



# AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO<sup>1</sup>

Daniel Canello Pires<sup>2</sup>

Amanda GonKieling<sup>3</sup>

Daiane Calheiro<sup>2</sup>

Luísa Simon<sup>4</sup>

Clarissa Arend<sup>5</sup>

Carlos Alberto Mendes Moraes<sup>6</sup>

## Resumo

Conforme os novos paradigmas ambientais, a sustentabilidade é imprescindível para o prolongamento das reservas naturais e a prevenção ou redução da poluição. O setor de fundição é cada vez mais visado pelos órgãos ambientais devido ao seu alto nível poluidor. No intuito de minimizar os aspectos ambientais negativos das fundições, este trabalho visa identificar e avaliar os principais aspectos e impactos ambientais de uma fundição do Vale dos Sinos no RS. Para o levantamento dos dados, acompanhou-se o processo produtivo da fundição, onde foi identificado, por setor, os principais resíduos e as matérias-primas utilizadas naquela etapa do processo, elaborando diagramas de blocos de entradas e saídas. A avaliação dos aspectos e impactos ambientais foi baseada no procedimento utilizado em Sistemas de Gestão Ambiental, baseado na ISO 14001. Para identificação dos impactos ambientais relativos à produção de ferro fundido levou-se em consideração a abrangência, frequência, importância e a significância do risco. Os resultados deste trabalho pretendem mostrar a importância de conhecer o processo produtivo das fundições, identificando suas entradas e saídas e os potenciais impactos ambientais e proporcionando a visualização da demanda de matérias-primas, água e energia em cada etapa deste processo. Com esta avaliação é possível identificar oportunidades de melhoria do processo produtivo, acarretando em redução de custo e minimização dos impactos ambientais deste setor.

**Palavras-chave:** Aspectos e impactos ambientais; Fundição; Gestão ambiental; ISO 14001.

## ENVIRONMENTAL ASPECTS AND IMPACTS ASSESSMENT IN FOUNDRY INDUSTRY

### Abstract

According to the new environmental paradigm, sustainability is essential for the continuing of natural resources and prevention or reduction of pollution. The foundry industry is increasingly targeted by environmental agencies because of its high pollution levels. In order to minimize the negative environmental aspects of foundries, this work aims to identify and evaluate the main environmental aspects and impacts of a foundry in Sinos Valley, Rio Grande do Sul. For the data collection, the production process was monitored by sector, identifying the main wastes and raw materials used at that stage of the process, drawing flow diagrams of inputs and outputs. The environmental aspects and impacts assessment was based on procedures used in environmental management systems based on ISO 14001 standard. To identify the environmental impacts on the production of iron cast were taken into account scope, frequency, importance and significance of risk. The results of this study aim to show the importance of knowing the production process of foundries, identifying its inputs and outputs and potential environmental impacts and providing visualization of raw materials, water and energy demands at each stage of the process. This evaluation can identify improvement opportunities for the production process, resulting in cost reduction and minimization of environmental impacts for this sector.

**Key words:** Environmental aspects and impacts; Foundry industry; Environmental management; ISO 14001.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Gestor Ambiental, Mestrando Progr. Pós-graduação Eng. Civil - Núcleo de Caracterização de Materiais, Univ. Vale do Rio dos Sinos/Unisinos. e-mail: dpires88@hotmail.com; dcalheiro@gmail.com.

<sup>3</sup> Prof. Ms. Graduação Engenharia Ambiental - Núcleo de Caracterização de Materiais, Unisinos. e-mail: amanda.kieling@unisinos.br

<sup>4</sup> Graduanda em Eng. Produção - Núcleo de Caracterização de Materiais, Unisinos. e-mail: luly\_121@hotmail.com

<sup>5</sup> Gestora Ambiental - Núcleo de Caracterização de Materiais, Unisinos. e-mail: claarend@googlemail.com

<sup>6</sup> Membro da ABM, Prof. Dr. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Núcleo de Caracterização de Materiais, Unisinos. E-mail: cmoraes@unisinos.br



## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da fundição contribui para a sociedade atendendo a demanda da produção e reciclagem de peças metálicas, porém possui uma gama de aspectos ambientais por gerar uma série de resíduos potencialmente contaminantes e, na falta de seu gerenciamento, consequentes impactos ambientais.

