

**UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO - UNIFENAS**  
**MESTRADO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA AGROPECUÁRIA**

**AVALIAÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTES OCUPACIONAIS**  
**NA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS**  
**SÓLIDOS EM TURVOLÂNDIA – MG**

**VIRGILIO MORAIS RENNÓ**

**ALFENAS-MG**

**2010**

**VIRGILIO MORAIS RENNÓ**

**AVALIAÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTES OCUPACIONAIS  
NA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS EM TURVOLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentada à Universidade  
José do Rosário Vellano - UNIFENAS,  
como parte das exigências do curso de  
Mestrado Profissionalizante em  
Sistemas de Produção na Agropecuária,  
para obtenção do Título de Mestre.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Francisco  
Rodrigues da Cunha Neto.**

**ALFENAS - MG**

**2010**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Autor (a): **Virgilio Moraes Rennó**

**Título: AVALIAÇÃO DE RISCOS DE ACIDENTES  
OCUPACIONAIS NA USINA DE TRIAGEM E  
COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM  
TURVOLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentado em: 17 / 12 /2.010

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Francisco Rodrigues da Cunha Neto  
Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS  
Presidente (Orientador)

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Correa Landgraf  
Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS  
Membro

---

Prof. Dr. Fernando Afonso Bonillo Fernandes  
Universidade do Vale do Sapucaí - UNIVAS  
Membro

Rennó, Morais Rennó

Análise de riscos de acidentes ocupacionais na usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos em Turvolândia – MG/ - - Virgilio Morais Rennó - - Alfenas: UNIFENAS, 2010.

75p.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Rodrigues da Cunha Neto

Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária)-Universidade José do Rosário Vellano

1. Prevenção 2. Risco 3. Produção 4. Reciclagem I. Título

CDU: 614.8:628.4 (043)

Dedico este trabalho aos meus filhos  
Patrícia e Carlos Eduardo

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Francisco Rodrigues da Cunha Neto pela orientação realizada neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Fernando Afonso Bonillo Fernandes, que participou como co-orientador na correção desta dissertação.

A todos os Professores do curso de Mestrado que contribuíram com os meus aprendizados.

À minha esposa Regina, pelo apoio incondicional durante o período em que me dediquei à execução dos trabalhos.

Aos meus colegas que participaram comigo neste empreendimento ao longo de todo o curso de mestrado.

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1. Usina de triagem e compostagem de lixo ou resíduos sólidos urbanos.....	03
2.2. Fatores ambientais que constituem riscos ocupacionais aos trabalhadores nas usinas de triagem e compostagem.....	06
2.3. Normas regulamentadoras aplicáveis à usina de triagem e compostagem de Turvolândia.....	08
2.3.1. Norma regulamentadora nº 5 (NR-5) atualizada pela portaria nº 25/94...	08
2.3.2. Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6).....	09
2.3.3. Norma Regulamentadora nº 7 (NR-7).....	10
2.3.4. Norma Regulamentadora nº 9 (NR-9).....	11
2.3.5. Norma Regulamentadora nº 11 (NR-11).....	11
2.3.6. Norma Regulamentadora nº12 (NR-12).....	12
2.3.7. Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15).....	13
2.3.8. Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17).....	13
2.3.9. Norma Regulamentadora nº 23 (NR-23).....	14
2.3.7. Norma Regulamentadora nº 24 (NR-24).....	14
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1- Caracterização e situação regional do município de Turvolândia.....	16
3.2- Caracterização do empreendimento.....	17
3.3. Levantamento e análise de riscos no ambiente de trabalho.....	22
3.4- Elaboração do “Mapa de Risco” da usina de triagem e compostagem .....	25
4- RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
4.1. Características gravimétricas dos resíduos da usina de triagem e compostagem.....	26
4.2. Resultado das análises químicas dos resíduos sólidos e riscos associados à sua manipulação na usina de triagem e compostagem de Turvolândia.....	29
4.3. Riscos físicos no ambiente de trabalho.....	31
4.4. Riscos ergonômicos no ambiente de trabalho.....	32
4.5. Riscos mecânicos no ambiente de trabalho.....	38
4.6. Riscos biológicos no ambiente de trabalho.....	39
4.7. Avaliação sobre o uso de EPIs na usina de Turvolândia.....	40

4.8. Classificações gerais da usina conforme as normas do Ministério do Trabalho e Emprego.....	40
4.9. Mapa de Risco do centro de triagem e compostagem de Turvolândia.....	41
5- CONCLUSÕES.....	43
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
7- ANEXOS.....	51



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Situação regional do município de Turvolândia na Bacia do Rio Grande .....	16
<b>Figura 2.</b> Entrada da usina de triagem e compostagem de Turvolândia.....	16
<b>Figura 3.</b> Atuação de trabalhadores na área de recepção do lixo que é despejado dos caminhões coletores.....	19
<b>Figura 4.</b> Atuação de trabalhadores na mesa de triagem. Visualização dos tambores de separação dos materiais recicláveis ao redor da mesa de triagem .....	20
<b>Figura 5.</b> Atuação de trabalhadores na área de prensagem de fardos de materiais recicláveis.....	20
<b>Figura 6.</b> Fardos de materiais recicláveis aguardando destinação.....	21
<b>Figura 7.</b> Leiras de compostagem.....	21
<b>Figura 8.</b> Características gravimétricas dos resíduos sólidos processados na usina de triagem e compostagem de Turvolândia, MG, no período de agosto de 2008 a agosto de 2009.....	26
<b>Figura 9.</b> Mapa de Risco.....	42
<b>Figura 10.</b> Planta da Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia.....	54

## LISTA DE TABELAS

1 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de Comercinho, Francisco Badaró e Padre Paraíso (resultados em %) apresentadas por Barros <i>et al.</i> (2007).....	27
2 – Classificação dos riscos.....	57
3 – Cores usadas no Mapa de Risco.....	57
4 – Tabela de Gravidade (G).....	58

## LISTA DE QUADROS

1 – Resultado de análise de amostra do composto orgânico de Turvolândia realizada pela Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Solos, em agosto de 2008.....	30
2 – Quantidade de resíduos sólidos na Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia.....	55
3 – Anexo III - Formulário de Proposta de venda de recicláveis produzidos na Usina de Reciclagem e Compostagem da Prefeitura de Turvolândia, MG.....	56
4 – Critérios do Ministério da Previdência Social para ser adotados na emissão do PPP e do enquadramento na GFIP.....	58
5 – Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE).....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AET Análise Ergonômica do Trabalho  
ART Anotação de Responsabilidade Técnica  
CA Certificação de Aprovação  
CIPA Comissão Interna de Prevenção de Acidentes  
CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CNAE Classificação Nacional de Atividade Econômica  
DORT Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho  
D.O.U. Diário Oficial da União  
DRT Delegacia Regional do Trabalho  
EPC Equipamento de Proteção Coletiva  
EPI Equipamento de Proteção Individual  
FA Taxa de Frequência de Acidentes  
FUNDACENTRO Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho  
(G) Taxa de Gravidade  
GFIP Guia de Recolhimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço e Informações à Previdência Social  
IN Instrução Normativa  
INMETRO Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
INSS Instituto Nacional do Seguro Social  
LT Limites de Tolerância  
MPAS Ministério da Previdência e Assistência Social  
MTE Ministério do Trabalho e Emprego  
NIOSH National Institute for Occupation Safety and Health  
NR Norma Regulamentadora  
OIT Organização Internacional do Trabalho  
PCMSO Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional  
PPP Perfil Profissiográfico Previdenciário  
PPRA Programa de Prevenção de Riscos Ambientais  
SESMT Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho

## RESUMO

RENNÓ, Virgílio Moraes. Avaliação de riscos de acidentes ocupacionais na usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos em Turvolândia – MG. Alfenas: UNIFENAS, 2010. 75 p. (Dissertação de Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária).

O Brasil encontra-se entre os seis países com os maiores índices de acidentes ocupacionais de ocorrências fatais. Um dos direitos sociais dos trabalhadores brasileiros instituídos pela Constituição da República de 1988 é o direito à redução dos riscos decorrentes do trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança. Nesse contexto, faz-se necessário conhecer os riscos ambientais que incidem sobre os mais variados ambientes laborais e apontar soluções visando à tutela desse direito fundamental do ser humano que é o direito à vida. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar os riscos ocupacionais a que estavam expostos os trabalhadores na usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos em Turvolândia – MG, município com 4.608 habitantes, no sul de Minas Gerais, no período entre agosto de 2008 e agosto de 2009. Através de análises dos resíduos manipulados no centro de triagem, foram determinados os componentes químicos da matéria orgânica e os possíveis riscos microbiológicos relativos às amostras analisadas. Foram realizadas caracterizações gravimétricas do material mediante a separação de papéis e papelões, metais, plásticos, vidros, matéria orgânica e rejeitos. Foram medidos os níveis de ruído, iluminação, umidade e temperatura no ambiente laboral, bem como foram observadas a utilização de EPIs e a adequação postural por parte dos trabalhadores ao longo de suas jornadas de trabalho. Em relação à avaliação dos riscos mecânicos, foram analisados o arranjo físico das instalações, as condições de proteção dos equipamentos e seu estado de conservação. Foram analisadas as condições de armazenamento dos materiais processados e dos sistemas de segurança contra incêndios. A qualificação e quantificação dos riscos ocupacionais foram feitas por meio de *check lists*, através das quais aplicaram-se parâmetros técnicos, tabelas e cálculos, conforme recomendado por Lida (2005), NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health – USA*) e pelas Normas

Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego. Foi aplicada também a “Análise Ergonômica do Trabalho”. Constatou-se que a Usina de Triagem e Compostagem não atendia às normas trabalhistas e enquadrava-se como “grau 3 de risco ambiental” conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas instituída pela NR-4, portanto, possuindo alto risco de contaminação dos trabalhadores por agentes químicos e biológicos, além da exposição a riscos ergonômicos, mecânicos e físicos. Foi constatado, também, que os operários não utilizavam os EPIs recomendados para o tipo de trabalho desenvolvido, conforme estabelecem as normas regulamentadoras de segurança do trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego. Como resultado das análises, foi confeccionado o “Mapa de Riscos” do empreendimento, com base no anexo IV da NR-5, identificando os diferentes setores de produção. O Mapa de Riscos foi disponibilizado como subsídio aos programas de redução dos acidentes ocupacionais naquele ambiente de trabalho sob a responsabilidade do poder público municipal.

Palavras - chave: Segurança do trabalho; meio ambiente de trabalho; saúde; reciclagem; Mapa de riscos.

## ABSTRACT

RENNÓ, Virgílio Morais. Evaluation of occupational accident risks at the solid waste sorting and composting plant of Turvolândia, Minas Gerais. Alfenas: UNIFENAS, 2010. 75p. Dissertation (Master's degree in Farm Production Systems).

Brazil is among the six countries with the highest indices of fatal occupational accidents. One of the social rights of Brazilian workers, established in the 1988 Constitution, is the right to the reduction of work accident risks by virtue of health, hygiene and security norms. So, it is necessary to know the environmental risks of the various workplaces with the purpose of guaranteeing the most fundamental human right – the right to life. This paper analyzes the occupational risks of the employees of a waste and composting plant in Turvolândia, a town of 4,608 inhabitants in the south of the State of Minas Gerais, Brazil, from August 2008 to August 2009. Analyses of residues handled in the selection site determined the chemical composition of the organic matter and the possible microbiological risks of the samples. The gravimetric characteristics of the material was assessed by separating paper and cardboard, metal, plastic, glass, organic matter and refuse. The levels of noise, illumination, humidity and temperature were measured in the work setting. The workers' use of PPE (personal protection equipment) and posture adequation were observed during work. The physical arrangement of the facilities, and the protective and conservative conditions of the equipment were analyzed concerning mechanical risks, and likewise the storing conditions of the processed material and of the security system against fire. The qualification and quantification of occupational risks were done by means of check lists, with technical parameters, tables and calculations, according with Iida (2006), NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health – USA), the Regulatory Norms (NRs) of the Ministry of Labor and Employment, and the “Ergonomic Analysis of Labor”. It was found out that the Sorting and Composting Plant did not meet labor norms, being classified as “environmental risk of level 3”, according with the National Classification of Economic Activities established by NR-4, what means high risk of the workers' contamination by chemical and biological agents, in addition to their

exposure to ergonomic, mechanical and physical risks. It was also noted that the workers did not use the PPE recommended for the type of work they were doing, according with the Ministry of Labor and Employment regulatory rules for labor safety. As a result of the analyses, a “Risk Map” of the business was drawn, based on the appendix IV of the NR-5, identifying the different production sectors. The Risk Map was made available as a contribution to the programs for occupational accident reduction in that workplace under the responsibility of the municipal public power.

Keywords: Occupational safety; Labor environment; Health; Waste recycling; Risk map.



## 1. INTRODUÇÃO

A maioria dos pequenos municípios brasileiros não apresenta destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos. Usualmente, os municípios se limitam a executar trabalhos de varrição nos logradouros e à coleta e destinação dos resíduos que, predominantemente, são lançados em lixões a céu aberto.

Os resíduos lançados de forma inadequada na natureza são considerados como uma das principais fontes de poluição no Brasil, cujos efeitos são decorrentes da decomposição dos materiais que são descartados pela sociedade contemporânea.

A literatura técnica indica que a composição dos resíduos sólidos urbanos varia de acordo com o município de origem. É certo, no entanto, que a reciclagem dos materiais componentes dos resíduos sólidos pode reduzir, significativamente, o volume do material que será descartado na natureza, de forma adequada ou não.

Com a crescente evolução da legislação ambiental no Brasil, os municípios vêm sendo obrigados a se adequar às normas mediante a instalação de aterros sanitários ou outras medidas técnicas menos lesivas que os lixões a céu aberto.

Não obstante a importância ambiental das usinas de triagem e compostagem há de se ressaltar que tais unidades produtivas constituem instalações com potenciais riscos de acidentes de trabalho para seus operadores. Nesses empreendimentos são manipulados materiais usualmente contaminados por microrganismos patogênicos ou por substâncias químicas de natureza diversa. Os trabalhadores podem ser submetidos a ambientes insalubres e sujeitos a outros riscos laborais por exposição aos componentes físicos do ambiente, tais como níveis inadequados de calor ou ruídos, ou pelo esmagamento de membros durante a prensagem e movimentação de fardos de materiais reciclados, dentre outros.

