

AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA METALÚRGICA DE PEQUENO PORTE

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL ASPECTS AND IMPACTS FROM THE PRODUCTION PROCESS OF A SMALL SIZE METALLURGY INDUSTRY

Marisa Pedrotti¹, Clóvia Marozzin Mistura²

¹ Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas e especialista em Gestão Ambiental pela Universidade de Passo Fundo. E-mail: marisa_pedrotti@yahoo.com.br

² Mestre em Química Analítica Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Instituto de Ciências Exatas e Geociências, BR285, Bairro São José, 99001-970 – Passo Fundo – RS - Brasil.
E-mail: clovia@upf.br

RESUMO

A gestão ambiental é de suma importância para indústrias, independentemente do seu porte. As questões ambientais presentes em uma empresa metalúrgica foram investigadas neste trabalho, como a geração de resíduos e seus impactos, emissão atmosférica, produção de resíduos sólidos e líquidos, bem como a percepção ambiental dos proprietários e colaboradores. Avaliou-se a produção de particulados e ruídos provenientes do processo produtivo e procedeu-se à análise de alguns contaminantes do solo. Foram encontrados resultados que demonstram que os sujeitos envolvidos com a empresa têm interesse em melhorar a gestão ambiental dessa e foram sugeridas diversas medidas para melhorar a atuação nas questões ambientais pelo processo metalúrgico de pequeno porte.

Palavras-chave: Gestão ambiental, Processo produtivo, Aspectos e impactos ambientais, Metalúrgica.

ABSTRACT

Environmental management actions are of the utmost importance for today's industries, no matter its size, the environmental issues of a metallurgical plant have been investigated in this paper, focusing on the residue generation and its impacts such as atmospheric emissions, solid and liquid residue generation, as well as the environmental perception of its owners and employees. Particulate and noise generated during the production process have been evaluated as well as soil analysis. Results show that all subjects involved with the enterprise are interested in improving the environmental actions taken and several measures have been suggested in order to improve the company's environmental dues.

Key words: Environmental management, Production process, Environmental aspects and impacts, Metallurgical.

1. INTRODUÇÃO

O município de Marau/RS é considerado destaque nos cenários econômico e de desenvolvimento tecnológico, principalmente pelo desempenho de suas indústrias, dentre as quais se destacam as da tipologia “metalúrgica”, pois constam 37 no cadastro municipal. O número é considerado relevante, porque abrange desde as de pequeno até as de grande porte, cujos produtos são utilizados em diversas

obras em todo país e no exterior. Por conseguinte, são de ampla importância para o município, em razão da demanda de empregos, movimentação econômica e de ter representado, em muitos casos, a oportunidade do negócio próprio. Ainda, seus produtos possibilitam o desenvolvimento de outros empreendimentos, além de suprir as necessidades locais e regionais, como, por exemplo, da construção civil.

No entanto, esse setor da indústria marauense traz consigo um aspecto negativo: o crescente número de reclamações relacionadas a essa atividade junto ao órgão ambiental municipal. Geralmente, essas provêm de lindeiros aos empreendimentos, principalmente quando localizados em zonas mistas, onde, segundo o Plano Diretor Municipal, podem se instalar determinadas atividades, mas também é área residencial. (MARAU, 2000). Os problemas identificados pelo órgão fiscalizador geralmente estão associados à falta de medidas de gestão ambiental, ou simplesmente ao descaso com a qualidade de vida (MARAU, 2009).

Desse modo, o objetivo principal deste estudo foi identificar e avaliar os principais aspectos e impactos ambientais decorrentes do processo produtivo de uma indústria metalúrgica de pequeno porte. Citam-se como objetivos específicos: conhecer o processo produtivo da indústria metalúrgica, identificando a origem dos impactos ambientais gerados pela atividade; quantificar os principais aspectos ambientais relacionados ao processo produtivo; verificar a sensibilização referentemente às questões ambientais, dos funcionários e proprietários do empreendimento e quantificar o consumo de água, energia elétrica e de matérias-primas no processo industrial principal da empresa.

Esse estudo teve caráter pontual, ou seja, trata-se de um estudo de caso, a fim de avaliar uma metalúrgica de pequeno porte instalada no Distrito Industrial Angelino Pilatti em Marau, RS. Entretanto, almejou-se que seja interpretado como ponto de partida para a implementação de melhorias no setor, especialmente visando à qualidade ambiental.

1.1 Panorama do setor metalúrgico

O setor metalúrgico representa relevante expressão no cenário econômico brasileiro. No ano de 2006, o PIB setorial foi de US\$ 28,8 bilhões, o que representou 2,7% do PIB nacional e 9% do PIB industrial. (UFRGS, s.d.)

O estado do Rio Grande do Sul contribui para essa positiva expansão do setor. Segundo dados apresentados por Santin (2006), no ano de 2004 a indústria metal mecânica contava com 7.321 estabelecimentos industriais cadastrados como pessoa jurídica. No ano de 2001 havia 6.542 estabelecimentos, o que representa um aumento de 12,0%. Além disso, o PIB do setor do ano de 2004, de R\$ 13 bilhões, representou aproximadamente 20% do produto industrial do Estado. Além disso, segundo dados da Fiergs [2004?], as diversas indústrias do ramo metal mecânico estão distribuídas em praticamente todo Rio Grande do Sul, nas regiões centro-oeste, nordeste e noroeste.

Conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, as divisões “Metalurgia” e “Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos”, estão classificadas como indústria de transformação. Desse modo, a divisão Metalurgia compreende “[...] a produção de metais em formas primárias ou semi-acabados (lingotes, placas, tarugos, biletas, palanquilhas, etc.), a produção de laminados, relaminados, trefilados, retrefilados (chapas, bobinas, barras, perfis, trilhos, vergalhões, fio-máquina, etc.) e a produção de canos e tubos [...]” (IBGE, 2007).

É relevante salientar que, de acordo com a classificação do IBGE, o termo “metalurgia” refere-se principalmente à produção das formas primárias ou semiacabadas metálicas, ou seja, à matéria-prima propriamente dita usada nas denominadas metalúrgicas e funilarias conhecidas popularmente. Desse modo, a divisão seguinte desta classificação “Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos” e suas subdivisões com enfoque no presente estudo de caso: fabricação de estruturas metálicas e fabricação de esquadrias de metal é onde se enquadra o estabelecimento industrial (local de estudo).

Salienta-se que os ramos fabricação de estruturas metálicas e fabricação de esquadrias de metal são popularmente conhecidos e enquadrados como “metalurgia básica”. Além disso, os valores do PIB também as abrangem.

1.2 Estudo de caso

A empresa escolhida para o estudo atua no ramo metalúrgico. Fundada em março de 2009, foi desmembrada de uma empresa existente há muitos anos, onde funcionavam em conjunto dois ramos: indústria metalúrgica e funilaria.

O novo empreendimento está localizada no Distrito Industrial Angelino Pilatti, município de Marau-RS. Apresenta 538,65 m² de área total construída, sendo 432,16 m² de área útil produtiva. Desse modo, caracteriza-se como de pequeno porte com potencial poluidor médio, conforme enquadramento no anexo único da resolução Consema n° 102/05 (RS, 2005). Assim, definida como uma atividade de impacto ambiental local, possui licenciamento ambiental municipal (Licença de Operação).

O pavilhão industrial tem paredes em alvenaria; as paredes laterais possuem 1,5 m de altura e a partir daí são completadas com telhas trapezoidais, tendo o pavilhão 6,0 m de altura. Estruturas metálicas dão o suporte para a edificação, que é coberta com telhas de Aluzinc®. Apresenta piso semi-impermeabilizado em toda área do pavilhão, com exceção da cabine de pintura (apenas com 50% da área com piso, sendo o restante, cobertura com brita). Além disso, fazem parte das dependências um escritório e dois banheiros.

Atualmente, a empresa conta com a colaboração de nove funcionários, com produção mensal média de quatro toneladas/mês de produtos finalizados. A empresa não comercializa produtos “em linha”, mas apenas sob encomenda.

1.3 Aspectos ambientais relacionados com a indústria metalúrgica

Aspecto ambiental é o elemento da atividade, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente, conforme norma NBR ISO 14.001. (ABNT, 2004). De modo geral, é qualquer intervenção direta ou indireta das atividades e serviços sobre o meio ambiente. Moura (2006) relata como exemplo o setor de produção de uma indústria, que utiliza recursos naturais, gera efluentes e resíduos (aspecto ambiental), resultando frequentemente em impactos ambientais, por exemplo, a poluição do solo.