Aspectos ambientais são os elementos das atividades, produtos e serviços de uma organização que interagem com o meio ambiente, e impactos ambientais são as conseqüências (mudanças) que resultem das atividades, produtos e serviços de uma organização. Qualquer processo possuirá riscos ambientais que são óbvios, tanto pela natureza do processo, quanto pelos produtos envolvidos. Por exemplo, a disposição inadequada de areias de fundição é um aspecto ambiental associado como a possibilidade de um derrame acidental que leva a um impacto de contaminação do solo e/ou da água, porém, nem todos os riscos ambientais são detectados com facilidade. A identificação dos riscos inerentes às atividades da empresa e a avaliação de suas possíveis conseqüências constituem os passos iniciais para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental.<sup>(1)</sup>

A proposta da avaliação desses impactos representa o entendimento e a avaliação da significância de impactos ambientais potenciais, que são baseados na análise do inventário realizada. Nesta etapa se destacam a classificação, caracterização e valoração dos dados coletados no processo.<sup>(2)</sup>

A NBR ISO 14001/2004,<sup>(3)</sup> destaca que a organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais se presume que ela tenha influência, a fim de determinar aqueles que tenham ou possam ter impacto significativo sobre o meio ambiente. No contexto deste requisito é importante compreender que a norma explicitamente prescreve que o processo de avaliação para determinar a significância dos aspectos ambientais deve conter, segundo Carvalho,<sup>(4)</sup> quatro etapas mínimas:

- identificação dos aspectos ambientais por atividade, produto ou serviço;
- identificação dos impactos ambientais por aspecto identificado;
- avaliação da significância dos impactos identificados; e
- atribuição da significância do aspecto em função da avaliação dos impactos associados, objetivando avaliar o risco ambiental da atividade, produto ou serviço em questão.

A caracterização dos aspectos e impactos ambientais resulta numa fotografia do desempenho ambiental da empresa (ecoeficiência) e, consequentemente, no direcionamento necessário para a definição dos investimentos a serem priorizados. Wiemes *et al.*<sup>(5)</sup> dizem que para os aspectos ambientais serem identificados, deve-se levantar e mapear todos os processos da organização e os mesmos desdobrados em atividades para que os aspectos ambientais específicos possam ser considerados e os respectivos impactos caracterizados.

Diferentes instrumentos podem ser utilizados para trabalhar a proposta de ecoeficiência. Dentre os instrumentos, cita-se o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), estruturado nas normas ISO SÉRIE 14000.

O SGA, segundo Moura,<sup>(6)</sup> é uma maneira sistemática e organizada de avaliar, planejar, implementar e medir os processos de um sistema produtivo, numa ótica ambiental. O escopo da ISO 14001 exige que a organização elabore sua política ambiental, bem como que os seus objetivos levem em consideração os requisitos legais e as informações referentes aos impactos ambientais significativos.

Aplica-se aos efeitos ambientais que possam ser controlados pela organização e sobre os quais a mesma tenha influência. Prevê, também, um processo de melhoria contínua, através do qual a organização deverá estar sempre aperfeiçoando o seu desempenho ambiental, fator importante para a proteção ambiental e minimização de impactos ambientais.

Potrich *et al.*<sup>(7)</sup> diz que a norma NBR ISO 14001 define como impacto ambiental qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Pode-se dizer, finalmente, que a relação aspecto-impacto equivale à relação causa-efeito. Aspectos significativos são aqueles que têm ou podem ter impactos ambientais significativos. Depois de identificados os aspectos e impactos, podem ser propostos procedimentos de maneira a auxiliar no controle e na definição de responsabilidades e melhorias.

A Tabela 1 mostra exemplos de aspectos e impactos na indústria de fundição, e propõe melhorias para cada situação.

