

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
Gerência de Desenvolvimento e Apoio Técnico às Atividades Industriais



Plano de Ação para a Adequação Ambiental das Indústrias de Siderurgia Não-Integrada a Carvão Vegetal no Estado de Minas Gerais

FEAM – DPED – GEDIN – RT 01/2009

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento
Gerência de Desenvolvimento e Apoio Técnico às Atividades Industriais

Plano de Ação para a Adequação Ambiental das Indústrias de Siderurgia Não-Integrada a Carvão Vegetal no Estado de Minas Gerais

FEAM - DPED - GEDIN - RT 01/2009

Belo Horizonte
Dezembro 2009



© 2009 Fundação Estadual do Meio Ambiente

Governo do Estado de Minas Gerais

Aécio Neves da Cunha

Governador

Sistema Estadual do Meio Ambiente – Sisema

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad

José Carlos Carvalho

Secretário

Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam

José Cláudio Junqueira

Presidente

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento

Paulo Eduardo Fernandes de Almeida - Diretor

Gerência de Desenvolvimento e Apoio Técnico às Atividades Industriais

Liliana Adriana Nappi Mateus - Gerente

Elaboração:

Antônio Augusto Melo Malard

Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação Ambiental

F981p	Fundação Estadual do Meio Ambiente. Plano de ação para a adequação ambiental das indústrias de siderurgia não-integrada a carvão vegetal no Estado de Minas Gerais / Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2009. FEAM- DPED-GEDIN-RT 01/2009 1. Siderurgia 2. Carvão vegetal 3. Controle da poluição II. Título CDU: 669.1:504.06
-------	--

Rodovia Prefeito Américo Gianetti s/nº - Serra Verde - Belo Horizonte/MG
CEP: - 31630-900 (31) 3915-1465
www.meioambiente.mg.gov.br

SUMÁRIO EXECUTIVO

Este sumário contém os principais resultados obtidos na dissertação de mestrado “Avaliação ambiental do setor de siderurgia não-integrada a carvão vegetal do Estado de Minas Gerais”, do servidor Antônio Augusto Melo Malard, além do Plano de Ação que contempla as principais medidas para adequação das indústrias do setor.

A referida dissertação foi requisito parcial do curso de Mestrado Profissionalizante em Sustentabilidade Sócio-econômica e Ambiental, realizado junto com outros servidores da Fundação Estadual do Meio Ambiente, Instituto Mineiro de Gestão das Águas e Instituto Estadual de Florestas, a partir de um convênio firmado entre a FEAM e a Universidade Federal de Ouro Preto.

São apresentados o perfil da indústria de siderurgia não-integrada a carvão vegetal no Estado de Minas Gerais, o processo produtivo do ferro gusa, os principais aspectos e impactos ambientais, com avaliações do controle das emissões atmosféricas, do gerenciamento dos resíduos sólidos e do consumo de carvão vegetal, o balanço de dióxido de carbono (CO₂) em toda a cadeia produtiva, análise da efetividade da Deliberação Normativa COPAM n° 49/2001, legislação aplicável ao setor, e por fim, avaliação ambiental do setor e respectivo Plano de Ação.

Perfil das siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal do Estado de Minas Gerais

O Estado de Minas Gerais atraiu a atividade siderúrgica por ser rico em dois insumos básicos para a produção do ferro gusa – o carvão vegetal e o minério de ferro, transformando-se no maior produtor do Brasil em siderúrgicas não-integradas, possuindo atualmente sessenta e oito indústrias.

O setor de siderurgia não-integrada a carvão vegetal de Minas Gerais possui 109 altos-fornos, que, juntos, são responsáveis por 56,2% da capacidade instalada do país, sendo que em 2008, o Estado foi responsável por 65,8% da produção nacional. Dessa forma, a economia mineira é beneficiada por esse potencial de produção.

Produção de ferro gusa em siderúrgicas não-integradas no Brasil por região

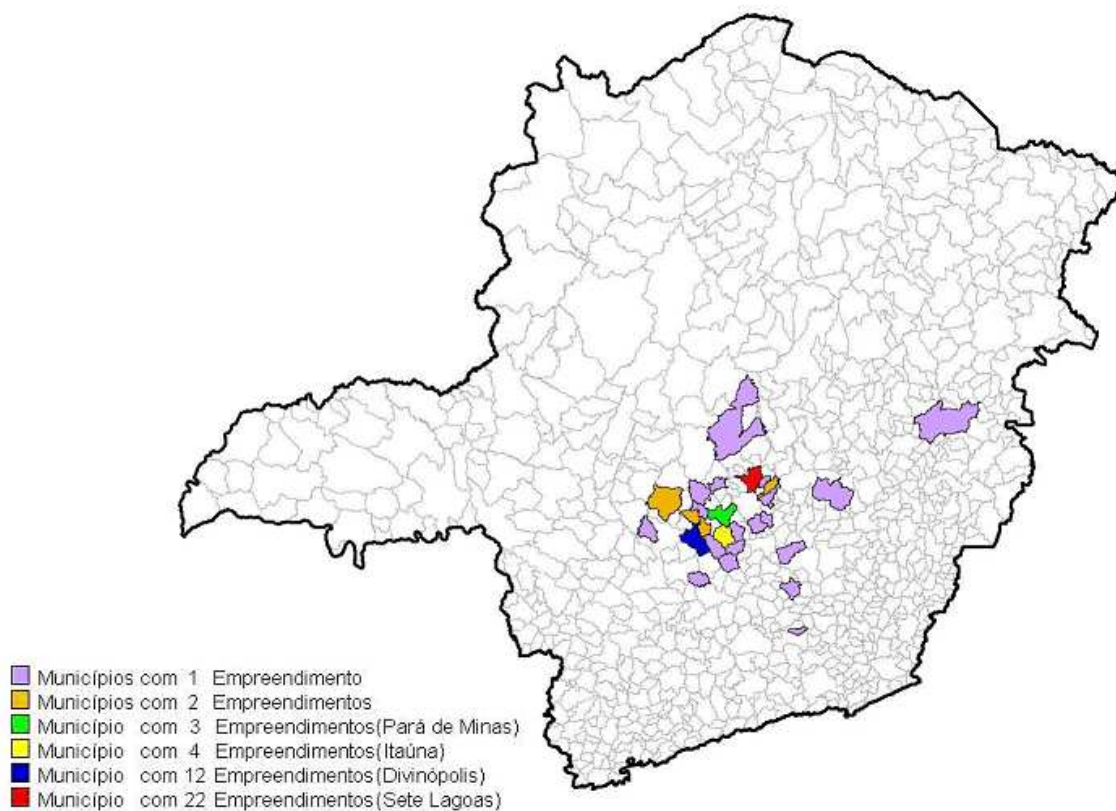
Estados	Nº de Altos-fornos	Capacidade instalada (t/ano)	%
MG	109	9.390.355	56,2
PA	24	3.468.000	20,7
MA	19	2.305.200	13,8
ES	8	804.000	4,8
MS	6	751.200	4,5
Total	166	16.718.755	100