Impacto ambiental, segundo Sánchez (2008, p. 462), é a “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”. Em geral, está associado diretamente às etapas do processo econômico.

Alguns aspectos ambientais são recorrentemente citados em estudos relacionados com o setor metal mecânico, conforme relatos de Chaib (2005), Souza (2006) e Gheno (2006).

1.3.1 Emissões atmosféricas

As indústrias, fontes fixas de poluição, são consideradas com potencial poluidor significativo especialmente pelas emissões atmosféricas. Ressalta-se que cada ramo industrial apresenta problemas específicos de poluição, sempre relacionados com o processo produtivo, métodos de controle de poluição empregados e matérias-primas usadas. (DERISIO, 2000).

Contudo, certas indústrias, como siderúrgicas, metalúrgicas, indústrias de celulose e papel, químicas e petroquímicas, destacam-se quanto ao potencial de poluição atmosférica. (SOUZA, 2006).

Segundo definição da Resolução Conama nº 382/2006 (BRASIL, 2006), que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, o termo “emissão” refere-se ao lançamento na atmosfera de qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa.

Derisio (2000) apresenta os principais poluentes atmosféricos produzidos a partir de uma fonte estacionária, no caso, do processo industrial, sendo:

- a) material particulado: fumos, poeiras e névoas;
- b) gases: SO₂, SO₃, HCL, Hidrocarbonetos;
- c) mercaptanas (H₂S, HF e NO_x).

De maneira semelhante, Souza (2006) apresenta na Figura 1 os principais poluentes emitidos pelas indústrias, destacando-se especialmente aqueles emitidos por metalúrgicas.

Gêneros Industriais	Indústrias	Poluentes
Intermediárias	Minerais não-metálicos	MP, fumaça
	Metalúrgica	MP, SO ₂ , névoas ácidas e vapores
	Química e farmacêutica	MP, NO ₂ , SO ₂ , névoas ácidas, hexano, compostos de flúor.
	Papel e celulose	MP, SO ₂ , mercaptanas, sulfato de hidrogênio.
Tradicionais	Madeira e mobiliário	MP, fumaça, gotículas de tinta, solventes.
	Produtos alimentares e bebidas	MP, diversos odores, sulfato de hidrogênio.
	Têxteis	MP, SO ₂ , vapores orgânicos e névoas.

Figura 1. Quadro dos principais poluentes emitidos por diversos tipos de indústrias. Fonte: SOUZA, 2006, p. 40.

Conforme a Figura 1, o poluente “material particulado” é o de maior ocorrência, presente em todos os tipos de indústrias apresentados.

Sob a denominação de “material particulado” são agregados “os poluentes fumaça, partículas inaláveis, partículas em suspensão e material particulado total. Representam um conjunto constituído de poeira, fuligem, fumaça, neblina, pólen e aerossol, materiais em estado sólido ou líquido presentes na atmosfera. Em função do tamanho, podem permanecer suspensos na atmosfera por tempo variado.” (SANTOS; CÂMARA; CETESB apud SOUZA, 2006, p. 65).

Quanto aos impactos ambientais referentes às emissões atmosféricas, cita-se o mais relevante, que é a alteração da qualidade do ar, cujas consequências atingem alguns aspectos:

- estéticos: interferindo na visibilidade e sujeira sobre as superfícies;
- inibição do crescimento foliar, devido à redução de fotossíntese;
- prejudicial à saúde: comprometimento do sistema respiratório.

Além disso, dependendo da origem das partículas, estas podem ter características, por exemplo, carcinogênicas (partículas de compostos de hidrocarbonetos policíclicos) e propriedades tóxicas (partículas de substâncias minerais. (DERISIO, 2000)

No entanto, Gomes (apud SOUZA, 2006, p. 71) relata que “os efeitos à saúde humana ocorrem quando a exposição aos poluentes se faz de forma crônica – por um longo período de tempo, até mesmo anos – e aguda, isto é, o receptor é exposto a elevados índices de concentração de poluentes em um período de tempo curto, horas ou dia, em episódios agudos de poluição atmosférica.”

1.3.2 Ruído

Ruído ou barulho pode ser conceituado de várias formas. A mais usual é, porém, a mais subjetiva, que o define como qualquer sensação sonora desagradável ou indesejável. (BEZERRA, 2000)

Além disso, o ruído pode ser composto por ondas longitudinais ou ondas sonoras, que, segundo Fellenberg (1980), causam mal-estar e/ou afetam a saúde humana. A consequência mais evidente é a surdez. A perda de audição acontece se a exposição ocorrer a níveis acima de 80 dB (A), dependendo do tempo de exposição e da suscetibilidade individual.

As fontes de ruído podem ser classificadas como estacionárias (processos e operações industriais) e móveis (veículos automotores). (DERÍSIO, 2000)

Segundo Chaib (2005), a poluição sonora, analisada sob o aspecto ambiental, deve considerar a mensuração de seus níveis nas áreas externas dos galpões onde estão localizadas as fontes de ruído. Tais fontes são os veículos, equipamentos, máquinas e ferramentas utilizadas no processo.

1.3.3 Resíduos sólidos

A definição da NBR 10 004 (ABNT, 2004) de resíduos sólidos é:

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 técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004).

Para Valle (1995) os resíduos são a expressão mais próxima dos riscos ambientais (compostos pela probabilidade de ocorrência e a gravidade dos danos potenciais). Nem sempre o resíduo é algo nocivo, mas geralmente é visto de forma negativa. Salienta-se que quem o produz deverá assumir os custos do descarte, nem sempre economicamente viável, no entanto necessário.

Desse modo, a classificação dos resíduos é baseada no processo que os originou e, principalmente, nas características dos próprios resíduos. Segundo a NBR ISO 10 004 (ABNT, 2004), os resíduos são classificados em: Perigosos (Classe I) e Não perigosos (Classe II), esta se subdivide em: Classe II A (Não Inertes) e Classe II B (Inertes).

Segundo Valle (1995), os resíduos perigosos são gerados nos mais diversos ramos econômicos, porém é a indústria, de pequeno, médio ou grande porte, a maior geradora.

Segundo o relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no RS (FEPAM apud GHENO, 2006), no ano de 2002, 2.192 indústrias do estado foram pesquisadas, verificando-se que, juntas, geraram o total de 189,2 mil toneladas de resíduos sólidos industriais perigosos, sendo a indústria metalúrgica responsável por 10,9% desses. Além disso, o mesmo relatório aponta a geração de resíduos sólidos industriais não perigosos gerados no estado, num total de 2,174 milhões de toneladas; desse montante, 13,6% foram gerados por indústrias metalúrgicas.

1.3.4 Solo

Segundo Moreira-Nodermann (apud CASARINI et al., 2001):

O solo atua freqüentemente como um “filtro”, tendo a capacidade de depuração e imobilizando grande parte das impurezas nele depositadas. No entanto, essa capacidade é limitada, podendo ocorrer alteração da qualidade do solo, devido ao efeito cumulativo da deposição de poluentes atmosféricos, à aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes e à disposição de resíduos sólidos industriais, urbanos, materiais tóxicos e radioativos. (2001, p. 13)

De modo semelhante, Valle (1995) afirma que a poluição dos solos ocorre geralmente pelo uso e manejo inadequados, além da disposição incorreta de resíduos sólidos ou líquidos e produtos contaminados, que, além de contaminar o solo, podem poluir o lençol freático. Além disso, a erosão do solo e a salinização são formas de impacto e degradação para os solos.

Contudo, Derísio (2000) ressalta que a qualidade do solo pode ser alterada pela interferência de alguns aspectos: vegetação, relevo/topografia, permeabilidade e localização de zona saturada.

1.3.5 Consumo de água, energia elétrica e matérias-primas

Para Almeida e Giannetti (2006) o consumo de água, energia e matérias-primas pode ser considerado indicador de desempenho operacional de uma empresa ou indústria. A classificação dos autores está de acordo com a NBR ISO 14.031 (ABNT, 2004), que trata das diretrizes para a avaliação de desempenho ambiental e da adoção de indicadores de desempenho ambiental.

Quanto ao consumo de água pela indústria, Derísio (2000) cita as seguintes situações de uso: na utilização no processo de fabricação do produto; na utilização quando o recurso integra-se ao produto fabricado e na utilização em serviços complementares ao processo de fabricação. Para o presente estudo ressalta-se o último item, quando a destinação é para limpeza e/ ou proteção de prevenção contra incêndios.