**Tabela 1.** Exemplos de aspectos e impactos ambientais críticos<sup>(8)</sup>

Aspecto ambiental	Impacto ambiental potencial	Observação	Melhorias
1. Acúmulo de Areia usada Silicato/CO <sub>2</sub> no pátio da empresa	Contaminação de águas superficiais e do solo; desperdício de recursos naturais; impacto indireto sobre entorno.	Este resíduo está sendo armazenado para a busca de solução para recuperação ou regeneração, e posterior reutilização.	Formação de pilha coberta (passivo) e melhor avaliação de sua reciclagem
2. Escórias de forno	Contaminação do solo e águas superficiais; contaminação de composição de resíduo areia.	Acúmulo de resíduo escória de forno (inerente ao processo de fusão) misturada com a areia de fundição.	Coleta em recipiente adequado e venda como matéria-prima rica em ferro
3. Acúmulo de sucata e moldes grandes no pátio	Contaminação do solo e águas superficiais; potencial de desperdício de recursos naturais e minerais.	Armazenamento de sucata misturada com areia usada de fundição, a céu aberto. Oxidação do material → menor valor e aplicabilidade (no caso da sucata).	Venda de material excedente e acondicionamento em galpão coberto de sucata para fusão.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Erickson,<sup>(9)</sup> métodos de análise de impacto ambiental são mecanismos estruturados para identificação, coleção e organização de dados sobre impactos ambientais de determinadas atividades. Inicialmente, estes métodos foram concebidos especificamente para o abatimento dos impactos, definidos por São Paulo como:

Qualquer alteração nas características físicas, químicas ou biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia derivada das atividades humanas, e que possa direta ou indiretamente afetar: a saúde, segurança e o bem-estar da população, as atividades econômicas e sociais; a biota; as condições estéticas e sanitárias; e a qualidade dos recursos naturais.<sup>(10)</sup>

Atualmente, na presença de uma visão mais pró-ativa e com um maior detalhamento destes métodos (incluindo dimensões de manutenção da capacidade de suporte dos ecossistemas, conservação da qualidade do ambiente, dimensões socioculturais, econômicas e institucionais) tornou-se possível utilizá-los como fatores fundamentais em tomadas de decisões e preventivistas, no tocante ao meio ambiente.

Rodrigues<sup>(11)</sup> cita uma ampla variedade de métodos de avaliação de impactos ambientais que está disponível em trabalhos dedicados ao tema e inseridos em várias linhas metodológicas principais, como métodos *ad hoc*, listas de verificação e matrizes descritivas ou escalares, sobreposição de mapas, redes de interação, diagramas de sistemas e modelos de simulação. Cada método, segundo Canter,<sup>(12)</sup> apresenta vantagens e desvantagens, e trata mais adequadamente de problemas e objetivos específicos, podendo-se assumir que a seleção, adaptação e desenvolvimento de métodos e sistemas de AIA dependem dos objetivos da avaliação.

Neste estudo, procurou-se avaliar a situação ambiental de uma pequena fundição de ferro fundido (nodular e cinzento), levantando os aspectos e impactos do setor. Para isso utilizou-se uma listagem de controle (*checklist*), com critérios baseados em procedimentos utilizados em Sistemas de Gestão Ambiental.

