,0100*
Não	35 (66,04%)	18 (33,96%)	53	
CÂNCER				
Sim	03 (60,0%)	02 (40,0%)	05	1,0000
Não	46 (53,49%)	40 (46,51%)	86	
ABORTO ESPONTÂNEO				
Sim	05 (45,45%)	06 (54,55%)	11	0,7341
Não	21 (55,26%)	17 (44,74%)	38	
DOENÇA CRÔNICA				
Sim	15 (40,54%)	22 (59,46%)	37	0,0534
Não	34 (62,96%)	20 (37,04%)	54	
PROBLEMAS RESPIRATÓRIOS				
Sim	17 (50,0%)	17 (50,0%)	34	0,6651
Não	32 (56,14%)	25 (43,86%)	57	
PROBLEMAS DE PELE				
Sim	20 (68,97%)	09 (31,09%)	29	0,0704
Não	29 (46,77%)	33 (53,23%)	62	
PROBLEMAS CÁRDIO-CIRCULÁTORIOS				
Sim	08 (44,44%)	10 (55,56%)	18	0,4343
Não	41 (56,16%)	32 (43,84%)	73	

VARIÁVEL	NÃO EXPOSTO n (%)	EXPOSTO n (%)	TOTAL	VALOR p†
PROBLEMAS ÓSTEO-ARTICULARES				
Sim	08 (61,54%)	05 (38,46%)	13	0,7649
Não	41 (52,56%)	37 (47,44%)	78	
PROBLEMAS GENITO-URINÁRIOS				
Sim	10 (71,43%)	04 (28,57%)	14	0,2434
Não	39 (50,65%)	38 (49,35%)	77	
PROBLEMAS DIGESTIVOS				
Sim	16 (61,54%)	10 (38,46%)	26	0,4855
Não	33 (50,77%)	32 (49,23%)	65	
PROBLEMAS HEPÁTICOS				
Sim	04 (100%)	00 (0%)	04	0,1211
Não	45 (51,72%)	42 (48,28%)	87	
PROBLEMAS NEUROLÓGICOS				
Sim	11 (68,75%)	05 (31,25%)	16	0,2702
Não	38 (50,67%)	37 (49,33%)	75	

Tabela 3: Frequência de distribuição absoluta e percentual relativas à percepção da saúde, uso diário de medicamentos e presença de morbidades dos moradores de Capivari de Baixo (expostos) e de Armação (não expostos).

† Teste do Qui-quadrado ou Prova exata de Fisher.

* $p < 0,05$ quando comparado grupo exposto e não exposto.

Dando continuidade a caracterização das condições de saúde das populações em estudo, a etapa seguinte foi determinar as variáveis cardiológicas e antropométricas dos dois grupos. Dentre os parâmetros avaliados, apenas a FC apresentou diferença estatística significativa, sendo maior no grupo exposto, e esta alteração está relacionada mais especificamente com os valores obtidos no gênero masculino. No entanto, apesar da diferença encontrada, observa-se que o valor obtido ainda está dentro do valor de referência estabelecido para este parâmetro. As demais variáveis, ou seja, valores médios das PAS e

PAD, aferidos no momento da entrevista, assim como os valores médios da RC/Q, IMC e DP mensurado e calculado, não apresentaram diferença estatística. Cabe comentar que a maioria dos resultados obtidos encontra-se dentro dos valores de referência, com exceção do IMC, que foi acima tanto no grupo exposto como no não-exposto. Os valores acima citados foram compilados e listados na Tabela 4, através de valores médios \pm desvio-padrão, medianas, valores mínimos e máximos, acrescido do registro dos respectivos valores de referência.

Categoria	T	Média ± D.P.		Mediana		Mínimo		Máximo		Valor de Referência
		M	F	M	F	M	F	M	F	
<i>PAS (mmHg)</i>										
Exposto	126 (±1,4)	132 (±1,5)	120 (±1,1)	128	124	116	93	182	141	< 140 mmHg
Não Exposto	127 (±1,5)	133 (±1,2)	122 (±1,6)	134	123	107	99	165	161	
<i>PAD (mmHg)</i>										
Exposto	78 (±1,0)	82 (±1,2)	75 (±0,6)	80	75	65	59	121	90	< 90 mmHg
Não Exposto	77 (±1,8)	79 (±1,6)	75 (±1,9)	76	71	54	53	136	161	
<i>FC (bpm)</i>										
Exposto	78,1 (±9,5)*	77,6 (±12,2)*	78,5 (±6,7)	78	77	57	69	102	94	60 a 80 bpm
Não Exposto	72,0 (±10,4)	70,0 (±9,3)	73,7 (±11,2)	69	72,5	52	55	94	106	
<i>DuploProduto (mmHg/bpm)</i>										
Exposto	9858 (±1778)	10339 (±2271)	9461 (±1145)	10011	9548	7068	7104	14742	11656	6.000 até 40.000 mmHg /bpm
Não Exposto	9181 (±1811)	9378 (±1613)	9007 (±1985)	9514	8393	6812	6480	13536	14734	

Categoria	T	Média ± D.P.		Mediana		Mínimo		Máximo		Valor de Referência
		M	F	M	F	M	F	M	F	
<i>IMC (kg/m²)</i>										
Exposto	27,7 (±5,1)	28,6 (±5,5)	27,0 (±4,7)	26,0	26,4	21,2	18,0	38,1	39,1	18,5 até 24,99
Não Exposto	26,1 (±4,4)	26,9 (±4,5)	25,5 (±4,3)	26,0	24,2	20,3	20,0	36,2	38,3	kg/m ²
<i>RC/Q (cm)</i>										
Exposto	0,8 (±0,08)	0,9 (±0,07)	0,8 (±0,04)	0,9	0,8	0,7	0,7	1,0	0,8	H:<0,94 cm
Não Exposto	0,8 (±0,08)	0,9 (±0,07)	0,8 (±0,06)	0,9	0,8	0,7	0,6	1,0	0,9	M:<0,80 cm

Tabela 4: Características cardiológicas e antropométricas do grupo exposto e não exposto segundo gênero. Capivari de Baixo e Florianópolis, SC 2011.

D.P: desvio padrão; T: total de indivíduos do grupo; M: masculino; F: feminino; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; IMC: índice de massa corpórea; RC/Q: relação cintura quadril.

* $p \leq 0,05$ após teste *t*.

Na sequência foram analisados os parâmetros urinários, bioquímicos e hematológicos, fundamentais para complementar a avaliação referente ao estado de saúde dos voluntários. De um modo geral, o resultado do parcial de urina de ambos os grupos, exposto e não exposto, estavam dentro da normalidade. Alterações pontuais foram detectadas, como por exemplo, a presença de corpos cetônicos em apenas um indivíduo do grupo não exposto e de substâncias redutoras somente em um voluntário do grupo exposto. Também foi constatada em amostras dos dois grupos a presença de flora bacteriana, hemácias, leucócitos, células e Hg, no entanto, conforme citado acima, todos ainda dentro dos valores normais.

Na avaliação dos exames bioquímicos e hematológicos foram observadas diferenças estatísticas significativas entre o grupo exposto e não exposto apenas em determinados parâmetros bioquímicos. Tais alterações ocorreram com a GGT, CI, glicose e creatinina urinária, contudo, ainda dentro dos valores de referências estabelecidos para cada parâmetro. Os valores destas e de outras variáveis mensurados foram alistadas na Tabela 5, segundo seus valores de média \pm desvio padrão, acrescidas de mediana, âmbito interquartil de 25 – 75 e valores de referência.

Parâmetros Bioquímicos	Média (± D.P)		Mediana (âmbito interquartil)		Valor de Referência
	Não Exposto	Exposto	Não Exposto	Exposto	
ALT (U/L)	37,0 (±21,7)	39,1 (±18,0)	31,0 (28,0 -37,0)	35,5 (28,0 - 41,0)	M: 25 a 64 U/L; F: 22 a 56 U/L
AST (U/L)	24,2 (±16,5)	23,7 (±9,3)	20,0 (17,0 – 24,2)	22,5 (18,0 - 27,0)	15 a 37 U/L
FA (U/L)	89,9 (±57,0)	84,2 (±19,9)	82,0 (68,5 -96,5)	85,0 (71- 94)	50 a 136 U/L
GGT (U/L)	29,4(±11,3)	48,2 (±35,6)**	27,5 (21- 34,5)	35,5 (27- 51)	M: 15 a 85 U/L; F: 5 a 55 U/L
CT (mg/dL)	181,8 (±32,2)	187,6 (±38,1)	175 (158,75 - 204)	187,5 (160 - 217)	< 200 mg/dL
HDL-c (mg/dL)	50,2 (±10,4)	46,5 (±10,3)	49,0 (43,0 – 56,0)	45,0 (39,0 - 52,0)	> 40 mg/dL
LDL-c (mg/dL)	115,3 (±30,1)	110,1 (±30,3)	113,0 (95,5-129,0)	110,5 (89,0 - 131,0)	< 100 mg/dL
TG (mg/dL)	104,1 (±66,6)	134,4 (±82,0)	88 (59,7- 117,7)	108 (78 - 204)	<190 mg/dL
C I	3,3 (±1,0)	3,7 (±1,1)	3,0 (2,9 - 4,0)	4,0 (3,0 - 4,2) #	M: até 4,9; F: até 4,3
C II	1,9 (±0,9)	1,9 (±0,9)	2,0 (1,0 - 2,4)	2,0 (1,7 - 3,0)	M: até 3,3; F: 2,9
Glicose (mg/dL)	74,6 (±6,9)	82,2 (±19,5)	75,0 (69,7 – 79)	78,0 (75 - 82) #	< 100 mg/dL

Parâmetros	Média (\pm D.P)		Mediana (âmbito interquartil)		Valor de Referência
	Não Exposto	Exposto	Não Exposto	Não Exposto	
Bioquímicos					
Crea-S (mg/dL)	0,8 (\pm 0,2)	0,7 (\pm 0,1)	0,9 (0,7 - 1,0)	0,8 (0,7 - 0,9)	M: 0,8 a 1,3 mg/dL; F: 0,6 a 1,0 mg/dL
Crea-U (mg/dL)	144,6 (\pm 72,4)	194,2 (\pm 89,1) *	145,5 (84 - 195)	184,8 (117,2 - 273,5)	30 a 260 mg/dL
Uréia (mg/dL)	28,5 (\pm 6)	28,1 (\pm 7,9)	29 (24 -32,25)	27 (23 - 33)	15 a 39 mg/dL
<i>Parâmetros Hematológicos</i>					
Hb (g/dL)	14,1 (\pm 1,4)	14,3 (\pm 1,0)	14,1 (13,3 - 15,1)	14,2 (13,5 - 14,8)	H: 13 a 18 g/dL; M: 12 a 16 g/dL
Ht (%)	41,8 (\pm 3,8)	41,2 (\pm 2,8)	33,7 (39,5- 44,8)	40,6 (39,2 - 42,4)	H: 40 a 52%; M: 37 a 47%

Tabela 5: Comparação entre os valores dos grupos não exposto e exposto para os parâmetros bioquímicos e hematológicos. Florianópolis e Capivari de Baixo, SC 2011. ALT: alanina transaminase; AST: aspartato transaminase; FA: fosfatase alcalina; GGT: gama-glutamil transferase; CT: colesterol total; HDL-c: fração do colesterol ligada à lipoproteína plasmática de alta densidade; LDL-c: fração do colesterol ligada à lipoproteína plasmática de baixa densidade; TG: triglicerídeos; CI: índice de Castelli I; CII: índice de Castelli II; Crea-S: creatinina sérica; Crea-U: creatinina urinária; Hb; hemoglobina; Ht: hematócrito; M: Masculino; F: Feminino.

* $p \leq 0,5$ pelo teste t ; ** $p \leq 0,05$ pelo teste t , após transformação logarítmica; # $p \leq 0,05$ para o teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

E finalmente, todos os parâmetros da tabela acima que não apresentaram diferença estatística significativa após comparação entre os grupos exposto e não exposto, foram reavaliados considerando a variável gênero. Frente a esta outra ponderação, a determinação dos níveis de TG foi o único parâmetro que estatisticamente teve diferença significativa, e a exemplo da FC, observaram-se níveis maiores para o gênero masculino do grupo exposto, quando comparados aos não expostos, como pode ser constatado na Figura 5. Além disso, observa-se que eles estão acima do valor de referência estabelecido.

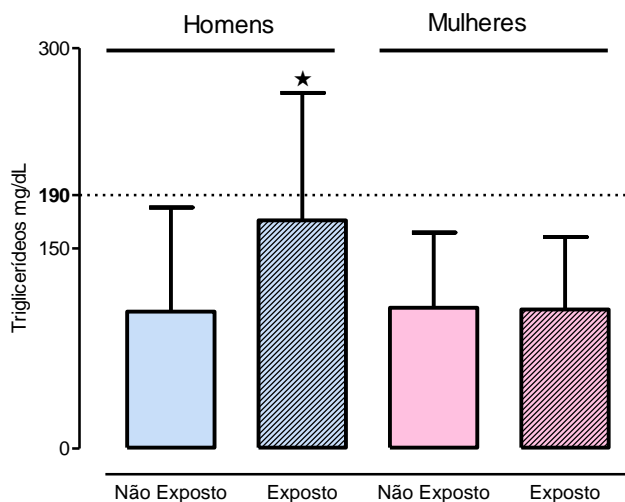


Figura 5 – Valores séricos de TG do gênero masculino e feminino pertencentes ao grupo exposto e não exposto, dispostos em média e \pm desvio padrão e, comparados com o valor de referência ($<190\text{mg/dL}$); * $p \leq 0,05$ pelo teste t , após transformação logarítmica. Florianópolis e Capivari de Baixo, SC 2011.

5. DISCUSSÃO

Capivari de Baixo foi o foco deste estudo por ser um município que está exposto ao carvão, uma vez que abriga no seu perímetro à termoeletrica Jorge Lacerda, a maior da América Latina, (FILHO, MORAES, 2004). A referida empresa é a responsável pelo consumo de 90% de todo o carvão produzido pelo Estado de Santa Catarina com a finalidade de gerar energia elétrica. As cinzas produzidas durante o processo são utilizadas pela indústria para produção de cimento (NEVES, 2006).

Neste contexto, a exposição ambiental aos constituintes do carvão pode ocorrer de diferentes formas, pelo ar, água e mesmo alimentos cultivados em regiões sob a influência da extração ou uso do carvão. Durante a queima do carvão para produção de energia são liberados vários elementos, diferentes metais e elementos traços com importância toxicológica, impactando o ambiente (BOGDANOVIC et al., 1995; FURIMSKY, 2000; MAYES et al., 2009). As cinzas liberadas contendo inúmeros metais e gases tóxicos (VAZ, 2003), e grande quantidade de MP, (BOGDANOVIC et al., 1995), são prejudiciais a saúde, uma vez que cada elemento traço provoca danos específicos nos diversos sistemas e o MP pode ficar depositado no trato respiratório, levando a ações locais (PINHO et al., 2006). A degradação ambiental é característica da região, sobretudo devido os problemas causados pelos rejeitos provenientes da lavagem do carvão, com consequências danosas aos recursos hídricos, vegetação e à paisagem do local (NEVES, 2006).