A energia elétrica é definida como a capacidade de uma corrente elétrica de realizar trabalho. Quanto ao consumo, Hinrichs e Kleinbach (apud GHENO, 2006) afirmam que o uso de recursos energéticos afeta o meio ambiente. No entanto, sabe-se que sem o consumo de energia não seria possível o desenvolvimento econômico e tecnológico. Desse modo, a atividade industrial não ocorreria sem o uso desse recurso.

Considera-se matéria-prima qualquer material que sirva de entrada para um sistema de produção. Conforme Chehebe (1997), todo produto, independentemente de que matéria-prima seja feito, provoca um impacto ambiental, seja em razão do seu processo produtivo devido seu uso e emprego, seja pela disposição final.

Assim, consideram-se indissociáveis estratégias para redução de matérias-primas, de água e de energia e aumento de produtividade. Em muitas indústrias o consumo de água é muito grande; assim, a reciclagem e o reúso podem reduzir custos, além de remeter ao uso racional de recursos naturais. (TOCCHETTO; PEREIRA, s.d.).

2. METODOLOGIA

2.1 Identificação dos aspectos e impactos ambientais

Sabe-se que o termo “metalurgia” abrange uma relativa quantidade de entendimentos sobre seu conceito. Para alcançar os objetivos propostos, o presente estudo teve enfoque no processo produtivo de uma indústria do setor metal-mecânico especializada na fabricação de estruturas metálicas, portões, cercas e similares.

Com a finalidade de conhecer e caracterizar os aspectos e impactos ambientais associados ao processo produtivo, foram realizadas visitas exploratórias ao empreendimento. Desse modo, possibilitou-se conhecer as principais etapas do processo produtivo desta metalúrgica, apresentadas na forma de fluxograma (Figura 04).

Segundo Chehebe (1997, p.32-33), o fluxograma do processo é “uma representação gráfica de todos os processos relevantes envolvidos, tendo como objetivo criar uma visão global do processo, além de identificar as intervenções ambientais necessárias de maior relevância”. Além disso, o grau de complexidade do processo dependerá dos objetivos propostos para o estudo.

Nesse contexto, a fim de quantificar e qualificar os aspectos e impactos ambientais decorrentes do processo produtivo foram realizados os seguintes procedimentos:

2.1.1 Verificação das emissões atmosféricas

Foi quantificado o material particulado presente no ambiente produtivo, que se sedimentou em três placas de metal (superfícies lisas e polidas), conforme medidas apresentadas na Tabela 01, as quais ficaram expostas pelo período 16 horas ao processo produtivo, com rotina regular, a 1,5 m do chão, conforme croqui do pavilhão industrial apresentado na Figura 02.

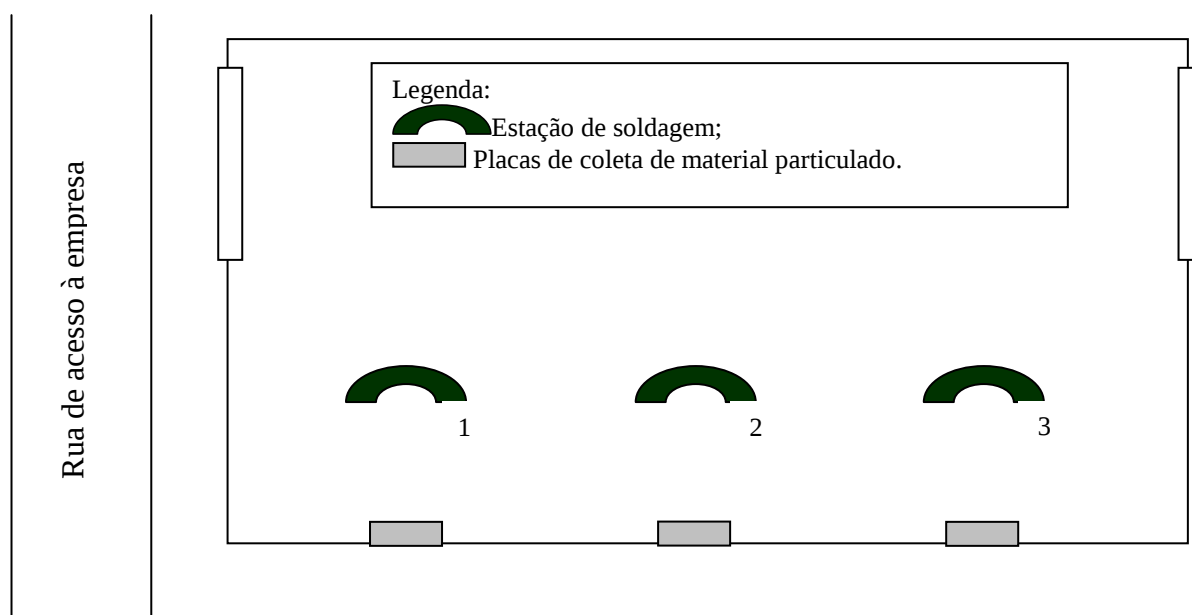


Figura 2. Representação da localização das placas coletoras de amostras de material particulado sedimentável no pavilhão industrial.

As placas tiveram sua massa aferida antes e depois da exposição em balança semianalítica de resolução 0,01g. Ao final da exposição, cada placa foi vedada em uma embalagem plástica a fim de realizar posterior quantificação.

Por conseguinte, foi calculada a massa (quantidade de materiais particulados sedimentados) para toda a área útil do empreendimento (432,16 m²) por aproximação e estimativa de geração por extrapolação.

2.1.2 Verificação do ruído externo

Segundo a resolução Conama nº 001/1990 (BRASIL, 1990), as medições de pressão sonora devem ser efetuadas de acordo com a NBR 10.151 - Avaliação de ruído em áreas habitadas visando ao conforto da comunidade (ABNT, 2000).

O sonômetro, também conhecido como decibelímetro, utilizado foi o modelo SdB02 Simpson. Do mesmo fabricante foi utilizado o calibrador de nível sonoro modelo CAL02, ambos de propriedade da Prefeitura Municipal de Marau/RS e aferidos pelo Laboratório de Metrologia Labelo (credenciado pelo Inmetro).

Levando-se em conta que a fonte geradora é a metalúrgica em estudo, foi realizado um ensaio - medição sonora, a fim de verificar o nível de ruído externo; o ruído interno não foi considerado, pois objetivava-se avaliar impacto ambiental.

A opção de realizar apenas uma medição tem base na norma citada, pois o tempo de medição deve ser escolhido de forma que possa caracterizar o ruído em questão. Portanto, uma amostra ou uma sequência de amostras depende do contexto em que o ruído está e, especialmente, do que se quer averiguar.

Para a coleta dos dados foram observados os seguintes procedimentos conforme a NBR 10.151 (ABNT, 2000):

A) Foram verificadas as condições de umidade relativa do ar e intensidade dos ventos, visto que chuva e vento interferem na veracidade dos dados. Desse modo, na data e horário da medição as condições climáticas eram favoráveis.

B) Calibração do sonômetro com o calibrador acústico;

C) Ajuste para a coleta de dados na curva “A” – resposta rápida (*Fast*);

D) Algumas recomendações técnicas:

D.1) uso do protetor sobre o microfone do sonômetro, objetivando prevenir o efeito do vento, visto a medição ser externa;

D.2) medição efetuada a 1,2 m do chão e com o braço estendido;

E) Escolha dos pontos de coleta. Foram coletadas dez amostras em três locais diferentes na mesma data, sendo:

- ponto “A”: lado anterior, a 10 m da porta principal;

- ponto “B”: lado leste do pavilhão, a 10 m do mesmo;

- ponto “C”: lado posterior, a 7 m do portão;

Salienta-se que as medições realizadas nos três pontos ocorreram em horário de expediente e com os portões abertos, pois é com os portões abertos que ocorre a rotina de trabalho.

O método de avaliação segue a normatização mencionada, sendo que a partir das amostras coletadas se obteve o nível de pressão sonora equivalente (*L_{aeq}*) em decibéis (dB). Esse nível é obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente a todo o intervalo da medição.

Contudo, para verificar o nível de pressão sonora emitido pelo estabelecimento, é necessário verificar também o “Nível de ruído ambiente” (*L_{ra}*) ou ruído de fundo. Trata-se do nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A”, no mesmo local e horário considerados na ausência do ruído gerado pela fonte geradora em questão.