Em Minas Gerais, no ano de 2008, foram produzidas 5.213.303 toneladas de ferro gusa, dos quais 56% consumidos pelo mercado interno, enquanto os 44% restantes foram exportados. O principal destino do ferro gusa brasileiro são os Estados Unidos, correspondendo a aproximadamente 70%. Outros grandes consumidores são a China, Índia, México, Coreia do Sul e Europa. A maior parcela do ferro gusa produzido, 83%, foi destinado às aciarias, e os 17% restantes às fundições. O preço médio da tonelada em 2008 correspondeu a US\$ 445,6, com faturamento do setor de aproximadamente R\$ 3,9 bilhões.

As siderúrgicas não-integradas em Minas Gerais empregam diretamente 12.518 pessoas e indiretamente 51.200 pessoas. Entretanto, com a crise econômica mundial, 4.488 pessoas foram demitidas, de acordo com os dados obtidos em fevereiro

de 2009. Dos 109 altos-fornos, 86 estavam paralisados nesse mesmo período, sem previsão para a retomada da produção. Tais dados demonstram tratar-se da maior crise da história do setor no Estado.

Três são os fatores que levam uma indústria siderúrgica se alocar em determinada região: facilidade de obtenção do minério de ferro e carvão vegetal e o escoamento da produção. Em Minas Gerais, as indústrias produtoras de ferro gusa estão distribuídas próximas ao Quadrilátero Ferrífero, salvo exceções, em um raio de 130 km de Belo Horizonte. Por outro lado, estão mais distantes das fazendas de reflorestamento.



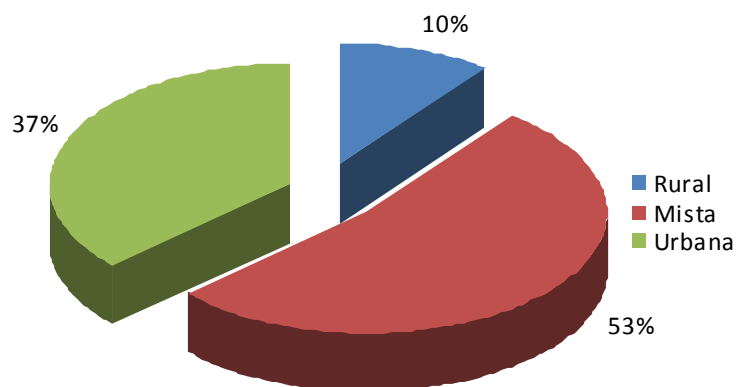
Distribuição das siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal no Estado de Minas Gerais por municípios

Dos 27 municípios mineiros produtores de ferro gusa em siderúrgicas não-integradas, Sete Lagoas possui a maior concentração desse tipo de planta industrial, portanto com a maior capacidade instalada, correspondente a 326.100 t/mês.

Contribuição dos municípios em Minas Gerais na formação do setor de siderurgia não-integrada a carvão vegetal

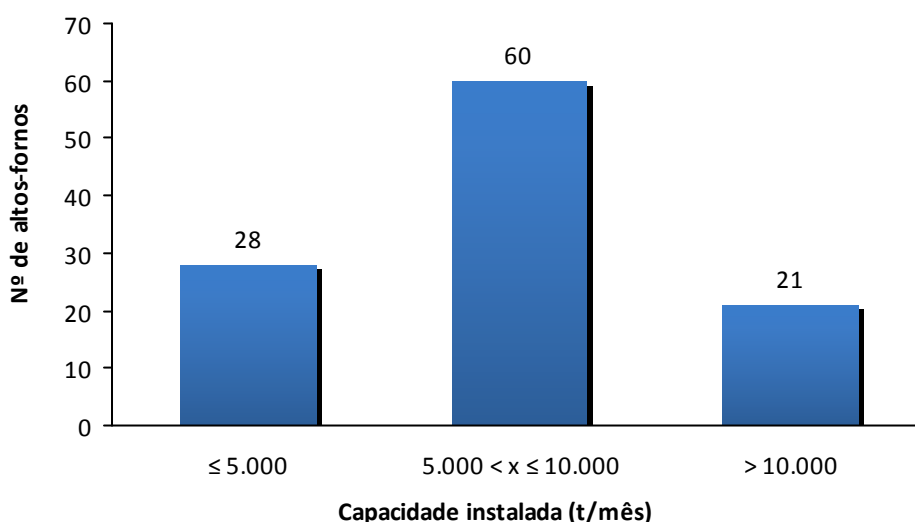
Município	Nº empresas	Nº altos-fornos	Capacidade instalada (t/mês)	Capacidade instalada (%)	Produção 2008 (t)
Alfredo Vasconcelos	1	2	12.000	1,55	20.075,80
Betim	1	7	37.800	4,90	298.000
Bom Despacho	2	3	18.000	2,33	61.095,02
Carmo da Mata	1	1	1.680	0,22	24.000
Carmo do Cajuru	1	1	1.500	0,19	8.500
Conceição do Pará	1	1	6.600	0,86	67.428,02
Conselheiro Lafaiete	1	1	7.500	0,97	1.814
Contagem	1	2	21.000	2,72	167.432
Curvelo	1	2	12.000	1,55	0
Divinópolis	12	18	88.380	11,45	691.672,80
Governador Valadares	1	1	4.500	0,58	44.385,11
Itabira	1	1	9.000	1,17	80.000
Itabirito	1	1	8.400	1,09	57.630,64
Itaguara	1	1	4.500	0,58	53.400
Itatiaiuçu	1	1	7.500	0,97	92.266,70
Itaúna	4	5	52.050	6,74	356.275,20
Lagoa da Prata	1	1	6.000	0,78	64.196,45
Maravilhas	1	1	3.900	0,51	53.000
Mateus Leme	1	1	1.800	0,23	10.600
Matozinhos	2	3	27.600	3,58	198.476,20
Nova Serrana	2	3	24.000	3,11	71.603,49
Pará de Minas	3	4	33.900	4,39	224.631,90
Pedro Leopoldo	1	1	7.500	0,97	85.267,62
Pitangui	1	3	27.900	3,61	94.209,78
Prudente de Moraes	1	2	13.500	1,75	91.451,36
São Gonçalo do Pará	2	2	7.200	0,93	76.471,86
Sete Lagoas	22	40	326.100	42,25	2.219.419,47
Total	68	109	771.810	100,00	5.213.303,42

Quanto à localização dos empreendimentos nos municípios, a maioria está inserida em zona mista, seguida das zonas urbana e rural.