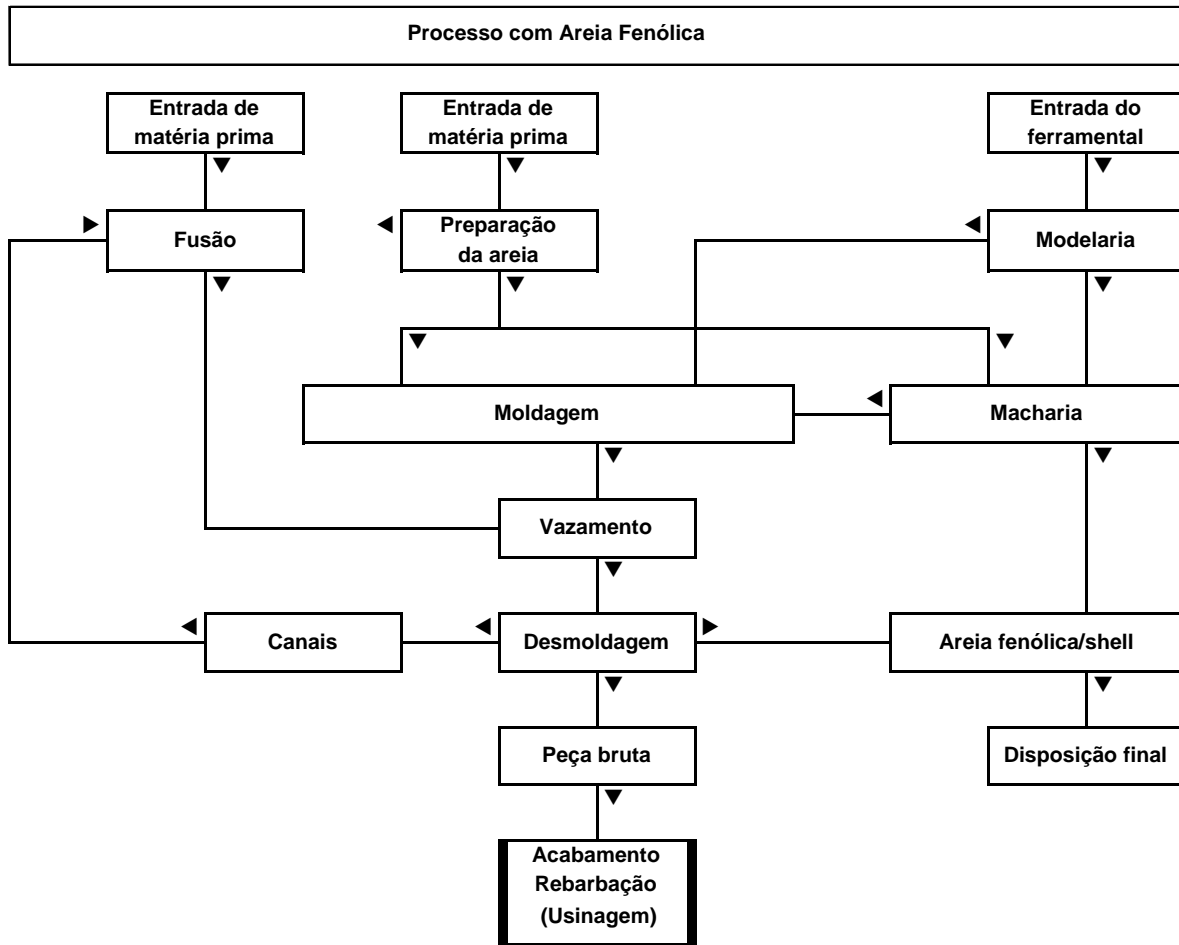
Os critérios foram pontuados, isoladamente, por cada pesquisador do Núcleo de Caracterização de Materiais (NucMat) da Unisinos, e em seguida comparados entre si, o que permitiu identificar os impactos mais significativos, avaliar as medidas de controle adotadas e levantar alternativas para a melhoria de desempenho ambiental, segundo a opinião geral do grupo de pesquisadores participantes do projeto implementação do programa de produção mais limpa na empresa estudada.

## 2.1 Avaliação dos Impactos Potenciais Ambientais

Para a avaliação dos impactos potenciais ambientais na produção de ferro fundido nodular e cinzento, primeiramente foram estabelecidos os aspectos ambientais. Os aspectos considerados são: consumo de energia elétrica, água, madeira, tinta, ligas, massa plástica, cola, filtro, álcool, alumínio, granalha, óleo BTE, EPI's, matérias-primas (resinas, areia base, metais), machos, GLP, CO<sub>2</sub>, grafite, geração de resíduos sólidos, ruídos, emissões atmosféricas e utilização de fluído de corte e lubrificante.