Além disso, deve-se levar em consideração o nível critério de avaliação NCA para ambientes externos – determinado pela NBR 10.151 (ABNT, 2000), cujos valores são apresentados na Figura 03:

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial.	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Figura 03 - Nível critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB (A).

Fonte: Adaptada da NBR 10.151 (ABNT, 2000).

Desse modo, para calcular o nível de pressão sonora equivalente, pois o sonômetro usado não apresenta dispositivo de cálculo anexo, optou-se por usar o método alternativo e forma de cálculo proposta e utilizada pela 1ª Cia. do Comando Ambiental da Brigada Militar de Passo Fundo.

2.1.3 Verificação dos resíduos sólidos

O diagnóstico dos resíduos sólidos foi realizado da seguinte maneira:

- Classificação e quantificação dos resíduos sólidos industriais.
- Para as etapas de soldagem, furação e do uso da lixadeira foi quantificado o resíduo sólido “conhecido como limalha” em três dias diferentes, mas com rotina de trabalho regular, durante as oito horas de trabalho, da seguinte maneira: para cada dia foi exposta uma placa de metal sob a estação de soldagem número 03, apresentada na Figura 02. Ao final do expediente cada placa foi vedada com uma embalagem plástica a fim de se realizar posterior quantificação de massa em balança semianalítica.

Dessa forma foi possível estimar a quantidade de resíduos gerados no processo produtivo. Os resíduos sólidos do escritório não foram quantificados, pois o mesmo não se localiza junto ao local de estudo, mas, sim, junto a outro empreendimento dos proprietários.

- Observação dos aspectos de gerenciamento dos resíduos sólidos, como local de armazenagem temporário, capacidade de armazenagem e condições desse armazenamento.

2.1.4 Verificação de contaminação do solo

Como o empreendimento estudado está há pouco tempo estabelecido no Distrito Industrial de Marau/RS e anteriormente a área era usada para plantio de grãos e pastagens, optou-se por realizar um estudo preliminar comparativo entre: uma amostra de solo da área externa do empreendimento estudado, onde atualmente há disposição de resíduos sólidos (sucatas de metal e de reformas), e uma amostra de solo da área externa de um local onde houve por aproximadamente quinze anos empreendimentos de metalúrgica e funilaria.

Desse modo, em cada local foi coletada uma amostra composta de 500 g de um perfil de 0 a 20 cm do solo.

As análises realizadas para cada local foram:

- A) análise de metais pesados (mg / kg): cádmio, chumbo, cromo total (III e VI), níquel e selênio;
- B) análise básica de solo: porcentagem de argila e matéria orgânica, pH; fósforo, potássio e enxofre (mg / dm³); alumínio, cálcio, magnésio, H + Al (hidrogênio + alumínio), CTC (c mol_c/dm³); porcentagem de saturação de alumínio e potássio;
- C) análise de micronutrientes (mg / dm³): boro, manganês, zinco e cobre;
- D) análise de teor de ferro (g/dm³) e sódio (mg/ dm³).

As análises acima foram realizadas pelo Laboratório de Solos, Adubos, Plantas e Outro Materiais da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Passo Fundo.

2.1.5 Consumo de água, energia elétrica e da matéria-prima

Como referência de consumo, foram verificadas as contas de energia elétrica e de água dos últimos seis meses. Além disso, conforme informações do proprietário da empresa, foi apresentada a quantidade de matéria-prima do mesmo período utilizada.

2.2 Quanto à conscientização ambiental dos proprietários e colaboradores

Por meio de um questionário semiestruturado com seis questões, objetivou-se levantar o nível de sensibilização dos funcionários e proprietários em relação às questões ambientais.

Questionário com os colaboradores e proprietários da metalúrgica

Data:		
Iniciais do entrevistado:	Idade:	Sexo:
Grau de escolaridade:		
Tempo de trabalho no estabelecimento:	Função:	

1. O que você pensa sobre o meio ambiente que temos hoje?
2. Você tem preocupação com problemas de poluição, ou outros problemas que afetem o meio ambiente?
3. Você sabe o que é gestão ambiental?
4. Em relação ao seu entendimento do que é gestão ambiental, que ações você faz em sua rotina?
5. Você tem motivação para realizar ações que beneficiem nosso meio ambiente?
6. Que ações você faria em prol do meio ambiente, se pudesse ou se tivesse disponibilidade ou possibilidade?

2.3 Outros aspectos ambientais

Como no empreendimento não há emissão de efluentes líquidos pelo processo produtivo, somente aquele proveniente da lavagem dos pisos, considerou-se este item e optou-se por não caracterizá-lo. O esgoto sanitário recebe tratamento através de fossa séptica, filtro anaeróbio e com disposição final em sumidouro. Conforme a legislação vigente, não é permitida disposição desse tipo de efluente *in natura* em qualquer corpo receptor. Salienta-se que esse aspecto ambiental não foi mensurado, pois está fora do processo produtivo.

3. ESTUDO DE CASO - RESULTADOS E DISCUSSÃO - IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Com a finalidade de conhecer e caracterizar os aspectos e impactos ambientais associados ao processo produtivo, após visitas ao empreendimento, foi possível estabelecer o fluxograma (Figura 04) com as principais etapas do processo produtivo.

A Figura 04 apresenta de forma esquemática as principais etapas do processo produtivo, brevemente descritas abaixo:

Projeto: a partir do orçamento e contrato com o cliente, a empresa elabora o projeto do produto adquirido. Quando há necessidade, a empresa terceiriza a elaboração do projeto. Em todos os projetos são dimensionadas e detalhadas as peças metálicas e relacionados os materiais necessários à execução. Nessa etapa não serão considerados os impactos ambientais, pois a análise compreende apenas o processo produtivo.

Estocagem de matéria-prima: setor localizado junto à área produtiva da empresa, onde há piso impermeabilizado e cobertura superior bem como das laterais. É o local onde ficam armazenados temporariamente os materiais que serão utilizados para a confecção dos produtos adquiridos pelo cliente. No entanto, a quantia de materiais estocados é reduzida, pois a aquisição da matéria-prima é feita conforme a demanda. Não foram constatados impactos ambientais.

São exemplos de materiais utilizados com maior frequência: chapas planas, perfis (I, U, T) de vários tipos e dimensões, cantoneiras, barras chatas, tubos (redondo, quadrado, retangular), dentre outros.

Além disso, há uma grande diversidade de acessórios usados para a montagem e finalização das peças, dos quais citam-se como exemplos: policarbonato (usado em coberturas), silicone, parafusos, tinta esmalte (a base de poliuretano – P.U), solvente e telhas de Aluzinc®.

Corte: a metalúrgica realiza o corte conforme a chapa ou perfil a ser usado, podendo ser com:

A) Prensa: usada para corte de chapas e perfis;

B) Serra policorte: principalmente usada para peças com formato em tubos;

Furação: perfuração nas peças em pontos predeterminados com equipamento denominado furadeira. No entanto, nem todas as peças produzidas no empreendimento precisam ser perfuradas, o que depende do tipo e da finalidade da peça. Essa etapa ocorre para que na montagem as peças sejam interligadas por meio de parafusos.

Soldagem: é a “operação que visa à união de duas ou mais peças, assegurando na junta, a continuidade das propriedades físicas e químicas. O termo continuidade, para esta conceituação, significa que as propriedades nas juntas devem ser constantes ou variáveis continuamente” (CIMM, 2001). Além disso, destaca-se que a soldagem é o processo e a solda é a zona de união onde houve solubilização.

Lixadeira: Após a soldagem, a maior parte das peças necessita receber algum acabamento, principalmente com o uso de lixadeiras (elétricas manuais), tendo como objetivo aparar as arestas, retirando as imperfeições decorrentes dos processos de corte e montagem. Também é feita a limpeza das peças, de fundamental importância antes da aplicação da pintura. Desse modo, nessa fase é realizada uma “inspeção” de conferência das peças, visando à boa qualidade do produto.

Pintura: Nem todas as peças produzidas recebem essa “finalização”, dependendo das especificações de utilização final da peça e também do contrato firmado entre empresa e cliente. No caso de haver pintura, é realizada com pistola (com o uso de compressor de ar), realizada numa cabine de pintura. No entanto, não há equipamentos de filtros ou exaustores; apenas o procedimento é realizado em ambiente fechado. A tinta usada é do tipo esmalte a base de poliuretano.