O local conhecido como Estiva dos Pregos ou Banhado da Estiva é um exemplo de área degradada com mais de 300 hectares. Em uma parte desta área, com cerca de 110 hectares, algumas empresas carboníferas instalaram o seu lavador, localidade onde hoje é o município de Capivari de Baixo. O carvão bruto trazido das minas passava por todo o processo de beneficiamento neste espaço e os rejeitos piritocarbonosos provenientes do procedimento também eram depositados nesta área. Em outra parte, com aproximadamente 38 hectares, o local foi utilizado para concentrar pirita e para beneficiamento, sendo cenário de muitas bacias de sedimentação de carvão puro de granulometria fina. Nos 160 hectares restantes, uma área de banhado, que apesar de não ter sido efetivamente utilizada, ficou totalmente impactada pelo escoamento de lixívia dos rejeitos, proveniente principalmente da primeira área citada, onde ficava o lavador. No entanto, como comentando anteriormente, atualmente está sendo feita a recuperação da área degradada pelas empresas que

exploraram o local, devido ação movida pelo Ministério Público Federal (MPF, 2009).

Dentre os vários elementos citados acima, o Mn pode estar presente e de fato encontra-se em níveis estatisticamente superiores no ar de Capivari de Baixo, se comparados com outros locais no Estado e com outros elementos traços de importância toxicológica (GODOY, GODOY, ARTAXO, 2005; HOYNASKI, 2010). Por outro lado, os valores encontrados em Capivari de Baixo estão abaixo do limite proposto pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) e pela Organização Mundial da Saúde (WHO), que é de 500ng.m^{-3} e 150ng.m^{-3} , respectivamente (WHO, 2000; EPA, 2008). No entanto, deve-se considerar também que o tempo total da exposição humana e o estado de saúde da população sofrem influência do efeito das partículas suspensas no ar refletindo assim, em possíveis consequências na qualidade de vida dos residentes de uma região (VOUTSA, SAMARA, 2002). Desta forma, apesar de alguns estudos ambientais realizados em Capivari de Baixo já terem evidenciado concentrações consideráveis de Mn em amostras de ar em comparação com outros locais do estado, nenhuma informação relacionada ao estado de saúde da população do município está disponibilizada na literatura.

Assim, fundamentado no interesse de avaliar a exposição ambiental ao Mn e identificar as condições de saúde dos habitantes de Capivari de Baixo comparando com moradores de Florianópolis, constatou-se que a população amostrada apresentou faixa etária semelhante entre os dois grupos, aspecto importante em relação a possíveis variações na taxa de absorção de Mn pelo organismo, uma vez que idosos, assim como crianças, são mais sensíveis e podem absorver mais esse metal através do sistema digestivo e respiratório (DOBSON, ERIKSON, ASCHNER, 2004; ATSDR, 2008).

Em relação ao gênero, a população avaliada foi caracterizada como homogênea, com distribuição equitativa de ambos os sexos nos dois grupos. Na literatura é descrita a tendência de mulheres absorverem mais Mn do que os homens, pelo fato de terem concentrações geralmente menores de ferro no organismo, possibilitando a absorção de quantidades maiores de Mn (DOBSON, ERIKSON, ASCHNER, 2004). No presente estudo não se observou variação direta nos níveis de Mn urinário, em função do gênero, no entanto, outros parâmetros de saúde apresentaram diferenças em relação ao gênero, como por exemplo, na variável cardiológica FC, conforme discutido mais adiante.

De um modo geral, foi constatada uma distribuição homogênea entre os grupos exposto e não exposto quanto às variáveis sócio-

demográficas escolaridade, constituição étnica e estado civil dos entrevistados. Este é um aspecto importante uma vez que as características descritas, se mais evidentes em um dos grupos de estudo poderiam gerar confusão na interpretação de resultados. Ressalta-se que apesar da opção religiosa ter sido a única variável deste contexto que apresentou diferença estatística, em ambos os grupos o número de católicos foi bem superior as demais religiões, caracterizando um perfil não tão diferenciado entre os dois grupos neste quesito. Desta maneira, a avaliação dos parâmetros acima citados buscou minimizar questões de variabilidade, como por exemplo, as relacionadas com a genética.

Ao avaliar as possíveis fontes de exposição ao Mn, considerou-se inicialmente a ingestão de água. A contaminação das águas com metais é considerada comum em várias regiões do Brasil, geralmente resultando da dissolução de rochas e minerais do próprio ambiente, ou ainda decorrente de despejos industriais (SAMPAIO, 1995), ou seja, da atividade antropogênica, intensificando a exposição a esses agentes tóxicos (ATSDR, 2008).

Informações recentes relacionadas a avaliações ambientais em Capivari de Baixo retratam níveis consideravelmente elevados de Mn em relação a Florianópolis na água de manancial (DOS SANTOS, et al., 2009) e no sedimento (DOS SANTOS et al., 2011), podendo ser um reflexo do manuseio e da queima de carvão. No presente estudo, os níveis de Mn urinário não foram diferentes entre os grupos avaliados. Possível razão para este achado encontra-se no fato de a maioria dos indivíduos utilizarem água tratada ou mineral para consumo, seja para ingestão direta ou preparo de alimentos. Apesar de alguns indivíduos relatarem o consumo de água sem tratamento, tanto no grupo exposto quanto no grupo não exposto, a água consumida é proveniente de poços ou nascentes, cujas concentrações de Mn são desconhecidas. A água mineral, bem como a água adequadamente tratada não oferece perigo de intoxicação por Mn, uma vez que esse elemento é considerado essencial para humanos e em pequenas quantidades, tem sua absorção e excreção controladas pelo organismo (ATSDR, 2008). Ainda em relação à água mineral, de acordo com legislação vigente em nosso país, esta não deve conter em sua composição concentrações acima de 2 mg/L de Mn (BRASIL, 1999).

Com relação à exposição ao Mn em função da ocupação, observou-se possível exposição direta apenas em 2 indivíduos do grupo exposto através da queima do carvão, no entanto, os mesmos encontravam-se afastados há no mínimo 2,5 anos. A literatura coloca que em indivíduos expostos ocupacionalmente, as concentrações de Mn

no sangue, urina e cabelo, podem atingir níveis normais, após alguns meses afastados de suas atividades (ASCHNER et al., 2007). Ainda, neste mesmo grupo outros 4 indivíduos executavam atividades com possível exposição a metais sem a certeza da presença do Mn como um constituinte. Desta forma, considerou-se o grupo em questão como sofrendo apenas a influência da exposição ambiental, sem ter a exposição ocupacional como fator de confusão.

Há relatos na literatura de casos de intoxicação por Mn devido ao abuso de formulações de complexos vitamínicos contendo Mn. No presente estudo um indivíduo de cada grupo relatou uso de complexo vitamínico com Mn em sua composição, porém sob acompanhamento médico. Assim, o uso abusivo não foi caracterizado e desta forma não exerceu nenhum tipo de influência sobre os níveis de Mn urinário. Ressalta-se que o Mn é um elemento que apesar da reconhecida toxicidade, é considerado essencial para os seres humanos, animais e plantas (SANTAMARIA, SULSKY, 2010). O referido elemento desempenha importante papel no processo de formação de ossos e tecidos, e no metabolismo de carboidratos e lipídios (LUCCHINI, ZIMMERMAN, 2009). Uma justificativa plausível para a não influência nos níveis urinários é o fato do suplemento com Mn ter sido utilizado para suprir possíveis carências. Por esta razão, nenhum dos dois indivíduos foram excluídos do grupo, ainda que realizando a suplementação com o agente em questão. A determinação avaliada permitiu inferir ainda que a administração do Mn, sob a forma de suplemento, estava ocorrendo de forma controlada para ambos os indivíduos.

Uma vez avaliados os possíveis fatores de confusão na determinação dos níveis de Mn urinário, buscou-se comparar este parâmetro nos dois grupos. Os valores médios de Mn urinário encontrados no presente estudo para o grupo não exposto e exposto foram $1,4 \pm 1,3 \mu\text{g/L}$ e $1,2 \pm 0,0 \mu\text{g/L}$, respectivamente. Apesar de o valor médio ser maior no grupo não exposto, a diferença não foi estatisticamente significativa e deve-se a um único valor de $10,1 \mu\text{g/L}$, cuja razão não foi possível estabelecer com a aplicação do questionário.

Visando comparar os dados deste estudo com a literatura, tem-se em uma avaliação relacionada à exposição ambiental ao Mn, achados médios de $0,05 \mu\text{g/L}$ no município de San Miguel Istahuacan, na Guatemala, cujas residências se localizavam nas proximidades da mina de ouro denominada Marlin. A região é considerada impactada e alvo de ativistas ambientalistas, devido contaminação dos rios que abastecem a localidade, com níveis de Mn, por exemplo, significativamente elevados

tanto em amostras de água como de sedimento obtidas nas proximidades da mina (BASU et al. 2010). Outro estudo descreve níveis de 0,2 (0,1–0,5) $\mu\text{g/L}$ e 0,2 (0,10–0,4) $\mu\text{g/L}$ na população residente da região de Valcamonica na Itália, esta é uma região com predomínio de indústrias de ferro-Mn e elevada prevalência de parkinsonismo (SQUITTI et al., 2009). Dependendo do local, os níveis variam ainda mais, como exemplo no estudo conduzido por WANG et al., (2011) que buscou determinar valores de referência para exposição ambiental de Mn na urina, no sudeste da China, região impactada ambientalmente devido a realização de reciclagem de resíduos eletrônicos. Os autores descrevem valores de $3,50 \pm 2,84 \mu\text{g/L}$ para a população do entorno e $3,01 \pm 2,86 \mu\text{g/L}$ para o grupo controle, pertencente a uma região distante da considerada exposta. Os resultados ainda que maiores que os obtidos em outros países, não demonstraram diferenças estatísticas entre os dois grupos, mesmo com intensa exposição a metais pesados na região (WANG et al., 2011).

A busca ainda é constante por indicadores biológicos utilizados para a avaliação da exposição ao Mn, uma vez que não é clara a relação entre a exposição ao metal, níveis biológicos de Mn e a intensidade dos efeitos provocados por ele em exposições ambientais. Nas exposições ocupacionais os valores utilizados para instaurar medidas de controle são 4-15 $\mu\text{g/L}$ no sangue, 1-8 $\mu\text{g/L}$ na urina, e 0,4-0,85 $\mu\text{g/L}$ no soro. Além disso, pode-se detectar o acúmulo de Mn na região do cérebro (conhecida como gânglios basais) através de ressonância magnética por imagem como uma lesão com alto sinal distintivo simétrico na região *globus pallidus* do gânglio basal (SANTOS, 2007; ATSDR 2008).

No presente trabalho optou-se por obter amostra urina para avaliar exposição ambiental ao Mn, e considerando a falta de valores de referência para amostras biológicas nesta área da Toxicologia, utilizou-se os valores de referências estabelecidos para as exposições ocupacionais, ou seja, 1-8 $\mu\text{g/L}$ para Mn na urina (ATSDR, 2008). Neste sentido, para extrapolar valores, deve-se considerar as características intrínsecas do tipo de exposição de cada área da Toxicologia acima referida (KUNO, ROQUETTI, UMBUZEIRO, 2009). Assim, apesar do limite de detecção da técnica empregada no atual estudo atender a presente proposta, diante dos resultados obtidos e considerando a variabilidade das concentrações acima descritas para as exposições ambientais, não se pode descartar a possibilidade de aprofundar estes achados, utilizando a mesma amostra biológica, no entanto, com uma técnica com maior sensibilidade.

A determinação dos níveis de Mn sanguíneo, embora descrita na literatura, é considerada um indicador duvidoso, por sofrer influência direta da intensidade, frequência e duração da exposição (SMITH et al., 2007). Tratando-se de exposições crônicas, os níveis sanguíneos não são interessantes (APOSTOLI, LUCCHINI, ALESSIO, 2000), pois a meia-vida sanguínea é de apenas 2 horas. Além disso, observou-se que seus níveis praticamente não se alteram após exposição pela via inalatória (SMARGIASSI, MUTTI, 1999), sofrendo maiores variações quando da exposição por via oral, principalmente através da dieta (BALDWIN et al., 1999). Logo, a presença de altos níveis de Mn no sangue indica exposição recente a este agente tóxico e ainda pela via oral (LUCAS, 2010).

A utilização de plasma também é descrita com aplicação em exposições ocupacionais (SMITH et al., 2007), no entanto, as concentrações de Mn nesse fluido, são menores quando comparadas com valores determinados no sangue, possivelmente devido a associação do Mn aos eritrócitos, sendo assim utilizados apenas para exposições recentes (LJUNG et al., 2009).

Apesar da urina ser amplamente utilizada como indicador biológico de exposição ocupacional ao Mn, acredita-se que o comportamento nas exposições ambientais seja diferente, pois os valores, quando detectados representam 1% de todo o Mn absorvido diariamente e apenas 6% da quantidade excretada (SMARGIASSI, MUTTI, 1999).

Desta forma, com a determinação realizada no presente estudo, é possível afirmar que os níveis urinários do grupo exposto e não exposto não apresentam diferenças significativas entre si, sendo inclusive semelhantes a outros estudos descritos na literatura. Apesar de toda discussão a respeito do melhor indicador biológico, considera-se este um importante achado, uma vez que mesmo com níveis consideravelmente maiores de Mn no ar e na água do município exposto, esta diferença não se fez presente no grupo de residentes avaliados.

Juntamente às análises dos níveis de Mn urinário, avaliaram-se as condições de saúde da população através da auto-avaliação do estado de saúde, uso diário de medicamentos, presença de morbidades relacionadas a oito aparelhos e/ou sistemas, avaliação física e de parâmetros bioquímicos, hematológicos e urinários destes indivíduos.

Para atender a proposta acima, escolheu-se realizar auto-avaliação de saúde considerando que esta estratégia tem sido largamente empregada em questionários populacionais pela facilidade da aplicação

e ao mesmo tempo permitir comparações. Tem sido descritas evidências de sua capacidade em abranger diferentes dimensões da saúde, através da constatação de que os indivíduos desenvolvem implicitamente um processo de ponderação destas dimensões, mesmo tratando-se de apenas uma única pergunta (STEWART-BROWN, S e LAYTE, R., 1997). No presente estudo, não houve diferença significativa entre o grupo exposto e o não exposto nesta variável. Este é um achado relevante no contexto, uma vez que a percepção individual da saúde mostra-se importante por si, independentemente da presença objetiva de alguma doença, apesar de não serem descartadas as suas relações com condições clínicas e indicadores de morbidade e mortalidade (FRANKS, GOLD, FISCELLA, 2003).