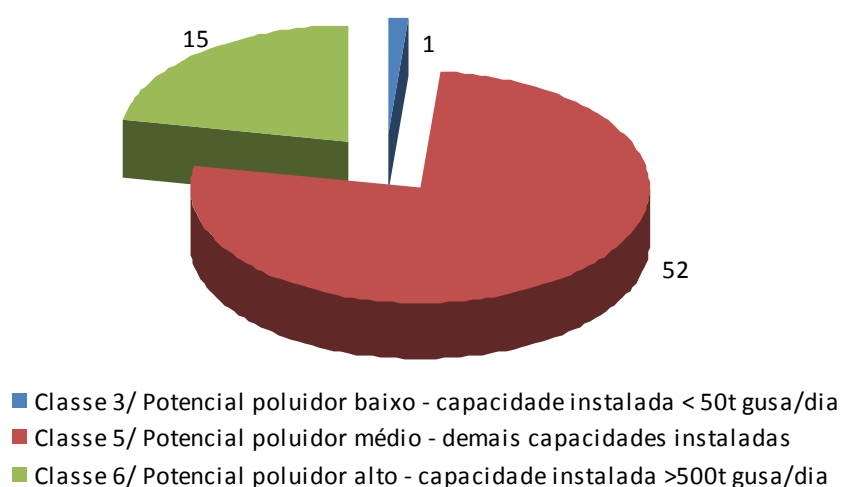
Distribuição das siderúrgicas não-integradas no Estado de Minas Gerais por zoneamento

A capacidade instalada dos altos-fornos de Minas Gerais varia de 30 t gusa/dia a 550 t gusa/dia, sendo a média igual a 236 t gusa/dia. Aproximadamente 55% dos altos-fornos possuem capacidade instalada variando entre 5.000 t gusa/mês e 10.000 t gusa/mês. Além disso, das sessenta e oito unidades existentes, 56% possuem apenas um alto-forno.



Distribuição dos altos-fornos a carvão vegetal do Estado de Minas Gerais por faixas de capacidade instalada (t/mês)

De acordo com sua capacidade de produção, e o respectivo potencial poluidor / degradador geral dessa atividade, o empreendimento é enquadrado conforme a Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 em três classes distintas.



Distribuição das siderúrgicas não-integradas no Estado de Minas Gerais por classificação / potencial poluidor segundo a DN COPAM nº 74/2004

A imagem do setor de siderurgia não-integrada em Minas Gerais, perante a sociedade, é negativa, atribuída principalmente pelo desmatamento de florestas nativas que realizou durante décadas para a produção de carvão vegetal. Além disso, sempre foi alvo de denúncias e um dos setores campeões em número de autuações lavradas pelos órgãos de controle ambiental.

Com o passar dos anos, parte do setor procedeu melhorias no seu desempenho tecnológico e ambiental, com a adoção de medidas, muitas vezes exigidas pelo órgão ambiental, e outras realizadas por iniciativa própria. Entretanto, ainda hoje, uma parcela significativa das usinas siderúrgicas não-integradas ainda faz jus a imagem atribuída no passado.

As siderúrgicas não-integradas, em geral, são de pequeno porte e pouco estruturadas quando comparadas às siderúrgicas integradas¹. Quando se trata de investimentos realizados voluntariamente, o setor caminha lentamente, sendo os principais referentes a certificação da série ISO 14.001, implantação de unidade de injeção de finos de carvão vegetal, implantação de unidade de co-geração de energia utilizando gases do alto-forno e aquisição de áreas para reflorestamento.

Investimentos realizados nas siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais

Investimento	Nº de Siderúrgicas
Certificação ISO 14.001	3
Unidade de injeção de finos de carvão vegetal	8
Unidade de co-geração de energia por meio de gás de alto-forno	9
Aquisição de áreas para reflorestamento	42 ²

Nos próximos anos, espera-se uma elevação dos investimentos em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), haja vista suas diversas aplicações no ciclo de fabricação do ferro gusa. Atualmente apenas um empreendimento tem um projeto aprovado pela Autoridade Nacional Designada (AND).

¹ Siderúrgicas que operam as três fases básicas da produção do aço: redução, refino e laminação.

² Destas, 36 já consomem carvão vegetal proveniente de suas florestas plantadas. As seis restantes, a despeito das áreas adquiridas, ainda não realizaram o primeiro corte. Ressalta-se, no entanto, que somente dois empreendimentos são auto-sustentáveis, sendo que o MDL desempenhou papel importante.

Processo produtivo do ferro gusa em alto-forno

Para produção do ferro gusa em alto-forno são necessárias duas matérias-primas básicas: o minério de ferro e o carvão. Além destas são utilizados fundentes (quartzo, calcário, dolomita, etc.) e sucata.



Vista da parte superior de um alto-forno a carvão vegetal

O combustível utilizado no alto-forno é o carvão vegetal ou coque, que têm como objetivos fornecer calor para a combustão, fornecer carbono para a redução do óxido de ferro e indiretamente, fornecer carbono como principal elemento de liga do ferro gusa.

Características do carvão vegetal e do coque

Item	Unidade	Carvão vegetal	Coque
Carbono fixo	%	65-75	~88
Materiais voláteis	%	25-35	~1
Cinza	%	2-5	10-12
Enxofre	%	0,03-0,10	0,45-0,70
Resistência à compressão	Kg/cm ²	10-80	130-160
Faixa granulométrica	mm	9-100	25-75
Densidade	Kg/cm ³	180-350	550
Reatividade	-	Maior	Menor

Adaptado JACOMINO *et al.*, 2002.