Ressalta-se que a empresa não realiza tratamentos de superfície.

Expedição / Montagem final: etapa posterior ao processo produtivo; desse modo, não foram verificados os impactos ambientais relacionados. A empresa prioriza a montagem/instalação do produto de forma imediata no destino final, a fim de evitar o armazenamento nas dependências da empresa.

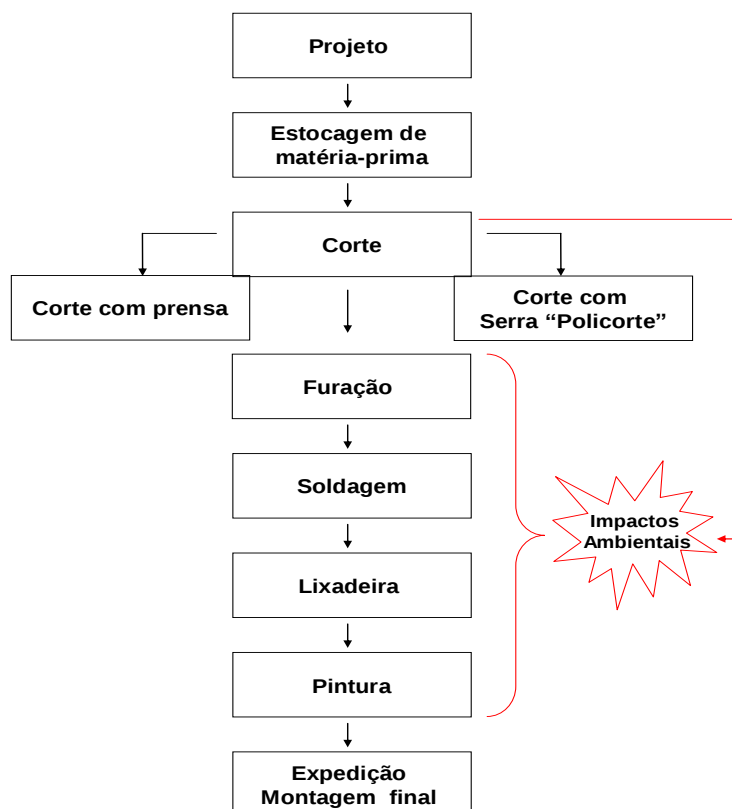


Figura 4. Fluxograma do processo produtivo de uma metalúrgica de pequeno porte com a indicação das etapas que causam ou contribuem para causar impactos ambientais. Fonte: Elaboração própria – dados primários.

A partir do fluxograma apresentado na Figura 04, foram levantados os aspectos ambientais pertinentes ao processo, bem como indicados os possíveis impactos ambientais na Figura 05, os quais são:

Etapas produção	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Corte / Soldagem	Emissões atmosféricas (gases, vapores e fumos)	
Corte / Furação / Soldagem / Lixadeira / Pintura	Emissões atmosféricas (materiais particulados)	Alteração da qualidade do ar
Corte	Emissão de resíduos sólidos: sucatas e retalhos	Alteração da qualidade do solo e ocupação do aterro sanitário
Corte / Furação / Soldagem / Lixadeira	Emissão de resíduos sólidos: limalha	Alteração da qualidade do solo
Pintura	Emissão de resíduos sólidos: latas vazias de tinta e de solvente	Alteração da qualidade do solo
Corte / Soldagem / Lixadeira / Furação	Ruído	Poluição sonora / Incômodo ao bem-estar
	Consumo de água	Esgotamento / Redução da disponibilidade de recursos naturais
	Consumo de energia elétrica	

Figura 5. Quadro que apresenta os aspectos ambientais constatados a partir do processo produtivo, com os seus possíveis consequentes impactos ambientais.

3.1 Emissões atmosféricas

As emissões atmosféricas identificadas podem ser classificadas principalmente em materiais particulados, que são partículas de material nos estados sólido e líquido (a mistura de ambas) capazes de permanecer em suspensão. (DERISIO, 2000; CHAIB, 2005).

Desse modo, as emissões atmosféricas apresentadas no Quadro 02 são classificadas como “poluentes primários”, ou seja, aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão. (DERISIO, 2000, p. 99).

Assim, foi realizada uma quantificação dos materiais particulados sedimentáveis em triplicata pelo período de 16 horas junto à área produtiva, sendo:

Tabela 01 – Quantificação do material particulado sedimentado gerado pelo processo produtivo em 16 h de trabalho.

Coleta material*	Massa**	Massa total (após coleta) **	Massa de Material particulado (M.P.) **	M.P.*** sedimentado g/m ²	g/pavilhão	g/m ³ /h
Placa 01	163,28					
Embalagem *** 01	2,99	166,76	0,44	9,78		
Massa conjunto 1	166,32					
Placa 02	161,34					
Embalagem *** 02	2,96	164,68	0,38	8,44		
Massa conjunto 2	164,30					
Placa 03	166,98					
Embalagem*** 03	3,03	170,47	0,42	9,33		
Massa conjunto 3	170,05					
Média				9,18	3967,23	0,096

*Período de exposição de 16 horas. A área das placas utilizadas é de 0,045 m² (constando de 0,30 x 0,15 m);

** Valores de massa em gramas (g), a coleta foi realizada em triplicata, três placas dispostas conforme croqui – Figura 02;

*** Embalagem plástica para vedação do material particulado sobre a placa de coleta.

Fonte: Dados primários.

Os valores apresentados na Tabela 01 demonstram o material particulado sedimentável produzido durante 16 de trabalho na indústria, divididos em dois dias de 8 horas. O valor de M.P. sedimentado em média dos dois dias em que as placas ficaram em exposição no local foi de 0,41 g. Obteve-se uma média de 9,18 g para 1 m² de área linear de M.P. nas placas (triplicata), produzindo-se no total do pavilhão 3967,23 g em 16 h. Como o pavilhão tem a dimensão de 432,16 m² e 6 m de altura, perfaz 2592,96 m³ na área do pavilhão industrial, calculou-se a produção de M.P. para cada m³ por hora como sendo 0,096 g/m³/h.

Quanto à poeira do solo: é mínima a quantidade de poeira do solo no entorno do pavilhão industrial, pois, além de não haver trânsito de veículos, há cascalho em toda a área do imóvel. Quanto à poeira produzida pelo sistema viário do distrito industrial, da via onde está locado o empreendimento em questão não foi analisada, pois este parâmetro não faz parte do processo produtivo.

3.2 Ruído

O método de avaliação seguiu a NBR 10.151 (ABNT, 2000). A partir das amostras coletadas do lado externo do empreendimento (com a fonte geradora em atividade) obteve-se o nível de pressão sonora equivalente (*L_{aeq}*). Esse nível é obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente a todo o intervalo da medição. No entanto, ao valor final obtido (*L_{aeq}*) foram acrescentados 05 dB (passando a se chamar nível de pressão sonora corrigido (*L_c*)), pois durante a medição houve “ruídos

de caráter impulsivo” do tipo “marteladas”. Segundo definição da NBR 10.151 (ABNT, 2000), o ruído com caráter impulsivo é aquele que contém impulsos, ou seja, picos de energia acústica com duração menor de um segundo e que se repetem a intervalos maiores que um segundo.

Desse modo, obtiveram-se os seguintes resultados:

- nível de pressão sonora equivalente (L_{aeq}): 68,23 dB;
- nível de pressão sonora corrigido (L_c): 73,23 dB;
- nível de ruído ambiente (L_{ra}): 49,44 dB;
- nível critério de avaliação (NCA), conforme apresentado na Figura 03: 70 dB.

Sendo o ruído de fundo obtido inferior ao nível critério de avaliação, mantém-se o último para avaliação. Portanto, **3,23 dB (A)** é o valor excedente do nível de ruído corrigido em relação ao nível critério de avaliação. Com base nesse resultado, pode-se avaliar de maneira comparativa a influência do ruído na questão do conforto da comunidade. Desse modo, a Figura 06 apresenta a resposta da comunidade em relação ao ruído a que está exposta:

Categorias	Resposta da comunidade
Lc – NCA = 0	Não se observa reação – sem queixas
Lc – NCA = 5	Queixas esporádicas
Lc – NCA = 10	Queixas generalizadas média
Lc – NCA = 15	Ação comunitária enérgica
Lc – NCA = 20	Ação comunitária vigorosa

Figura 06 - Categorias de resposta / reação da comunidade em relação ao nível ruído ao qual está exposta

Fonte: Adaptado do Curso de capacitação oferecido pela 1ª Cia. do Comando Ambiental da Brigada Militar de Passo Fundo. (SCIENZO, s/d).