Seguindo a tendência de adequação às normas ambientais, o município de Turvolândia, no sul de Minas Gerais, implantou um pequeno centro de triagem e compostagem para tratar os resíduos produzidos no âmbito de sua jurisdição. Embora modestas as instalações, já que o município apresentava uma população pouco numerosa, as condições de operação da unidade eram pouco tecnificadas, situação esta que potencializava os acidentes de trabalho no local.

Nesse contexto, a fim de se aprofundarem os conhecimentos sobre os riscos de acidentes ocupacionais que incidem nas pequenas usinas de compostagem e triagem de resíduos sólidos urbanos, este trabalho tem como objetivos:

### 1.1 Objetivos

- a) Identificar e analisar os potenciais riscos de acidentes ocupacionais nas instalações de uma pequena usina de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos no município de Turvolândia, no sul de Minas Gerais;
- b) Elaborar, por meio dos dados levantados, um mapa de riscos do empreendimento estudado a fim de subsidiar o poder público municipal na implantação de programas de redução de acidentes de trabalho naquele local.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Usinas de triagem e compostagem de lixo ou resíduos sólidos urbanos

O acúmulo de lixo é um fenômeno exclusivo das sociedades humanas (HESS, 2002) e os resíduos, quando não tratados adequadamente, podem ser altamente poluentes e afetar diretamente a saúde pública.

O lixo demonstra o contexto em que dada sociedade vive, pois expressa os seus costumes, os valores preservados e exprime a forma com que é tratado o meio ambiente. É, talvez, o maior problema da era capitalista, em escala mundial, com consequências diretas nas esferas do social e da saúde (KUHNEN, 2001).

A “Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000”, realizada pelo IBGE, revela uma tendência de melhora da situação de destinação final do lixo coletado no país nos últimos anos, conforme se segue:

Em 2000, o lixo produzido diariamente no Brasil chegava a 125.281 toneladas, sendo que 47,1% eram destinados a aterros sanitários, 22,3 % a aterros controlados e apenas 30,5 % a lixões. Ou seja, mais de 69 % de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado, em aterros sanitários e/ou controlados. Todavia, em número de municípios, o resultado não é tão favorável: 63,6 % utilizavam lixões e 32,2 %, aterros adequados (13,8 % sanitários, 18,4 % aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos. Em 1989, a PNSB mostrava que o percentual de municípios que vazavam seus resíduos de forma adequada era de apenas 10,7 %. Os números da pesquisa permitem, ainda, uma estimativa sobre a quantidade coletada de lixo diariamente: nas cidades com até 200.000 habitantes, são recolhidos de 450 a 700 gramas por habitante; nas cidades com mais de 200 mil habitantes, essa quantidade aumenta para a faixa entre 800 e 1.200 gramas por habitante. A PNSB 2000 informa que, na época em que foi realizada, eram coletadas 125.281 toneladas de lixo domiciliar, diariamente, em todos os municípios brasileiros. (IBGE, 2000, p. 309).

No estado de Minas Gerais, 54 % dos municípios mineiros não possuem aterros sanitários ou controlados e 87% não possuem usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos (SEMAD, 2010),

A Organização Mundial da Saúde define lixo como “qualquer coisa que seu proprietário não quer mais, em um dado lugar e em um certo momento e que não possui valor comercial” (PNUD, 1998).

Segundo a empresa Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), são possíveis várias formas de classificação do lixo. Por exemplo, por sua natureza física: secos e molhados; por sua composição química: matéria orgânica e inorgânica; pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não inertes e inertes. Outra importante forma de classificação do lixo é quanto à origem: domiciliar, comercial, varrição e feiras livres, serviços de saúde e hospitalar, portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, industriais, agrícolas e entulhos (CEMPRE, 2000).

Em algumas situações, a definição do termo “resíduo” é equivalente à de “lixo”. É nesse sentido a definição dada ao termo “resíduo” pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, qual seja: “Material desprovido de utilidade pelo seu possuidor” (Normas Brasileiras Registradas – NBR 12.960, 1993, p. 5).

Segundo a Norma Brasileira NBR 10004 de 2004, os resíduos são definidos como:

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível (NBR 10004, 2004, p. 1).

As crescentes preocupações com os problemas de poluição do meio ambiente, associada à escassez de recursos naturais têm levado o homem a pensar mais seriamente sobre a reciclagem do lixo (LIMA, 1995).

A reciclagem é definida como o processo de reaproveitamento dos resíduos sólidos, em que os seus componentes são separados, transformados e recuperados, envolvendo economia de matérias-primas e energia, combate ao desperdício, redução da poluição ambiental e valorização dos resíduos. De acordo com essa definição, pode-se concluir que o resíduo sólido, separado na sua origem, ou seja, nas residências e empresas, e destinado à reciclagem, não pode ser considerado lixo, e sim, matéria-prima ou insumo para a indústria ou outros processos de produção, com valor comercial estabelecido pelo mercado de recicláveis (PNUD, 1998).

Dá-se o nome de compostagem ao processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em resíduos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como resultado final um produto - o composto orgânico - que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características sem ocasionar riscos ao meio ambiente. Outros processos são utilizados na fabricação de adubo orgânico. Por exemplo, a vermicompostagem. Este processo é caracterizado pela presença de minhocas na fase final do composto orgânico, resultando no húmus de minhoca (CEMPRE, 2000).

O aproveitamento dos resíduos produzidos pelo homem não é uma ideia nova. Porém tem se tornado atividade expressiva não só por razões econômicas, mas também como forma de minimizar os impactos no meio ambiente frente à perda dos ecossistemas. A reciclagem contribui para a redução dos problemas ambientais e de saúde pública, assim como os econômico-sociais decorrentes da disposição inadequada de resíduos sólidos. Os fatores que incentivam a reciclagem de materiais decorrem da necessidade de poupar e preservar os recursos naturais e da possibilidade de minimizar a quantidade de resíduos, o que reduz o volume a ser transportado, tratado e disposto no ambiente. Sendo assim, a reciclagem aumenta a vida útil desses locais de disposição. Do ponto de vista econômico, a reciclagem proporciona a redução do custo de gerenciamento dos resíduos, com menores investimentos em instalações de tratamento e disposição final, e promove a criação de empregos (WIEBECK; PIVA, 1999).

As primeiras instalações de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil ocorreram em 1969. Desde então, o número desses empreendimentos vem se ampliando lentamente no país. O processo mais aplicado ao longo do tempo foi a tecnologia da empresa Dano, da Suíça, que engloba a separação do material reciclável em esteiras, o envio do material orgânico para os bioestabilizadores, sua estabilização biológica e homogeneização física, resultando, no final do processo, o composto orgânico semicurado, sujeito à normalização da atividade biológica, por processo de "envelhecimento" ao tempo. Estas unidades de processamento produzem húmus rico em nutrientes orgânicos e químicos, que pode ser empregado na recuperação de solos, plantios agrícolas e jardinagem (PINHEIRO, 2006).

A compostagem compreende o processo biológico aeróbio e controlado de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos. Durante a compostagem, uma população diversificada de microrganismos atua em duas fases distintas, sendo a primeira de degradação ativa (necessariamente termofílica) e a segunda de

maturação ou cura. A temperatura durante a fase de degradação ativa deve ser controlada e mantida dentro de parâmetros compatíveis com as necessidades dos organismos termofílicos, na faixa de 45 a 65°C. Na fase de maturação ou cura, na qual ocorre a humificação da matéria orgânica previamente estabilizada na primeira fase, a temperatura do processo deve permanecer na faixa mesofílica, ou seja, menor que 45°C. A compostagem de baixo custo envolve processos simplificados e é feita em pátios onde o material a ser compostado é disposto em montes de forma cônica, denominados “pilhas de compostagem”, ou em montes de forma prismática, com seção reta aproximadamente triangular, denominados “leiras de compostagem” (PEREIRA NETO, 1999).

As usinas de triagem e compostagem podem variar bastante seu *layout* de acordo com o esquema de recebimento e separação dos recicláveis. Geralmente as etapas mais utilizadas nas usinas de triagem e compostagem são o recebimento, estocagem, separação (em esteiras, silos ou mesas/bancadas), prensagem e enfardamento (REICHERT, 1999).

## **2.2 Fatores ambientais que constituem riscos ocupacionais aos trabalhadores nas usinas de triagem e compostagem**

Os riscos ocupacionais podem ser classificados em cinco grupos: riscos químicos; riscos físicos; riscos biológicos; riscos mecânicos e ergonômicos. Por sua vez, cada um destes grupos subdivide-se de acordo com as consequências fisiológicas que podem provocar, quer em função das características físico-químicas dos agentes, quer segundo sua ação sobre o organismo (BULHÕES, 1994).

### **2.2.1 Riscos químicos**

As substâncias ou produtos químicos que podem contaminar um ambiente de trabalho classificam-se, segundo as suas características físico-químicas, em: aerodispersóides, gases e vapores. Sendo que os dois últimos comportam-se de maneira diferente, tanto no que diz respeito ao período de permanência no ar, quanto às possibilidades de ingresso no organismo. Os aerodispersóides podem ser sólidos ou líquidos, sendo os sólidos enquadrados como pó e fumos e os líquidos como névoas e neblinas. Nos resíduos sólidos municipais pode ser encontrada uma

variedade muito grande de resíduos químicos, dentre os quais merecem destaque, pela presença recorrente, as pilhas e baterias, os óleos e graxas, os pesticidas e herbicidas, solventes, tintas, produtos de limpeza, cosméticos, medicamentos, aerossóis (PORTO *et al.*, 2004).

### **2.2.2 Riscos físicos**

Os riscos físicos são gerados por intercâmbios bruscos de energia entre o organismo e o ambiente, em quantidade superior àquela que o organismo é capaz de suportar, podendo acarretar uma doença profissional. Os fatores físicos mais importantes são as temperaturas extremas (calor e frio), os ruídos, vibrações, pressões anormais, radiações ionizantes e radiações não ionizantes (BRASIL, 1978).

### **2.2.3 Riscos biológicos**

Os agentes biológicos presentes nos resíduos sólidos podem ser responsáveis pela transmissão direta e indireta de doenças, mediante a disseminação de vírus, bactérias, fungos, dentre outros parasitas (SALIBA, 2005).

Microorganismos patogênicos ocorrem nos resíduos sólidos municipais mediante a presença de lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes íntimos, agulhas e seringas descartáveis contaminadas, preservativos, materiais esses originados de descartes da população, dos resíduos de pequenas clínicas, farmácias e laboratórios e, na maioria dos casos, dos resíduos hospitalares, misturados aos resíduos domiciliares (FERREIRA; ANJOS, 2001).

### **2.2.4. Riscos Mecânicos**

Os riscos mecânicos são aqueles capazes de provocar acidentes por quedas, acidentes com veículos, acidentes com máquinas, os quais podem causar traumatismos diversos e, em casos mais graves, até a morte. As lesões provocadas pelos resíduos de saúde (principalmente por objetos perfurocortantes) quando do descarte de seringas, agulhas, lâminas e descartáveis apresentam o risco associado à contaminação por organismos patogênicos (SALIBA, 2005).

### **2.2.5 Riscos Ergonômicos**

Os riscos ergonômicos são aqueles que podem afetar os sistemas muscular e esquelético mediante movimentos corporais e esforços relacionados ao trabalho. Os riscos ergonômicos são estudados pela biomecânica ocupacional, considerada um segmento da biomecânica geral, cuja preocupação é a interação física do trabalhador com seu posto de trabalho, máquinas, ferramentas e materiais, visando reduzir os riscos de distúrbios músculoesqueléticos (IIDA, 2005).

Em ergonomia, a relação conforto/segurança/bem-estar, está sempre atrelada, sendo assim, não é possível pensar apenas em conforto, segurança e condições de trabalho adequadas, sem se reportar também à produtividade. A ergonomia procura otimizar as condições de trabalho para que o trabalhador possa apresentar melhores desempenhos, evitando assim situações de fadiga ou acidentes que interfiram em seus rendimentos e em sua saúde. Como exemplos de fatores que podem gerar riscos ergonômicos podem ser citados os postos de trabalho, geralmente, mal projetados e com trabalho estático ou repetitivo. (MARANGONI *et al.* 2006).

## **2.3 Normas Regulamentadoras aplicáveis à Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia,**

A Portaria nº 3.214/1978 aprova as normas regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, em regulamentação à Lei n. 6.514 de 22 de dezembro de 1977 (BRASIL, 1978)

### **2.3.1 Norma Regulamentadora nº 5 (NR-5) atualizada pela Portaria nº 25/1994**

A NR-5 institui a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA -, que tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de



modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador. As disposições contidas nesta NR aplicam-se, no que couber, aos trabalhadores avulsos e às entidades que lhes tomem serviços, observadas as disposições estabelecidas em Normas Regulamentadoras de setores econômicos específicos (BRASIL, 1978).

Considerando a necessidade de inclusão da metodologia do “Mapa de Risco”, na Norma Regulamentadora nº 5, à luz das posturas dos regimentos sociais, como instrumento de atuação direta dos trabalhadores no reconhecimento dos riscos nos ambientes de trabalho, foi editada a Portaria nº 25/1994. Em seu Artigo 2º a referida portaria incluiu na NR-5, item 5.16, a alínea “o”, com a seguinte redação: “Parágrafo único. As orientações quanto à elaboração do referido Mapa de Riscos, a serem incluídas na NR-5, passam a fazer parte da Presente Portaria, como anexo”. O Mapa de Riscos tem como objetivos reunir as informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação de segurança e saúde no trabalho na empresa e possibilitar, durante a sua elaboração, a troca e divulgação de informações entre os trabalhadores, bem como estimular sua participação nas atividades de prevenção. No Mapa de Riscos, os riscos são representados e indicados por círculos coloridos (vermelho, verde, marrom, amarelo e azul) e de três tamanhos diferentes (leve, médio e elevado). A cor vermelha representa os riscos químicos, a cor verde os riscos físicos, cor marrom os riscos biológicos, a amarela os riscos ergonômicos, e a cor azul os riscos mecânicos (BRASIL, 1994).