Os impactos potenciais considerados foram: contaminação do solo/água e ocupação em aterro, uso de recursos naturais, contaminação do ar e contribuição para efeito estufa e incômodo à comunidade - NBR ISO 10151.<sup>(13)</sup>

A avaliação dos impactos ambientais do estudo foi baseada no Procedimento de identificação e avaliação de aspetos e impactos ambientais do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da Unisinos.<sup>(14)</sup> Este se desenvolve através da pontuação de critérios, que apresentam a avaliação para os aspectos e impactos referentes a cada setor da produção de peças em ferro fundido. O fluxograma do processo com areia fenólica está expresso na Figura 1.



**Figura 1:** Fluxograma geral do processo com Areia Fenólica.

Para a avaliação dos impactos foram atribuídos pesos de acordo com o grau de Abrangência Espacial, a gravidade da alteração do meio ambiente (Severidade), a ocorrência dos aspectos e impactos, em situação normal (Frequência). Os pesos atribuídos foram de 1 a 4, sendo:

- Abrangência

- 1: Impacto localizado ou no entorno
- 2: Impacto ultrapassa o local de ocorrência
- 3: Impacto regional (<100km)
- 4: Impacto regional (>100km)

- Severidade

- 1: Não causa danos
- 2: Causa danos leves
- 3: Causa danos moderados
- 4: Causa danos severos

- Frequência

- 1: Semestral ou maior
- 2: Mensal
- 3: Semanal
- 4: Diária

Uma vez pontuados de acordo com as especificações descritas acima para os critérios Abrangência (Abran.), Severidade (Sev.), e Frequência (Freq.), as

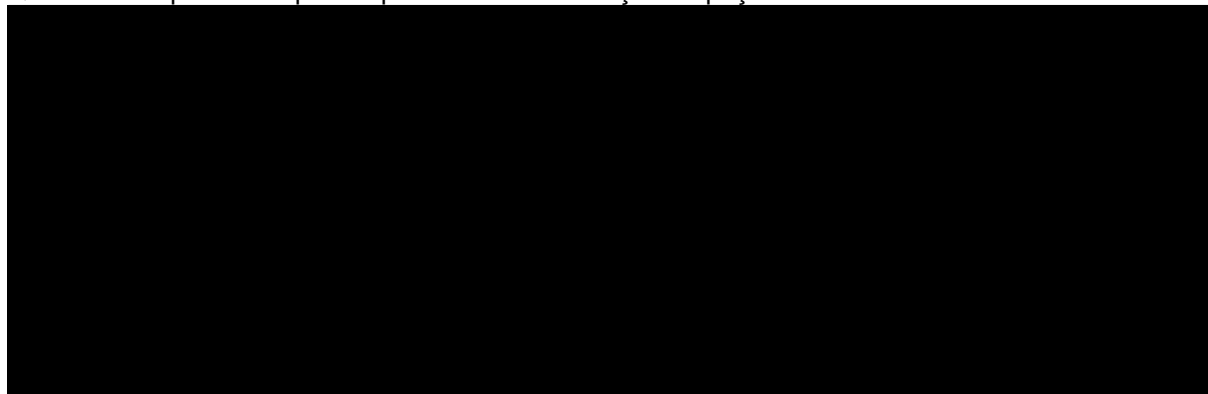
pontuações foram somadas e comparadas com uma faixa de critérios de avaliação que resultou no grau de Importância (Imp.):

- Pontuação 3: Desprezível
- Pontuação de 4 a 6: Moderado
- Pontuação de 7 a 12: Crítico

Então, o resultado da avaliação foi obtido através das somas dos pesos de cada impacto e finalizando com o total de pesos para a produção de peças de ferro fundido nodular e cinzento, identificando se o mesmo é Significativo (Sig.) ou não. A significância foi definida pela metodologia adotada, sendo considerados Significativos – Sim – os impactos potenciais Moderados e Críticos.

O Quadro 1 mostra o exemplo da planilha de aspectos e impactos aplicada.

**Quadro 1.** Aspectos e Impactos potenciais da Obtenção de peças em ferro cinzento e nodular fundido.



### 3 RESULTADOS

Para a interpretação dos resultados foi realizada uma análise geral das pontuações entre os processos de obtenção de peças em ferro fundido, como mostra o Quadro 2.