Para o caso em análise, o excedente de 3,23 dB enquadra-se na primeira categoria: “não se observa reação – sem queixas” da comunidade do entorno. Salienta-se que a metalúrgica está localizada em um distrito industrial, ou seja, local devidamente adequado para esse aspecto ambiental. No entanto, o ruído gerado pela fonte geradora avaliada não está de acordo com as disposições da NBR 10.151 (ABNT, 2000), pois ultrapassou o nível critério de avaliação (70dB).

3.3 Resíduos do processo produtivo

Os tipos de resíduos sólidos gerados dependem da etapa produtiva. Por exemplo, do setor de corte sobram retalhos dos perfis, além da limalha proveniente das etapas de corte, solda, furação e de uso da lixadeira; do setor de pintura os resíduos são latas vazias de tinta e solvente.

Além disso, a empresa realiza serviços de reformas de cercas, portões, estruturas, dentre outras.

Resíduos de solda, lixadeira e de furadeira: foi quantificado o resíduo proveniente de uma estação de soldagem (Figura 02), onde também ocorrem a furação das peças e o uso da lixadeira para acabamentos. Para isso, foram usadas três placas de metal, conforme a Tabela 02, as quais ficaram por 8 horas sob as peças que estavam sendo montadas, sendo exposta uma placa em cada dia.

Tabela 02 – Quantificação do resíduo proveniente de uma estação de soldagem, composta de aparelho de solda, de uma furadeira e de uma lixadeira.

Coleta de amostra ^a	Massa ^b	Massa (após coleta) ^b	total ^a	Massa de resíduo sólido (R.S.) /dia	
				m ²	pavilhão
Placa 01	163,28				
Embalagem ^c 01	2,99	169,06	2,74		
Massa conjunto 1	166,32				
Placa 02	161,34				
Embalagem ^c 02	2,96	165,52	1,22		
Massa conjunto 2	164,30				
Placa 03	166,98				
Embalagem ^c 03	3,03	170,83	0,78		
Massa conjunto 3	170,05				
Média			1,58	35,11 g	15,17 kg

^aPeríodo de exposição de 8 horas, sendo cada placa exposta em datas diferentes (placa 1-segunda-feira; placa 2-quarta-feira e placa 3-sexta-feira). A área das placas utilizadas é de 0,045 m² (constando de 0,30 x 0,15 m);

^b Valores de massa em gramas (g), as placas foram dispostas abaixo do aparelho de solda 3.

^c Embalagem plástica para vedação do resíduo sobre a placa de coleta.

Fonte: Dados primários.

Por meio dessa quantificação, pôde-se inferir que, em média, 1,58 g de resíduos sólidos da estação de soldagem 3 são produzidos por dia em 0,045 m². Para 1 m² obtêm-se 35,11 g/dia/m². Como o pavilhão industrial tem 432,16 m², produzem-se 15.173,62 g /dia de resíduos sólidos em média, ou aproximadamente 15 kg de resíduos sólidos das estações de soldagem por dia são produzidos pela empresa em seu processo produtivo. Salienta-se que o resíduo sólido proveniente dos retalhos serragem não está incluído neste item, tendo sido quantificado separadamente.

Os demais resíduos produzidos e apresentados nas Figuras 07 e 08 não são segregados, sendo armazenados em uma “caçamba” comum cedida por uma empresa terceirizada coletora de resíduos. Os demais resíduos produzidos e apresentados nas Figuras 07 e 08 não são segregados, sendo armazenados em uma “caçamba” comum cedida por uma empresa terceirizada coletora de resíduos.

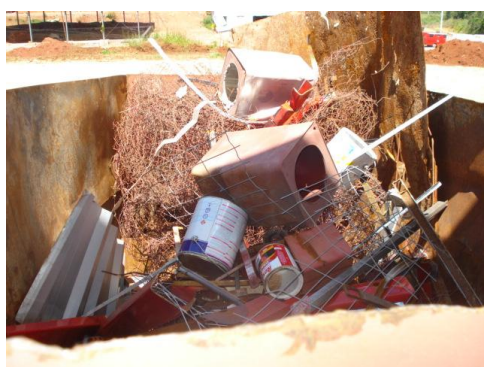


Figura 7. Armazenagem temporária dos resíduos sólidos do empreendimento.



Figura 8. Disposição dos resíduos a céu aberto, resíduos diretamente sobre o solo.

Conforme informações do proprietário, em média, a cada 100 kg de material, 10 kg tornam-se resíduos, perfazendo 10% da obra ou das matérias-primas utilizadas. Segundo ele, em média, 400 kg de resíduos sólidos são gerados mensalmente. Desse montante, 20% são resíduos provenientes de reformas, latas de tinta e solvente e resíduos de varrição. Os 80% restantes correspondem aos resíduos considerados como perdas na fabricação de produtos novos.

Não foi possível realizar uma estimativa da quantidade dos resíduos do processo produtivo gerados desde a implantação da empresa (março/2009), pois não foram solicitados os recibos de venda ou doação dos mesmos pela empresa licenciada para tal finalidade. Segundo o proprietário da empresa, aproximadamente a cada três meses ocorre a venda desses materiais.

3.4 Solo

Caracterização do solo em área impactada anteriormente e no local do empreendimento. Determinação de alguns metais e o teor de ferro e sódio:

Tabela 3. Quantificação de alguns metais em solo no local da empresa e em área impactada anteriormente pelo ramo estudado.

Amostra/ analitos	Cádmio	Chumbo	Cromo	Níquel	Selênio	Ferro	Sódio
	mg/kg					g/dm ³	mg/ dm ³
Estudo de caso	n.d. ^a	43,48	249,1	10,00	150,00	0,88	11
Área impactada pelo mesmo tipo de atividade (metalúrgica)	n.d. ^a	27,17	337,1	52,50	150,00	2,06	29

^a n.d. - valor não determinado nas amostras.

Fonte: Dados primários.

Tabela 4. alores regulamentados pelas legislações quanto à presença de alguns metais em solo.

Valores orientadores		Cádmio	Chumbo	Cromo	Níquel	Selênio	Ferro ^f	Sódio ^g
CETESB (2005)	Referência ^b	<0,5	17	40	13	0,25	-	n.e. ^a
	Alerta ^c	3	100	75	30	5	-	n.e. ^a
MMA (BRASIL, 2009)	Prevenção ^d	1,3	72	75	130	-	-	n.e. ^a
	Investigação ^e	20	900	400	30	5	-	n.e. ^a

^aValor não especificado = n.e.

^bValor de referência de qualidade: indica o limite de qualidade para um solo considerado sem contaminação.

^cValor de alerta: indica uma possível alteração da qualidade natural dos solos, é utilizado em caráter preventivo e quando excedido no solo, indica o monitoramento das águas subterrâneas.

^d Valor de prevenção: é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais.

^eValor de Investigação: é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

^f Para o Ferro a legislação não estabelece valores, pois os solos brasileiros são ricos neste elemento e

^g Não apresenta valor para o sódio.

Os valores orientadores da Tabela 04 acima fazem parte do *Relatório de estabelecimento de valores para solos e águas subterrâneas* elaborado pela Cetesb (2005), que dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, e pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2009) em resolução 420, de 28 de dezembro de 2009, do Conama, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Segundo essa resolução, uma avaliação preliminar inicial, realizada com base nas informações históricas disponíveis e inspeção do local, com o objetivo principal de encontrar evidências, indícios

ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área deve ser realizada. Isso foi feito com a escolha de um local para utilizar como parâmetro de área já utilizada para este tipo de empreendimento.

Essa resolução também estabelece os valores orientadores de qualidade do solo (VRQs) no seu art. 8º. Os VRQs do solo para substâncias químicas naturalmente presentes ainda serão estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes dos Estados e do Distrito Federal, em até quatro anos após a publicação da resolução Conama 420/2009; portanto, o Rio Grande do Sul não possui regulamentação ainda para estes parâmetros. Assim, utilizaram-se os valores do estado de São Paulo.