### **2.3.2 Norma Regulamentadora nº 06 (NR-6)**

A NR-6 normatiza as questões relativas à utilização dos equipamentos de proteção individual (EPIs) destinados a proteger de riscos capazes de ameaçar a integridade física e a saúde do trabalhador. A NR-6 conceitua o que são os EPIs, normatiza sua comercialização mediante a exigência de “Certificação de Aprovação” a ser expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança do trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego. A norma disciplina as exigências de fornecimento dos EPIs por parte do empregador conforme os riscos no ambiente de trabalho e em atendimento às peculiaridades de cada atividade profissional desenvolvida. Quanto às atribuições do empregador, a Norma ainda estabelece as obrigações deste sobre o treinamento dos trabalhadores para o uso correto dos equipamentos, na manutenção e higienização periódicas, dentre outras medidas que

garantam a efetividade dos EPIs. Normatiza as competências do Serviço Especializado em Engenharia e Segurança do Trabalho (SESMT), da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) e sobre a atuação, quando couber, do profissional de engenharia de segurança nas questões relativas à utilização dos EPIs. Disciplina a atuação dos órgãos governamentais na fiscalização do uso dos EPIs, além de estabelecer sanções e recursos aplicáveis diante das irregularidades por descumprimento à NR-6. A NR-6 é complementada por três anexos. No “anexo I” consta uma lista dos equipamentos de proteção individuais exigíveis para cada tipo de atividade laboral. No “anexo II” são estabelecidos parâmetros de cadastramento de fabricantes de EPIs, certificação de aprovação de equipamentos, e demais questões que envolvem a fabricação, importação e homologação de EPIs. No “anexo III” consta o “Formulário Único” para o cadastramento de empresas fabricantes ou importadoras de EPIs (BRASIL, 1978).

### **2.3.3 Norma Regulamentadora nº 7 (NR-7)**

A NR-7 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do “Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional” – PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto de seus trabalhadores. O PCMSO deverá considerar as questões incidentes sobre o indivíduo e a coletividade de trabalhadores, privilegiando o instrumental clínico-epidemiológico na abordagem da relação entre sua saúde e o trabalho. Deverá ter caráter de prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados ao trabalho, inclusive de natureza sub-clínica, além da constatação da existência de casos de doenças profissionais ou danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores. A NR-7 também estabelece as responsabilidades dos envolvidos na condução dos PCMSOs, os tipos de exames obrigatórios admissionais, periódicos, de retorno, de mudança de função e demissionais, dentre outros tipos de exames, conforme o caso. A NR-7 disciplina a periodicidade dos exames de saúde conforme o grau de risco em que se enquadram as empresas, dentre outros detalhamentos quanto à forma de apresentação dos PCMSOs. A NR-7 aborda procedimentos sobre os afastamentos dos trabalhadores considerados sob exposição excessiva a agentes de riscos, os critérios para a emissão de CAT (comunicação de acidentes de trabalho), os procedimentos de encaminhamento previdenciário dos

trabalhadores acidentados e as medidas de controle do ambiente de trabalho, bem como a obrigatoriedade das empresas em prestar os primeiros socorros em caso de acidentes ocupacionais (BRASIL, 1978).

#### **2.3.4 Norma Regulamentadora nº9 (NR-9)**

A NR-9 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados. A NR-9 visa à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos ambientais. A Norma trata da participação dos empregadores e trabalhadores quanto às ações que devem ser desenvolvidas nos estabelecimentos produtivos de acordo com a abrangência e profundidade das características dos riscos e das necessidades de controle, conforme o caso. A NR-9 estabelece os parâmetros mínimos e diretrizes gerais a serem observados na execução do PPRA, podendo os mesmos ser ampliados mediante negociação coletiva de trabalho. A norma estabelece definições sobre os agentes físicos, químicos e biológicos que devem ser contemplados no PPRA, assim como a estrutura do texto que compõe tal documento, o qual deve apresentar, no mínimo, menções sobre planejamento anual sobre metas, prioridades e cronogramas, estratégias e metodologias de ações, formas de registros, manutenção e divulgação dos dados, periodicidade e formas de avaliação do desenvolvimento do PPRA. A norma estabelece que, para fins de planejamento e execução do PPRA devem ser utilizados, em todas as fases, os dados consignados nos mapas de risco previstos no anexo IV da Norma Regulamentadora nº 5 (NR-5) (BRASIL, 1978).

#### **2.3.5 Norma Regulamentadora nº 11 (NR-11)**

A NR-11 estabelece critérios para disciplinar o transporte, movimentação, armazenagem e manuseios de materiais, a fim de garantir uma harmonia entre os postos de trabalho e atividades desenvolvidas, resultando na redução dos riscos de acidentes ocupacionais e em prol de um ambiente de trabalho saudável.

Dentre as recomendações da NR-11, consta que os equipamentos utilizados na movimentação de materiais, tais como ascensores, elevadores de cargas, guindastes, talhas, empilhadeiras, esteiras rolantes, etc., serão calculados e construídos de maneira que ofereçam as necessárias garantias de resistência e segurança e sejam conservados em perfeitas condições. Em todo o equipamento será indicado, em lugar visível, a carga máxima de trabalho permitida. Os equipamentos de transporte motorizados deverão possuir sinal de advertência sonora (buzina) sendo que é vedada a utilização de máquinas transportadoras com motor de combustão interna em ambientes fechados sem ventilação (ex. empilhadeiras). Quanto ao transporte manual, a distância máxima permitida para o transporte de um saco com cinquenta quilos é de 60 m. Transportes por distâncias superiores deverão ser realizadas com carros de mão e ou equipamentos de transporte apropriados. É vedado o transporte manual de sacos através de pranchas sobre vãos entre pilhas com espaçamentos superiores a um metro. Essas pranchas deverão ter largura mínima de cinquenta centímetros. Quando não for possível o processo mecanizável de empilhamento, admite-se o processo manual mediante a utilização de escadas removíveis de madeira com as seguintes características: 1,00 m largura, altura máxima do solo de 2,25 m, espelhos entre degraus com altura não superior a 0,15 m e o piso do degrau não deverá ter largura inferior a 0,25 m. Essas escadas deverão apresentar corrimãos ou guarda-corpos de um metro em toda sua extensão, em ambos os lados (BRASIL, 1978).

### **2.3.6 Norma Regulamentadora nº 12 (NR-12)**

As recomendações da NR-12 visam a diminuir os riscos de acidentes ocupacionais com foco na proteção dos trabalhadores contra mutilações, na disposição das máquinas e equipamentos nas áreas de circulação, bem como na prevenção contra acidentes por descargas elétricas relacionadas à energização dos equipamentos. Para atingir seus objetivos, a NR-12 estabelece também critérios de

segurança envolvendo a manutenção da limpeza no ambiente de trabalho mediante rotinas de verificação dos pisos contra a presença de óleos ou outras substâncias escorregadias ao redor das máquinas e equipamentos. Sobre a disposição das máquinas e equipamentos, a NR-12 estabelece que os espaços devem ser dimensionados de forma que o material, os trabalhadores e os transportadores mecanizados possam movimentar-se com segurança. Entre partes móveis de máquinas e/ou equipamentos deve haver uma faixa livre variável de 0,70m a 1,30m e a distância mínima entre máquinas e equipamentos deve ser de 0,60m a 0,80m, a critério da autoridade competente em segurança e medicina do trabalho. Além da distância mínima de separação entre as máquinas, deve haver áreas reservadas para corredores e armazenamento de materiais, devidamente demarcadas com faixas nas cores indicadas pela NR 26. Cada área de trabalho deve ser adequada ao tipo de operação e à classe da máquina ou do equipamento a que atende. As vias principais de circulação, no interior dos locais de trabalho, e as que conduzem às saídas devem ter, no mínimo, 1,20m de largura e ser devidamente demarcadas e mantidas, permanentemente, desobstruídas. As máquinas e os equipamentos de grandes dimensões devem ter escadas e passadiços que permitam acesso fácil e seguro aos locais em que seja necessária a execução de tarefas (BRASIL, 1978).

### **2.3.7 Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15)**

As recomendações da NR-15 visam a diminuir os riscos de acidentes ocupacionais com foco na proteção dos trabalhadores contra os efeitos das atividades e operações insalubres. Estabelece critérios de compensação aos trabalhadores pelo exercício de trabalhos em condições de insalubridade e institui o adicional de insalubridade. A norma apresenta quatorze anexos cujos destaques, neste trabalho, recaem sobre os de nº 12, 13 e 14, que tratam, respectivamente, dos limites de tolerância para poeiras minerais, dos agentes químicos no ambiente de trabalho e dos agentes biológicos.

### **2.3.8 Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17)**

Esta norma regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente, cabendo ao empregador realizar as análises ergonômicas do trabalho. A norma apresenta definições sobre transporte manual de cargas, transporte manual regular de cargas, trabalhador jovem, assim como as regras que incidem sobre essas modalidades acima descritas. A NR-17 estabelece os parâmetros ergonômicos que devem ser adotados na realização dos trabalhos nas várias situações possíveis quanto às ferramentas, equipamentos, postos de trabalho, ambientes, posição do trabalhador, esforços repetitivos, sobrecarga muscular, dentre outras. Enfoque significativo é dado pela NR às questões relacionadas aos trabalhos de processamento eletrônico (digitalização), incluindo normas para pausas e intervalos entre períodos de efetivo trabalho (BRASIL, 1978).

### **2.3.9 Norma Regulamentadora nº 23 (NR-23)**

A NR-23 disciplina as medidas de proteção contra incêndios nos ambientes de trabalho. Estabelece que todas as empresas deverão possuir proteção contra incêndios, saídas suficientes para rápida retirada do pessoal em serviço em casos de sinistros, equipamentos suficientes para conter o fogo em seu início, pessoas adestradas no uso correto desses equipamentos. Para atingir esses objetivos, a NR 23 estabelece parâmetros construtivos para as aberturas de saídas, passagens, corredores, portas, vias de circulação, escadas, saídas de emergência, dentre outros elementos componentes das edificações. A NR estabelece procedimentos que devem ser adotados em caso de incêndio, relativos ao encadeamento das ações de acionamento de alarmes, comunicação do sinistro ao corpo de bombeiros, desligamento de equipamentos e corte de energia, bem como ação direta de combate às chamas, quando possível, até a chegada dos bombeiros. Aborda também questões sobre os exercícios de alerta de combate ao fogo, a fim de condicionar os trabalhadores a adotar as medidas mais eficazes e seguras para lidar com esse tipo de evento. A norma estabelece critérios para localização dos equipamentos de combate ao fogo, tipos de substâncias a serem empregadas no combate ao fogo de acordo com o tipo de material em chamas, assim como

questões afetas aos sistemas de alarme de acordo com o empreendimento (BRASIL, 1978).

#### **2.3.10 Norma Regulamentadora nº 24 (NR-24)**

A NR-24 trata, em termos gerais, de questões relacionadas às condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho. A norma traz definições referentes às instalações sanitárias, tais como banheiros, gabinetes sanitários, aparelho sanitário, etc. Na sequência, a norma estabelece critérios de dimensionamento, localização, higienização, construção, equipamentos, iluminação, abastecimento e esgotamento sanitário, dentre outras exigências. Quanto aos refeitórios e cozinhas, a norma estabelece parâmetros construtivos e de equipamentos de acordo com o número de empregados. No tocante aos alojamentos, os critérios estabelecidos também variam de acordo com o número de trabalhadores envolvidos (BRASIL, 1978).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização e situação regional do município de Turvolândia

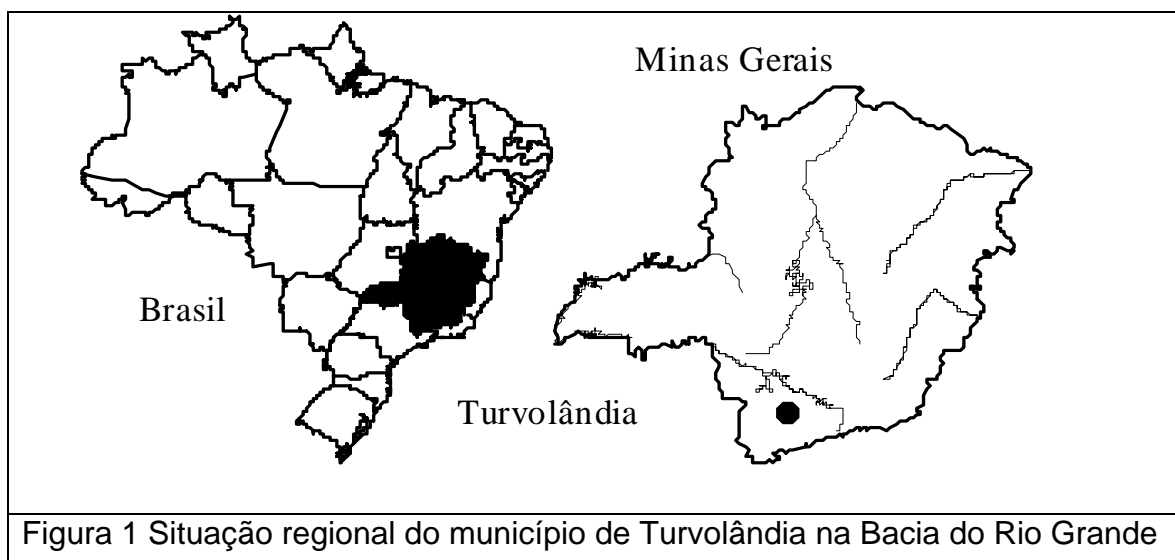
O trabalho foi desenvolvido no município de Turvolândia, localizado no sul de Minas Gerais (figura 1). O município apresentava, em 2008, uma população de 4.608 habitantes. O município abrange uma área de 220,94 Km<sup>2</sup>, sua altitude varia entre 840 e 1.150 m. A temperatura média anual é de 19,6° C, a média máxima anual de 26,9 °C e média mínima de 14,3 °C. O índice pluviométrico anual é de 1.592,7 mm

(Em<<http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios&municipio=52501>>. Acesso em 12 de fevereiro 2011.)

O clima é do tipo Cwb de Köppen-Geiger (temperado úmido com inverno seco e verão temperado e chuvoso (KOTTEK *et al.*, 2006).