Por outro lado, no que tange ao consumo diário de medicamentos, verificou-se diferença estatística significativa entre os dois grupos, sendo que no grupo exposto um número maior de indivíduos utilizam diariamente medicamentos. Contudo, deve-se ponderar neste contexto o fato de que indivíduos que consomem medicamentos possam sentir-se saudáveis, uma vez que a patologia está sendo controlada. Observou-se ainda que grande parte dos medicamentos utilizados foi prescrito para controlar doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como hipertensão, diabetes, dislipidemias e problemas respiratórios, que segundo o Ministério da Saúde, são as morbidades que mais acometem a população brasileira e juntas são responsáveis por até 70% das causas de mortes e incapacidade prematura no Brasil (BRASIL, 2011). Também foi constatado um alto consumo de anticoncepcionais, quando comparado às outras classes terapêuticas, justificado pelo número de mulheres participantes, que como verificado em estudos na região sul do país, é a escolha prevalente como método contraceptivo (BRASIL, 1997). No entanto, como mencionado previamente, esta classe terapêutica não foi contabilizada no presente estudo quando considerada a variável “uso diário de medicamentos”. Cabe mencionar que a maioria das pesquisas sobre prevalência de medicamentos utilizados no Brasil, se referem à população idosa, acometida principalmente por DCNT e outras doenças degenerativas (FLEITH et al., 2008), dificultando maiores comparações devido a faixa etária do presente estudo.

Considerada como uma das mais importantes DCNT no Brasil, na atual pesquisa identificou-se um índice pouco expressivo de casos de câncer tratados e curados nos dois grupos avaliados. Além disso, a sua ocorrência foi bastante homogênea entre os grupos, sem diferença estatística.

Outra variável a ser discutida é referente à ocorrência de abortos

espontâneos na população estudada. Os episódios registrados em ambos os grupos teve distribuição que não diferiu estatisticamente. As taxas encontradas condizem com informações da literatura que mostram que 1 a 3% dos casais passam por esse tipo de perda, principalmente nos casos de abortos espontâneos recorrentes (BARINI et al., 2006), sendo um fenômeno comum para 15 a 20% das gestações (KALOUSEK, 1998). A literatura não descreve relação entre a poluição ambiental e a ocorrência de abortos espontâneos, no entanto, pode ter um impacto sobre a reprodução tanto de homens como de mulheres (SRÁM, 1999). Esta, bem como outras informações, poderá ser o foco de futuras investigações na região.

Em relação à incidência de morbidades na população em estudo, não houve diferença estatística significativa quando comparado os dois grupos em nenhum dos oito aparelhos e/ou sistemas avaliados. Neste sentido, havia uma expectativa em torno das informações coletadas relativas principalmente ao sistema respiratório, fundamentada em parte pelo fato de que segundo o Ministério da Saúde, problemas respiratórios acometem grande parte da população brasileira e, em sua maioria é atribuída à má qualidade do ar (BRASIL, 2011). Além disso, a utilização do carvão para a produção de energia é uma das principais atividades responsáveis pela poluição atmosférica e, podendo impactar consequentemente a saúde humana (MARTINS, 2008; GOHLKE et al., 2011). A exposição ao MP em si, também está relacionada à diminuição da função pulmonar (POPE, 1995), indução de lesão pulmonar (DORMAN et al., 2005) e, a um aumento da mortalidade e morbidade associadas a doenças pulmonares e cardiovasculares (LAING et al., 2010). O sistema respiratório desenvolve processos inflamatórios que debilitam sua função quando do contato com gases tóxicos e MP (EPA, 2001). Contudo, na presente pesquisa, constatou-se que a incidência de rinite, bronquite e falta de ar foi semelhante entre os dois grupos. Assim como no aparelho respiratório, também não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos em relação ao sistema cardiovascular. Em complementação, sabe-se que o MP é conhecido pela sua complexa mistura de elementos como metais, sais, material carbonáceo, compostos orgânicos voláteis, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, e endotoxinas (ALFARO-MORENO et al., 2002), associado a outras substâncias presentes na fumaça resultante da queima do carvão para geração de energia (IEA, 2007). O Mn é um exemplo de metal encontrado naturalmente em baixas concentrações no ar, no entanto, processos de combustão ou fusão originam partículas finas com alta concentração desse metal (WHO, 2000). A exposição a concentrações

elevadas de Mn há longo prazo provoca disfunções pulmonares (DORMAN et al., 2005), devido a sua associação com partículas menores que 5 µm de MP, favorecendo sua absorção e distribuição no organismo (WEIGERT, RATTMANN, 1997). No presente estudo, contudo, não foi possível estabelecer uma relação direta entre os níveis de Mn urinários, condições de saúde desta população, mais especificamente a presença de doenças respiratórias e cardiovasculares, e possível influência do MP existente na região de estudo.

A exposição cumulativa ao Mn e principalmente combinada a vários elementos tóxicos, pode levar ao desenvolvimento, ou pré-dispor indivíduos expostos a desenvolver sinais e sintomas (LUCCHINI, ZIMMERMAN, 2009). Mesmo fora de ambientes de trabalho contendo estes compostos, a exposição pode ocorrer porque os níveis de emissões de partículas ultrafinas vêm aumentando gradualmente, assim como a ação do vento, transportando esse MP para locais distantes da fonte, contribuindo também para a exposição ambiental (MACDONALD et al., 2000).

Assim, mesmo a exposição ambiental ao Mn, principalmente quando combinada a outros elementos neurotóxicos, associada ao tempo de exposição (HUDNELL, 1999; SQUITTI et al., 2009; LUCCHINI, ZIMMERMAN, 2009), pode estar relacionada com o desenvolvimento de um comprometimento neurológico semelhante ao da doença de Parkinson, chamada manganismo (LUCCHINI, MARTIN, DONEY, 2009).

Os mecanismos que provocam a neurotoxicidade após exposições crônicas a níveis baixos de Mn ainda são desconhecidos. Pesquisam-se alterações genéticas relacionadas à doença de Parkinson e na regulação do transporte e metabolismo do Mn. Ainda, conjuntamente verifica-se a possível ação local caracterizada pelo alargamento progressivo do globo pálido e de toda a área dos gânglios basais, incluindo a substância nigra, responsável pelo típico parkinsonismo (LUCCHINI, MARTIN, DONEY, 2009).

Outra condição capaz de aumentar este risco em indivíduos expostos ao Mn, pode ser observada em deficiência sub-clínica da função hepática, porque é o fígado, o responsável pela homeostase dos níveis desse metal no organismo (SQUITTI et al., 2009; LUCCHINI, MARTIN e DONEY, 2009).

Assim, ainda analisando os resultados obtidos no presente estudo através das morbidades referidas, a exemplo dos outros sistemas, também não foram observadas alterações neurológicas, as quais poderiam ter alguma relação com os efeitos neurotóxicos produzidos

pelo Mn, e nem hepáticas, as quais poderiam alterar as concentrações deste elemento no organismo dos indivíduos expostos.

Para avaliar a saúde de uma população não basta questionar sobre a existência de alterações percebidas por cada um dos indivíduos, pois a maioria delas apenas será percebida, quando a situação estiver grave, condição esta, observada na hipertensão (BRINGEL OLINDA, DA SILVA, 2009), doenças renais, entre outras (HENRY, 2008). Desta forma, além do questionamento verbal consideraram-se os dados da avaliação física e exames bioquímicos, hematológicos e urinários individuais, realizados concomitantemente.

Durante a avaliação física, obtiveram-se medidas antropométricas, como IMC e a RCQ, importantes no diagnóstico, prevenção e monitoramento da obesidade, assim como na distribuição da gordura corpórea (HAN et al., 1995). Segundo a *National Heart, Lung and Blood Institute* (NHLBI, 1998) e a Organização Mundial da Saúde (1997), o IMC e a RCQ, são indicadores de obesidade e da distribuição da gordura corporal, ou seja, obesidade generalizada e central, respectivamente. Esses métodos indiretos demonstram que a gordura corporal quando distribuída de forma anormal indica risco para desenvolvimento de doenças cardiovasculares, da mesma forma que inúmeras síndromes podem se associar ao excesso de gordura visceral, como a síndrome metabólica, resistência a insulina, hipertensão e dislipidemias (DESPRÉS, LEMIEUX, ALMÉRAS, 2006; HEYMSFIELD, 2008).

Conforme a Tabela 4 apresentada nos resultados, os valores de IMC do grupo exposto não diferiram daqueles obtidos pela população não exposta, quando foi considerado o grupo como um todo. No entanto, destaca-se que em ambos os grupos eles estavam acima do valor de referência. Esta constatação instigou a explorar estes resultados comparando os valores de IMC apresentados pelos indivíduos participantes do estudo com os padrões da Organização Mundial de Saúde (2006) e ainda realizando a distinção em função do gênero. Neste sentido, a prevalência de sobrepeso em Capivari de Baixo foi maior tanto nos homens (42,12%), quanto nas mulheres (47,82%), se comparados com os moradores de Florianópolis, os quais foram 31,57% e 21,75%, respectivamente. A prevalência de indivíduos obesos também foi maior em Capivari de Baixo, porém com os homens em maior percentual (31,57%), em comparação com as mulheres (22,29%). Em Florianópolis, apesar de em menor proporção, estes índices mantiveram perfil semelhante, sendo 22,29% para homens e 15,38% para as mulheres. Diante do exposto, evidenciou-se maior risco decorrente da

obesidade nos moradores de Capivari de Baixo em ambos os gêneros.

Tem sido observado que a distribuição da gordura não pode ser ignorada, uma vez que o excesso de gordura abdominal, também chamada de obesidade central ou androgênica (NHLBI, 1998; *Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adults Treatment Panel III)*, 2001), é responsável por liberar ácidos graxos livres, entre outras substâncias, na circulação sanguínea, que tem como função reduzir a absorção de glicose induzida pela insulina no músculo esquelético. A hiperinsulinemia consequente desse aumento dos níveis de glicose no sangue promove a vasoconstrição seguida do aumento da pressão arterial (DAVY et al., 2004; HALPERN et al., 2011). Esse efeito cascata pode prosseguir com a ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, ocasionando retenção de sódio e água, além de valores ainda maiores de pressão arterial (DAVY et al., 2004).

Indivíduos considerados não obesos podem estar em risco de desenvolver a síndrome X, também chamada de resistência insulínica, por apresentarem uma má distribuição da gordura corporal, observada na avaliação da RCQ (DESPRÉS, LEMIEUX e ALMÉRAS, 2006).

Considerando que a distinção em função do gênero permitiu uma melhor visualização dos resultados para o parâmetro IMC, optou-se por também realizar este tipo de análise para RCQ. No entanto, é importante lembrar que quando avaliado o grupo como um todo, também não foi observado diferença estatística entre os grupos exposto e não exposto, conforme Tabela 4 dos resultados, e diferentemente do IMC, os valores de RCQ estavam todos próximos dos valores de referências para este parâmetro. Assim, sob esta outra análise, os valores da RCQ para os 31,57% dos homens do grupo exposto ultrapassou o limite dos valores recomendados ($<0,94$), apresentando risco maior de complicações clínicas devido à obesidade abdominal. Nas mulheres 43,48% excederam os valores considerados desejáveis ($<0,80$). Tais valores são altos quando comparados com o de Souza et al., (2003), onde a prevalência de obesidade abdominal é de 25,2% para e homens e 20,2% para mulheres. Para as mulheres do grupo não exposto a prevalência também foi elevada, de 50%, enquanto que para os homens desse grupo este índice foi de 13,04%. Desta forma, apenas os homens do grupo não exposto encontram-se com níveis abaixo dos descritos por Souza et al., (2003). Ainda, em ambos os grupos observa-se maior frequência de má distribuição da gordura nas mulheres. Numa outra abordagem, desta vez focalizando os residentes de Capivari de Baixo, percebe-se que além de

ter sido evidenciado maior frequência de obesidade nesta população, cerca de 75% deste grupo apresenta risco maior de complicações clínicas devido à obesidade abdominal. Assim, uma vez que esta é uma condição relativamente controlável, conscientizações neste sentido são necessárias, visando diminuir sedentarismo e reavaliar hábitos alimentares.

Outra condição com relação direta ao risco cardiovascular analisada durante a avaliação física foi a PA. Considera-se este um fator de risco modificável (BURT et al., 1995) para doenças cardiovasculares e renais, incluindo doença cardíaca coronariana, acidente vascular cerebral e insuficiência renal. A literatura demonstra uma relação cada vez mais forte, independente, preditiva e etiologicamente significativa em indivíduos com ou sem presença de doença cardíaca coronariana (FLACK et al., 1995; VASAN et al., 2001; BRILL, 2011), tanto em homens como mulheres, adultos jovens e idosos (VASAN et al., 2001).

Apesar de todos os progressos na prevenção, detecção e tratamento para o controle da hipertensão, este continua sendo um importante problema de saúde pública. Esta constatação se deve principalmente em função das baixas taxas de controle (VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão, 2010; BRILL, 2011) e consequente associação com alterações funcionais e estruturais de órgãos como o coração, encéfalo, rins e vasos sanguíneos, além das disfunções metabólicas já citadas anteriormente (BURT et al., 1995; VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão, 2010).

O aumento da PA parece ser uma ocorrência típica na maioria das populações, sendo que sua prevalência aumenta com a idade (BURT et al., 1995; BRILL, 2011). Estima-se a existência de 1 bilhão de hipertensos no mundo (NIH, 2004). Uma revisão da literatura realizada por Pereira et al., (2009), que avaliou 44 trabalhos de 35 diferentes países, estabeleceu uma prevalência mundial de 37,8% em homens e 32,1% em mulheres. No Brasil essa morbidade atinge 30% da população entre 20 e 50 anos de idade, acometendo até 75% dos indivíduos entre 60 e 69 anos de idade, e a avaliação quanto ao gênero indica prevalência de 35,8% nos homens e 30% nas mulheres (VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão, 2010). Em nosso estudo, seguindo os valores estabelecidos pela VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (2010), os valores pressóricos médios encontrados nos grupos, indicam indivíduos normotensos. Ainda, visando um panorama mais detalhado destes resultados, pode-se optar por uma avaliação inferindo subclassificações aos valores pressóricos. Neste sentido, observa-se sujeitos normotensos e pré-hipertensos (<140 e <9 mmHg) em mais da metade dos indivíduos

dos dois grupos, 83,34% do exposto e 77,56% do não exposto. Três indivíduos de cada grupo representando 7,14% do exposto e 6,12% do não exposto, classificam-se como hipertensos de estágio I (140-159 e 90-99 mmHg), em nenhum participante identificou-se valores pressóricos característicos de hipertensão de estágio 2 (160-179 e 100-109mmHg), enquanto que valores indicativos de hipertensão de estágio 3 (≥ 180 e ≥ 110 mmHg) foram encontrados em 2,38% do grupo exposto e em 4,08% do não exposto. O restante dos avaliados, 7,14% do grupo exposto e 12,24% do não exposto, foram classificados como apresentando hipertensão sistólica isolada (≥ 140 e < 90).

Apesar dos valores pressóricos aferidos durante a avaliação física indicar maior número de hipertensos no grupo não exposto, deve-se considerar neste contexto o resultado de que o grupo exposto consome mais medicamento, fato que pode justificar o achado normotenso.

A finalização da avaliação física ocorreu após a obtenção de dados como FC e DP, também importantes na avaliação de riscos para ocorrência de doenças cardiovasculares (PALATINI, 1999), principalmente durante atividades físicas (FARINATTI, ASSIS, 2000).