Os Valores Orientadores são concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a qualidade e as alterações do solo e da água subterrânea;

O Valor de Referência de Qualidade-VRQ é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos;

O Valor de Prevenção-VP é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais;

O Valor de Investigação-VI é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

Para os parâmetros estudados, o cádmio não foi determinado nas amostras; o chumbo aparece nos dois locais de amostragem, apresentando-se abaixo dos valores de prevenção e de investigação. O níquel encontra-se abaixo do valor de prevenção, investigação e de referência, mas na área impactada apresenta valor acima do valor de prevenção, o que pela regulamentação demonstra uma contaminação antrópica, mas abaixo do valor de investigação, quando haveria riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado. Para o cromo e o selênio, os valores encontrados em ambos os locais de amostragem demonstram quantidades acima dos valores de referência, alerta, prevenção e investigação. Portanto, deve-se propor à empresa um monitoramento desses dois parâmetros para estabelecer um controle maior da sua presença nos locais e no entorno através de um plano de caracterização completo, em uma investigação confirmatória. Esta é a etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação, com monitoramento, que consiste na medição ou verificação, contínua ou periódica, para acompanhamento da condição de qualidade de um meio ou das suas características.

De acordo com o procedimento estabelecido na resolução 420/2009, ficam estabelecidas classes de qualidade dos solos segundo a concentração de substâncias químicas:

I - Classe 1 - Solos que apresentam concentrações de substâncias químicas menores ou iguais ao VRQ;

II - Classe 2 - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior do que o VRQ e menor ou igual ao VP;

III - Classe 3 - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VP e menor ou igual ao VI;

IV - Classe 4 - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VI.

Portanto, os solos analisados são considerados da Classe 4 (BRASIL, 2009).

3.5 Consumo de água e de energia elétrica

O consumo médio de água é de 2 m³/mês, correspondendo ao consumo nos banheiros e para limpeza dos pisos. Não há consumo de água no processo produtivo.

Os efluentes líquidos decorrentes das águas pluviais, lavagem e esgoto doméstico não foram quantificados e são conduzidos diretamente à rede coletora apropriada.

A energia elétrica é responsável pelo funcionamento de praticamente todos os equipamentos presentes neste tipo de empresa.

Tabela 05 - Consumo de água e energia elétrica no segundo semestre de 2009.

Mês 2009	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Consumo água (m ³ /mês)	1	2	3	4	2	2
Consumo energia elétrica (kWh)	510	342	398	412	447	670

Fonte: Dados primários.

3.6 Consumo de matérias-primas

Segundo informações do proprietário da empresa, mensalmente há um consumo médio de três a quatro toneladas de aço. Desse modo, nos últimos seis meses foram consumidas aproximadamente 24 toneladas. Relata que o material é adquirido conforme a demanda, em razão da falta de espaço para o armazenamento e a estabilidade dos preços.

Quanto aos demais materiais usados – policarbonato, silicone, parafusos, tinta esmalte, solvente e telhas de Aluzinc®, dentre outros –, o proprietário não soube fornecer maiores informações, pois não realiza controles de entrada e saída dos materiais.

4. QUANTO À CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL DOS PROPRIETÁRIOS E COLABORADORES

Com o objetivo de conhecer o grau de sensibilização e o conhecimento quanto às questões ambientais, os nove colaboradores da empresa e proprietários receberam o questionário semiestruturado (anexo) para responder. Para isso, todos tiveram as questões à disposição durante dois dias; no entanto, apenas cinco pessoas as responderam. Dentre essas, a média de tempo de serviço na empresa é de dois anos (visto que no endereço atual está há menos de um ano); a idade varia entre 27 anos a 43 anos e o grau de escolaridade não foi informado por todos, observando-se que dois possuem o ensino médio e um, o ensino fundamental completo. A seguir discutem-se as respostas dadas ao questionário pelos respondentes.

Questão 01 - O que você pensa sobre o meio ambiente que temos hoje?

Unanimemente, todos consideram que o meio ambiente deveria ser “melhor cuidado”, que está em desequilíbrio e que é necessário tomar alguma atitude.

Questão 02 - Você tem preocupação com problemas de poluição, ou outros problemas que afetem o meio ambiente?

Todos responderam positivamente, com 90 % dizendo-se preocupados.

Questão 03 - Você sabe o que é gestão ambiental?

Questão com o maior número de respostas diversas: duas pessoas responderam apenas “sim”; uma respondeu não saber do que se trata; uma pensa “ser um grupo de pessoas preocupadas com o meio ambiente”, e uma, que é preservar o meio ambiente.

Questão 04 - Em relação ao seu entendimento do que é gestão ambiental, que ações você faz em sua rotina?

Preservar foi citado por três pessoas e separar o lixo, por outras duas.

Questão 05 - Você tem motivação para realizar ações que beneficiem nosso meio ambiente?

As cinco pessoas são unânimes em afirmar “sim”, que tem motivação. Duas respostas chamam atenção: “O que se percebe que a preocupação está em todos, mas as ações são de poucos” e “Temos que ter ou então todos nós vamos acabar sendo prejudicados”.

Questão 06 - Que ações você faria em prol do meio ambiente se pudesse ou se tivesse disponibilidade ou possibilidade?

Obtiveram-se respostas com diferentes pontos de vista; como: “deve haver mais rigor perante o desmatamento, poluição das águas, lixo tóxico e industrial. Realização de palestras em escolas e empresas, bem como o reflorestamento de nascentes e margens de rios. Também ações em prol da camada de ozônio”.

Diante das respostas, percebe-se que os participantes têm consciência sobre a importância da preservação ambiental. Além disso, citaram ações que beneficiam o meio ambiente. Todos em, pelo menos, uma questão demonstraram preocupação com os prejuízos causados pela falta de cuidado com os recursos naturais e em deixar para as gerações futuras um meio ambiente saudável.

5. SUGESTÕES DE GESTÃO AMBIENTAL

Diante do contexto exposto, propõem-se algumas medidas que visam à minimização dos impactos ambientais causados em decorrência das inadequações encontradas no local de estudo:

5.1 Adequação da cabine de pintura

A cabine de pintura localiza-se anexa ao pavilhão industrial. Igualmente ao pavilhão, as paredes chegam até o telhado; no entanto, o portão de acesso à cabine é de altura inferior (Figura 04). Desse modo, um portão de mesma altura que as paredes adjacentes deveria ser instalado para que não haja a dispersão da névoa de tinta para além do confinamento da cabine. Portanto, deve haver o confinamento total dessa névoa de tinta dentro da cabine.



Figura 9. Detalhe da cabine de pintura.

Não minimizando a necessidade da adequação do portão, poderia ser instalado um filtro ou outro dispositivo que retenha a névoa de tinta. Todavia, caso seja, esse filtro com resíduos de tinta deverá ser encaminhado para destino adequado.

Além disso, é de suma importância o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) pelos funcionários, especialmente por aqueles que trabalham nesse setor de pintura.

Também se ressalta que toda a área da cabine deve contar com piso impermeabilizado, fato relevante para evitar a contaminação do solo e, conseqüentemente, a longo prazo, o lençol freático.

5.2 Quanto aos resíduos sólidos

A empresa não possui um adequado gerenciamento dos resíduos, apenas os armazena em tonéis e em uma caçamba (Figuras 07 e 08). Esses estão localizados em local aberto, onde a água da chuva em contato com os resíduos ferrosos pode acelerar a decomposição, provocar a contaminação do solo, carregar substâncias contaminadas, além do risco de tornar-se foco do mosquito *Aedes aegypti*. Além disso, foi constatada disposição de resíduos diretamente no solo.

Com a segregação dos resíduos seria possível conseguir um melhor valor de venda desses, visto que os proprietários já os comercializam com terceiros. No entanto, até a realização do presente estudo nunca havia sido solicitado recibo de venda, doação ou entrega; portanto, não há como comprovar a destinação dos resíduos. Salienta-se que todos os resíduos gerados devem ser entregues apenas para empresas com o licenciamento ambiental em dia.

A segregação evita a contaminação de um resíduo por outro contaminado. Um exemplo são as latas de tinta vazias armazenadas junto aos resíduos da produção (retalhos e sucatas). O correto é que essas latas sejam entregues para uma empresa licenciada. Uma alternativa para esse resíduo, assim como para outros, é a logística reversa. Caso o fabricante do produto não a ofereça, pode ser negociado para que ocorra, pois a legislação ambiental vigente sugere e orienta a devolução dessas embalagens. A segregação ainda tem outras vantagens, como a melhora do aspecto visual, a organização do ambiente de trabalho e abre a possibilidade do reaproveitamento do resíduo dentro das dependências da empresa.