Comparação entre alto-forno a carvão vegetal e alto-forno a coque

	Carvão vegetal	Coque
Produção	20 a 1.200 t/dia	2.000 a 12.000 t/dia
Diâmetro cadinho	1,5 a 6 m	8 a 14 m
Altura alto-forno	~16 m	~32 m
Regeneradores	Cowpers e glendons	Cowpers
Produtividade	1,6 a 2 t/dm ³	>2 t/dm ³
Volume escória	100 a 150 kg/t gusa	250 a 300 kg/t gusa
Gusa	Fósforo alto	Enxofre alto
Carga metálica	Pode ser 100% de minério granulado	Presença de sinter e /ou pelota

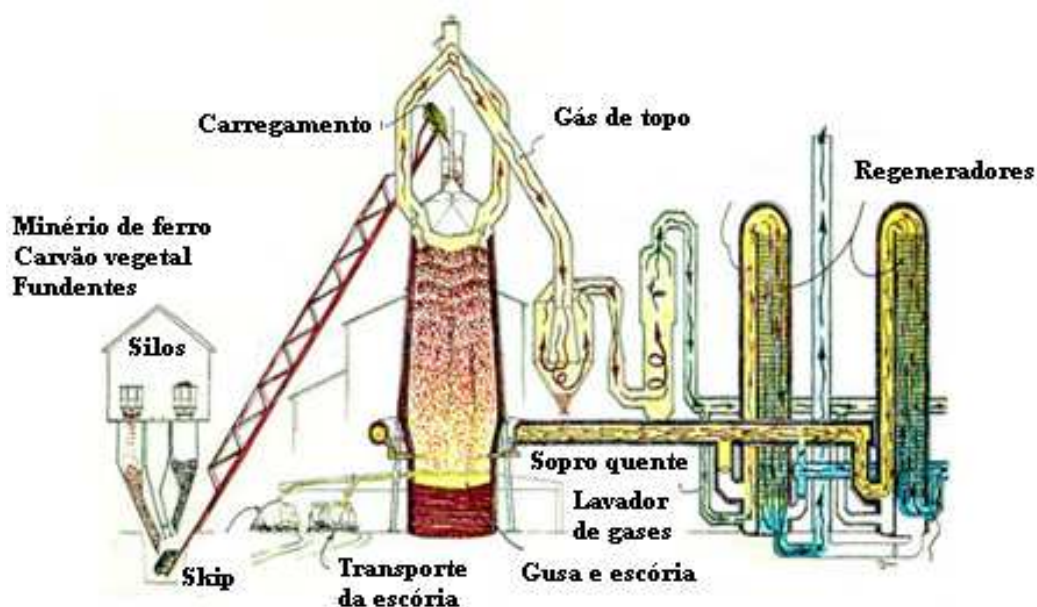
Adaptado JACOMINO *et al.*, 2002.

Em Minas Gerais, vinte e duas siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal utilizam pequenas porcentagens de coque, conforme estabelecido na DN COPAM nº 49/2001 em no máximo 20%.

Em um alto-forno, existem duas correntes de materiais responsáveis pelas reações que ocorrem em seu interior: uma corrente sólida, representada pela carga que desce paulatinamente e uma corrente gasosa que se origina da reação do carbono do carvão vegetal com o oxigênio do ar soprado nas ventaneiras e flui em contracorrente.

O ar soprado pelas ventaneiras é previamente aquecido nos regeneradores de calor (*glendons* ou *cowpers*), utilizando-se parte dos gases de topo do alto-forno, à temperaturas da ordem de 500 a 1.200°C. Em altos-fornos maiores são utilizados *cowpers*, enquanto nos altos-fornos menores (a carvão vegetal) podem ser utilizados *glendons* ou *cowpers*.

A redução dos óxidos de ferro se processa à medida que a carga desce no interior do forno e os gases, resultantes da queima do carvão vegetal sobem pela coluna de carga. Há pré-aquecimento dos materiais e alteração na composição da carga. O oxigênio que estava combinado com o ferro do minério passa a fazer parte dos gases. Outras reações químicas e a fusão da ganga e dos fundentes acompanham o processo de redução e formam a escória.



Processo de produção do ferro gusa

Nos altos-fornos podem ser adotados diferentes tipos de carregamento, vazamento do ferro gusa e regenerador de calor.

Características dos altos-fornos a carvão vegetal de siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais

Nº de Altos-fornos					
Tipo de carregamento		Tipo de vazamento de ferro gusa		Regenerador	
<i>Skip</i>	Correia transportadora	Intermitente	Contínuo	<i>Glendons</i>	<i>Cowpers</i>
53	56	65	44	108	1

Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizada revisão da literatura existente sobre o tema, levantamento de dados e informações junto ao acervo da FEAM e pesquisa de campo, realizada por meio de visitas técnicas às instalações industriais das sessenta e oito siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais para aplicação de questionários (na forma de *check list*) e visitas técnicas a alguns empreendimentos que reutilizam resíduos siderúrgicos. Com esse universo de informações e dados, realizou-se uma série de avaliações sobre as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos, controle das emissões atmosféricas, e consumo de carvão vegetal.

Baseando-se nos resultados das avaliações citadas, juntamente com a análise dos aspectos referentes à melhoria da qualidade ambiental, licenciamento ambiental e DN COPAM n° 49/2001, definiu-se *parâmetros* ambientais, que por meio de uma série de *critérios*, foram pontuados, permitindo uma avaliação geral das siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal do Estado de Minas Gerais.

Aspectos e impactos ambientais decorrentes da fabricação do ferro gusa

A fabricação de ferro gusa em siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal, como a maioria dos processos industriais, além de se basear no consumo intensivo de matérias-primas e energia, provoca diversos impactos negativos ao ambiente, sendo os mais relevantes aqueles associados à emissão de poluentes atmosféricos, à geração de resíduos sólidos e ao próprio uso do carvão vegetal como termo-redutor.