**Quadro 2. Planilha de Aspectos e Impactos para o Processo de Fundição**

Processo de Fundição							
PROCESSO	ASPECTO	IMPACTO POTENCIAL	Abran.	Sev.	Freq.	Imp.	Sig.
Ferramentaria	Geração de Resíduos Sólidos (Madeira, Isopor, Embalagens)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	1	2	4	7	Sim
	Consumo de Madeira	Uso de Recursos Naturais	3	2	4	9	Sim
	Consumo de Tinta	Uso de Recursos Naturais	1	4	4	9	Sim
	Consumo de Alumínio (Modelo)	Uso de Recursos Naturais	3	2	3	8	Sim
	Consumo de Massa Plástica	Uso de Recursos Naturais	1	2	3	6	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
Macharia	Geração de Resíduos Sólidos (Areia Fenólica/Shell/Silicato)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	4	4	4	12	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
	Consumo de Grafite	Uso de Recursos Naturais	4	3	4	11	Sim
	Consumo de CO <sub>2</sub>	Uso de Recursos Naturais	4	3	4	11	Sim
	Consumo de GLP	Uso de Recursos Naturais	4	3	4	11	Sim
	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa	4	3	4	11	Sim
Preparação da Areia (Fenólica e Verde)	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa	4	3	4	11	Sim
	Geração de Resíduos Sólidos (areia com resinas)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	4	4	4	12	Sim
	Consumo de Areia Base	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
	Consumo de M.P. (Resinas)	Uso de Recursos Naturais	4	2	4	10	Sim
	Consumo de Água	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
Moldagem	Consumo de Cola	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	2	2	4	8	Sim
	Consumo de Filtro	Uso de Recursos Naturais	3	3	4	10	Sim
	Consumo de Álcool	Uso de Recursos Naturais	3	4	4	11	Sim
	Consumo de Grafite	Uso de Recursos Naturais	3	3	4	10	Sim
	Consumo de Machos (Fenólico, Silicato e Shell)	Uso de Recursos Naturais	3	4	4	11	Sim
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade	2	3	4	9	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
Fusão (Cizento e Nodular)	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa	4	3	4	11	Sim
	Geração de Resíduos Sólidos (Escória e Cápsula Shell)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	3	4	4	11	Sim
	Geração de Resíduos Sólidos (Embalagens)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	1	2	4	7	Sim
	Consumo de Óleo BTE	Uso de Recursos Naturais	3	4	2	9	Sim
	Consumo de Luvas (EPI's)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	1	2	1	4	Sim
	Consumo de M.P. (Metais)	Uso de Recursos Naturais	3	2	4	9	Sim
	Consumo de Água (Resfriamento)	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade	2	3	4	9	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
Vazamento	Geração de Resíduos Sólidos (Escória)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	2	4	4	10	Sim
	Consumo de Ligas	Uso de Recursos Naturais	3	4	4	11	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa	4	3	4	11	Sim
Desmoldagem (Verde e Fenólica)	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa	4	3	4	11	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
	Consumo de EPI's	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	1	2	1	4	Sim
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade	2	3	4	9	Sim
	Geração de Resíduos Sólidos (Areia Fenólica/Verde/Silicato/ Shell)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	4	4	4	12	Sim
Acabamento	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa	4	3	4	11	Sim
	Geração de Resíduos Sólidos (Pó, Granalha, Metálicos)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	2	3	4	9	Sim
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade	2	3	4	9	Sim
	Consumo de EPI's (Luvas e Avental)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	1	2	1	4	Sim
	Consumo de Granalha	Uso de Recursos Naturais	2	2	4	8	Sim
	Consumo de Tinta	Uso de Recursos Naturais	2	4	4	10	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais	4	4	4	12	Sim
Usinagem	Geração de Resíduos Sólidos (Cavacos)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro	2	4	4	10	Sim
	Utilização de Fluido de Corte e Lubrificante	Uso de Recursos Naturais	2	2	4	8	Sim
<b>Total</b>						<b>528</b>	



Como todos os impactos potenciais ultrapassaram o grau de Importância Desprezível, foram considerados Significantes.