Dá-se o nome de FC, ao número de vezes que o coração bate por minuto, sendo um bom indicador da atividade cardíaca, para manter as demandas metabólicas do organismo, principalmente ao se iniciar uma atividade física. (POLITO, FARINATTI, 2003 apud WILMORE, COSTILL, 1999; Instituto do Desporto de Portugal I.P. 2009).

Os valores de FC para indivíduos em repouso são em torno de 60 a 80 batimentos por minuto (POLITO, FARINATTI, 2003), tais valores podem ser ultrapassados por pessoas idosas ou sedentárias (POLITO, FARINATTI, 2003 apud WILMORE, COSTILL 1999).

Considera-se a FC como bom indicador para a saúde de uma população, uma vez que quando elevados, seus valores se relacionam a um risco aumentado de mortalidade (GREENLAND et al., 1999). Comparando-se os valores de referência citados anteriormente, o grupo exposto apresentou incidência de 45,23% de FC acima de 80 bpm, enquanto que no grupo não exposto este índice foi de 16,32%. Quando esta variável é analisada em conjunto, conforme a Tabela 4 apresentada nos resultados, observa-se que os valores foram significativamente maiores no grupo exposto e principalmente na população masculina. No entanto, enfatiza-se que estes resultados ainda estão dentro dos valores de referência estabelecidos.

Outra variável avaliada foi o DP, método não invasivo que avalia o consumo de oxigênio do miocárdio tanto durante o repouso como durante atividades físicas (GOBEL et al., 1978; MIRANDA et al., 2005;

HARGENS, 2011). A maioria dos estudos sobre DP relacionam resultados obtidos durante exercícios físicos com a segurança cardiovascular durante sua execução (FARINATTI, ASSIS, 2000). Considerando que a avaliação no presente estudo foi realizada em condição de repouso, os valores de DP observados referem médias esperadas, ou seja, dentro da faixa de normalidade de 6.000 em repouso, até 40.000 durante atividades físicas (POWERS, HOWLEY, 2000).

Os parâmetros bioquímicos e hematológicos foram avaliados com a finalidade de observar o perfil de cada grupo e assim verificar se características locais poderiam estar relacionadas com alguma alteração. Considerando o diabetes, o DATASUS (2008), estima que a morbidade acometa 8,5% da população sul do país, enquanto que a Sociedade Brasileira de Diabetes considera o estudo realizado por Wild et al. (2004), com estimativa nacional de 12%, como um dos mais confiáveis. Ainda, o Ministério da Saúde estima que 5,2% das causas de morte no país se devem à diabetes (BRASIL, 2011). No presente estudo, os resultados dos hemogramas estavam normais para os dois grupos avaliados, no entanto, em relação à glicemia, apesar de também estarem dentro da normalidade, os valores foram estatisticamente maiores no grupo exposto. Por outro lado, deve-se considerar que os indivíduos portadores de diabetes também apresentaram valores normais evidenciando a adesão e a eficiência no controle da morbidade.

Com relação ao perfil lipídico obtido a partir das análises de LDL-c dos dois grupos como um todo, observou-se discreta dislipidemia caracterizada por pequena elevação em relação aos valores de referência. Esta alteração logicamente refletiu no fato de que os indivíduos do grupo exposto apresentam uma tendência discretamente maior para desenvolver doenças coronárias, devido os valores de CI (Índice de Castelli) estarem estatisticamente mais elevados que os obtidos no grupo não exposto. A razão entre colesterol total e HDL (CI) e entre LDL e HDL (CII), são importantes para avaliação do risco de doença coronária (Castelli, 1988). Convém salientar que os índices obtidos são menores do que os apresentados pelo Ministério da Saúde (MS), onde a morbidade atinge cerca de 14,1% de homens e 19,3% das mulheres no Brasil (BRASIL, 2010). Aliado aos achados referentes ao colesterol verificou-se que os homens do grupo exposto estão com níveis de TG mais elevados do que a população masculina do grupo não exposto, sendo estes superiores ao valor de referência estabelecido.

A função hepática também foi avaliada, apesar de não ser considerada uma das doenças crônicas de maior ocorrência no Brasil, ela é fundamental nesse estudo, uma vez que danos hepáticos

influenciam em possíveis episódios de intoxicação por metais como o Mn, que tem sua absorção e excreção regulados por esse órgão, quando a exposição ocorre por via oral (ATSDR, 2008; LUCCHINI, MARTIN, DONEY, 2009; SQUITTI et al., 2009). Foram constatadas alterações estatisticamente significativas para GGT quando se comparou o grupo exposto com o não exposto. No entanto, destaca-se que os valores encontrados para ambos os grupos estão dentro do valor de referência. Desta forma, níveis normais de FA, GGT, TGO e TGP (MINCIS, MINCIS, 2007) encontrados no presente estudo sinalizam a ausência de danos hepáticos.

Com relação à função renal, um indivíduo do grupo exposto auto-referiu sofrer de insuficiência renal, porém identificaram-se com as análises laboratoriais poucas alterações nos valores de uréia nos dois grupos, enquanto que nas análises de Crea-S e parcial de urina, não detectou-se valores fora da normalidade. Por outro lado, os valores de Crea-U do grupo exposto, foram estatisticamente mais elevados que no grupo não exposto. A literatura coloca que os níveis de Crea-U podem variar em função da massa muscular, atividade física, fluxo de urina, horário da coleta, dieta, hidratação e condição de saúde (BOENIGER et al., 1993). Todavia, salienta-se que a exemplo do ocorrido com o parâmetro GGT, os valores para Crea-U também estão dentro do valor de referência para ambos os grupo avaliados, exposto e não exposto.

Finalmente, optou-se por avaliar a concordância entre os resultados obtidos no presente estudo e a incidência de morbidades registradas pelo DATA-SUS para estes municípios. O estudo ecológico realizado em Capivari de Baixo constatou alterações estatisticamente significativas em relação ao grupo não exposto (Florianópolis) em 6 das 16 morbidades levantadas da CID-10, as quais poderiam estar relacionadas com agravos a saúde causados por sete metais de interesse toxicológico, entre eles o Mn, encontrados na complexa composição do carvão. As morbidades listadas foram: asma; bronquite, enfisema e doenças pulmonares crônicas; diabetes mellitus; doenças renais túbulo-intersticiais; hipertensão essencial e insuficiência cardíaca (OLIVEIRA, et al., 2009). Entretanto, no estudo transversal foram constatadas apenas discretas alterações acima dos valores de referência nos parâmetro IMC e níveis de LDL-c, porém em ambos os grupos avaliados, mas sem diferença estatística entre eles (Tabela 4 e Tabela 5), e na taxa de TG, neste caso, acima somente na população masculina de Capivari de Baixo, no entanto, com significativa diferença entre os grupos (Figura 5). Além disso, foi verificado que os indivíduos do grupo exposto consomem mais medicamentos diariamente. Por outro lado, os demais

parâmetros (FC, GGT, CI, glicose e CREA-U), os quais foram estatisticamente maiores no grupo exposto em relação ao grupo não exposto, estavam todos dentro dos valores de referência.

Desta forma, sugere-se pouca concordância entre os achados do estudo ecológico e o transversal. Alguns fatores podem estar contribuindo para tal divergência. A importância do DATASUS é reconhecida entre profissionais da gestão e da academia, bem como entre os atores da área de controle social. No entanto, não se pode desconsiderar que os dados e sua qualidade são temas recorrentes nas avaliações do Ministério da Saúde sobre o DATASUS (BRASIL – MS, OPAS, FIOCRUZ, 2009). Ampliar a qualidade dos dados, zelar pela cobertura, proteger a privacidade dos cidadãos, promover a aproximação com o nível local, e prover a capacitação dos recursos humanos, que além de serem considerados insuficientes, sofrem com a transitoriedade dos recursos humanos, são algumas das dificuldades apontadas pelos órgãos competentes. Outro ponto que deve ser considerado para explicar a desarmonia dos resultados entre os dois estudos é relativo à necessidade de aumentar o número de indivíduos a ser amostrado no estudo transversal. Assim, estudos adicionais são necessários para esclarecimento desta questão.

6. CONCLUSÕES

- A população avaliada (grupo exposto e não exposto) apresentou-se homogênea em gênero, faixa etária e na maioria das outras características sócio-demográficas avaliadas, peculiaridades que poderiam interferir nas condições de saúde e consequentemente gerarem confusão na interpretação dos resultados;
- Não foi constatada nos sujeitos da pesquisa (grupo exposto e não exposto) exposição ao Mn através do consumo de água, atividade ocupacional e uso de medicamentos, fatores que poderiam também causar confusão durante a avaliação dos resultados;
- Apesar de ter sido encontrado Mn em amostras de ar e água em Capivari de Baixo, os níveis urinários de todos os moradores deste município avaliados no presente estudo, independente do gênero, estavam dentro dos valores de referência estabelecidos para as exposições ocupacionais;
- Considerando a variabilidade das concentrações de Mn urinário descritas na literatura para as exposições ambientais e diante da falta de valores de referência nesta área da Toxicologia, verificou-se a necessidade de estudos complementares utilizando esta mesma amostra biológica e este mesmo método, porém este último com maior sensibilidade analítica. A estratégia referida visa à possibilidade de determinar os valores de referência para o Mn urinário das populações amostradas;
- O grupo exposto caracterizou-se por apresentar mais indivíduos que consomem medicamentos diariamente quando comparado ao grupo não exposto;
- A grande maioria dos indivíduos do estudo (grupos exposto e não exposto) considerou-se saudável. Não houve diferença entre os grupos em relação à presença de doenças crônicas e às morbidades relativas aos oito aparelhos e/ou sistemas avaliados;
- Em relação aos parâmetros cardiológicos, antropométricos e bioquímicos conclui-se que os indivíduos do grupo exposto apresentaram discreta dislipidemia e elevação de IMC. Além disso, tiveram os parâmetros FC, GGT, CI, glicose e CREA-U dentro dos valores de referência, no entanto, com diferença estatística significativa em relação ao grupo não exposto;

- Não foram detectadas alterações hepáticas e renais para ambos os grupos avaliados. Os resultados dos exames hematológicos e urinários também estavam dentro dos valores normais nas duas populações;
- O estudo transversal permitiu concluir que os residentes de Capivari de Baixo que participaram do presente estudo apresentaram um perfil relativamente saudável. No entanto, chama-se a atenção para a possibilidade de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e outras síndromes, devido os achados relativos à distribuição anormal da gordura corpórea e dislipidemia, aliado aos valores diferenciados de FC e glicose em relação ao grupo não-exposto;
- Por outro lado, foi constatado que apesar dos moradores avaliados neste estudo estarem residindo em um local onde há manuseio de carvão, não foram detectadas alterações nas condições de saúde dos mesmos que pudessem estar relacionadas diretamente à exposição ao MP ou ao Mn;
- Os resultados do estudo ecológico e transversal não apresentaram concordância direta. Avaliações adicionais são necessárias para elucidar esta questão.

7. REFERÊNCIAS

ABE, Y. et al. A simple technique to determine thrombopoiesis level using immature platelet fraction (IPF). **Thromb Res**, v. 118, n. 4, p. 463-469, 2006.

ABDEL-HAMID, M. M.; EL-DESOKY, S. A.; MAGDI, S. M. Estimation of manganese in blood between exposed workers to different concentrations at industrial units. **Egypt J Pharm Sci**, v. 31, p. 143-150, 1990.

AGOSTINI, J. M. S.; OTTO, P. A.; WAJNTAL, A. Chromosome damage in underground coal miners: detection by conventional cytogenetic techniques and by submitting lymphocytes of unexposed individuals to plasma from at-risk groups. **Br J Genet**, v. 19, n. 4, p. 641-646, 1996.

AKBAR-KHANZADEH, F. Short-term respiratory function changes in relation to workshift welding fume exposures. **Int Arch Occup Environ Health**, v.64, n. 6, p. 393-397, 1993.

ALEXANDRE, N. Z. et al. **Fontes de poluição no Município de Criciúma, SC**. Porto Alegre: CPRM, 1995, 15p.

ALEXANDRE, N. Z. Diagnóstico da Região Carbonífera de Santa Catarina: degradação dos recursos naturais. **Ver. Tecnol. Ambiente**, Criciúma, v. 5, n.2, p. 35-50, 1999.

ALEXANDRE, N. Z.; KREBS, A. S. J. **Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma, SC**. Porto Alegre: CPRM, 1995. 1 v. Programa de Informações Básicas para Gestão Territorial de Santa Catarina – PROGESC. (Série Recursos Hídricos, v.6).

ALFARO-MORENO, E. et al. Biologic effects induced in vitro by

PM10 from three different zones of Mexico City. **Environ Health Perspect**, v. 110, n. 7, p. 715-720, 2002.

ALMEIDA, I. T. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. 1999. 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1999.

ANDERSEN, M. E.; GEARHART, J. M.; CLEWELL, H. J. Pharmacokinetic data needs to support risk assessments for inhaled and ingested manganese. **Neurotoxicology**, v. 20, p.161-171, 1999.

ANDRIOLO, A. **Guia de Medicina Ambulatorial e Hospitalar da UNIFESP-EPM**. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2008, 307p.

APOSTOLI, P.; LUCCHINI, R.; ALESSIO, L. Are current biomarkers suitable for the assessment of manganese exposure in individual workers? **Am. J. Ind. Med**, v. 37, n. 3, p. 283– 290, 2000.

ASCHNER, J. L.; ASCHNER, M. Nutritional aspects of manganese homeostasis. **Mol Aspects Med**, v. 26, n, 4-5, p. 353-362, 2005.

ASCHNER, M.; ASCHNER, J. L. Manganese neurotoxicity: Cellular effects and blood-brain barrier transport. **Neurosci Biobehav Rev**, v. 15, n. 3, p. 333-340, 1991.

ASCHNER, M. Manganese as a potential confounder of serum prolactin. **Environ. Health Perspect**, v. 114, n. 8, p. A458, 2006

ASCHNER, M. et al., Manganese: recent advances in understanding its transport and neurotoxicity. **Toxicol Appl. Pharmacol**, v, 221, n. 2, p. 131–147, 2007.

ASCHNER, M.; ERIKSON, K.M.; DORMAN, D. C. Manganese

Dosimetry: Species Differences and Implications for Neurotoxicity. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 35, n. 1, p. 1-32, 2005.

Assessoria de Imprensa de Capivari de Baixo. Disponível em: <http://www.sul-sc.com.br/afolha/cidades/capivarib.htm>. e <http://farolshopping.com.br/?pg=noticias&view=all&codigo=1215> Acesso em 29/03/2011.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Arsenic (*Update*). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2008. Toxicological profile for Chromium. (*Draft for Public Comment*). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2008. Toxicological profile for Cadmium (*Draft for Public Comment*). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2008. Toxicological profile for Manganese. (*Draft for Public Comment*). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1999. Toxicological profile for Mercury. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2005. Toxicological profile for Nickel. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

BAILIS, D. S.; SEGALL, A.; CHIPPERFIELD, J. G. Two views of self-rated general health status. **Soc Sci Med.** v. 56, n. 2, p. 203–217, 2003.

BALDWIN, M. M. Bioindicator and exposure data for a population based study of manganese. **Neurotoxicology.** v. 20, n. 2-3, p. 343–353, 1999.