Avaliação do controle de emissões atmosféricas

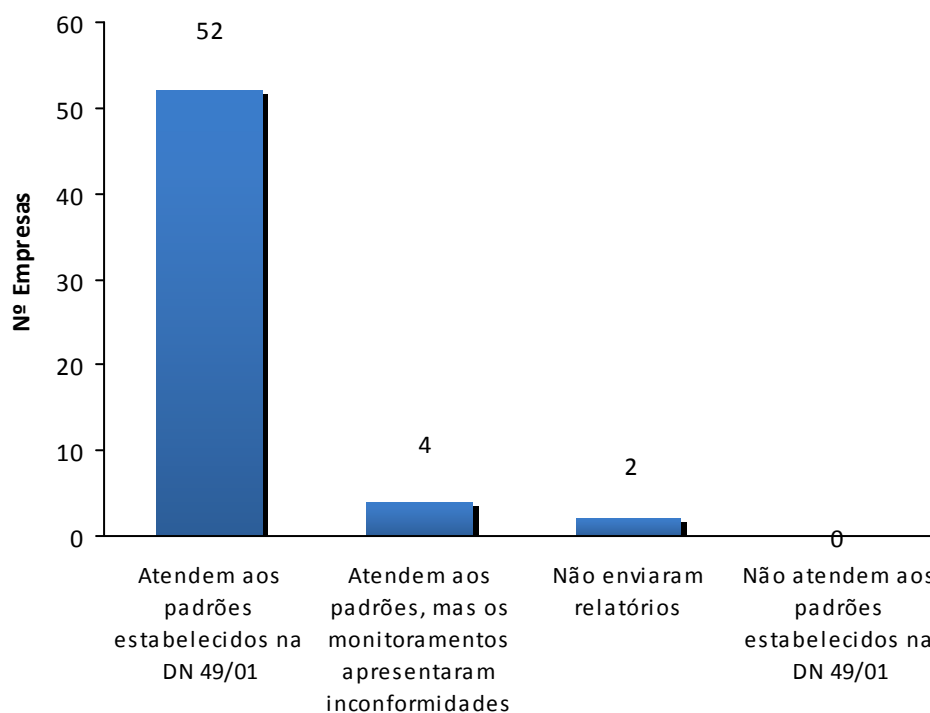
Em quase todas as etapas do processo de fabricação do ferro gusa são geradas emissões atmosféricas, as quais podem ser consideravelmente minimizadas com a implantação de sistemas de controle. As emissões atmosféricas são geradas nas seguintes etapas e atividades ligadas ao processo produtivo: tráfego de veículos nas vias e pátios da planta industrial, recepção, manuseio e peneiramento de matérias-primas, manuseio de resíduos sólidos industriais, tamboramento de ferro gusa, metalurgia de panela, vazamento de ferro gusa e escória, alimentação do sistema de carregamento *skip*, queima do gás de alto-forno nas tochas e *glendons* e carregamento de matérias-primas no topo do alto-forno.

Internamente a planta industrial de uma siderurgia não-integrada, o maior impacto ambiental enfrentado é a geração de efluentes atmosféricos. Em Minas Gerais, as emissões provenientes das etapas de manuseio e preparo de matérias-primas são bem controladas, pois, à exceção de um empreendimento que possui hidrofiltros, todos os demais possuem filtros de mangas, que têm elevada eficiência de coleta de material particulado.

Ao contrário, as emissões provenientes dos altos-fornos estão longe de serem controladas, pois mesmo naquelas empresas que possuem lavador de gases, as

emissões podem ser reduzidas ainda mais, mas, para isso, é necessário aumentar a pressão de topo do alto-forno, permitindo assim, superar a perda de carga requerida pelo sistema e, conseqüentemente, aumentar a eficiência do lavador.

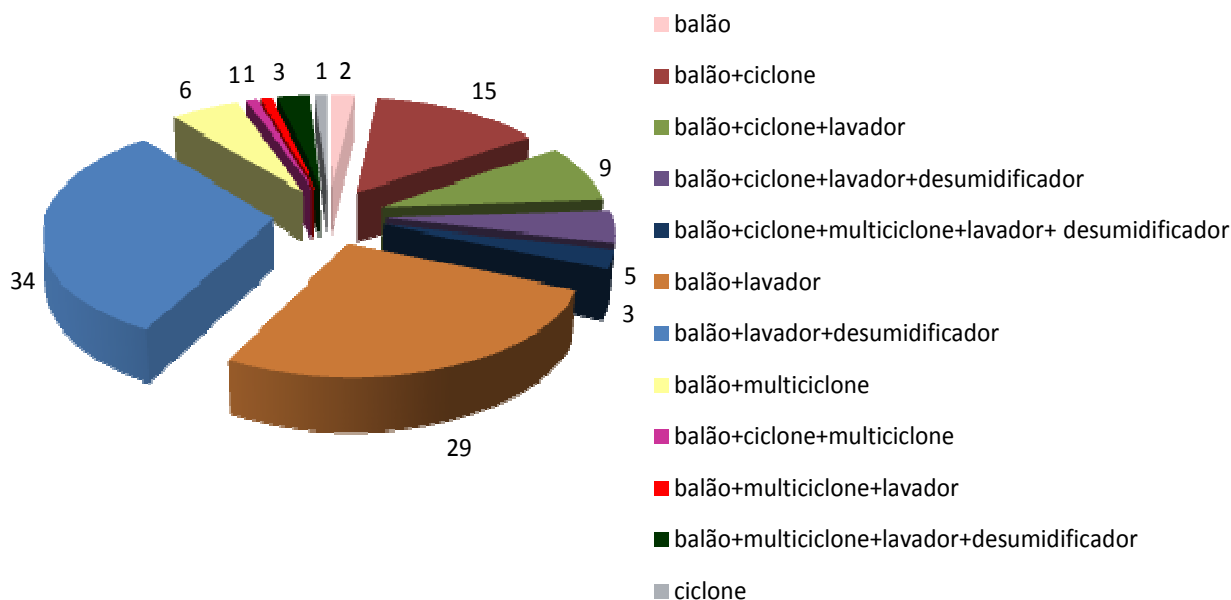
Em 2008, todos os relatórios de automonitoramento encaminhados à FEAM apresentaram resultados em conformidade com os padrões de emissão estabelecidos na legislação ambiental vigente. Entretanto, diversos resultados do monitoramento da qualidade do ar evidenciam concentrações de material particulado acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990. Além disso, quando das visitas técnicas realizadas, pôde-se constatar, por meio de inspeção visual, que as emissões eram significativas, pois apresentavam forte coloração. Sabe-se que emissões de poluentes atmosféricos em concentrações abaixo de 100 mg/Nm^3 são incolores, portanto aparentemente diversos resultados de automonitoramento não condizem com a real situação encontrada em vários dos empreendimentos visitados.