A topografia é predominantemente ondulada e o município está inserido na bacia do Rio Grande. A distância aproximada entre o município e São Paulo é de 290 Km e de Belo Horizonte, 350 Km. As principais rodovias de acesso ao município são as BR-381 e BR 459 e a MG 179. A região é voltada predominantemente à agropecuária, cultura de café e a fruticultura de clima temperado. (Em <<http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios&municipio=52501>>. Acesso em 12 de fevereiro 2011.)





### 3.2. Caracterização do Empreendimento

A Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia funciona anexa ao aterro de rejeitos resultantes do processo de seleção do lixo processado no local.

As instalações situam-se a 3,5 Km do centro da cidade, no Km 03 da Rodovia Estadual MG 882, coordenadas geográficas 21° 54' sul e 45° 48' oeste, no local denominado Bairro da Lagoa, fora dos vetores principais de crescimento da zona urbana e em área sem restrições ambientais para instalação desse tipo de empreendimento (Figura 2).

A Usina de Triagem e Compostagem foi concebida em função da necessidade de processar, aproximadamente, 1,6 ton./dia de lixo, para atender uma população entre 3.500 e 4.608 habitantes, e com uma vida útil estimada para 20 anos de funcionamento (Calby Donizeti Pinheiro, comunicação pessoal, 20 de agosto de 2008).

O empreendimento compreende um galpão para recepção e triagem do lixo e unidades que funcionavam como bloco administrativo, depósito para reciclados, pátio de compostagem e aterro de rejeitos (anexo I).

A unidade de triagem era composta por uma mesa de classificação localizada próximo à área de recepção do lixo, a qual era guarnecida por seis tambores de 220 litros para onde eram encaminhados, separadamente, os materiais de interesse comercial. Papelões, lâmpadas, pneus e materiais de grandes dimensões não eram depositados nos tambores mencionados (Figuras 3 e 4).

Ao final de cada jornada de trabalho ou quando os tambores eram preenchidos, esses recipientes eram transportados em carrinhos transportadores até as baías de armazenamento dos materiais recicláveis, onde seus conteúdos eram vertidos manualmente.

Quando as baías apresentavam certo volume, os materiais eram prensados em equipamentos hidráulicos e os fardos contendo classes específicas de materiais eram preparados para venda e aguardavam ali depositados até o embarque de saída dos produtos (Figuras 5 e 6).

A matéria orgânica separada na triagem era encaminhada para o pátio de compostagem de piso concretado, onde era disposta em leiras que recebiam tratamento para garantir a humificação (Figura 7). O húmus obtido através desse processo era, predominantemente, utilizado na adubação dos jardins municipais e, eventualmente, vendido a produtores rurais.

O material descartado como rejeito da unidade de triagem ou como resultado do peneiramento dos resíduos inertes misturados ao húmus era lançado em células escavadas no solo, com 3,50m de profundidade, as quais apresentavam uma seção trapezoidal com 5,50m na base maior por 3,50m na base menor. As células eram, parcialmente, impermeabilizadas com mantas de polipropileno de 7,00 mm que revestiam apenas partes das paredes dos depósitos.

O material descartado era depositado em camadas de 0,60m e compactado com auxílio de um pequeno trator. Esporadicamente as camadas de rejeitos depositadas eram cobertas com terra. Quando era esgotada a capacidade de acomodação dos rejeitos nas células, os depósitos recebiam uma cobertura de material argiloso, cujas camadas apresentavam entre 20 e 30 centímetros de espessura.

As áreas da Usina possuíam uma drenagem eficaz e permitiam rápido escoamento das águas pluviais.

Os resíduos de serviços de saúde eram coletados em separado em suas fontes de origem e enterrados em valas apropriadas e identificadas para tal, sem passar pelo processo de manipulação na unidade de triagem.

O abastecimento da usina para demandas operacionais e para a higienização dos funcionários era realizado através de recalque de água de um pequeno manancial que abastece a sede de uma fazenda vizinha.

A energia elétrica utilizada pela usina derivava de um transformador de 10 KVA interligado com a rede de transmissão da CEMIG



Figura 2 - Entrada da usina de triagem e compostagem de Turvolândia, MG



Figura 3 – Atuação de trabalhadores na área de recepção do lixo que é despejado dos caminhões coletores.



Figura 4 – Atuação de trabalhadores na mesa de triagem. Visualização dos tambores de separação dos materiais recicláveis ao redor da mesa de triagem.



Figura 5 – Atuação de trabalhadores na prensagem de fardos de materiais recicláveis





Figura 6 – Fardos de materiais recicláveis aguardando destinação



Figura 7 – Leiras de compostagem

### 3.3. Levantamento e análise de riscos no ambiente de trabalho

O levantamento das informações ocorreu no período entre agosto de 2008 e agosto de 2009, mediante visitas mensais ao empreendimento, perfazendo, aproximadamente, quarenta e oito horas de observações. O estudo envolveu

procedimentos voltados para a caracterização dos resíduos sólidos e para a identificação dos riscos que incidiam no ambiente de trabalho.

Foram usados *check lists* para fazer as anotações e observações constatadas na Usina, cujos tópicos elencados foram elaborados com base nas exigências das Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego, em portarias, instruções normativas, assim como foram utilizadas tabelas, cálculos e recomendações que tratam sobre os riscos a que poderiam estar expostos os trabalhadores.

### **3.3.1 Caracterização gravimétrica dos resíduos**

As caracterizações gravimétricas dos resíduos (percentuais de cada componente em relação ao peso total do lixo processado) foram feitas mediante a separação e pesagem dos materiais de acordo com sua natureza física, tais como papéis e papelões, metais, plásticos, vidros, matéria orgânica e rejeitos, cujos dados eram lançados em formulários de controle específicos (Anexo II).

Depois de separados e pesados, os materiais eram armazenados em baias no interior do galpão por três meses, aproximadamente, para comercialização quando o volume se tornava suficiente para compor uma carga para os interessados compradores. O material posto à venda era relacionado através de “formulários de propostas” contendo a descrição e quantidades dos produtos estocados (Anexo III).

Os dados sobre a produção e gravimetria da usina de triagem eram encaminhados sob a forma de relatórios trimestrais ao órgão estadual de meio ambiente, para controle (Anexo II).

### **3.3.2 Amostragens, análises químicas dos resíduos orgânicos e enquadramento sobre insalubridade do ambiente decorrente da manipulação desses materiais.**

Com relação à matéria orgânica, foram coletadas várias amostras do composto produzido na usina de triagem, as quais foram enviadas para o laboratório de análises químicas da Universidade Federal de Viçosa para se determinarem os teores de minerais e de metais pesados. Foram empregados os métodos de ensaio denominados “Método Oficial – MA”, “EPA 3051/ APHA”, “3120 B, APHA” e “4500-PC”.

Com base nas análises químicas, foram realizados enquadramentos sobre a insalubridade do ambiente, de acordo com o risco ambiental. Os enquadramentos se basearam na “Classificação Nacional de Atividades Econômicas”, instituída pela NR-4, e no quadro de “Critérios do Ministério da Previdência Social, para serem adotados na emissão do Perfil Profissiográfico Previdenciário e do enquadramento na Guia de Recolhimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço e Informações à Previdência Social” (Anexo V).

### **3.3.3 Avaliação dos riscos físicos no ambiente de trabalho**

Foram medidos os níveis de ruído, iluminação, umidade e temperatura no ambiente laboral empregando-se o instrumento termo-higro-decibel-luxim, modelo THDL – 400, marca *Instruterm*.

A ventilação natural e o nível de desconforto produzido pelos odores decorrentes da compostagem da matéria orgânica foram avaliados de forma subjetiva pelo observador.

Com base nesses elementos foram feitas as análises sobre a necessidade ou não do uso dos EPIs tendo como parâmetros as recomendações da NR-6.

### **3.3.4 Avaliação dos riscos ergonômicos no ambiente de trabalho**

Quanto à adequação postural, foram feitas avaliações mediante o acompanhamento das rotinas laborais dos trabalhadores nos seus postos de trabalho, enquanto se registravam possíveis ocorrências de relevância para este estudo.

As análises ergonômicas se basearam nas técnicas de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) propostas por Guerin *et al.* (2001), nos métodos do NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health – USA*), para levantamento e manipulação manual de cargas, e nos parâmetros normativos estabelecidos pelas NR-11 e NR-17.

“A AET fundamenta-se no referencial teórico da ergonomia da atividade, e visa confrontar o trabalho prescrito aos trabalhadores e as condições de sua execução com o trabalho realmente desenvolvido por eles”. É um meio de revelar

novas questões sobre o funcionamento do homem no trabalho, sendo também uma abordagem original para a transformação e a concepção dos meios técnicos e organizacionais de trabalho (VASCONCELOS *et al.*, 2007, p. 4 ).

### **3.3.5 Avaliação dos riscos mecânicos no ambiente de trabalho**

A avaliação dos riscos mecânicos foi realizada observando-se o arranjo físico das instalações, as condições de proteção dos equipamentos e seu estado de conservação.

Foram também avaliados os locais de armazenamento de materiais recicláveis que eram triados na Usina e que se encontravam acondicionados como amontoados de vidros ou metais ferrosos, bem como fardos de papéis ou papelão, garrafas pet e alumínio para a venda.

As análises de riscos mecânicos se basearam nas observações das rotinas dos trabalhadores enquanto se registravam possíveis procedimentos capazes de provocar acidentes por quedas, acidentes com veículos, acidentes com máquinas, os quais pudessem causar traumatismos diversos e, em casos mais graves, até a morte.

Os trabalhadores foram observados enquanto procediam ao descarregamento de resíduos de saúde que eram encaminhados diretamente para as valas de rejeitos sanitários.

### **3.3.6 Avaliações sobre os usos dos equipamentos de proteção individual e coletivos**

As avaliações sobre a utilização de EPIs e sobre o emprego de EPCs no ambiente de trabalho foram realizadas mediante o acompanhamento dos trabalhadores em suas rotinas laborais ao longo da coleta de dados para este trabalho.

Observava-se se os trabalhadores portavam os EPIs (mascaras de proteção respiratórias, capacetes de proteção, luvas, calçados, uniformes, aventais, óculos de proteção, creme de proteção para a pele, etc.) e se estes equipamentos eram apropriados às situações de risco presentes naqueles momentos, conforme exigências na NR-6.



Com relação aos EPCs, foi avaliada a necessidade de instalação de equipamentos no barracão de seleção e triagem do lixo em função dos odores e da constatação de partículas sólidas em suspensão que emanavam da área. Os parâmetros avaliados foram baseados na NR-15.

### **3.4 Elaboração do “Mapa de Riscos” da usina de triagem e compostagem**

O Mapa de Riscos da usina de triagem e compostagem de Turvolândia foi elaborado como resultado da avaliação dos potenciais riscos ocupacionais a que estavam sujeitos os trabalhadores nos seus variados postos de trabalho.

O mapa sobrepôs a planta baixa da usina de triagem e compostagem, tendo como parâmetros conceituais e de convenções as diretrizes estabelecidas no anexo IV da NR-5. Os riscos ocupacionais identificados foram representados, graficamente, de acordo com o grau do perigo (pequeno, médio ou grande), e os tipos de riscos (químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos) foram representados por cores conforme a referida norma regulamentadora.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Características gravimétricas dos resíduos da usina de triagem e compostagem

Para o período analisado, constatou-se que os resíduos sólidos submetidos ao processamento da usina de triagem e compostagem de Turvolândia apresentavam, em média, 7% de papéis e papelões, 2% de vidros, 6% de plásticos, 2% de metais, perfazendo, aproximadamente, 17% de materiais recicláveis em relação ao volume total do lixo submetido à triagem. A matéria orgânica submetida ao processo de compostagem, no período analisado, correspondia a 14%, e os rejeitos que eram destinados ao aterro controlado, 69% (Figura 8).

Barros *et al.* (2007) apresentam os valores referentes às gravimetrias dos resíduos sólidos nos municípios de Comercinho, Francisco Badaró e Padre Paraíso, realizadas pelo programa *Minas Joga Limpo*, em 1997, e pelo *Pólo de Integração da UFMG no Vale do Jequitinhonha*, em 2005/2006. Os autores perceberam pequenas variações entre os valores médios obtidos nas sete medições por eles analisadas e a média nacional.

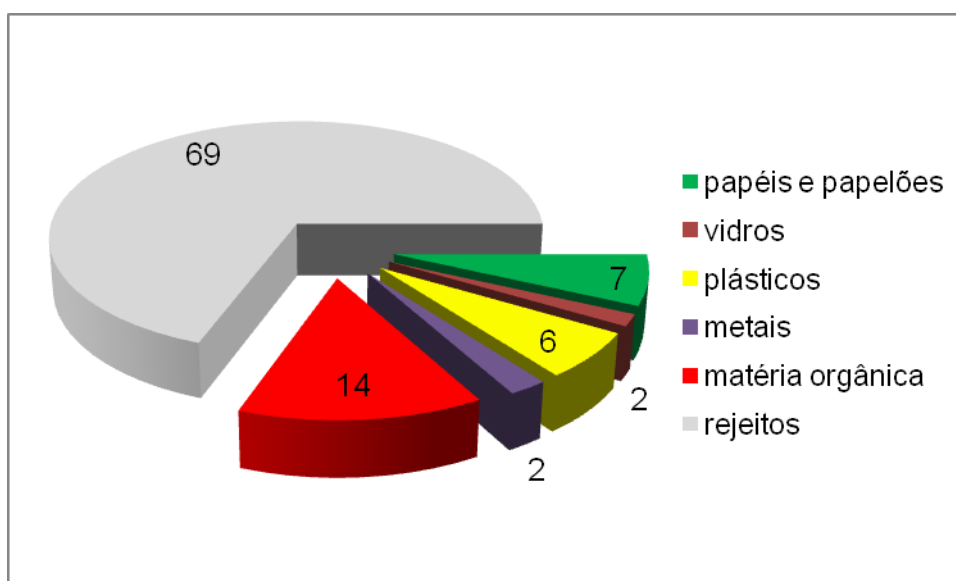


Figura 8 Características gravimétricas (em porcentagem) dos resíduos sólidos processados na Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia, MG, no período de agosto de 2008 a agosto de 2009.