Conhecendo o total de pontos de impacto ambiental (grau de Importância) para o processo de fundição como um todo, tem-se uma tendência que os setores *Preparação da Areia*, *Moldagem* e *Fusão*, que mais pontuaram, causem maior impacto potencial ambiental.

Porém, como cada setor possui sua quantidade particular de aspectos considerados, achou-se necessário desenvolver uma média ponderada e relacionar a Importância de cada etapa do processo isoladamente com o respectivo número de aspectos. Desta forma, obviamente, nota-se uma situação diferente da análise do total pontuado por cada setor, tendo maior potencial impactante os setores *Moldagem*, *Fusão* e *Acabamento*, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2.** Análise da pontuação por Setor da Fundição

Setor	Pontuação	Nº de Aspectos/Impactos	Ponderação	%
Ferramentaria	51	6	306	9
Macharia	68	6	408	12
Preparação da Areia	69	6	414	12
Moldagem	71	7	497	15
Fusão	84	9	756	23
Vazamento	44	4	176	5
Desmoldagem	48	5	240	7
Acabamento	63	7	441	13
Usinagem	30	3	90	3
Total	528	53	3328	100

A análise através do ponto de vista dos impactos potenciais associados também ocorreu, constituindo a proporção dos impactos (Tabela 3) na indústria de fundição estudada.

**Tabela 3.** Análise da pontuação por Impacto Potencial

Analisando o aspecto *consumo energia elétrica* observou-se que o mesmo corresponde ao impacto *uso de recursos naturais*, que, conforme os dados obtidos, corresponde a 60% dos impactos potenciais totais da empresa e se faz presente em todas as etapas do processo.

O consumo de água no processo de fundição em questão, apesar de aparecer em apenas duas etapas, teve pontuação máxima, por ser um recurso natural relativamente escasso. O uso ocorre na preparação da areia e na fusão, sendo muito mais significativo nessa última etapa, usada para o resfriamento. O sistema de resfriamento funciona em circuito fechado, a água então pode ser reutilizada várias vezes, havendo perdas somente por evaporação. Devido ao fato de não ser possível quantificar exatamente o consumo de água do processo por falta





de equipamentos que o façam, este dado foi estimado pelos próprios funcionários, que chegaram a um gasto de aproximadamente 2.000 l/semana.

Em relação aos resíduos, percebe-se que apesar de representar 1/5 dos impactos potenciais (contaminação do solo/água e ocupação em aterro), constitui um grande problema do setor. Sabe-se que mensalmente a indústria chega a descartar aproximadamente 125 t de areias de fundição, um resíduo Perigoso (Classe I), segundo a norma ABNT NBR 10.004/2004.<sup>(15)</sup>

#### 4 DISCUSSÃO

Segundo a metodologia, os aspectos/impactos identificados como “Crítico” tiveram prioridade, devendo ser tratados com maior atenção, seguidos consecutivamente dos aspectos/impactos “Moderado” e “Desprezível”, o que tornou o estudo muito abrangente em relação ao seu objetivo principal, que era priorizar as etapas mais críticas. Por isso a necessidade de se avaliar separadamente os setores pontuados, um aspecto de Importância 4 foi tão Significativo quanto um aspecto de Importância 12, o que fez se perceber que a faixa de Significância desta metodologia não se adaptou ao caso estudado.

Outro aspecto a ser considerado e discutido é o fato da metodologia adotada apresentar pouca expressividade quando aplicada isoladamente. Para este tipo de estudo e empreendimento considera-se necessário a utilização concomitante de outras ferramentas de Gestão Ambiental com um caráter quantitativo, como um plano de gerenciamento de resíduos, que seria capaz de apresentar a quantidade real gerada por cada setor.

A união entre estas ferramentas, para este caso, seria ideal, pois demonstraria o quanto impactante realmente é a Importância dada para cada aspecto e impacto.