Automonitoramento de efluentes atmosféricos realizados pelas siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais em 2008

Dos sessenta e oito empreendimentos estudados, vinte ainda utilizam sistema de limpeza de gases à seco, constituídos geralmente de ciclones e multiciclones, além do coletor primário, equipamentos de baixa eficiência de coleta para partículas de pequenos diâmetros, mas que vem apresentando, conforme resultados de automonitoramento, eficiências bastante elevadas, reforçando a suspeita com relação a

estes automonitoramentos. Dessa forma, o equipamento mais indicado é o lavador de gases, entretanto, dependendo da pressão da água e do tipo do lavador, este também pode apresentar baixa eficiência para o controle da emissão de material particulado, a despeito de ainda assim, ser superior aos sistemas de controle à seco.



Sistemas de limpeza de gases por número de altos-fornos das siderúrgicas não-integradas de Minas Gerais

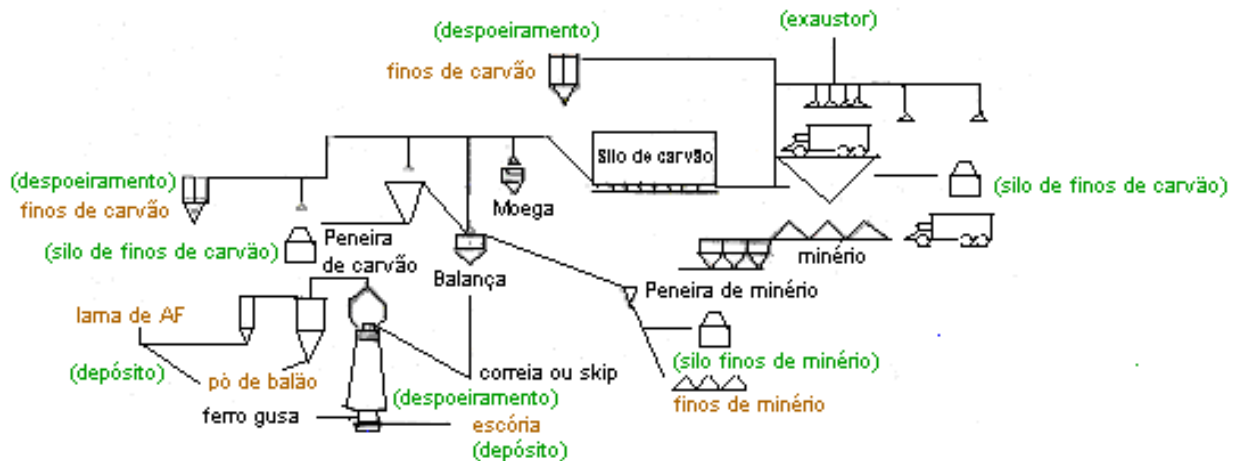
As demais fontes de emissão de poluentes atmosféricos encontradas nas áreas industriais das siderúrgicas não-integradas são responsáveis por emissões significativas de material particulado, porém, mais facilmente controladas, por exigirem sistemas de controle mais simples.

Controles de emissões atmosféricas adotados pelas siderúrgicas não-integradas de Minas Gerais

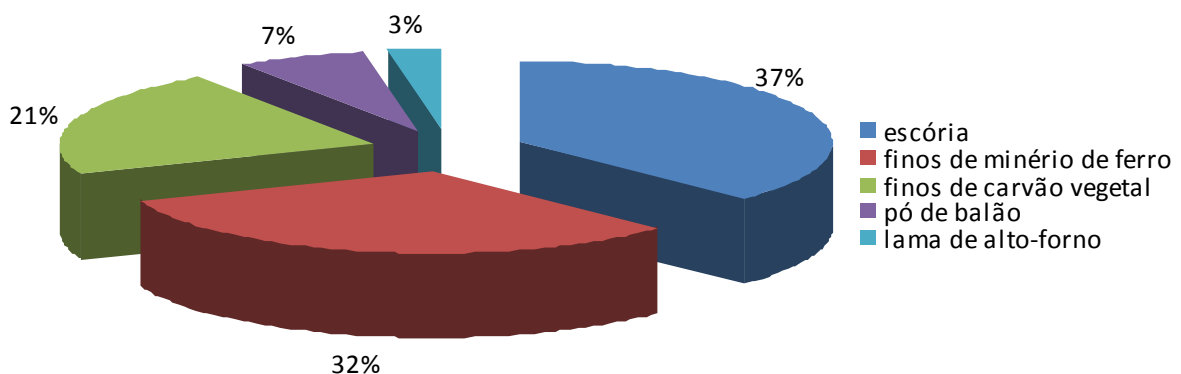
Galpão de descarga de carvão vegetal		Peneira de carvão vegetal		Áreas de transferência de carvão vegetal			Áreas de descarga e peneiramento de carvão vegetal		
Total de galpões	Totalmente enclausurados	Total de peneiras	Enclausuradas	Total de siderúrgicas	Enclausuradas		Total de siderúrgicas	Sistema de despoejamento	
108	104	109	95	68	50		68	68	
Metalurgia de panela		Vazamento de ferro gusa e escória		Carregamento da carga no topo do alto-forno			Sistema de limpeza de gases do alto-forno		
Total de siderúrgicas	Sistema de despoejamento	Total de altos-fornos	Sistema de despoejamento	Total de altos-fornos	Topo enclausurado	Sistema de exaustão	Total de altos-fornos	Úmido	Seco
3	3	109	4	109	66	17	109	84	25
Tamboramento de ferro gusa		Peneiramento de escória		Vias internas			Alimentação skip		
Total de equipamentos	Enclausurado	Total de equipamentos	Sistema de aspersão de água	Total de siderúrgicas	Não possuem pavimento	Aspersão com água	Total de altos-fornos	Sistema de exaustão	
35	19	25	8	68	18	68	53	15	
Secagem do minério de ferro									
Total de siderúrgicas		Sistema de despoejamento			Área de peneiramento e manuseio totalmente enclausurada				
50		45			29				

Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos

Na produção de ferro gusa em usinas não-integradas a carvão vegetal, são gerados os seguintes resíduos sólidos industriais: finos de carvão vegetal ou moinha, finos de minério de ferro, pó do sistema de limpeza dos gases a seco (pó de balão), lama do sistema de limpeza dos gases à úmido (lama de alto-forno) e escória de alto-forno, sendo este último o mais representativo, em termos da quantidade gerada.