As maiores diferenças se referem aos itens “matéria orgânica” e “outros materiais” que, segundo os autores, dependendo de quem anota, podem conter materiais misturados de um e de outro, impedindo assim uma maior confiabilidade das amostras. Os autores ressaltam que os valores muito distantes das médias devem ser tomados com mais cuidado, tentando-se analisar as circunstâncias em que foram obtidos (Tabela 1).

Neste trabalho, tendências semelhantes aos resultados de Barros *et al.* (2007) foram registradas nas medições gravimétricas dos resíduos de turvolândia (7% papéis e papelões, 2% vidros, 6% plásticos, 2% metais, matéria orgânica 14% e rejeitos 69%), pois estas se aproximam da média nacional apresentada pelos autores: papel 12%, vidro 2% ; plástico 10%; metal 3%; matéria orgânica 56; outros materiais 16%.

Quando comparadas isoladamente, as medições gravimétricas dos municípios de Comercinho, Francisco Badaró e Padre Paraíso, citadas por Barros *et al.* (2007), com os valores obtidos neste trabalho, as diferenças variam em pequena amplitude. Porém quando se leva em conta as médias das medições para os municípios em conjunto (vidro 2,2%, plásticos 10,6%, Papéis 11,4%, metais 3,5%, matéria orgânica e outros 32,2%), os valores se aproximam consideravelmente, daqueles obtidos neste trabalho.

Tabela 1: Composições gravimétricas dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de Comercinho, Francisco Badaró e Padre Paraíso (resultados em %), apresentadas por Barros <i>et al.</i> (2007).									
Municípios Componentes (%)	Comercinho		Francisco Badaró			Padre Paraíso		MÉDIAS	
	MJL 1997	Pólo 2005	MJL ( <sup>1</sup> ) 1997	Pólo 2005	Pólo 2006	MJL 1997	Pólo 2006	das 7 medi- ções	NACIONAL
Vidro	1,4	2,5	2,7	2	2,1	2,2	2,6	2,2	2,2
Plástico	10,3	13,4	5,5	21	8,1	8,2	7,9	10,6	10,2
Papel	12,1	15,6	18,2	13	6,6	7	7,2	11,4	12
Metal	1,8	3,6	2,1	7	5,2	3,9	1	3,5	3,1
M. orgânica	70,8	30,2	60,1	34	9	70,3	5,9	40,0	56,4
Outros materiais	3,6	34,7	11,4	23	69	8,4	75,4	32,2	16,1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	-	-

Os motivos para as convergências entre as medições gravimétricas dos resíduos para o município de Turvolândia com os demais valores citados por Barros

*et al.* (2007), devem ser atribuídos às semelhanças socioeconômicas e culturais de seus habitantes, bem como ao tamanho das populações envolvidas, que se assemelham em termos numéricos.

As diferenças nos percentuais dos materiais podem, por exemplo, estar relacionadas aos hábitos dos moradores dessas cidades que fazem em maior ou menor grau a triagem dos materiais antes da coleta pública ou até mesmo nas residências (normalmente, latas de alumínio, e mais raramente latas de aço) para aumentar a renda familiar. As demais diferenças encontradas podem ser decorrentes das variações dos métodos de amostragem aplicados pelos pesquisadores.

O baixo valor percentual de “matéria orgânica” encontrado neste trabalho (14%) em relação à média nacional (56,4%), citada por Barros *et al.* (2007), pode indicar que o município de Turvolândia descarta pequena quantidade de restos orgânicos, podendo haver para estes materiais outras formas de destinação, como reaproveitamento na alimentação de animais domésticos e/ou adubação de culturas de alimentos. Outra explicação, mais provável, seria a quantificação de parte desta matéria orgânica junto com os “rejeitos”, o que, desta vez, justifica, o alto valor do mesmo (69%) registrado em Turvolândia. De qualquer modo, é necessário aferir as informações da literatura e investir em novas amostragens na usina de Turvolândia a fim de se aumentar a confiabilidade das análises.

Apurou-se que, como resultado do processo de triagem e pelas características gravimétricas dos resíduos sólidos de Turvolândia, em 2008 a usina produzia, em média, mensalmente, 1.840 Kg de papéis e papelões, 432 Kg de vidro, 1.695 Kg de plásticos, 601 Kg de metais e 3.744 Kg de compostos orgânicos maturados.

#### **4.2. Resultados das análises químicas dos resíduos sólidos e riscos associados à sua manipulação na Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia**

As análises químicas dos compostos orgânicos derivados das usinas de triagem e compostagem, usualmente, buscam determinar o grau de maturação

(índice de pH, relação C/N e CTC), nutrientes e metais pesados das amostras, haja vista que o interesse na utilização do produto é agrícola.

Como neste trabalho o foco de interesse incidiu sobre os componentes químicos que pudessem representar riscos ocupacionais ou indicar falhas operacionais, as análises e comentários priorizaram os teores de metais pesados das amostras. A título de visualização, os resultados das análises de uma amostra do Composto Orgânico de Turvolândia realizadas pela Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Solos, em agosto de 2.008, encontram-se no “Quadro 1”.

Conforme o “Quadro 1”, as concentrações (mg/kg) dos metais pesados na amostra foram as seguintes: o Cu Total 32,59, Zn Total 101,54; Mn Total 145,50; Cd Total 7,36, Ni Total 1,20; Pb Total 28,00; Cr Total 2,53.

Barreira; Philippi Junior e Rodrigues (2006) estudaram a qualidade dos compostos orgânicos de quatorze municípios no estado de São Paulo (Adamantina, Assis, Bocaina, Garça, Itatinga, Martinópolis, Osvaldo Cruz, Parapuã, Pres. Bernardes, S. J. Campos, S. J. Rio Preto, São Paulo, Tarumã e Uru). Em todos esses municípios, os autores encontraram concentrações superiores aos registrados em Turvolândia para os metais Cobre e Zinco. A média dos valores para esses municípios em conjunto (Cu: 205,73 e Zn: 400,87) também foram superiores às concentrações encontradas em Turvolândia (32,59 e 101,54 respectivamente). Os autores, no entanto, não encontraram níveis detectáveis nas amostras para os metais Cádmio, Níquel e Chumbo em todas as amostras estudadas.

Esses dados podem indicar que havia falhas operacionais na usina de triagem de Turvolândia no sentido de destinar ao processo de compostagem elementos ricos nesses metais pesados.

A hipótese mais provável é que pilhas e outros tipos de baterias não estavam sendo adequadamente destinadas, vindo a compor parte do material submetido à compostagem. Duarte; Pasqual (2000) citam que o Níquel detectado em compostos orgânicos pode ter origem em baterias e pilhas, assim como o cádmio e o Chumbo.

## QUADRO 1

Resultados de Análise de amostra do Composto Orgânico de Turvolândia realizada pela Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Solos, em agosto de 2.008

Parâmetro Avaliado		Determinação/ Resultado	Método de Ensaio
Umidade	65°C	10,32	
	110°C	1,23	
	Total	11,55	
Dados Base Seca (umidade Total)	MO (sólidos vol. Totais)	35,32	Método Oficial – MA
	Cinzas	64,68	Método Oficial – MA
Dados Base Seca (Umidade 65°C)	C nos AH1	-	
	Carbono Total	20,48	Método Oficial – MA
	C (Combustão Seca)	-	
	N (Combustão Seca)	-	
	Ca Total	3,69	EPA 3051/ APHA 3120 B
	Mg Total	1,27	EPA 3051/ APHA 3120 B
	K Total	1,67	EPA 3051 /APHA 3120 B
	P Total (PO <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,98	APHA 4500-PC
	N Total Kjeldahl	1,80 “	EPA 3051/ APHA 3120 B
	S Total	-	EPA 3051/ APHA 3120 B
	Ph em KCl	-	
	Densidade	mg/cm <sup>3</sup> 0,91	
	Ph	7,98	Método Oficial- MA
	B	-	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Cu Total	32,59	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Zn Total	101,54	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Mn Total	145,50	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Fe Total	mg/kg 9328,00	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Cd Total	7,36	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Ni Total	1,20	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Pb Total	28,00	EPA 3051 / APHA 3120 B
	Cr Total	2,53	EP A 3051 /APHA 3120 B

Não se pode descartar a possibilidade de riscos ocupacionais pela manipulação dos compostos orgânicos em Turvolândia, sobretudo pela possibilidade de contaminação pelo chumbo que tem, segundo Tsalev e Zaprianov (1985), como forma de assimilação, dentre outras, a penetração pelas vias aéreas e gastrointestinais.

A inalação de componentes dos resíduos sólidos é relatada por Malmros *et al.* (1992) ao citarem que em todas as operações de manejo dos resíduos sólidos há a exposição a poeiras orgânicas e microrganismos, elementos esses que podem ser causadores de doenças do trato respiratório. Um estudo citado pelos autores, realizado em uma planta de separação de resíduos na Dinamarca, revelou que 53%

dos trabalhadores desenvolveram doença pulmonar durante os oito primeiros meses de produção.

Portanto, sendo a inalação uma das possíveis vias de contaminação por metais pesados, havia o risco de contaminação dos trabalhadores de Turvolândia, sobretudo, porque os EPIs necessários à sua proteção não eram utilizados adequadamente.

Os trabalhadores não portavam, rotineiramente, respiradores individuais, botas, luvas, aventais e não trocavam os uniformes a cada dois dias, ou antes, se necessário fosse, conforme recomendam os órgãos estaduais de fiscalização e licenciamento ambiental. Nesse sentido, considera-se que a NR-6 não era cumprida a contento.

A presença de metais pesados nos compostos orgânicos de Turvolândia indicava, portanto, a necessidade de ajustes nos procedimentos de triagem dos resíduos e, sobretudo, a necessidade de utilização dos EPIs para mitigar os riscos, conforme a norma regulamentadora preconiza.

#### **4.3 Riscos físicos no ambiente de trabalho**

Os níveis de ruído registrados na mesa de seleção de resíduos não ultrapassaram 65 dB. Na prensa hidráulica a intensidade sonora atingiu 93 dB em algumas situações, e a média dos valores registrados foi de 83 dB.

Constatou-se que os dois trabalhadores que operavam as prensas hidráulicas permaneciam, esporadicamente, nos postos de trabalho, por jornadas de oito horas ou mais de atividade diária. Esse padrão de atividade ocorria, pois os recicláveis eram acumulados nas baias e, próximo às datas das vendas, os produtos eram prensados e enfardados para compor os pacotes de entregas.

Segundo a NR-15, anexo I, 85 dB é a intensidade sonora considerada como limite de tolerância para os ruídos no ambiente laboral para um período de oito horas diárias de exposição. Sendo assim, a usina de Turvolândia operava, aparentemente, dentro das normas.

Considera-se, entretanto, que, por medida de precaução, os trabalhadores deveriam portar protetores auriculares, tendo em vista que ocorriam picos esporádicos de elevação de ruídos, decorrentes dos comportamentos mecânicos dos equipamentos.

A umidade do ar no ambiente de trabalho variou entre 55 e 74% e a temperatura entre 15 e 31°C. Esses valores registrados indicam que não havia comprometimento da salubridade no ambiente de trabalho na usina de Turvolândia no período estudado, tendo como base o subitem 17.5.2 da NR-17.

A ventilação natural era garantida, tendo em vista a estrutura das edificações que, conforme já mencionado, eram consideravelmente abertas nas laterais. Não obstante a plena ventilação do ambiente, o nível de desconforto produzido pelos odores decorrentes da triagem e compostagem dos resíduos era significativo.

Nesse aspecto, considera-se que os EPIs utilizados não eram eficazes para mitigar a inalação de atmosfera fétida emanada dos resíduos semiputrefatos que chegavam para a triagem ou permaneciam no local durante a compostagem. Nesse sentido, considera-se que havia descumprimento da NR-6.

#### **4.4 Riscos ergonômicos no ambiente de trabalho**

##### **4.4.1 Riscos ergonômicos no setor de recepção dos resíduos**

No início do processo, logo na chegada dos resíduos à usina, os trabalhadores eram submetidos a esforços e posturas inadequadas conforme as normas de segurança e medicina do trabalho.

Constatou-se que, no ato de descarregar os resíduos dos veículos transportadores, os trabalhadores manipulavam toda a carga que era depositada na área de recepção do lixo. Nessa fase do processo, sacos plásticos e embalagens de formas, texturas diversas e pesos variados eram manejados sem critérios ergonômicos seguros.

Não obstante o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) estabelecer que o peso máximo permitido para levantamento manual seja em torno de 23 kg e que a NR-17 estabelece como critério 50 kg, há que se considerar que as embalagens contendo lixo são instáveis e exigem adequações posturais repentinas para possibilitar sua estabilidade no transporte, o que pode gerar torções e esforços danosos ao organismo do trabalhador.

Nesse contexto, mesmo que houvesse uma aparente adequação à norma quanto ao peso da carga manipulada, considera-se que havia riscos posturais, pois as embalagens de lixo são instáveis dada a natureza escorregadia dos materiais de que são constituídas e pelas diversificadas formas e texturas que assumem em



função dos conteúdos abrigados. Devido a essas características das embalagens de lixo e, sobretudo, pelo risco de perfuração das embalagens em contato com o corpo dos trabalhadores, estes são obrigados a adotar movimentos inadequados e adversos daqueles que seriam compatíveis com levantamentos de mesmo peso para cargas mais estáveis e sem riscos secundários. Vale lembrar que, mesmo se tratando de resíduos urbanos, há riscos microbiológicos pela presença de materiais perfurocortantes contaminados, o que obriga o trabalhador a manter os recipientes afastados de seus corpos. Os esforços e as posturas adotadas nesses casos, portanto, potencializam os riscos de lesões na coluna vertebral, nos ligamentos e músculos.

Depois de descarregados, manualmente, no setor de recepção da usina, os resíduos eram encaminhados para a mesa de separação ou triagem. Nesse procedimento um trabalhador munido de um garfo metálico com cabo de madeira, semelhante a uma pá manual, alimentava a mesa de triagem mediante movimentos em alavanca. Dessa forma o trabalhador cravava os sacos de lixo de diversos pesos e os elevava até a mesa de triagem. Em dadas situações, quando as embalagens eram muito pesadas, esse trabalhador manejava a carga manualmente até o topo da mesa de separação.