Há de se ressaltar que a metodologia é baseada na avaliação de valor determinado por uma equipe, o qual atribui valores, conforme o julgamento pessoal de cada membro da equipe e consenso entre os mesmos.

#### 5 CONCLUSÃO

No processo produtivo de peças de ferro cinzento e nodular fundido são gerados aspectos e impactos ambientais que possuem maior ou menor significância e que contribuem negativamente para o desempenho ambiental da organização. Por conseguinte, a melhoria do desempenho ambiental das empresas tem impacto positivo sobre seus custos e sobre a relação com o meio ambiente, melhorando a sua imagem e tornando-as mais competitivas.

Constatou-se que a avaliação do fluxo produtivo e a análise dos parâmetros da metodologia adotada apontaram os aspectos críticos, porém, para este caso, a melhor atitude seria a integração das ferramentas qualificadoras e quantificadoras, permitindo de fato a tomada de decisões sistemática, de forma pontual, garantindo assim a possibilidade da melhora do desempenho ambiental. Desta forma, é possível priorizar os aspectos e impactos focados na organização a fim de se tomar medidas de minimização dos mesmos, de tal forma a melhorar continuamente o desempenho ambiental da empresa.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a empresa Metalúrgica Lorscheitter Ltda. pelo apoio financeiro, e ao CNPq, FAPERGS, UNISINOS e Bancos Santander pelas bolsas de pesquisa dos autores.

## REFERÊNCIAS

- 1 VALLE, C. E. do. Como se Preparar para as Normas ISO 14000. 3<sup>o</sup> ed., São Paulo, Pioneira, 156 p. 2002.
- 2 CHEHEBE José Ribamar Brasil. Análise do Ciclo de Vida de produtos: ferramenta gerencial da ISSO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., CNI, 1997.
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. NBR 14001 – Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso. São Paulo, ABNT, 27 p.
- 4 CARVALHO A.B.M. Como entender o que se diz na ISO 14001; Controle da Qualidade, n. 75, 1998, p. 72-80.
- 5 WIEMES, F., de SOUZA FONSECA, L.G., de ÁVILA LERÍPIO, A. Uma Proposta de Sistema de Gestão Ambiental Aplicada Numa Empresa Metal Mecânica Catarinense. sfiec.org.br - 1999.
- 6 MOURA L. A. A. Qualidade e Gestão Ambiental. 4<sup>o</sup> ed., São Paulo, Juarez de Oliveira, 416 p. 2004.
- 7 POTRICH A. L., TEIXEIRA, C. E., FINOTTI, A. R. Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. Estudos Tecnológicos em Engenharia - Vol. 3, n<sup>o</sup> 3:162-175, 2007.
- 8 MORAES, C. A. M., GASPAR, R., ROCHA, L. K., BREHM, F. A., GARCIA, A. C. Aplicação de Ferramentas do Programa de Produção Mais Limpa na Gestão de Resíduos de uma Fundição. Tecnologia em Metalurgia e Materiais, São Paulo, v.4, n.1, p. 59-63, 2007.
- 9 ERICKSON, P. A. A practical guide to environmental impact assessment. San Diego: Academic, 1994. 266 p.
- 10 SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Estudo de impacto ambiental - EIA, relatório de impacto ambiental - RIMA: manual de orientação. São Paulo, 1992. 39 p.
- 11 RODRIGUES G. S. Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução à metodologia. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. 66 p. (Documentos, 14).
- 12 CANTER, L. W. Environmental impact assessment. New York: McGraw-Hill Book, 1977. 331 p. (Series in Water Resources and Environment Engineering).
- 13 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2000. NBR ISO 10151 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 4 p.
- 14 SGA UNISINOS; GOMES, Luciana P. (Coord.). PO1 - Procedimento de Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais e Estabelecimento de Objetivos e Metas e Programa de Gestão Ambiental. Disponível em: [www.minha.unisinovs.br/sga](http://www.minha.unisinovs.br/sga)
- 15 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos Sólidos - Classificação: NBR 10004:2004. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.