BARBEAU, A. Manganese and extrapyramidal disorders (a critical review and tribute to Dr. George C. Cotzias). **Neurotoxicology,** v. 5, n. 1, p. 13-35, 1984.

BARCELOUX, D. G. Manganese. **Clin. Toxicol,** v. 37, n. 2, p. 293-307, 1999.

BARINI, R. et al. Revisão sobre as diferentes etiologias no aborto espontâneo recorrente. **Femina,** v. 34, n. 8, p. 533-536, 2006.

BASU, N. et al. A combined ecological and epidemiologic investigation of metal exposures amongst Indigenous peoples near the Marlin Mine in Western Guatemala. **Science of the Total Environment.** v. 409, n. 1, p, 70 – 77, 2010.

BELOLLI, M.; QUADROS, J.; GUIDI, A. **A história do carvão de Santa Catarina.** Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002. 296p.

BENFAM (Sociedade Civil Bem-Estar Familiar no Brasil),

1997. **Pesquisa Nacional sobre Demografia e Saúde 1996**. Rio de Janeiro: BENFAM.

BERTOLAMI, M. C; FALUDI, A. A. Dislipidemias. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 59, edição especial, 2002.

BIGAZZI, P. E. Metals and Kidney Autoimmunity. *Environ Health Perspect.* v. 107, n. 5, p. 753-765, 1999.

BINOTTO, R. B.; **Avaliação do grau de contaminação das águas subterrâneas em áreas de influência de resíduos do processamento do carvão**. 1997, 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). PPGEM/UFRGS. Porto Alegre, 1997.

BOENIGER, M. F.; LOWRY, L. K.; ROSENBERG, J. Interpretation of urine results used to assess chemical exposure with emphasis on creatinine adjustments: a review. **Am Ind Hyg Assoc J**, v. 54, n. 10, p. 615-627, Oct, 1993.

BRUIN, A.; PICAUVET, H. S. J.; NOSSIKOV, A. Editors. Health Interview Surveys: towards international harmonization of methods and instruments. Geneva: World Health Organization; European Series, 58, 1996.

BOGDANOVIC, S. et al. Trace element characterization of coal fly ash particles. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B**, v. 99, p. 402-405, 1995.

BONDE, J. P.; VITTINGHUS, E. Urinary excretion of proteins among metal welders. **Hum Exp Toxicol**, v. 15, n. 1, p. 1-4, 1996.

BOOJAR, M. M. A.; GOODARZI, F. A longitudinal follow-up of pulmonary function and respiratory symptoms in workers exposed to

manganese. **J Occup Environ Med**, v. 44, n. 3, p. 282-290, 2002.

BORTOT, A.; ALEXANDRE, N. Z. Programa de proteção e melhoria da qualidade ambiental da bacia do rio Tubarão e complexo lagunar. **Revista Tecnologia ambiente**, v. 1, n. 1, p. 55 – 74, 1995.

BOUCHARD, M. et al. Hair manganese and hyperactive behaviours: Pilot study of school-age children exposed through tap water. **Environ Health Perspect**, v. 115, n. 1, p 122–127, 2007.

BRASIL. Congresso. Senado. Resolução nº 310, de 16 de junho de 1999. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/310_99.htm

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS.; ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – Opas.; FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – Fiocruz. A experiência brasileira em sistemas de informação em saúde. V. 2. Falando sobre os sistemas de informação em saúde no Brasil; Série B. Textos Básicos de Saúde. Editora MS.1 ed. Brasília – DF, 2009. 148p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Vigitel Brasil 2009: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. Portal da Saúde, 2011.
Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cartilha_plano.pdf acesso em 10/2011.

BRASIL. Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das DCNT no Brasil de 2011-2022, 2011.
Disponível em: < http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cartilha_plano_final_11.pdf>

BRILL, J. B. Lifestyle Intervention Strategies for the Prevention and Treatment of Hypertension: A Review. **American Journal of Lifestyle Medicine**, v. 5, n. 4, p. 346-360, 2011.

BRINGEL OLINDA, Q.; DA SILVA, C. A. B. As Doenças Crônicas Matam no Silêncio. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 22, n. 3, p. 135-136, 2009.

BUNSE, H. **A Mineração de Carvão no Rio Grande do Sul**. Porto alegre: Gráfica Feplam, 1984.

BURT, V. L. et al. Prevalence of hypertension in the US adult population: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1991. **Hypertension**, v. 25, n. 3 p. 305-313, 1995.

BUTTARELLO, M; PLEBANI, M. Automated blood cell counts: state of the art. State of the art. **Am J Clin Pathol**, v. 130, n. 1, p. 104-116, 2008.

CALNE, D. B. et al. Manganism and idiopathic Parkinsonism: Similarities and differences. **Neurology**, v. 44, n. 9, p. 1583-1586, 1994.

CAROLA, C. R. **Dos subterrâneos da história: as trabalhadoras das minas de carvão de Santa Catarina (1937-1964)**. Florianópolis. Editora da UFSC, 2002, 9p.

CAROLA, C. R. Modernização, cultura e ideologia do carvão em Santa Catarina. In: Filho, A.G. **Memoria e cultura do carvão em Santa Catarina**. Editora Cidade Futura, Florianópolis, 2004, 400p.

CASSEMIRO, E.; ROSA, L.; CASTRO NETO, J. L. DE. O passivo

ambiental da região carbonífera do sul de santa catarina. In: **ENEGEP 2004**, Florinópolis, SC. Nov. 2004.

CASTELLI, W. P. Cholesterol and lipids in the risk of coronaryartery disease – the Framingham Heart Study. **Can J Cardiol**, 4:5A-10A, 1988.

CBO, 2002. Disponível em: <http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/home.jsf>, acesso em out, 2011.
CERSOSIMO, M. G.; KOLLER, W. C. The diagnosis of manganese-induced parkinsonism. **Neurotoxicology**, v. 27, n. 3, p. 340–346, 2006.

CETESB – Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003 – São Paulo, 2004.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 544p.

CHEN, C. J.; LIAO, S. L. Oxidative stress involves in astrocytic alterations induced by manganese. **Exp. Neurol**, v. 175, n. 1, p. 216–225, 2002.

CHU, N. S. et al. Neurotoxicity of manganese. In: Chang L, Dwyer R, eds. **Handbook of neurotoxicology**, New York, NY: Marcel Dekker, Inc., 91-103. 1995.

CORRÊA, J. Atividade Minerária no Sul de Santa Catarina: Impactos Ambientais Decorrentes da Exposição do Carvão. **Rev. de Direitos Difusos**, ano V, v. 25. São Paulo: ADCOAS/APRODAB/IBAP, p. 35507-3522, 2004.

COSTA, S.; ZOCCHÉ, J. J. Fertilidade de solos construídos em áreas de mineração de carvão na região sul de Santa Catarina. **Rev. Árvore**, v.33, n.4, p.665-674, 2009.

DATASUS, 2008 – “**Datasus – Centro Tecnológico de Informação e Informática do SUS**”. Disponível em <http://www.datasus.gov.br>. Acesso em outubro de 2011.

DAVIDSSON, L. et al. Identification of transferrin as the major plasma carrier protein for manganese introduced orally or intravenously or after in vitro addition in the rat. **J Nutr**, v. 19, p. 1461-1464, 1989.

DAVIDSON, R. M; CLARKE, L.B. **Trace elements from coal**. London: IEA Coal Research, (IEAPER/21), 1996, 60p.

DAVY, K. P.; HALL, J. E. Obesity and hypertension: two epidemics or one? **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 286, p. 803-813, 2004.

DE LUCA, F. J.; GASTALDON, M. C. Desenvolvimento sustentável e a recuperação das áreas degradadas abandonadas pela mineração de carvão na região Sul do Estado de Santa Catarina. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v.5, n.2, p.19-33, 1999.

DESPRÉS, J. P.; LEMIEUX, I.; PRUD'HOMME, D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. **BMJ**, v. 322, p. 716-720, 2001.

DOBSON, A.; ERIKSON, K.; ASCHNER, M. Manganese neurotoxicity. **Ann. N.Y. Acad. Sci**, v, 1012, n. 1, p. 115-28, 2004.

DORMAN, D.; STRUVE, M. Influence of Dietary Manganese on Pharmacokinetics of Inhaled Manganese Sulfate in Male CD rats. **Toxicological Sciences**, v. 60, n. 2, p. 242-251, 2001.

DORMAN, D. C.; STRUVE, M. F.; WONG, B. A. Brain manganese concentrations in rats following manganese tetroxide inhalation are

unaffected by dietary manganese intake. *NeuroToxicology*, v. 23, p. 185–189, 2002.

DORMAN, D. C.; et al. Sub-chronic inhalation of high concentrations of manganese sulfate induces lower airway pathology in rhesus monkeys. **Respir Res.** n. 6, p. 121, 2005.

DORMAN, D. C.; et al. Application of pharmacokinetic data to the risk assessment of inhaled manganese. **NeuroToxicology**, v.27, n. 5, p. 752-764, 2006 b.

DOS SANTOS, C. R. et al. Evaluation of the impact of mine drainage on metal levels in water at Carboniferous Area, Southern Brazil. In: 1st Ibero American Meeting on Toxicology and Environmental Health, 2009, Ribeirão Preto. **Anais do 1st Ibero American Meeting on Toxicology and Environmental Health**, 2009.

DOS SANTOS, C. R. et al. Avaliação dos níveis de metais nos sedimentos da bacia hidrográfica da região carbonífera de Santa Catarina. In: **XVII Congresso Brasileiro de Toxicologia**, Ribeirão Preto, 2011.

DUNCAN, J. R.; PRASSE, K. W. **Patologia clínica veterinária**. São Paulo: Guanabara Koogan. 1982, 217p.

DUTY, S. M.; et al. The Relationship between Environmental Exposures to Phthalates and DNA Damage in Human Sperm Using the Neutral Comet Assay. **Environ Health Perspect**, v. 111, n. 9, 2002.

ELDER, A. et al. Translocation of inhaled ultrafine manganese oxide particles to the central nervous system. *Environ Health Perspect*, v. 114, n. 8, p. 1172 – 1178, 2006.

ELLINGSEN, D. G.; HETLAND, S. M.; THOMASSEN, Y. Manganese air exposure assessment and biological monitoring in the manganese alloy production industry. **J Environ Monit**, v. 5, n. 1, p. 84–90, 2003.

Environmental Protection Agency (EPA). Decision not to regulate manganese under the Clean Air Act. U.S. Environmental Protection Agency. Fed Regist v. 50, p. 32627-32628, 1985d.

Environmental Protection Agency (EPA). Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. U.S. Environmental Protection Agency. Fish sampling and analysis. v. 1, 3rd ed. Washington DC; 2000. EPA 823-B-00-007.

Environmental Protection Agency (EPA). Quality assurance handbook for air pollution measurements systems, ambient air specific methods. Washington: EPA, 2001.

Environmental Protection Agency (EPA). US Environmental Protection Agency, disponível em www.atsdr.cdc.gov., acessada em Dezembro 2008. Ou <http://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=23> (sobre Mn)

ERICSON, J. E. et al. Prenatal manganese levels linked to childhood behavioral disinhibition. **Neurotoxicol Teratol**, v. 29, n. 2, p. 181–187, 2007.

ERIKSON, K.M. et al. Airborne manganese exposure differentially affects endpoints of oxidative stress in age- and sex-dependent manner. **Biol Trace Elem Res**, v. 100, n. 1, p 49-62, 2004.

Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adults Treatment Panel

III). **JAMA**, v. 285, p. 2486-2497, 2001. Disponível em: <http://jama.ama-assn.org/content/285/19/2486.full.pdf> acesso em 31 agosto, 2011.

FALCÃO, M. C. et al. Relationship between plasma creatinine concentration and glomerular filtration in preterm newborn infants. **Rev. Hosp. Clín. Fac. Med. S. Paulo**, v. 54, n.4: p. 121 - 126, 1999.

FARINATTI, P. T. V.; ASSIS, B. F. C. B. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios contra-resistência e aeróbio contínuo. **Rev Brasileira Atividade Física & Saúde**, v. 5, n. 2, p. 5-16, 2000.

FARMER, A. **Managing Environmental Pollution**, Routledge: London, 1997, 246p.

FERREIRA-NETO, J. M.; VIANA, E. S. **Patologia clínica veterinária**. Belo Horizonte: Rabelo Brasil. 1978, 279p.

FILHO, A. G.; MORAES, F. F. de. Usina termoelétrica em santa catarina: da concepção da SOTELCA à privatização da Jorge Lacerda. História econômica & história de empresas VII. v1. p. 75-97, 2004. Disponível em: [http://www.portaideias.com.br/clientes/abphe2/images/stories/Filho -
Final - p.75-97.pdf](http://www.portaideias.com.br/clientes/abphe2/images/stories/Filho-_Final_-_p.75-97.pdf) acesso em 20/03/2011.

FINKELMAN, R. B. Trace and minor elements in coal. In M. H. Engel & S. A. Macko (Eds.), **Organic geochemistry**, p. 593–607. New York: Plenum, 1993.

FLACK, J. M. et al. For the Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. Blood pressure and mortality among men with prior myocardial infarction. **Circulation**, v. 92, p. 2437-2445, 1995.

FLEITH, V. D. et al. Perfil de utilização de medicamentos em usuários da rede básica de saúde de Lorena, SP. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.13, p. 755-762, 2008.

FRANKS, P.; GOLD, M. R.; FISCELLA, K. Sociodemographics, self-rated health, and mortality in the US. **Social Science & Medicine**, v. 56, n. 12, p. 2505-2514, 2003.

FURIMSKY, E. Characterization of trace element emissions from coal combustion by equilibrium calculations. **Fuel Processing Technology**, v. 63, n. 1, p. 29-44, 2000.

GOBEL, F. L. et al. The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. **Circulation**, v. 57, p. 549-56, 1978.

GODOY, M. L. D. P.; GODOY, J. M.; ARTAXO, P. Aerosol source apportionment around a large coal fired power plant – Thermoelectric Complex Jorge Lacerda, Santa Catarina, Brazil. **Atmos. Environ.** v. 39, n. 29, p. 5307-5324, 2005.

GOETZ, C. G. Manganese. In: Encyclopedia of the Neurological Sciences. **Elsevier Ltd**, p. 31-33, 2003.

Disponível em <
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B782P-4B0GC9B-PF&_user=10&_origUdi=B7GFS-4J6XFFX-9N&_fmt=high&_coverDate=11%2F12%2F2003&_rdoc=1&_orig=article&_origin=article&_zone=related_ref&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ffcd4065bb861004efe089a4e58a76b4> acesso em 14 jan. 2011.

GOHLKE, J. M. et al. Estimating the Global Public Health Implications of Electricity and Coal Consumption. **Environ Health Perspect**, v. 119, n. 6, p. 821-826, 2011.

GOLD ANALISA: Informe Técnico do Produto. Triglicérides – PP. 2009. Disponível em: <http://www.goldanalisa.com.br/produtos/TRIGLICERIDES_PP.pdf> acesso em 19/01/2011.