Constatou-se que os trabalhadores escalados para esta tarefa, além de não portarem EPIs adequados (respiradores com filtro de carvão ativado e luvas), eram submetidos a movimentos de inclinação, torção e elevação do tronco e membros que comprometiam a estabilidade da coluna, já que os pesos entre as extremidades do garfo e o ponto de empunhadura constituíam alavancas poderosas.

Sendo assim, mesmo que o peso das embalagens estivesse adequado às normas, haveria ainda o descumprimento da NR-17, no seu item 17.2.2, que estabelece: “Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas por um trabalhador, cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança” (BRASIL, 1978, p.1).

#### **4.4.2 Riscos ergonômicos na mesa de triagem de resíduos**

Os resíduos passavam por triagem sobre uma mesa de alvenaria, quando quatro trabalhadores isolavam os materiais segundo sua natureza física. Essa fase da operação envolvia posturas extenuantes, por jornadas de trabalho que duravam oito horas diárias, em média. O trabalho era realizado em pé e envolvia movimentos

repetitivos de inclinação do tronco sobre a mesa, para a coleta dos materiais, e múltiplas torções da coluna lombar para que o trabalhador destinasse os recicláveis para os tambores específicos, dispostos nas laterais.

Os esforços a que estavam expostos os trabalhadores traziam riscos graves em termos ergonômicos, pois as jornadas de trabalho eram muito longas e contínuas sem intervalos programados para descanso. Não eram instituídos intervalos regulares, exceto a pausa para o almoço, para a execução de alongamentos musculares ou diversificação de tarefas voltadas para o alívio das tensões corporais.

A usina de Turvolândia não contava com assentos para descanso dos trabalhadores durante as pausas programadas, mesmo porque essas não eram instituídas como rotina.

Segundo a Nota técnica 060/2001, do Ministério do Trabalho e Emprego,

o tempo de manutenção de uma postura deve ser o mais breve possível, pois seus efeitos nocivos ou não, serão função do tempo durante o qual ela será mantida. Segundo Mairiaux (1992) a apreciação do tempo de manutenção de uma postura deve levar em conta, por um lado, o tempo unitário de manutenção (sem possibilidades de modificações posturais) e, por outro, o tempo total de manutenção registrado durante a jornada de trabalho (BRASIL, 2001, p. 1).

Segundo Oliver e Middledith (1998), a força gravitacional exerce forte influência sobre os músculos que sustentam o tronco que, embora vigorosos, não são muito adequados para manter a postura em pé. Esses músculos são mais eficazes na produção dos movimentos necessários às principais mudanças de postura e não se adéquam à permanência do indivíduo em pé por longos períodos. A posição em pé ideal não é usualmente mantida por longos períodos, pois as pessoas tendem a utilizar alternadamente a perna direita e a esquerda na tentativa de reduzir o desconforto no transcorrer da jornada de trabalho.

Segundo a Nota técnica 060/2001, do Ministério do Trabalho e Emprego,

Os efeitos fisiológicos dos esforços estáticos estão ligados à compressão dos vasos sangüíneos. O sangue deixa de fluir e o músculo não recebe oxigênio nem nutrientes, os resíduos metabólicos não são retirados, acumulando-se e provocando dor e fadiga muscular. Manutenções estáticas prolongadas podem também induzir ao desgaste das articulações, discos intervertebrais e tendões BRASIL (2001, p. 1). [...] Estudos de Nachemson e Elfstrom (1970) demonstraram que inclinações do tronco para frente ou torções do tronco devidas às exigências da tarefa (visuais ou de movimentos) levam a um aumento de mais de 30 % da pressão sobre o disco intervertebral (BRASIL, 2001, p. 2).

Concluiu-se, portanto, que as tarefas exercidas nos postos de trabalho no setor triagem de materiais na usina de Turvolândia não atendiam às normas de segurança do Trabalho e em especial ao item 17.3.5 da NR-17 que estabelece: “Para as atividades em que os trabalhos devam ser realizados de pé, devem ser colocados assentos para descanso em locais em que possam ser utilizados por todos os trabalhadores durante as pausas” (BRASIL, 1990, p. 3).

#### **4.4.3 Riscos ergonômicos na armazenagem, prensagem e partida de recicláveis**

Os materiais recicláveis selecionados que ficavam depositados em tambores de 200 litros ao lado da mesa de triagem, em cada jornada de trabalho, eram transportados até as baias com o emprego de carrinhos de mão apropriados.

Na entrada das baias, o trabalhador encarregado do transporte vertia, manualmente, o conteúdo dos tambores mediante movimentos que envolviam o agachamento para firmar a carga e para promover o emborcamento do tambor, usando o movimento de elevação do próprio corpo como alavanca. Nas baias os recicláveis ficavam estocados por um a três meses, aproximadamente, até que fossem prensados e colocados à venda. Depois de prensados os fardos eram transportados manualmente aos locais de depósito e de espera para embarque. Nesse processo não se aplicavam vagonetes, carros, carretas, carros de mão, empilhadeiras ou qualquer tipo de tração mecanizada.

Um exemplo dessa situação pode ser ilustrado através de fragmentos do texto, referentes a um edital de venda de um lote de produtos recicláveis levado a público pela Prefeitura de Turvolândia em 2007 (Anexo III), onde se constata o grande volume de materiais a serem manipulados e os pesos dos fardos envolvidos no processo de armazenagem:

- 26 fardos de polietileno Tereftalato – PET- prensados e enfardados; média de peso dos fardos: 40 kg;
- 50 fardos de material plástico misto – PET – (Óleo); PEAD (frasco de detergente, alvejante, etc.); PP (pote de margarina); PS (potes de iogurte), entre outros, prensados e enfardados; média de peso dos fardos: 90 Kg;

- 40 fardos de plásticos diversos tipo PEBD prensados e enfardados; média de peso dos fardos 120 kg;
- 50 fardos de papelão, prensados e enfardados; média de peso dos fardos: 150 kg;
- 18 fardos de sucata de lata (embalagens de óleo, massa de tomate, ervilha, milho, etc.), prensados e enfardados, média de peso dos fardos: 180 kg.
- O conteúdo de 18 tambores contendo vidro reciclável (garrafas e frascos), solto a granel;
- 32 fardos de polietileno tereftalato – PET – transparentes – provenientes de garrafas de refrigerantes, prensados e enfardados; média de peso dos fardos: 40 kg.

A usina de triagem não possuía quaisquer equipamentos de elevação de cargas, tais como, ascensores, elevadores, guindastes, talhas, empilhadeiras, esteiras rolantes, etc., que possibilitassem lançar as cargas de fardos para a carroceria dos caminhões dos compradores. A carga, independentemente de seu peso ou volume, era transportada até os veículos e içada mediante força braçal.

Esse modo de operação da usina trazia uma série de implicações no contexto dos riscos de acidentes ocupacionais, pois o manuseio dos fardos de até 180 Kg implicava esforços físicos exorbitantes e adoção de posturas corporais que resultavam em riscos ergonômicos gravíssimos.

Não só o peso dos fardos era desproporcional à capacidade humana de manuseio seguro, mas também o grande número de embalagens que eram manuseadas em cada lote de entrega agravavam os riscos de injúrias orgânicas aos trabalhadores. Como no exemplo acima, num único lote de entrega de materiais recicláveis foram embarcados, manualmente, 234 fardos, que variavam entre 40 e 180 Kg, os quais foram manejados por apenas quatro trabalhadores. Neste posto de trabalho deveria haver, no mínimo, um guincho hidráulico ou empilhadeira para

poupar os trabalhadores do esforço físico dispensado no levantamento de carga acima do peso estipulado pelas normas regulamentadoras.

Conclui-se que havia o descumprimento da NR-11, em seu subitem 11.2.2.1: “Além do limite previsto nesta norma, o transporte de carga deverá ser realizado mediante a impulsão de vagonetes, carros, carretas, carros de mão apropriados ou de qualquer tipo de tração mecanizada” (BRASIL, 1990, p.1).

Havia também o descumprimento da NR-17, no seu subitem 17.2.2 que estabelece: “Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas por um trabalhador, cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança” (BRASIL, 1990, p.1).

Os parâmetros do NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health – USA*), que desenvolveu métodos para determinar a carga máxima a ser manuseada e movimentada manualmente numa atividade de trabalho, não foram recepcionados pela legislação brasileira. Para o NIOSH, a carga máxima a ser transportada em condições ideais é de 23 kg, menos da metade do peso indicado pela NR-17, no Brasil.

#### **4.4.4 Riscos ergonômicos no manejo da compostagem**

O processo de compostagem consistia em promover a humificação da matéria orgânica obtida a partir da triagem desse material que aportava na usina juntamente com os demais detritos.

Os riscos ergonômicos identificados dizem respeito ao transporte de tambores de 200 litros, contendo a matéria orgânica bruta, entre a mesa de triagem e o pátio de compostagem, bem como à sobrecarga muscular dinâmica do pescoço, ombros, dorso, membros superiores e inferiores decorrentes dos movimentos adotados no revolvimento das leiras de compostagem e no processo de carregamento do composto para os caminhões de transporte do produto finalizado.

Não foram detectadas quaisquer preocupações dos gestores da usina em minimizar os impactos ergonômicos sobre os trabalhadores envolvidos neste processo, pois esses faziam parte do mesmo quadro de servidores que se revezavam nas demais tarefas da usina de Turvolândia.

#### 4.5 Riscos mecânicos no ambiente de trabalho

Constatou-se que o arranjo físico da usina era inadequado, pois, embora o *layout* das edificações fosse planejado, o espaço confinado no galpão ficava sobrecarregado pelo acúmulo de materiais recicláveis; sobretudo nas imediações das baias de armazenamento de produtos prontos para a prensagem, onde pilhas de materiais entulhavam as passagens dos trabalhadores, dificultando a circulação.

As pilhas de materiais eram constituídas de vidros ou metais ferrosos, bem como fardos de papéis ou papelão, garrafas pet e alumínio, materiais esses que podiam causar ferimentos graves, além de inocular microrganismos patogênicos em caso de acidentes por corte ou perfuração.

Não havia marcações ou sinalizações de segurança nos locais indicados pela NR-26, o que agravava os riscos descritos.

O estado de conservação dos equipamentos era razoável, exceto pela falta de uma grade de proteção na parte frontal da prensa hidráulica de materiais, o que não impedia os riscos de mutilação dos membros no trabalho no caso de descuidos nos momentos de operação do maquinário.

O descarregamento de resíduos de saúde diretamente nas valas de rejeitos sanitários impedia que os trabalhadores manipulassem materiais contaminados nos setores de recepção e de triagem. No entanto, os riscos para os trabalhadores que descarregavam os resíduos eram altos, pois os EPIs empregados não eram adequados, já que não eram capazes de impedir lesões por objetos perfurocortantes oriundos dos estabelecimentos de saúde.

Quanto à iluminação, a usina de Turvolândia operava dentro das normas, pois as medições realizadas sempre se mantiveram acima de 500 lux. A norma NBR 5413 (ABNT, 1992) estabelece que nos ambientes de depósitos e de indústrias, as medidas devem ser de, pelo menos, 200 lux. Os fatores que favoreceram tais níveis de iluminação decorreram da estrutura dos galpões que eram abertos lateralmente, possibilitando a penetração da iluminação natural em complemento à iluminação artificial. Sendo assim, os riscos de acidentes decorrentes da falta de iluminação no ambiente não eram significativos.

A probabilidade de incêndios na usina era grande devido ao acúmulo de papéis e papelões, pela grande quantidade de pneus velhos, plásticos, garrafas pet, garrafas plásticas, dentre outros materiais combustíveis. Não obstante esses riscos,

não existiam no local, equipamentos contra incêndios ou se estabeleciam rotinas de treinamentos dos trabalhadores para atuar em casos de sinistros.

Pelo exposto, não foram atendidas as exigências contidas nas NRs 6, 11, 12, 23 e 26.

#### **4.6 Riscos biológicos no ambiente de trabalho**

Os riscos biológicos na usina de Turvolândia eram elevados, pois já haviam sido encontradas nos resíduos urbanos coletados, fezes humanas, fezes de animais, animais mortos, restos de curativos, seringas e agulhas, preservativos usados, dentre outros materiais contaminados.

Esses resíduos, quando chegavam à mesa de triagem, eram manipulados em separado pelos funcionários que, apesar de portarem luvas, corriam sérios riscos de contaminação devido aos cortes e perfurações acidentais ou na retirada inadequada das luvas ao final das jornadas de trabalho.

Riscos semelhantes e mais intensos ocorriam com os trabalhadores que manipulavam os resíduos específicos dos serviços de saúde que aportavam na usina e que eram descarregados diretamente nas valas de rejeitos hospitalares.

Azevedo, Azevedo e Heller (2000) sugerem que as pessoas que manipulam resíduos sólidos estão sujeitas aos seguintes riscos biológicos: Contato com os resíduos ou solo contaminado, transmissão feco-oral, transmissão do bioagente através da ingestão de alimentos contaminados ou pelo manuseio inadequado dos alimentos, penetração na pele, penetração ativa do bioagente patogênico, penetração do bioagente através de ferida perfurocortante, penetração do bioagente através de solução de continuidade da pele e mucosas, penetração do bioagente pela inalação através das vias aéreas superiores.

Considera-se que todas essas possibilidades estavam presentes na usina de Turvolândia, pois os EPIs não eram adequados e os trabalhadores não participavam de programas de treinamento e esclarecimento que pudessem reduzir os riscos de contaminação.

#### **4.7 Avaliação sobre o uso de EPIs na usina de Turvolândia**

Quanto à proteção respiratória, os trabalhadores só portavam um modelo de máscara de proteção semifacial destinado a reter particulados, como poeiras, névoas, fumos e radionuclídeos. Esse equipamento não era suficiente, sobretudo, para situações em que houvesse liberações de odores mais intensos e de gases da matéria em decomposição. O correto seria usar mascarar com filtros de carvão ativado. Estas máscaras não eram empregadas na usina de triagem e compostagem.