Fluxograma simplificado da geração de resíduos sólidos na siderurgia não-integrada a carvão vegetal



Representatividade dos resíduos sólidos gerados no processo de fabricação do ferro gusa em siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal de Minas Gerais

Os resíduos sólidos industriais gerados na fabricação do ferro gusa, que até recentemente não eram aproveitados, gerando enormes passivos ambientais, hoje podem ser utilizados em diversos processos, inclusive na própria siderúrgica. Entretanto, grande volume de resíduos é comercializado com empresas ou até mesmo com pessoas físicas, inaptas a recebê-los, atitude que não resulta em ganhos

ambientais, pois o que ocorre, em muitos casos, é a transferência do problema para outro local.

Os resíduos finos de carvão vegetal, escória de alto-forno, finos de minério de ferro, pó de balão e lama de alto-forno não são classificados como resíduos perigosos segundo a norma ABNT NBR 10.004/2004. Entretanto, principalmente os dois últimos, que têm características semelhantes, necessitam de controle acurado, tendo em vista a presença de compostos como cianetos, fenóis e amônia em sua constituição. Além disso, o pó de balão tem granulometria bastante reduzida, possibilitando emissões atmosféricas em decorrência da ação do vento e de seu manuseio e em determinadas condições pode entrar em combustão.

Formas de aproveitamento dos resíduos sólidos gerados na fabricação do ferro gusa

Resíduo	Formas de aproveitamento
Finos de carvão vegetal	Fabricação de briquetes, sinterização, combustível em diversas tipologias industriais (principalmente cimenteiras), injeção pelas ventaneiras do alto-forno
Finos de minério de ferro	Fabricação de briquetes, sinterização, pelletização, conformação de vias, cimenteira, reutilização no alto-forno
Escória de alto-forno	Construção civil (pavimentação de estradas, fabricação de tijolos e telhas, painéis de cimento reforçados com fibra de vidro, cimenteira), indústria de vidros, agricultura
Pó de balão e lama de alto-forno	Agricultura, silvicultura, cerâmica, sinterização, fabricação de briquetes, cimenteira

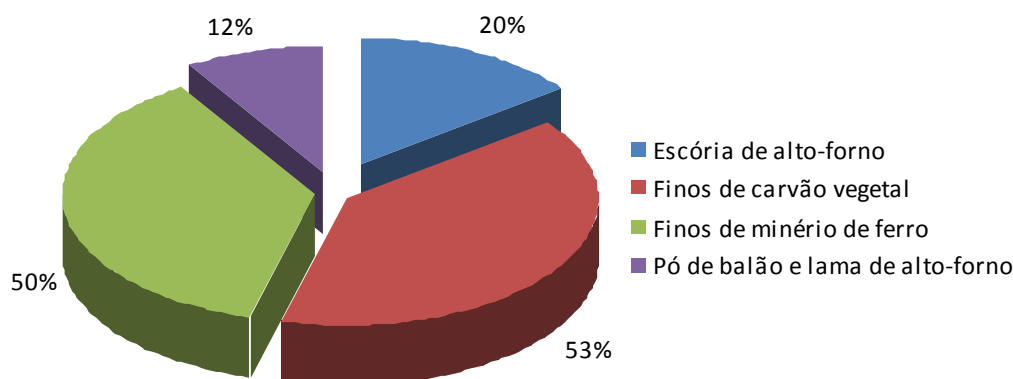
Destino dos resíduos gerados nas siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais em 2008

Destino do resíduo	Nº Empresas destinatárias dos resíduos			
	Finos de minério de ferro	Finos de carvão vegetal	Escória	Pó de balão/lama de AF
Cimenteira	5	38	22	21
Calcinação	-	6	-	-
Cerâmica	-	-	-	29
Beneficiamento	-	7	25	2
Pavimentação de estradas	-	-	11	-
Conformação de vias/aterramento	28	-	1	-
Reutilização no alto-forno	13	9	-	-
Calderaria	-	5	-	2
Fabricação de briquete	1	1	-	1
Construtora	-	-	4	-
Sinterização	11	-	-	-
Silvicultura	-	-	-	1
Isolante térmico bica do AF	-	-	-	1
Base para tubulação	-	-	1	-
Aterro industrial	-	-	-	2
Estocagem interna	11	-	1	3
Não informou/não operou	9	5	7	6

Durante a pesquisa e desenvolvimento do trabalho, constatou-se que há etapas do gerenciamento de resíduos nas siderúrgicas não-integradas que ainda não são abordadas de forma adequada, destacando-se a redução da geração, o armazenamento temporário e sua destinação. Conforme se pôde perceber, a geração de resíduos varia bastante de uma planta para outra, mas, em geral, os empreendedores não se preocupam em minimizar a geração, concentrando os investimentos realizados quase que, exclusivamente, na produtividade do alto-forno.

Cabe ressaltar também, a falta de controle das quantidades de resíduos geradas, como constatado nas inúmeras visitas técnicas realizadas, uma vez que a quantidade de resíduos estocados informada pela empresa não condizia com aquela encontrada nos pátios. Quanto ao armazenamento temporário, das sessenta e oito unidades existentes em Minas Gerais, apenas duas armazenam todos os resíduos sólidos industriais de maneira adequada, demonstrando a falta de gerenciamento nessa etapa do processo. Mesmo diante de várias opções para a destinação adequada dos resíduos, muitas

empresas optam por meios ilegais, principalmente quando se trata do pó de balão, que tem baixo valor de mercado.



Siderúrgicas não-integradas de Minas Gerais que armazenam os resíduos adequadamente (%)

Dessa forma, as ações de gerenciamento de resíduos ainda estão muito aquém do desejado na maioria das plantas industriais do setor, com conseqüências danosas para o meio ambiente e para a própria operação do empreendimento, pois se os resíduos são gerenciados corretamente, isso pode implicar em ganhos de produtividade e contribuir para a organização do sistema produtivo, entre outros benefícios.