GONÇALVES, J. S. Hepatologia Médica, 2006. Disponível em: <http://hepcentro.com.br/exames.htm>

GOODARZI, F.; HUGGINS, F. E.; SANEI, H. Assessment of elements, speciation of As, Cr, Ni and emitted Hg for a Canadian power plant burning bituminous coal. **International Journal of Coal Geology**, v. 74, n. 1, p. 1 – 12, 2008.

GREENLAND, P. et al. Resting heart rate is a risk factor for cardiovascular and noncardiovascular mortality: the Chicago Heart Association Detection Project in Industry. **Am J Epidemiol**, v. 149, n. 9, p. 853-62, 1999.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: uma revisão de literatura**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, UFV, 1980, 106p.

GROSS, J. L. et al. Diabetes Melito: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 16-26, 2002.

GROTTO, H. Z. W. O hemograma: importância para a interpretação da biópsia. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter*, São Paulo, v. 31, n. 3, 2009.

GRUPO TÉCNICO DE ACESSORAMENTO – GTA. Quarto relatório de monitoramento dos indicadores ambientais. v. 1, Ação Civil Pública Nº 93.8000.533-4. Processo de Cumprimento de Sentença Nº 2000.72.04.002543-9.

SUMÁRIO EXECUTIVO. Disponível em: https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/Quarto_Relatorio_GTA/Rel_4_2010_sumario_executivo.htm

GUCCIONE, A. A. **Fisioterapia geriátrica**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p.114-124.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Textbook of Medical Physiology**. 11ed; Elsevier Inc. Pennsylvania, 2006. 1116 p.

HALPERN, A. et al . Diretrizes para Cardiologistas sobre Excesso de Peso e Doença Cardiovascular dos Departamentos de Aterosclerose, Cardiologia Clínica e FUNCOR da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq. Bras. Cardiol**, São Paulo, 2011 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2002000700001&lng=en&nrm=iso>. access on 31 Aug. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2002000700001>.

HAFFNER, S. M. et al. Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in nondiabetic subjects with and without prior myocardial infarction. **N Engl J Med**, v. 339, p. 229-234, 1998.

HAN, T. S.; et al. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. **BMJ**, v. 311, p.1401-1405, 1995.

HARGENS, T. A. et al. The influence of aerobic exercise training on the double product break point in low-to-moderate risk adults. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 2, p. 313-318, 2011.

HARTMAN, C. L. Impactos ambientais ocasionados pela chuva ácida. **Revista Unicsul**, n. 12, 2005.

HENRY, J.B. Diagnóstico e Tratamento por Métodos Laboratoriais. 20ª. Ed. São Paulo: Editora Manole Ltda. 2008, p. 1734.

HERNANDEZ, R. B. Manganês: O papel do Fracionamento químico e

da Especificação como determinantes de seu comportamento geoquímico e neurotóxico nos organismos em desenvolvimento. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2009.

HEYMSFIELD, S. B. Development of imaging methods to assess adiposity and metabolism. **International Journal of Obesity**, v 32, p. 76-82, 2008.

HILL, A. B. The environment and disease: Association or causation? **Proc R Soc Med—Lond**, v. 58, p. 295–300, 1965.

Hoinaski, L. Avaliação de métodos de identificação de Fontes emissoras de material particulado Inalável (mp10). 2010, 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

HU, S. C.; KIM, H.; SAMII, A. Manganese. In: Encyclopedia of Movement Disorders. Elsevier Ltd. p, 155-159, 2010. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B72P8-4YMSDBG-18&_user=10&_origUdi=B782P-4B0GC9B-PF&_fmt=high&_coverDate=06%2F15%2F2010&_rdoc=1&_orig=article&_origin=article&_zone=related_ref&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=acf5f600b3433d7288e976c56c4c9a7a> acesso em 14 jan. 2011.

HU, J. B. B. et al. Concentration and distribution of sixty-one elements in coals from DPR Korea. **Fuel**, v. 85, p. 5–6, 2006.

HUDNELL, H. K. Effects from environmental Mn exposures: a review of the evidence from non-occupational exposure studies. **Neurotoxicology**, v. 20, p. 379–97, 1999.

HUGGINS, F. E.; Overview of analytical methods for inorganic constituents in coal. **International Journal of Coal Geology**, v.50, p.

169– 214, 2002.

IDLER, E. L.; BENYAMINI, Y. Self-rated health and mortality: a review of twenty-seven community studies. **J Health Soc Behav.** v. 38, n. 1, p. 21–37, 1997.

IEA (International Energy Agency) *World Energy Outlook 2007: China and India Insights*. Paris: IEA; 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 20/03/2011.

Instituto do Desporto de Portugal I.P. 2009. Disponível em: <<http://www.marchaecorrida.pt/frequenciacardiaca.html>>. Acesso em 20/05/2011.

IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, supl. I, Abril 2007.

JANKOVIC J. Searching for a relationship between manganese and welding and Parkinson's disease. **Neurology**, v. 64, p. 2021-2028, 2005.

JMC - Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. The sixty report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JMC VI). **Arch Int Med**, v. 157, p. 2413-2444, 1997.

JYLHÄ, M. et al. Is self-rated health comparable across cultures and genders? **J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.** v. 53, p. S144-152, 1998.
KALOUSEK, D. K. Clinical significance of morphologic and genetic

examination of spontaneously aborted embryos. **Am J Reprod Immunol**, v. 39, n. 2, p.108-119, 1998.

KIM, E. A. et al. Effect of occupational manganese exposure on the central nervous system of welders: ¹H magnetic resonance spectroscopy and MRI findings. **Neurotoxicology**, v. 28, n. 2, p. 276–283, 2007.

KOPEZINSKI, I. Mineração X meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores. Porto Alegre: Editora da Universidade. 2000.

KUNO, R. ; ROQUETTI, M. H. ; UMBUZEIRO, G. A. Indicadores biológicos de exposição: ocupacional x ambiental. **InterfaceHS** (Ed. português), v. 4, n.1, p. 1-13, 2009.

KURKOVÁ, M. et al. Humic acids from oxidized coals. I. Elemental composition, titration curves, heavy metals in HA samples, nuclear magnetic resonance spectra of HAs and infrared spectroscopy. **Chemosphere**, v.54, p. 1237–1245, 2004.

LACERDA, L. D. et al. Heavy metals atmospheric inputs from energy generation in Brazil. In: CEP Consultants (ed.), **Proceedings of the 10th International Conference on Heavy Metals in the Environment, Hamburg**, v. 1, p. 81–83, 1995.

LAINING, S. et al. Airborne particulate matter selectively activates endoplasmic reticulum stress response in the lung liver tissues. **Am J Physiol Cell Physiol**, v. 299, n. 4, p. C736–C749. 2010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2957267/?tool=pmcentrez>

LESSA, I. et al. Prevalência de dislipidemias em adultos da demanda laboratorial de Salvador, Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 69, n 6, p. 395-400, 1997.

LEWIS, J. et al. Trigeminal uptake and clearance of inhaled manganese chloride in rats and mice. **Neurotoxicology**, v. 26, p.113-123, 2005.

LIMA, C. S. et al. Comparison of red cell distribution width and a red cell discriminant function incorporating volume dispersion for distinguishing iron deficiency from beta thalassemia trait in patients with microcytosis. **São Paulo Med J.**, v. 114, n. 5, p.1265-1269. 1996.

LJUNG, K. S. et al. Maternal and Early Life Exposure to Manganese in Rural Bangladesh. **Environ. Sci. Technol**, v, 43, p. 2595–2601, 2009.

LLOYD DAVIES, T. A. Manganese pneumonitis. **Br J Ind Med**, v. 3, p. 111-135, 1946.

LOPES, R. P. et al. Estudos geoquímicos e estruturais aplicados à recuperação de áreas degradadas pela extração de carvão – Campo Morozini. In: encontro nacional de tratamento de minérios e metalurgia extrativa, v.10, 2004. Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: ENTMME, 2004. p. 697-704.

LOWN, B. A. et al. Effects on the postnatal development of the mouse of pre-conception, post-conception and/or suckling exposure to manganese via maternal inhalation exposure to MnO₂ dust. **Neurotoxicology**, v. 5, p. 119-129, 1984.

LUCAS, R. D. L. In vivo assays to study the interference of chemoprotectors on manganese neurotoxicity. 2010, 78f. Dissertação (Mestrado em biologia humana e ambiente) Universidade de Lisboa, 2010.

LUCCHINI, R. G.; MARTIN, C. J. e DONEY, B. C. From Manganism to Manganese-Induced Parkinsonism: A Conceptual Model Based on the Evolution of Exposure. **Neuromol Med**, v. 11, p. 311–321, 2009.

LUCCHINI, R.; ZIMMERMAN, N. Lifetime cumulative exposure as a threat for neurodegeneration: Need for prevention strategies on a global scale. **NeuroToxicology**, v. 30, n. 6, p. 1144-1148, 2009.

LUNARDI NETO, A. et al. Atributos físicos do solo em área de mineração de carvão influenciados pela correção da acidez, adubação orgânica e revegetação. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 32, n. 4, ago. 2008 .

MACDONALD, R. W. et. al. Contaminants in the Canadian Arctic: 5 years of progress in understanding sources, occurrence and pathways. **Sci Total Environ**, n. 254, p. 93- 234, 2000.

MALERBI, D.; FRANCO, L. Multicenter study of the prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in the urban Brazilian population aged 30-69 yr. **Diabetes Care**, v. 15, p. 1509-1516, 1992.

MARREILHA DOS SANTOS, A.P. et al. Rat brain endothelial cells are a target of manganese toxicity. **Brain Res.**, v. 1326, p. 152–161, 2010.

MARTIN, J. G.; LEAL, C. A. A virtude da Moderação: Uma Orientação de política Nacional para o Carvão no Sul do Brasil. In: HUFF, Geraldo, F. **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: UFRGS. 2000.

MARTINS, R. F. Avaliação da Qualidade das Águas de Chuva de Florianópolis, Tubarão, Criciúma e São Martinho, com Ênfase na Caracterização das Influências Marinhas e Continentais Simuladas Utilizando o Modelo Hysplit.2008, 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2008

MAYES, W. M. et al. A national strategy for identification, prioritisation and management of pollution from abandoned non-coal mine sites in England and Wales. I. Methodology development and initial results. **Sci Total Environ.**, v. 407, n. 21, p. 5435-47, 2009.

McALLISTER, M. L.; MILIOLI, G. Mining sustainably: opportunities for Canada and Brazil. **Mineral & Energy, Lulea**, v. 15, n. 2, p. 3-14, Sep. 2000.

MEDEIRS, M. M. C.; FERRAZ, M. B. Pergunta principal do estudo/ Conceitos básicos em epidemiologia clinica/ Tipos de desenhos de estudo. **Ver. Bras Reumatol**, v 38, n 2 Mar/Abr, 1998.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH,L, J. **Medicina de laboratório veterinário: interpretação e diagnóstico**. São Paulo: Roca. 308 p. 1995.

MENA, I. et al. Chronic manganese poisoning: Clinical picture and manganese turnover. **Neurology**, v. 17, p. 128-136, 1967.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. DE A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 6, n. 2, 2002.

MIAO, Z.; MARRS, R. Ecological restoration and land reclamation in open-costa mines in Shanxi Province, China. **Journal of Environmental Management**, v.59, n.3, p.205-215, 2000.

MIGLIAVACCA, D. M. et al. Study of chemical elements in atmospheric precipitation in South Brazil. **Atmospheric Environment**, v. 38, p. 1641-1656, 2004.

MILIOLI, G. Abordagem ecossistêmica para a mineração: uma perspectiva comparativa para Brasil e Canadá. 1999, 385f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MILIOLI, G. et al. Sul do Estado de Santa Catarina. Atualizada em 08/11/2002. Disponível em: <<http://vivimarc.sites.uol.com.br/aregiao.htm>> acesso em 20/05/2010.

MILIOLI, G. Abordagem ecossistêmica para a mineração: uma perspectiva comparativa para Brasil e Canadá, 8. A indústria de mineração de carvão no Brasil - Idéias para o futuro: o caso de Santa Catarina, <<http://www.eps.ufsc.br/teses99/milioli/cap8.html>>.

MINCIS, M.; MINCIS, R. Enzimas Hepáticas: Por Que São Importantes Para o Estudo de Doenças do Fígado. **Prática Hospitalar**, Ano IX. n. 51, 2007.

Ministério Público Federal (MPF). Procuradoria da república no município de criciúma – SC. Processo nº 2008.72.04.002972-9; Petição nº/2009. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/admin/imagens/noticias/file/Peticao%202009-05-29%20-%20Estiva%20dos%20Pregos%20-%20Metropolitana.pdf>

MIRANDA, H. et al. Análise da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em diferentes posições corporais nos exercícios resistidos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, n. 5 – Set/Out, p. 295-298, 2005.

MOLARIUS, A.; JANSON, S. Self-rated health, chronic diseases, and symptoms among middle-aged and elderly men and women. **J Clin Epidemiol**. v. 55, n. 4, p. 364-370, 2002.

MOREIRA, P. R. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG. 2004. 139p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2004.

MOTTA, V. T. **Bioquímica Clínica: Princípios e Interpretações**. 4 ed. Porto Alegre: editora Médica Missau; São Paulo, 2003.

NEVES, J.; SAMBUGARO, M. L. Viagem de estudos à bacia carbonífera do estado de Santa Catarina. **Revista Discente Expressões Geográficas**, Florianópolis – SC, n. 02, p. 145-164, jun/2006. Disponível em < www.cfh.ufsc.br/~expgeograficas> acesso em 12/11/2010.

NATIONAL HEART, LUNG, AND BLOOD INSTITUTE OBESITY EDUCATION, INITIATIVE EXPERT PANEL. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. **Obes Res**, v. 6, p. 51-209, 1998.

NICOLAU, J. C. et al. Evolução dos níveis de colesterol na população adulta de São José do rio Preto (1991-1997). **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Novembro, v. 71, n. 5. São Paulo, 1998.

NIH Publication No. 04-5230. August 2004.

Disponível

em

<http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/hypertension/jnc7full.pdf>

NORMANDIN, L. et al. Manganese distribution in the brain and neurobehavioral changes following inhalation exposure of rats to three chemical forms of manganese. **Neurotoxicology**, v. 25, p. 433-441, 2004.

NORONHA, J.F; LORAND-METZE, I.G; GROTO, H.Z. Hematopoietic progenitor cells (HPC) and immature reticulocytes

evaluations in mobilization process: new parameters measured by conventional blood cell counter. **J Clin Lab Anal.** v. 20, n. 4, p. 149-153, 2006.

NUNES, A. V.; MULLER, E.; SANTOS, M. A. M. dos. **Diagnóstico do carvão mineral catarinense**. In: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina. Secretaria do Estado da Ciência e Tecnologia, das Minas e Energia, 1990. Florianópolis: p. 77, 1990.

OFSTEDAL, M. B. et al. Self-assessed health expectancy among older Asians: a comparison of Sullivan and multistate life table methods. **Ann Arbor: University of Michigan**, Population Studies Center; 2002.

OLIVEIRA, C. S. ; DOS SANTOS, C. R. ; CARDOZO, A. M. Estudo ecológico na região da Bacia Carbonífera: morbi-mortalidade X exposição à metais. In: XVI Congresso Brasileiro de Toxicologia, 2009, Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 22, p. 81-81, 2009.