Quanto à proteção das outras partes do corpo, a usina não atendia às normas de segurança do trabalho, pois os EPIs recomendados para esta atividade são uniformes com tecidos impermeabilizantes de mangas compridas, aventais de raspa de couro, luvas plásticas ou de raspa impermeabilizadas com resinas sintéticas, capacetes de segurança, óculos de segurança fechados nas laterais para evitar a contaminação pelos olhos com respingos de algum produto químico ou biológico, o que não foi constatado na usina de triagem e compostagem.

Fornecer os EPIs corretos com certificado de aprovação (CA) aos funcionários e prestar orientação de como usá-los são obrigações da empresa, no caso a Prefeitura de Turvolândia.

Dessa forma, a usina de triagem não cumpria as exigências da NR-6.

#### **4.8 Classificações gerais da usina conforme as normas do Ministério do Trabalho e Emprego**

Conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas instituída pela NR-4, a usina de triagem e compostagem é um empreendimento que deve ser classificado sob o número 38.22.0 da listagem apresentada no quadro 05 do anexo VI e enquadrada como “grau 3 de risco ambiental” (alto risco de contaminação dos trabalhadores por agentes químicos e biológicos, além da exposição a riscos ergonômicos, mecânicos e físicos).

Sob esse grau de risco do empreendimento, o Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP) dos operários está enquadrado em “alto ou sério grau de insalubridade”.

Pelas avaliações das normas do Ministério do Trabalho e Emprego, os operários da usina de triagem e compostagem do município de Turvolândia



trabalhavam sob condições insalubres e teriam direito a uma aposentadoria especial, que poderia variar de 15, 20 ou 25 anos de serviço (NR-15).

#### **4.9 Mapa de Risco do Centro de triagem e compostagem de Turvolândia, MG**

O Mapa de Riscos elaborado a partir das informações levantadas neste trabalho é apresentado na figura 9.

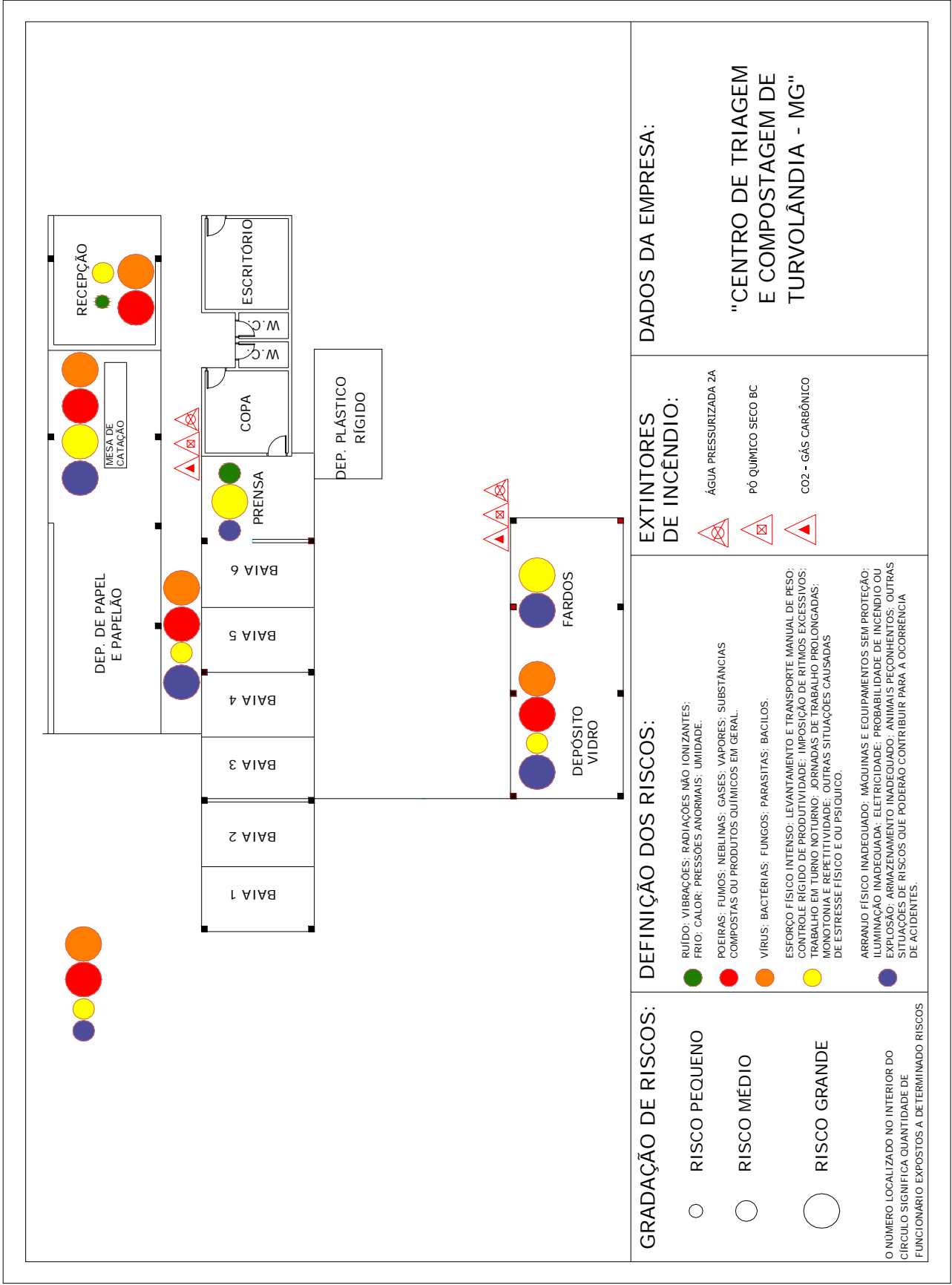


Figura 09 – Mapa de Risco

## 5. CONCLUSÕES

- A Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia não atendia às normas trabalhistas e enquadrava-se no grau 3 (três) de risco ambiental, possuindo alto risco de contaminação dos trabalhadores.
- Os trabalhadores estavam expostos aos riscos químicos, biológicos, ergonômicos, mecânicos e físicos.
- As condições de trabalho dos operadores eram altamente insalubres.
- Os trabalhadores não utilizavam os EPIs recomendados para o tipo de trabalho, em conformidade com as normas regulamentadoras de segurança do trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Mônica de Abreu; AZEVEDO, Eloísa de Abreu e HELLER, Léo, Bases Metodológicas para o Desenvolvimento de uma Classificação Ambiental para as Doenças Relacionadas aos Resíduos Sólidos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre – RS, 2000.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos sólidos. NBR –10004. Rio de Janeiro- RJ, 2004.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Artigo. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios&municipio=52501>>. Acesso em 12 fev 2011.

BASTOS, Liomar Valentini. **Riscos à saúde decorrente da atividade de catador de materiais recicláveis**. 2006. 130 fls. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá-MT, 2006.

BARREIRA, Luciana Pranzetti, **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção**. 2005. 187 fls. Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública/USP, São Paulo, 2005.

BRASIL - Ministério do Trabalho e Emprego. **Nota Técnica 060 / 2001**: ergonomia – indicação de postura a ser adotada na concepção de postos de trabalho. Brasília, 03 de setembro de 2001.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978 aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho. **Manuais de Legislação Atlas, Segurança e Medicina do Trabalho**, 66. Ed. Brasília, 1978.

BRASIL - Ministério do Trabalho e da Previdência Social; Portaria N.º 3.751, DE 23 DE NOVEMBRO DE 1990. **Diário oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília – DF, 26 nov.1990. p. 3.

BRASIL. Ministério de Previdência Social. **Estatísticas**: anuário Estatístico da Previdência Social – 2002. Sessão IV: acidentes do trabalho. Disponível em: <<http://www.mps.gov.br>> Acesso em: 2 jan. 2006.

BULHÕES, I. **Riscos do trabalho em enfermagem**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1994. 221p.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes**: uma abordagem holística: segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas. São Paulo: Atlas, 1.999.

CAPPI, Denise Raquel de Souza, O reconhecimento dos riscos ocupacionais a que estão expostos os auxiliares de enfermagem da unidade de terapia intensiva de um hospital de ensino. 1998. N.º. de fls. (conclusão de curso de enfermagem) - USP, São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.ee.usp.br/graduacao/monografia/1998/101722.html>> acesso em, 20 set. 2008.

Cadernos Ministério das Cidades 5, Saneamento Ambiental. **A realidade do saneamento no Brasil e as necessidades de investimentos para a universalização dos serviços**. Brasília :Ministério das Cidades, 2004. p.47-56.

CAVALCANTE, Sylvia, Franco, Márcio Flavio Amorim, Profissão perigo: percepção de risco à saúde entre os catadores do Lixão do Jangurussu. **Revista Mal Estar e Subjetividade**, Fortaleza, v. 7, n. 1, mar. 2007.

COLLINS, C. H.; KENEDY, D., The microbiological hazards of municipal and clinical wastes. **Journal of Applied Bacteriology**, v.73 p. 1-6, 1992.

CAMPOS, Armando; et al. **Prevenção e Controle de Risco em Maquinas Equipamentos e Instalações**. São Paulo: Ed. SENAC, 2.006.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo Municipal**: manual de Gerenciamento Integrado. 2. Ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

DUARTE, Rogéria P. Saez; PASQUAL, Antenor. Avaliação do cádmio (cd), chumbo (pb), níquel (ni) e zinco (zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na Agricultura**, Botucatu/SP v. 15, n. 1, 2000.

FERREIRA, João Alberto, A coleta de resíduos urbanos e os riscos para a saúde dos trabalhadores, In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (SIBESA), 6, 2002, Vitória. **Anais...** Vitória, 2002.

FAGUNDES, Diana da Cruz, Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Tarumã e Teodoro Sampaio – SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.21, n.2, p. 159-179, ago. 2009.

FERREIRA, João Alberto, ANJOS, Luiz Antonio dos. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, n. 3, p. 8, Maio/jun. 2001.

FERREIRA, J. A., **Lixo Hospitalar e Domiciliar**: Semelhanças e Diferenças - Estudo de Caso no Município do Rio de Janeiro. 1997. 218 Fls. Tese (Doutorado) Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1997.

FRANCISCO NETO, João, **Manual de Horticultura Ecológica**. São Paulo: Nobel, 1995.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Análise macroergonômica do trabalho (amt)**: modelo de implementação e avaliação de um programa de ergonomia da empresa. Florianópolis: UFSC, [s.d].

GÜNTHER, Wanda Maria Risso; WIEBECK, Hélio; PIVA, Ana Magda. Reciclagem de plásticos: necessidade de maior incentivo. **Revista Limpeza Pública**, São Paulo, n. 51, p. 20-24, abr. 1999.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo; et al. **Intervenção macroergonômica em empresa do setor eletro-mecânico**: Um estudo de produtividade: Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, [s.d.]

HESS, S. **Educação Ambiental**: nós no mundo. 2. ed. Campo Grande: Ed. UFMS, 2002. 192 p.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Avaliação Técnico Econômica da Produção de Composto Orgânico**. São Paulo-SP, 1993. 4v. (Relatório 3/659).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saneamento básico – 2000. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro, 2002.

IIDA, Itiro. **ERGONOMIA**: projeto e Construção. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Blucher, 2005.

LIMA, L.M.Q. **Lixo**: Tratamento e Biorremediação. 3. ed. São Paulo: Hermes, 1995. 265 p.

KUHNEN, A. **Representações sociais de meio ambiente**: estudo das transformações, apropriações e modo de vida na Lagoa da Conceição/ Florianópolis / Santa Catarina. 2001. 272 fls. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

KUPCHELLA, C. D.; HYLAND, M.C. **Environmental Science: Living Within the System of Nature**. London: Prentice-Hall International, 1993.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

Köppen, W. **Das geographische System der Klimate**. Gebr, Borntraeger, 1936.

KOTTEK, Markus; et al. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification Updated**. Meteorologische Zeitschrift, v. 15, n. 3, 259-263, June 2006.

**MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS: Segurança e Medicina do Trabalho: Normas Regulamentadoras, Coordenação e supervisão da Equipe Atlas**. 66. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATTOS, U. A. O; FREITAS, N. B. B. Mapa de Risco no Brasil: As limitações da Aplicabilidade de um Modelo Operário. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 251-258, abr/jun 1994.

MARANGONI, Silvia Cristiane et al. Causas de acidentes com coletores de lixo relacionados à falta de conceitos ergonômicos, In: SIMPEP, 13, 2006, Bauru. **Anais...** Bauru, 2006. P. 2-3.

MALMROS, P.; SIGSGAARD, T. ; BACH, B. **Occupational Health Problems due to Garbage Sorting. Waste Management & Research**. v. 10, p.227-234, 1992.

MAIRIAUX, Ph. A postura de trabalho. In:\_\_\_\_**Polígrafo curso ergonomia**. UCL - Universidade Católica de Louvain, 1992. Cap. V. \_\_\_\_Concepção do posto de trabalho. In:\_\_\_\_**Polígrafo curso ergonomia**. Bélgica: UCL - Universidade Católica de Louvain, 1992. Cap. VI.

NACHEMSON, A.; ELFSTROM, G.: Intravital Dynamic Pressure Measurements in Lumbar Discs. Scan. **J. Rehabilitation Medicine**, 1970.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) County Garbage Collector Dies After Falling From Back End of Moving Garbage Truck. (FACE 9109), 1990. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/face/Inhouse/full9109.html>>. Acesso em 20 fev. 2011.

OLIVER, Jean; MIDDLEDITH, Alison. **Anatomia funcional da coluna vertebral**. Rio de Janeiro: Revinter, 1998.



OLIVEIRA, Cláudio A Dias de. **Passo a passo dos procedimentos técnicos em segurança e saúde do trabalho:** micro, pequenas, médias e grandes empresas, São Paulo: LTr, 2.002.

PNUD. **Educação Ambiental na Escola e na Comunidade.** Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/ONU, 1998.

PEREIRA NETO, J.T. Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Municípios de Pequeno Porte. **Revista Ciência e Ambiente**, Santa Maria – RS, n. 18, p. 42-52, 1999.

PEREIRA NETO, João Tinoco; et al. Avaliação quimiométrica da distribuição de metais pesados em composto de lixo urbano domiciliar. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 324 – 328, maio/jun. 1999.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza, et al. Lixo, trabalho e saúde: um estudo de caso com catadores em um aterro metropolitano no Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 6, p. 1503-1514, dez. 2004.