Quanto ao resíduo sólido de varrição, é necessário que continue sendo disposto junto com os resíduos do processo produtivo. Mesmo havendo muita poeira em sua constituição, a maior parcela é de pequenos retalhos de matéria-prima e limalha de ferro. Uma alternativa para otimizar o recolhimento da limalha seria colocar uma bandeja coletora embaixo dos equipamentos, apenas para os locais possíveis, como, por exemplo, sob a serra polícorde.

5.3 Quanto ao consumo das matérias-primas

A empresa não realiza controle de estoque, entrada e saída dos materiais, o que o proprietário não julga necessário, pois diz comprar conforme a demanda de serviço. No entanto, um controle deste tipo traria benefícios, como a inibição ao desperdício e, conseqüentemente, a economia dos recursos naturais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo de caso foi identificar e avaliar os principais aspectos e impactos ambientais decorrentes do processo produtivo de uma indústria metalúrgica de pequeno porte. Para isso, inicialmente, foi preciso conhecer o processo produtivo, o que permitiu perceber que alguns aspectos ambientais deveriam ser avaliados a fim de verificar os impactos ambientais que causam e/ou que podem causar.

Desse modo, foram avaliados os seguintes aspectos ambientais:

- *emissões atmosféricas*: foi quantificado o material particulado sedimentável por meio de uma metodologia alternativa proposta especialmente para a elaboração deste estudo, obtendo-se a quantidade de 0,096 g/m³/h. Não foram encontradas na literatura outras avaliações nesse ramo

industrial para realizar uma análise comparativa. Salienta-se que há estudos de quantificação desse aspecto ambiental, no entanto suas metodologias envolvem significativos orçamentos e a demanda de equipamentos não disponíveis para a realização do presente estudo. Cabe ressaltar que a metodologia proposta retrata de modo simples a significância desse aspecto ambiental, visto que a quantidade estimada de 3.967,23 g é emitida de materiais particulados sedimentáveis a cada dois dias para toda a área do pavilhão. Além disso, foram apontadas as adequações na cabine de pintura necessárias, visto que as emissões atmosféricas dessa etapa estão sendo lançadas diretamente na atmosfera, comprometendo a qualidade do ar;

- *ruído externo*: após a quantificação, obteve-se o nível de pressão sonora corrigido de 73,23 dB, sendo o nível critério de avaliação, conforme a NBR 10.151 (ABNT, 2000), de 70 dB. Portanto, sendo o excedente 3,23 dB. De acordo com a metodologia adotada, esse valor excedente não causa reação ou incômodo à população lindeira. Assim, conclui-se que o ruído provocado pela metalúrgica estudada não causa impacto ambiental;

- *resíduos sólidos*: é iminente a adequação do gerenciamento dos resíduos sólidos; dentre as ações, a troca do local de armazenagem temporária para local coberto é primordial. Além disso, a disposição diretamente sobre o solo pode causar a contaminação do mesmo e, conseqüentemente, do lençol freático;

- *contaminação do solo*: em ambos os locais, para cromo e selênio os valores encontrados estão acima dos valores de referência, alerta, prevenção e investigação (selênio) propostos pela Cetesb (2005) e MMA (BRASIL, 2009). Será sugerido à empresa realizar monitoramento.

Além disso, foi levantado o consumo de água, energia elétrica e de matérias-primas e analisadas, por meio de um questionário semiestruturado, a sensibilização e a conscientização dos colaboradores e proprietários da metalúrgica. Cinco pessoas responderam ao questionário, todas se mostrando preocupados com a preservação do meio ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. M. V. B. de; GIANNETTI, B. F. *Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14031:2004. *Gestão ambiental – avaliação de desempenho ambiental – diretrizes*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 10004:2004. *Resíduos sólidos - classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001:2004. *Sistemas de gestão ambiental: requisitos com diretrizes para uso*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151:2000. *Acústica: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade*. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BEZERRA, L. A. de H. Saneamento do meio. In: VIEIRA, S. I. (Coord.). *Manual de saúde e segurança do trabalho*. Florianópolis: Mestra, 2000.

BRASIL. *Resolução nº001* do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 02 de abril de 1990. Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas. Disponível em: <

<http://www.jurisway.org.br/v2/bancolegis1.asp?pagina=1&idarea=2&idmodelo=3982>>. Acesso em: 25 nov. 2009.

BRASIL. *Resolução nº 382* do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res38206.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2009.

BRASIL. *Resolução nº 001* do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 10 out. 2009.

BRASIL. *Resolução nº 420* do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res420/res0420.html>. Acesso em: 04 jan. 2010.

CASARINI, D. C. P. et al. *Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo*. São Paulo: Cetesb, 2001.

CETESB, SP. Decisão de Diretoria no 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005. DOE, Poder Executivo, SP, 3/12/2005, seção 1, v.115, n.227, p.22-23. Retificação no DOE, 13/12/2005, v.115, n.233, p.42.

CHAIB, E. B. D'. A. *Proposta para implementação de sistema de gestão integrada de meio ambiente, saúde e segurança do trabalho em empresas de pequeno e médio porte: um estudo de caso da indústria metal-mecânica*. 2005. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/ebdchaib.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2009.

CHEHEBE, J. R. B. *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualitymark, CNI, 1997.

CIMM – CENTRO DE INFORMAÇÃO METAL MECÂNICA. *Módulo Material Didático – Soldagem*. Florianópolis: UFSC, 2001. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/portal/soldagem>>. Acesso em: 24 nov. 09.

DERÍSIO, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000.

ESTUDO da viabilidade para minimização de aspectos ambientais na indústria metal mecânica – estudo de caso. Disponível em: <http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:9yX37hrd7dsJ:home.furb.br/abastos/artigos_do_autor/12>. Acesso em: 10 nov. 2009.

FELLENBERG, G. *Introdução aos problemas da poluição ambiental*. São Paulo: EPU/ Springer / Edusp, 1980.

FIERGS. *Panorama industrial do RS*. Porto Alegre, [2004?]. Disponível em: <http://www.fiergs.org.br/entidades_fiergs.asp?idArea=12&idSubMenu=13&idSubSubMenu=77>. Acesso em: 28 dez. 2009.

GHENO, R. *Sistema de gestão ambiental e benefícios para a organização: estudo de caso em empresa metalúrgica do RS*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006. Disponível em: <<http://www.upf.br/ppgeng/download/2004RenataGhen.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Classificação nacional de atividades econômicas*. Rio de Janeiro: IBGE, CONCLA, 2007. versão 2.0. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae2.0/cnae2.0.pdf>>. Acesso em: 29 dez.2009.

MARAU. *Lei municipal nº 2967*, de 01 de agosto de 2000. Dispõe sobre o plano diretor da sede do município de marau e dá outras providências. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/form_vig.pl>. Acesso em 16 out. 2009.

MARAU. Departamento Municipal de Meio Ambiente. Relatos dos funcionários. nov. 2009.

MOURA, L. A. A. de. *Economia ambiental: gestão de custos e investimentos*. 3. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2006.

RIO GRANDE DO SUL. *Resolução nº 102* do Conselho Estadual do Meio Ambiente, de 24 de maio de 2005. Dispõe sobre os critérios para o exercício da competência do licenciamento ambiental municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos: 2008.

SANTIN, M. F. C. de L. *A evolução recente da indústria metalmeccânica do Rio Grande do Sul, 2001/2005*. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br/3eeg/Artigos/m11t01.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2009.

SCIENZO, L. A. *Avaliações ambientais de ruído* (NBR 10.151 e NBR 10.152) – Procedimentos Gerais. (s/d).

SOUZA, S. L. de. *Doenças respiratórias em Araucária/PR (2001 a 2003) – condicionantes socioambientais e poluição atmosférica*. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/4653/1/Texto.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2009.

TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. Reuso de água em atividades industriais de alto impacto ambiental e a conservação de recursos naturais. Disponível em: <http://www.agroecologiaemrede.org.br/upload/arquivos/P339_2005-08_29_154656_063RNP.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Informações referentes à inserção do curso nos seus diversos contextos*. Disponível em: <http://www.ct.ufrgs.br/ntcm/demet/ppc/4ppc.doc>. Acesso em: 29 dez. 2009.

VALLE, C. E. do. *Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as Normas ISO 14000)*. São Paulo: Pioneira, 1995.