PALATINI, P. Need for a revision of the normal limits of resting heart rate. **J Hypertens**, v. 33, p. 622 – 625, 1999.

PAPAPANOU, P. N. Periodontal diseases: epidemiology. **Ann Periodontol.**, v. 1, n. 1, p.1-36. 1996;

PASCHKE, M. W.; VALDECANTOS, A.; REDENTE, E. F. Manganese toxicity thresholds for restoration grass species. **Environmental Pollution**, v.135, n.22, p.3131-322, 2005.

PEREIRA, W. C. Aspectos ambientais relacionados con los elementos trazas del carbón usado para La deneración de energia eléctrica em Brasil. 1996, 167f. Tese (Doutorado). Universidade de Barcelona, Espanha,. 1996.

PEREIRA, M. et al. Differences in prevalence, awareness, treatment and control of hypertension between developing and developed countries. **J Hypertension**, v. 27, n. 5, p. 963-975, 2009.

PINHO, R. A. et al. Exercício físico regular diminui o estresse oxidativo pulmonar em ratos após exposição aguda ao carvão mineral. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v. 12, n. 2, Apr. 2006 .

PINTO, L. F. S. Potencial de acidificação e de neutralização das materiais geológicos para a composição do solo construído em áreas de mineração de carvão. 1997. 186f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

POLITO, M. D.; FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, nº 1, p. 79–91, 2003.

POPE, C. A.; BATES, D. B.; RAIZENNE, M. E. Health effects of particulate air pollution: time for reassessment? **Environ Health Perspect**. v. 103, n. 5: p. 472–480, 1995.

PORTRAIT, F.; LINDEBOOM, M.; DEEG, D. Life expectancies in specific health states: results from a joint model of health status and mortality of older persons. **Demography**. v. 38, n. 4, Nov. p. 525-536, 2001.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 6 ed.: Manole, 2000.

RAVEL, R. Laboratório Clínico: Aplicações dos dados laboratoriais. 6 ed. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, p. 614, 1995.

Review of Manganese. Expert Group on Vitamins and Minerals. Covering Noteto EVM/99/22/P. 1999.

RIEHL, O.; FONTANA, K. E.; LÓPEZ, R. F. A. Excreção de creatinina como meio de análise da massa magra corporal. **Lecturas Educación Física y Deportes**, Ano 10, n. 69, 2004.

ROELS, H. et al. Epidemiological survey among workers exposed to manganese: Effects on lung, central nervous system, and some biological indices. (Erratum in: Am J Ind Hyg 12:119-120). **Am J Ind Med**, v. 11, p. 307-327, 1987.

ROELS, H. et al. Influence of The Route Of Administration and the Chemical Form (MnCl₂, MnO₂) on the Absorption and Cerebral Distribution of Manganese in Rats. **Arch Toxicol.**, v. 71, p. 223-230, 1997.

ROTH, J. A. Homeostatic and toxic mechanisms regulating manganese uptake, retention, and elimination. **Biol. Res.**, Santiago, v. 39, n. 1, p. 45-57, 2006.

SAMPAIO, C. A. A. Remoção do ferro e manganês pelo pré-tratamento de águas de abastecimento com permanganato de potássio. Universidade Estadual de Campinas. 1995. 183p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas – Recursos Hídricos e Saneamento, 1995.

SANCHEZ, J. C. D.; FORMOSO, M. L. L. Utilização do carvão e meio ambiente. Porto Alegre: **CIENTEC**, 1990, 34p.

SANTAMARIA, A. B.; SULSKY S. I. Risk Assessment of an Essential Element: Manganese. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues**, v. 73, n. 2 & 3, p. 128 – 155, 2010.

SANTOS, D. M. Desenvolvimento em um modelo “in vitro” para o estudo do mecanismo de toxicidade do manganês a nível do sistema nervoso central. 2007, 106f. Dissertação (Mestrado em Química Farmacêutica e Tarapêutica) Universidade de Lisboa, 2007.

SANUSI, A.; WORTHAM, M. M.; MIRABEL, P. Chemical composition of rainwater in eastern France. **Atmospheric Environment**, v. 30, n. 1, p. 59-71, 1996.

SARNO, F.; MONTEIRO, C. A. Importância relativa do Índice de Massa Corporal e da circunferência abdominal na predição da hipertensão arterial. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 5, out. 2007.

SCHAEFER, M; ROWAN, R.M. The clinical relevance of nucleated red blood cell counts. **Sysmex J Intern.**, v. 10, n, 2, p. 59-63, 2000.

SCHEIBE, L. F. O carvão em Santa Catarina: Mineração e conseqüências ambientais. In: TEIXEIRA, E.C. & PIRES, M.J.R. (Coord). **Meio ambiente e carvão** - impactos da exploração e utilização. Porto Alegre: Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental. FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/ UFSC/ FEPAM, 2002, p. 45-68.

SILVA, L. F. O. et al. Characterization of Santa Catarina (Brazil) coal with respect to human health and environmental concerns. **Environmental geochemistry and health.**, v. 31, n. 4, p. 475-485, 2008.

SILVA, L. F. O. et al. Characterization of Santa Catarina (Brazil) coal with respect to Human Health and Environmental Concerns. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 31, p. 475-485, 2009.

SMARGIASSI, A.; MUTTI, A. Peripheral biomarkers and exposure to

manganeze. **Neurotoxicology**, v. 20, p. 401-6, 1999.

SMITH, D. et al. Biomarkers of Mn exposure in humans. *Environmental Toxicology*, **American Journal of Industrial Medicine**, v. 50, p. 801-811, 2007.

SMITH, C; MARKS, A. D; LIBERMAN, M. **Bioquímica Médica Básica de Marks, Uma Abordagem Clínica**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 992 p.

SOARES, C. R. F. S. et al. Fitotoxidez de cádmio para *Eucalyptus maculata* e *E. urophylla* em solução nutritiva. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.175-183, 2005.

SOARES, E. R. et al. Cinza e carbonato de cálcio na mitigação de drenagem ácida em estéril de mineração. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 30, p. 171-181, 2006.

SODRE, F. L.; COSTA, J. C. B; LIMA, J. C. C. Avaliação da função e da lesão renal: um desafio laboratorial. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 5, out. 2007.

SOUZA, L. J. et al. Prevalencia de obesidade e fatores de risco cardiovascular em Campos, Rio de Janeiro. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, v.47, n. 6, p. 669-676, 2003.

SOUZA, P. Á. de. **Impacto econômico da questão ambiental no processo decisório do investimento em mineração**. Brasília: DNPM, 2001, 152p.

SQUITTI, R. et al. Implications of metal exposure and liver function in Parkinsonian patients resident in the vicinities of ferroalloy plants. **Journal of Neural Transmission**, v. 116, n. 10, p. 1281-1287, 2009.

SRÁM, R. J. Impacto da Poluição Atmosférica sobre a Saúde Reprodutiva. **Environmental Health Perspectives**. v. 107, n. 11, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1566709/pdf/envhper00516-0014.pdf>>

STEWART-BROWN, S.; LAYTE, R. Emotional health problems are the most important cause of disability in adults of working age: a study in for countries of the old Oxford region. **J Epidemiol Community Health**, v. 51, n. 6, p. 672-675, 1997.

SUNDQUIST, J.; JOHANSON, S. E. Self reported poor health and low education level predictors for mortality: a population based follow up study of 39,156 people in Sweden. **J Epidemiol Community Health**. v. 51, n. 1, p. 35-40, 1997.

TAKEDA, A. Manganese action in brain function. **Brain Research Reviews**, v.41, p. 79-87, 2003.

TALLKVIST, J.; BOWLUS, C. L.; LÖNNERDAL, B. Functional and molecular responses of human intestinal Caco-2 cells to iron treatment. **Am. J. Clin. Nutr.**, n. 72, n. 3, p. 770-775. 2000.

TAVARES, M.; CARVALHO, F.M. Avaliação de exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do recôncavo baiano. **Química Nova**, v. 15, n. 2, 1992.

VASAN, R. S. et al. Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. **N Engl J Med.**, v. 345, p. 1291-1297, 2001. Disponível em: <<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa003417>>

VAZ, P. A. B. Reparação do dano ambiental – caso concreto: mineração

em Santa Catarina e o meio ambiente. **R. CEJ**, Brasília, v. 22, p. 41 - 48, jul./set. 2003. disponível em <http://www2.cjf.jus.br/ojs2/index.php/cej/article/viewFile/563/743>

VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Sociedade Brasileira de Cardiologia / Sociedade Brasileira de Hipertensão / Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arq Bras Cardiol**; 95(1 supl.1): 1-51, 2010.

VOLPATO, T. G. **A pirita humana: os mineiros de Criciúma**. Florianópolis: Editora da Ufsc - Assembléia Legislativa de Santa Catarina, 1984, 97p.

VOUTSA, D.; SAMARA, C.; **Atmos. Environ**, v. 36, n. 3583, 2002.

WANG, H. et al. Urinary heavy metal levels and relevant factors among people exposed to e-waste dismantling. **Environment International**, v. 37, p. 80–85, 2011.

WARD, C. R. Analysis and significance of mineral matter in coal seams. **International Journal of Coal Geology**, v. 50, p. 135– 168, 2002.

WEIGERT, W.; RATTMANN, C.C.; Utilização de orto-poliofosfato no tratamento de água. **Revista Técnica Sanepar**, v.7, p.61-67, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Environmental health criteria 17: Manganese. Geneva, Switzerland. 1981.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Concise international chemical assessment document 12. Manganese and its compounds. Geneva: United Nations Environment Programme. International Labour Organisation. World Health Organization. 1999. <http://whqlibdoc.who.int/publications/1999/924153012X.pdf>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Air Quality Guidelines for Europe, Copenhagen, 2000.

WILD S. et al. Global prevalence of diabetes. **Diabetes Care**, v. 27, p. 1047-1053, 2004.

WONG, M. H. Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. **Chemosphere**, v.50, n.66, p.775-780, 2003.

YAO, D.; MENG, J.; ZHANG, Z. Heavy metal pollution and potential ecological risk in reclaimed soils in Huainan mining area. **Journal of Coa Science and Engineering (China)**, v. 16, n. 3, p. 316-319, 2010.

YUDOVICH, Y. E.; KETRIS, M. P. Mercury in coal: a review. Part 1. Geochemistry. **International Journal of Coal Geology**, v. 62, p. 107-134, 2005a.

YUDOVICH, Y. E.; KETRIS, M. P. Mercury in coal: a review. Part 2. Coal use and environmental problems. **International Journal of Coal Geology**. v. 62, n. 3, p. 135 – 165, 2005b.

YUDOVICH, Y. E.; KETRIS, M. P. Selenium in coal: A review. **International Journal of Coal Geology**, v. 67, p. 112 – 126, 2006.

ZHAO, A. et al. Abundance of trace elements in coal of China. **Coal Geology of China**, v. 14, p. 5–13, 2002.

ZHENG, W., KIM, H., ZHAO, Q. Comparative toxicokinetics of manganese chloride and methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT) in Sprague–Dawley rats. **Toxicol. Sci.**, v. 54, p. 295–301, 2000.

ZOCHE, J. J. Comunidades vegetais de savana sobre estruturas mineralizadas de cobre na Mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. 2002. 205f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ANEXO I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 293/06

I – IDENTIFICAÇÃO:

- **Título do Projeto:** Avaliação do impacto ambiental na saúde da população residente nos municípios da região da Bacia Carbonífera - SC.
- **Pesquisador Responsável:** Profa. Alcíbia Helena de Azevedo Maia, Dra., Departamento de Patologia - UFSC.
- **Pesquisador Principal:** diversos pesquisadores da UFSC e da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC.
- **Data Coleta dados:** 11/2006 a 10/2009.
- **Local onde a pesquisa será conduzida:** Centro de Ciências da Saúde da UFSC.

II - OBJETIVOS:

Geral:

Avaliar o impacto ambiental sobre a saúde da população de municípios da bacia carbonífera de Santa Catarina, através de avaliações ambientais (ar, água e sedimentos) e estudo ecológico e transversal da população.

Específicos:

1. Avaliar a contaminação da água tratada, de mananciais e de afluentes nos municípios incluídos no estudo;
2. Avaliar a contaminação do sedimento dos pontos de água amostrados nos municípios incluídos no estudo;
3. Avaliar a contaminação do ar, através da determinação da concentração de material particulado inalável, bem como dos elementos traço (arsênio, selênio, mercúrio, chumbo, urânio, tório, cádmio, cálcio, cobre, cromo, ferro, magnésio, manganês, alumínio, níquel, zinco, potássio e sódio) nos municípios incluídos no estudo
4. Avaliar os indicadores de morbi-mortalidade com possível associação aos contaminantes de interesse em relação à Florianópolis;
5. Realizar avaliações na população quanto as concentrações dos indicadores biológicos de exposição, quanto a taxa de micronúcleos em linfócitos como indicador de genotoxicidade, além de parâmetros bioquímicos e avaliação clínica;
6. Avaliar as correlações entre as concentrações dos agentes presentes no ambiente e a incidência de morbi-mortalidades dos municípios avaliados;
7. Avaliar as correlações entre os indicadores ambientais e indicadores de saúde avaliados;
8. Identificar os agentes que podem estar associados com o desenvolvimento de agravos à saúde em populações humanas expostas a áreas contaminadas.

III – SUMÁRIO DO PROJETO:



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 293/06

Projeto aprovado para financiamento pelo CNPq Edital MCT – CNPq/MS - SCTIE-DECIT nº. 24/2006, envolvendo pesquisadores do Laboratório de Controle e Qualidade do Ar (LCQar) e do Laboratório de Toxicologia e Patologia, ambos da UFSC e do Laboratório do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (IPAT) da UNESC.

Constitui-se em pesquisa de levantamento de hipóteses, segundo os pesquisadores, englobando dois estudos com a população de Tubarão, Morro da Fumaça, Treviso e Capivari de Baixo, incluindo ainda Florianópolis como grupo controle. O primeiro estudo, ecológico, avaliará correlações entre dados das avaliações ambientais e dados epidemiológicos já existentes relacionados aos dados de morbi-mortalidade nos quatro municípios confrontando com o grupo controle. O segundo estudo, transversal, para levantamento de hipóteses, avaliará parâmetros bioquímicos, indicadores biológicos de exposição para metais em sangue e urina e a incidência de micronúcleo como indicador biológico de efeito para a genotoxicidade causada por metais.

A amostra será constituída de 348 indivíduos, sendo 232 residentes nos quatro municípios avaliados proporcionalmente ao número de habitantes, que preencham os requisitos de inclusão e que sejam voluntários.

Dentre os procedimentos, além de questionários a serem preenchidos, os indivíduos serão objeto de exame físico e será realizada coleta de amostras de sangue e urina, devendo os dados serem tratados estatisticamente.

Todos os procedimentos, o material, o processamento e análise de dados e os aspectos técnicos são descritos e discutidos de forma apropriada.

O Orçamento aprovado prevê despesas de Custeio e Capital de R\$ 199.904,75 para o Laboratório de Controle e Qualidade do Ar da UFSC, R\$ 199.949,90 para o Laboratório de Toxicologia e Patologia da UFSC e R\$ 100.065,62 para o Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas da UNESC, totalizando R\$ 499.929,27.