PIVA, Ana Magda; WIEBECK, Hélio. **Reciclagem do plástico.** São Paulo: Artliber, 2004. 111p.

PINHO, Lisandra Matos de; NEVES, Eduardo Borba, Acidentes de trabalho em uma empresa de coleta de lixo urbano, **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 243 – 251, 2010.

REICHERT, Geraldo A.; Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Uma proposta inovadora. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria-RS, n. 18, p. 53 – 68, 1999.

REINHARDT, P. A.; GORDON, J.; ALVARADO, C. J., Medical waste management. In: **Hospital Epidemiology and Infection Control**, Baltimore: Williams & Wilkins, 1996. pp. 1099 - 1108.

RUTALA, W. A. & MAYHALL, C. G., Medical waste. ***Infection Control and Hospital Epidemiology***, v. 13, p. 38 – 48, 1992.

O Bom Adubo Feito de Lixo. **Revista Agricultura Orgânica**, São Paulo – SP, n. 620, p. 96 - 101, 1991.

SANTOS, Rodrigo Couto, et al., Usinas de Compostagem de Lixo como alternativa viável à problemática dos lixões no meio urbano. In: **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, GO, [s. n.], 2006. v. 2.

SANTOS, Isa Vannucchi de A.; Estudo dos riscos de acidentes de trabalho em coletores de Lixo, **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 4, p. 7 – 9, 2008. Disponível em: <[HTTP:WWW.amigosdanatureza.org.br/noticias/.../trabalhos/578.A-RT-09.pdf](http://WWW.amigosdanatureza.org.br/noticias/.../trabalhos/578.A-RT-09.pdf)> acesso em: 15 set. 2010.

SIVIERI, L. H., Saúde no trabalho e mapeamento de riscos. In: **Saúde, Meio Ambiente e Condições de Trabalho: Conteúdos Básicos para uma Ação Sindical**. São Paulo: Central Única dos Trabalhadores/Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina no Trabalho, 1995.

SILVA, Aída Cristina do Nascimento, et al., Estudo de fatores de riscos ambientais relacionados aos microrganismos patogênicos existentes nos resíduos sólidos de serviços de saúde: uma proposta de avaliação , **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.18, n.5, set./out. 2002.

SILVA, Aída Cristina do Nascimento, Et al., Estudo de fatores de riscos ambientais relacionados aos microrganismos patogênicos existentes nos resíduos sólidos de serviços de saúde, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

SILVEIRA, Iris Sandra Fontana da. **Avaliação dos riscos ocupacionais na coleta de resíduos sólidos domiciliares de Cuiabá/MT**. 2009. 178 fls. (Monografia). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

SILVA, Maria Ligia de Souza, VITTI, Godofredo Cesar, TREVIZAN, Anderson Ricardo, Concentração de metais pesados em grãos de plantas cultivadas em solo com diferentes níveis de contaminação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p. 428 - 432, apr. 2007.

SHERIQUES, Jaques; **Aprenda como fazer**: Perfil Profissiográfico Previdenciário – PPP, Riscos Ambientais do Trabalho – RAT/FAP, PPRA/NR-9, PPRA-DA (INSS), PPRA/NR-32, PCMAT, PGR, LTCAT, Laudos Técnicos, Custeio da Aposentadoria Especial, GFIP. 5 ed. Ver. e atual. São Paulo : LTr, 2007.

SÁ, Ary de. **Meio ambiente do trabalho, conceituação e prevenção de risco**, Porto Alegre – RS: ANEST- Associação Nacional de Engenharia de Segurança do Trabalho, 2008. Disponível em: <[www.pdfbooksdownloads.com/ambiente-trabalho.html](http://www.pdfbooksdownloads.com/ambiente-trabalho.html)>, acesso em 20 jan. 2009.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Água: o desafio do desenvolvimento sustentável. Disponível em: < [www.semad.mg.gov.br](http://www.semad.mg.gov.br)>. Acesso em: 18 jun. 2010.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual Prático de Higiene ocupacional e PPRA**: Avaliação e Controle dos Riscos Ambientais, São Paulo LTr, 2005.

TAVARES, T., QUINTELAS, C., **Fixação Simultânea de Metais Pesados e Compostos Orgânicos em Matriz Biológica**. Portugal: Centro de Engenharia Biológica- IBQF, Universidade do Minho. [s.d.]

TSALEV D. L.; ZAPRIANOV Z. K.; In **Atomic absorption spectrometry in occupational and environmental health practice**. Flórida: CRC Press,1985. p. 137-150.

WIEBECK, H., PIVA, A. M. **Reciclagem mecânica do PVC**: uma oportunidade de negócio. São Paulo, 1999.

WEID, Jean M. **Métodos de Compostagem Rápida**. Projeto T. A/Fase – Textos, Rio de Janeiro, 1987. 32 p.

World Map of the Köppen-Geiger climate classification. ***World Map of the Köppen-Geiger climate classification***. Institute for Veterinary Public Health. Disponível em: < [koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm](http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm) >. Acesso em 01 fev. 2011.

ZOCCHIO, Álvaro; PEDRO, Luiz Carlos Ferreira. **Segurança em Trabalho com Maquinaria**. São Paulo: Ed. LTr, 2.002.

# ANEXOS

**ANEXO I – Figura 10** Planta da Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia.

## ANEXO II

**QUADRO 02 – Quantidade de Resíduos Sólidos na Usina de Triagem e Compostagem de Turvolândia (MG).**

**MODELO DE RELATÓRIO DE MONITORAMENTO**

**RELATÓRIO TRIMESTRAL DE MONITORAMENTO E ACOMPANHAMENTO DA OPERAÇÃO DO CENTRO DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM DE TURVOLÂNDIA, MINAS GERAIS.**

**1.1 CONTROLE OPERACIONAL**

**1.2 Quantidade de lixo destinada à Usina em tonelada/mês**

TRIMESTRE				Total de lixo	RECICLÁVEIS					MATÉRIA ORGÂNICA	REJEITOS PARA O ATERRO
1º	2º	3º	4º								
			X								
					Papel e Papelão	Vidro	Plástico	Metal	Outros (especificar)		
Mês 1					1,675	0,153	1,889	0,530		3,288	18,774
Mês 2					2,586	0,641	2,234	0,939		4,363	19,057
Mês 3					1,255	0,502	0,962	0,335		3,580	18,796
Total					5,516	1,296	5,085	1,804		11,231	56,627

**1.3 – Saída / Venda de recicláveis e composto em tonelada / mês**

TRIMESTRE				RECICLÁVEIS					COMPOSTO MATURADO
1º	2º	3º	4º						
		X							
				Papel e Papelão	Vidro	Plástico	Metal	Outros (especificar)	
Mês 1				1,675	0,153	1,889	0,530		3,288
Mês 2				2,586	0,641	2,234	.939		4,363
Mês 3				1,255	0,502	0,962	0,335		3,580
Total				5,516	1,296	5,085	1,804		11,231

**Fonte:** Prefeitura Municipal de Turvolândia-MG, agosto de 2008.



## ANEXO III

**PREFEITURA MUNICIPAL DE TURVOLÂNDIA**  
**ESTADO DE MINAS GERAIS**  
**CNPJ : 18.712.141/0001-00**

## FORMULÁRIO DE PROPOSTA

Empresa ou nome:				
Endereço:			Bairro:	
Cidade:		UF:	Cep:	
CNPJ ou CPF:			Telefone:	
Item	Especificação do produto	Unidade	Quant.	Valor da avaliação
1.	26 fardos * de <b>POLIETILENO TEREFTALATO – PET</b> - de cor verde – proveniente de garrafas de refrigerantes, prensado e enfardado, média de peso dos fardos 40 kg.	kg		
2.	<b>50 fardos* de material plástico misto – PET –</b> (Óleo); <b>PEAD</b> (frasco de detergente, alvejante, etc.); <b>PP</b> (pote de margarina); <b>PS</b> (potes de iogurte), entre outros, prensado e enfardado, media de peso dos fardos 90 Kg.	kg		
3.	<b>40 fardos* de plásticos diversos tipo PEBD</b> (embalagens de arroz, açúcar, etc.), vulgarmente chamado de plástico filme, de cores diversas, prensado e enfardado, media de peso dos fardos 120 kg.	Kg		
4.	<b>50 fardos* de papelão</b> , prensado e enfardado, media de peso dos fardos 150 kg.	Kg		
5.	<b>18 fardos de sucata de lata</b> (embalagens de óleo, massa de tomate, ervilha, milho, etc.) prensado e enfardado, média de peso dos fardos 180 kg.	Kg		
6.	<b>O conteúdo de 18 tambores contendo vidro reciclável</b> (garrafas e frascos diversos na cor âmbar, branco e verde) solto a granel.	Kg		
7.	<b>32 fardos* de polietileno terftalato – PET –</b> transparente – proveniente de garrafas de refrigerantes, prensado e enfardado, média de peso dos fardos 40 kg	Kg		
8.	<b>01 fardo de sucatas de alumínio, refrigerante, sucos e cerveja.00000</b>	Kg		
<p><b>Material a ser deverá ser retirado da Usina até 10 dias após o pagamento total da compra.</b>  <b>A pesagem deverá ser acompanhada por um funcionário da Prefeitura Municipal de Turvolândia, designado em portaria.</b>  <b>O pagamento da pesagem deverá ser por conta do comprador, assim como o transporte dos mesmos.</b></p> <p><b>SERÁ COMERCIALIZADO EM PREÇO GLOBAL.</b>  <b>PAGAMENTO À VISTA CONTRA A PESAGEM PARA RETIRADA.</b></p>				
Valores sujeitos a alteração devido à entrada diária de material na Usina				
DATA : ____/____/____		TOTAL: R\$		
<hr/> ASSINATURA DO RESPONSÁVEL				
<b>DEVOLVER ESTA COTAÇÃO ATÉ DIA 05/05/07 -15 H</b>				



## ANEXO IV

TABELA 2 – Classificação dos Riscos

Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos, de acordo com a sua natureza e a padronização das cores correspondentes.

GRUPO I: VERDE	GRUPO II: VERMELHO	GRUPO III: MARROM	GRUPO IV: AMARELO	GRUPO V: AZUL
<b>Riscos Físicos</b>	<b>Riscos Químicos</b>	<b>Riscos Biológicos</b>	<b>Riscos Ergonômicos</b>	<b>Riscos de Acidentes</b>
Ruído	Poeiras	Vírus	Esforço Físico Intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral		Jornada de Trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: Ministério do Trabalho e emprego, portaria nº25 de 29/12/1994

TABELA 3




## Cores usadas no Mapa de Risco

Simbologia das Cores			Risco Químico Leve		Risco Mecânico Leve
No mapa de risco os riscos são representados e indicados por círculos coloridos de três tamanhos diferentes, a saber:			Risco Químico Médio		Risco Mecânico Médio
			Risco Químico Elevado		Risco Mecânico Elevado
	Risco Biológico Leve		Risco Ergonômico Leve		Risco Físico Leve
	Risco Biológico Médio		Risco Ergonômico Médio		Risco Físico Médio
	Risco Biológico Elevado		Risco Ergonômico Elevado		Risco Físico Elevado

Fonte: Universidade Federal Fluminense (UFF), Curso de Enfermagem do Trabalho

## ANEXO V

Tabela de Gravidade (Tabela 04)

Símbolo	Proporção	Tipos de Riscos
	4	Grande
	2	Médio
	1	Pequeno

Fonte: Universidade Federal Fluminense (UFF), Curso de Enfermagem do Trabalho

**QUADRO 03 - Critérios do Ministério da Previdência Social para ser adotados na emissão do PPP e do enquadramento na GFIP.**

Grau de risco	Categoria do risco	Prioridade de avaliação	Consideração Técnica da exposição	Situação da exposição	Emissão PPP (analisar antes da atenuação EPC/EPI)	Enquadramento GFIP (Analisar após a atenuação por EPC/EPI)
0 e 1	Insignificante ou Baixo	Baixa	Abaixo de 50% do L.T.	Aceitável	Não	0
2	Moderado	Média	50%>L.T.<100 %	De atenção	Sim	1 ou 5
3	Alto ou sério	Alta	Acima de 100% do L.T.	Crítica	Sim	2,3,4,6,7,8
4	Muito Alto ou Crítico	Alta/Baixa	Muito acima do L.T. ou IPVS	De emergência	Sim	2,3,4,6,7,8

Fonte: Ministério da Previdência e Assistência Social

**Observação:**

- Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP).
- Guia de recolhimento do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço e Informações à Previdência Social (GFIP).

## ANEXO VI

## QUADRO 05 - Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE)

CNAE	ATIVIDADES	RISCO
E	ÁGUA, ESGOTO, ATIVIDADES DE GESTÃO DE RESÍDUOS E DESCONTAMINAÇÃO	
36	Captação, tratamento e distribuição de água	
36.0	Captação, tratamento e distribuição de água	
36.00-6	Captação, tratamento e distribuição de água	3
37	Esgoto e atividades relacionadas	
37.0	Esgoto e atividades relacionadas	
37.01-1	Gestão de redes de esgoto	3
37.02-9	Atividades relacionadas a esgoto, exceto a gestão de redes	3
38	COLETAS, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS; RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS	
38.1	Coleta de resíduos	
38.11-4	Coleta de resíduos não perigosos	3
38.12-2	Coleta de resíduos perigosos	3
38.2	Tratamento e disposição de resíduos	
38.21-1	Tratamento e disposição de resíduos não perigosos	3
38.22-0	Tratamento e disposição de resíduos perigosos	3
38.3	Recuperações de materiais	
38.31-9	Recuperação de materiais metálicos	3
38.31-9	Recuperação de materiais plásticos	3
38.39-4	Recuperação de materiais não especificados anteriormente	3
39	DESCONTAMINAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS	
39.0	Descontaminação e outros serviços de gestão de resíduos	
39.00-5	Descontaminação e outros serviços de gestão de resíduos	3

**Fonte:** Ministério do Trabalho e Emprego (M.T.E.) **PORTARIA N.º 76, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2008** (DOU de 25/11/08 – Seção 1 – Págs. 73 a 77)