IV – COMENTÁRIO:

Processo bem instruído e que apresenta todas as declarações e orçamento, bem como TCLE adequadamente redigido.

V – PARECER FINAL

Aprovado

Data da Reunião: 30 de outubro de 2006


 Prof.ª Vera Lucia Bosco
 Coordenadora do CEP/UFSC

Vera Lucia Bosco
Coordenador do CEP

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.

ANEXO II

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL

Data: ____/____/____

Módulo 1: Identificação e controle

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DA ENTREVISTA
(1) Número do cadastro: __ __ __
(2) Entrevistador:
(3) Localidade:

Módulo 2: Dados Sócio-Demográficos

IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO
(1) Nome do entrevistado:
(2) Nome da mãe:
(3) Data de nascimento: ____/____/____ (4) Idade: __ __ Anos
(5) Sexo: <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino
(6) Endereço:
(7) Telefone para contato:
(8) Tempo que reside neste bairro (região/abastecimento de água): __ __ Anos
(9) Estado civil atual: <input type="checkbox"/> Solteiro(a) <input type="checkbox"/> Casado(a) <input type="checkbox"/> Com companheira(o) <input type="checkbox"/> Viúvo(a) <input type="checkbox"/> Separado/divorciado/desquitado(a)
(10) Raça/Etnia: <input type="checkbox"/> Branca <input type="checkbox"/> Negra <input type="checkbox"/> Índio <input type="checkbox"/> Outra: _____ COD __ __ __(codificação posterior)
(11) Religião: <input type="checkbox"/> Católica <input type="checkbox"/> Protestante/crente/evangélico <input type="checkbox"/> Espírita <input type="checkbox"/> Candomblé/umbanda <input type="checkbox"/> Sem religião <input type="checkbox"/> Outra: _____ COD __ __ __(codificação posterior)
(12) Escolaridade: <input type="checkbox"/> Analfabeto <input type="checkbox"/> 1º Grau completo <input type="checkbox"/> 1º Grau incompleto <input type="checkbox"/> 2º Grau completo <input type="checkbox"/> 2º Grau incompleto <input type="checkbox"/> 3º Grau completo <input type="checkbox"/> 3º grau incompleto

Módulo 3: Consumo de Água

BLOCO GERAL
<p>(1) Qual a fonte de abastecimento de água na sua casa? <input type="checkbox"/> Fonte de água natural <input type="checkbox"/> Água tratada <input type="checkbox"/> Poço artesiano <input type="checkbox"/> Outra: _____ (especifique) COD ____ (codificação posterior)</p>
<p>(2) Que tipo de água você bebe? <input type="checkbox"/> Água filtrada <input type="checkbox"/> Água da torneira <input type="checkbox"/> Água mineral <input type="checkbox"/> Outra: _____ (especifique) COD ____ (codificação posterior)</p>

Módulo 4: Ocupacional

BLOCO GERAL
<p>(1) Qual é a sua principal ocupação? _____ (especifique) COD ____ (codificação posterior)</p>
<p>(2) Onde você trabalha? _____ (especifique) COD ____ (codificação posterior)</p>
<p>(3) Esta ocupação de _____ (citar ocupação da pergunta 1) foi a que você teve por mais tempo? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (passe para a questão 5)</p>
<p>(4) Quanto tempo? <input type="checkbox"/> Meses <input type="checkbox"/> Anos (passe para a questão 7) <input type="checkbox"/> NS/NR (passe para a questão 7)</p>
<p>(5) Qual foi a ocupação que você teve por mais tempo? _____ (especifique) COD ____ (codificação posterior)</p>
<p>(6) Quanto tempo? <input type="checkbox"/> Meses <input type="checkbox"/> Anos <input type="checkbox"/> NS/NR</p>
<p>(7) Você tem ou já teve alguma atividade de trabalho em que ficava em contato ou respirava fumaças ou fumos, incluindo fumaça de cigarros? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (passe para a questão 9) <input type="checkbox"/> NS/NR (passe para questão 9)</p>

(8) Com que tipo de fumaças ou fumos, você está ou esteve em contato?

1. Fumaça de Cigarro Sim Não NS/NR

2. Fumos metálicos Sim Não NS/NR

3. Outras fumaças Sim Não NS/NR

3.1. _____ (especifique)

COD (codificação posterior)

(9) Você tem ou já teve alguma atividade de trabalho em que ficava em contato com poeira?

Sim Não (passe para a questão 11) NS/NR

(passe para questão 11)

(10) Que tipo de poeira?

1. Poeira de obra Sim Não NS/NR

2. Poeira de cerâmica Sim Não NS/NR

3. Poeira de vidro Sim Não NS/NR

4. Poeira de pedreira Sim Não NS/NR

5. Poeira de rua Sim Não NS/NR

6. Poeira de tecido Sim Não NS/NR

7. Poeira de carpete Sim Não NS/NR

8. Poeira de madeira Sim Não NS/NR

9. Outras poeiras Sim Não NS/NR

9.1. _____ (especifique) COD

(codificação posterior)

(11) Você tem ou já teve alguma atividade de trabalho em que teve contato com metais pesados?

Sim Não (passe para o Módulo 5) NS/NR (passe para o Módulo 5)

(12) Que tipo de metais pesados?

- | | | | |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| 1. Cromo | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 2. Cádmio | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 3. Níquel | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 4. Mercúrio | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 5. Chumbo | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 6. Alumínio | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 7. Arsênio | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 8. Manganês | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 9. Outras metais | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> NS/NR |
| 9.1. _____ | (especifique) COD | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

(codificação posterior)

Módulo 5: Percepção de saúde e morbidade referida**HISTÓRIA CLÍNICA**

(1) De um modo geral, em comparação a pessoas da sua idade, como você considera o seu próprio estado de saúde?

Excelente Muito bom Bom Regular Ruim NS/NR

(2) Queixa atual:

_____ (especifique) COD (codificação posterior)
 _____ (especifique) COD (codificação posterior)
 _____ (especifique) COD (codificação posterior)

(3) História Progressiva da moléstia atual:

Início:

Característica do sintoma no início:

Evolução:

Relação com outras queixas:

(4) Você tem alguma doença crônica diagnosticada?

Sim Não (passe para a questão 6)

(5) Qual(is) doença(s) crônica(s)?

_____ (especifique) COD (codificação posterior)
 _____ (especifique) COD (codificação posterior)
 _____ (especifique) COD (codificação posterior)

<p>(6) Você já teve algum tipo de câncer diagnosticado? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (passe para a questão 8)</p>
<p>(7) Qual(is) tipo(s) de câncer? _____ (especifique) COD <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> (codificação posterior) _____ (especifique) COD <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> (codificação posterior)</p>
<p>(8) Você toma algum medicamento diariamente? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p>
<p>AVALIAÇÃO FÍSICA</p>
<p>(1) Estado Geral <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim</p>
<p>(2) Peso: <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> Kg</p>
<p>(3) Altura: <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> m</p>
<p>(4) Relação cintura-quadril: Medida C <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> cm Medida Q <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> cm Relação: <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/></p>
<p>(5) Frequência cardíaca: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> bpm</p>
<p>(6) Pressão arterial: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> x <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mmHg</p>
<p>HISTÓRIA FAMILIAR</p>
<p>(1) Você tem filhos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (passe para a questão 3)</p>
<p>(2) Se não, foi por algum motivo de saúde? <input type="checkbox"/> Sim Qual? _____ (especifique) COD <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> (codificação posterior) <input type="checkbox"/> Não</p>
<p>(3) Você teve alguma complicação na gravidez? <input type="checkbox"/> Sim Qual? _____ (especifique) COD <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> (codificação posterior) <input type="checkbox"/> Não</p>
<p>(4) Você já teve algum aborto espontâneo? <input type="checkbox"/> Sim Quantos? <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> Não</p>
<p>AVALIAÇÃO DE DIFERENTES APARELHOS/SISTEMAS</p>

(1) Pele:**Dermatite** Sim Não**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento**Hiperpigmentação** Sim Não**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento**Eritema** Sim Não**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento**Outro:** _____(especifique) COD (codificação posterior)**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento**(2) Córdio-Circulatório:****Hipertensão** Sim Não**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento**Arritmia** Sim Não**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento**Gangrena** Sim Não**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento**Outro:** _____(especifique) COD (codificação posterior)**Há quanto tempo?** Meses Anos NS/NR**Situação atual:** Cura Em tratamento Sem tratamento

(3) Respiratório:Tosse Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoFalta de ar Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoBronquite Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoAsma Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoRinite Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoOutro: _____ (especifique) COD (codificação posterior)Há quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamento**(4) Ósteo-articular:**Osteoporose Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoArtrite/Artrose Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoOutro: _____ (especifique) COD (codificação posterior)Há quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamento**(5) Genito-urinário:**Insuficiência renal Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoPoliúria Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoOutro: _____ (especifique) COD (codificação posterior)Há quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamento

6) Digestivo:Úlcera/gastrite Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoGengivite/Periodontite Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoColite Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoOutro: _____ (especifique) COD (codificação posterior)Há quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamento**(7) Hepático:**Cirrose Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoHepatite Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoOutro: _____ (especifique) COD (codificação posterior)Há quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamento**(8) Neurológico:**Tremores Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoPerda de memória Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoTranstorno de humor Sim NãoHá quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamentoOutro: _____ (especifique) COD (codificação posterior)Há quanto tempo? Meses Anos NS/NRSituação atual: Cura Em tratamento Sem tratamento

ANEXO III



**Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Patologia**

Projeto de Pesquisa

Avaliação do impacto ambiental na saúde da população residente nos municípios da região da Bacia Carbonífera de SC

Este projeto tem como finalidade pesquisar a contaminação por metais na água, no solo, no ar e na população, devido ao uso do carvão. Os municípios do estudo são: Capivari de Baixo, Morro da Fumaça, Tubarão, Treviso e Florianópolis, como município não exposto. Um trabalho anterior avaliou também os dados de internações da população, e os valores dos metais na água, solo e ar destas cidades.

Atualmente, estamos na fase do estudo em que iremos avaliar a saúde dos moradores destes municípios. Desta forma, estamos recrutando voluntários com o seguinte perfil:

- **Ambos os sexos (homens e mulheres)**
- **Entre 20 e 50 anos de idade**
- **Não gestante**
- **Não fumante**
- **Residente na mesma região há no mínimo 10 anos**

Aceitando ser um voluntário, você responderá um questionário relacionado às fontes de água, alimentos, hábitos e problemas de saúde. Serão coletadas amostras de sangue e de urina para avaliação de sua condição de saúde, bem como dos níveis de metais no seu organismo.

Você receberá todos os resultados dos seus exames, sem nenhum custo financeiro.

Os seguintes exames serão realizados:

Exame	Amostra	Sistema avaliado
Parcial de urina, Creatinina, uréia	Urina e sangue	Função renal
Triglicerídeos e Colesterol	Sangue	Função cardíaca
Glicose	Sangue	Diabetes
AST, ALT, Fosfatase alcalina, Gama GT	Sangue	Função hepática
Hemograma completo	Sangue	Doenças hematológicas, inflamatórias e infecciosas
Alumínio, Chumbo, Manganês, Mercúrio e taxa de micronúcleo	Urina e sangue	Exposição a metais

Para realização da coleta é necessário:

- Jejum de alimentos de 9 horas

Nome: _____

Data da coleta: ___/___/___

Hora da coleta: ___:___

Agradecemos sua participação e a importante contribuição no desenvolvimento do conhecimento.

Coordenadora: Alcíbia Helena de Azevedo Maia
Telefone: (48)-3721-5069

email: bibamaia@ccs.ufsc.br

ANEXO IV



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Patologia

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU LEGAL RESPONSÁVEL

1. Nome do Paciente:
 Responsável Legal:.....
 Documento de Identidade Nº :.....Sexo: ()M ()F
 Data de Nascimento:...../...../.....
 Endereço:.....Nº:.....Apto:.....
 Bairro:.....Cidade:.....
 CEP:.....Telefone:.....

II – DADOS SOBRE A PESQUISA

1. **Título do Protocolo de Pesquisa:** *Avaliação do impacto ambiental na saúde da população residente nos municípios da região da Bacia Carbonífera de Santa Catarina*

2. **Pesquisador Principal:** Alcíbia Helena de Azevedo Maia
Cargo/Função: Professor Adjunto IV
Departamento da UFSC: Departamento de Patologia

2. **Duração da Pesquisa:** 3 anos

III – REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. Este estudo tem como objetivo determinar a quantidade de metais (arsênio, cádmio, chumbo, cromo, manganês, mercúrio e níquel) presentes em sangue e urina, uma vez que estes metais são constituintes do carvão, e, portanto podem estar presentes na água e no ar. Assim, estaremos avaliando o risco ao qual o Sr. está diariamente exposto, e ainda se a condição do ambiente está ou não adequada. Esclarecemos ainda que esta amostra terá a finalidade de avaliar somente os itens descritos acima, não sendo, portanto utilizada para análise de outras substâncias.

2. Aceitando participar deste estudo, será coletada de sua pessoa uma amostra de urina (100mL) e outra de sangue (10mL), ou por ventura uma segunda amostra se for necessária nova avaliação. Ainda, no dia da coleta de sua amostra você responderá um questionário que tem por objetivo conhecer um pouco de seus hábitos, seu estado de saúde ou o uso de medicamentos que possam interferir na análise.
3. A coleta será realizada por profissional qualificado, utilizando material descartável, seguindo os procedimentos de assepsia adequados, garantindo assim a sua integridade física.
4. Através deste estudo pretende-se avaliar as condições ambientais e relacioná-las com o aparecimento de doenças, de modo, caso seja necessário, poder sugerir melhorias para minimizar os riscos para a sua saúde.
5. Todas as análises serão realizadas sem custo financeiro para você.

IV – ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA

1. Você tem assegurado o direito de a qualquer momento do estudo solicitar informações esclarecedoras sobre o andamento dos procedimentos, bem como dos eventuais riscos e benefícios relacionados a sua participação neste estudo. Desta forma, como Pesquisador Responsável, me coloco a disposição para quaisquer dúvidas que necessitem esclarecimento, relacionadas a este projeto.
2. Fica assegurado ainda a confidencialidade de sua identidade, bem como sigilo dos resultados obtidos, garantindo assim sua privacidade. Os resultados do estudo serão publicados sem revelar sua identidade, entretanto estarão disponíveis para consulta pela equipe envolvida no projeto, e pelo Comitê de Ética.
3. Fica assegurado também que no caso de eventual intercorrência no momento da coleta, o Sr. receberá tratamento adequado e será monitorado até que sua condição de saúde se restabeleça. (Não são esperados problemas deste tipo, no entanto é importante garantir assistência no caso de qualquer intercorrência relacionada ao projeto).

V – INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Pesquisador Responsável: Alcíbia Helena de Azevedo Maia

Telefone de contato: (48) 3721-5069 / (48) 9960-9802

VII – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

_____, _____ de _____ de _____.

Assinatura do sujeito de pesquisa
ou responsável legal

Assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)