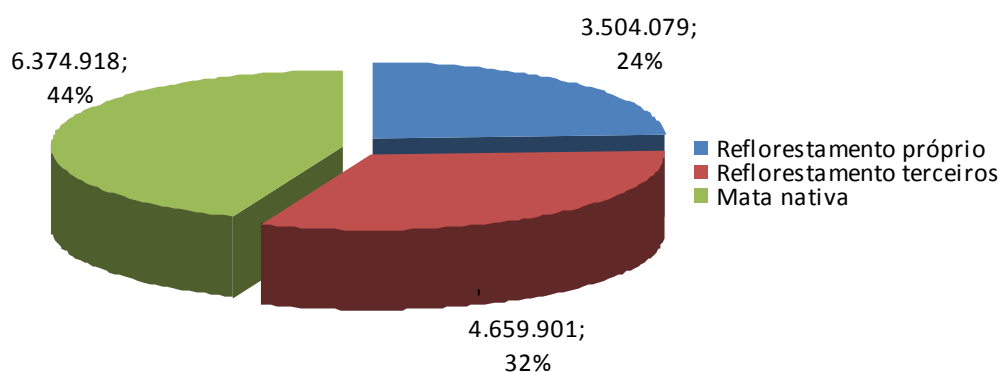
Consumo de carvão vegetal

O Estado de Minas Gerais destaca-se no cenário nacional como o maior produtor e consumidor de carvão vegetal em razão do seu parque siderúrgico. Atualmente, 70% do carvão vegetal consumido no Estado abastece as siderúrgicas não-integradas.

O emprego de carvão vegetal como termo-redutor é uma opção interessante, por se tratar de fonte de energia da biomassa, substituindo o combustível fóssil. Entretanto, devido ao desmatamento ilegal de matas nativas, para sua fabricação, o uso desse insumo acaba tornando-se um dos maiores problemas ambientais associados ao setor.

No ano de 2008, 44% do carvão vegetal consumido pelas siderúrgicas não-integradas foram de origem nativa. Um dos grandes responsáveis por esse elevado percentual foi o Poder Público, que permitia o consumo de carvão vegetal de origem nativa, desde que feitas compensações. Esse problema pode ser finalmente equacionado com a Lei nº 18.365/2009. Por um lado, ela estabelece a redução gradual do consumo de carvão vegetal proveniente de matas nativas pelas empresas até atingir o máximo de 5% a

partir 2018. Ao mesmo tempo, a referida Lei vai além de medidas de comando e controle, e prevê a implementação de ações e programas que gerem incentivos para o aumento da produção de florestas plantadas e do uso de carvão vegetal renovável, com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, para que não seja necessário utilizar o carvão mineral como alternativa.



Procedência do carvão vegetal utilizado nas siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais em 2008 (mdc)

Em Minas Gerais, no ano de 2008, somente seis siderúrgicas não-integradas não utilizaram carvão vegetal de mata nativa, e 41% informaram que mais de 50% do carvão consumido por elas era de origem nativa. Além disso, duas empresas afirmaram ser auto-suficientes em carvão vegetal produzido a partir de suas próprias florestas plantadas e, em doze empreendimentos, mais de 50% do carvão consumido também foi proveniente de florestas próprias.

Informações referentes ao carvão vegetal no Estado de Minas Gerais em 2008

Carvão vegetal	
Carvão vegetal produzido em Minas Gerais utilizado nas siderúrgicas	93,8%
Área de floresta plantada de eucalipto em Minas Gerais	1.423.212ha
Consumo de carvão vegetal nas siderúrgicas não-integradas	14.538.898mdc
Consumo por tipo de plantio de madeira	Nativo (44%); Exótico (56%)
Consumo médio específico nas siderúrgicas não-integradas	2,74mdc/t gusa
Preço médio do mdc de carvão vegetal de florestas plantadas	R\$131,00
Participação no preço da tonelada de ferro gusa	Aproximadamente 70%
Área necessária para suprir demanda de carvão vegetal nas siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais	Entre 550 e 700 mil ha

Aspectos de produção

O aumento na eficiência do processo produtivo, contemplando a promoção de melhorias ambientais e dos aspectos econômicos, configura o conceito de Produção mais Limpa (P+L), que visa minimizar a utilização de recursos naturais (matérias-primas e insumos) e energéticos e reduzir a geração de resíduos (resíduos sólidos, efluentes atmosféricos e efluentes líquidos) e/ou reaproveitá-los.

Dados levantados no trabalho, referentes ao ano de 2008, proporcionaram realizar alguns cenários, dos quais se pode concluir o quanto é importante reduzir o consumo de matérias-primas e insumos e a geração de resíduos sólidos.

Cenários para consumos/produções específicos de insumos / matérias-primas / resíduos nas siderúrgicas não-integradas de Minas Gerais, baseados no ano de 2008

	Produção 2008 (mil t)	Consumo específico (m ³ /t – água); (mdc – carvão); (kg/t – minério)			Produção específica (kg/t)			Cenários (mil mdc – carvão); (mil m ³ – água); (mil t – demais)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Pior situação	Situação média	Melhor situação
Produção de ferro gusa	5.213	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carvão vegetal de origem nativa (*)	-	2,2	2,74	3,5	-	-	-	8.026	6.283	5.045
Carvão vegetal de origem de reflorestamento (*)	-	2,2	2,74	3,5	-	-	-	10.220	8.000	6.424
Minério de ferro	-	1.480	1.650	1.790	-	-	-	9.331	8.601	7.715
Água	-	0,4	1,33	2,7	-	-	-	14.075	6.933	2.085
Finos de minério de ferro	-	-	-	-	33	115	380	1.981	600	172
Finos de carvão	-	-	-	-	30	76	120	626	396	156
Escória	-	-	-	-	40	133	225	1.173	693	209
Pó de balão e lama de AF	-	-	-	-	10	35	80	417	182	52

(*) Em 2008 foram produzidos 2.293 mil toneladas de ferro gusa utilizando carvão vegetal de origem nativa e 2.920 mil toneladas com carvão de origem de reflorestamento.

O consumo de carvão vegetal depende de suas propriedades físico-químicas, sendo a principal o teor de carbono fixo, que pode variar de 65% a 75%, além da granulometria, do teor de umidade, do teor de cinzas, da densidade, da resistência à compressão, da taxa de injeção de finos, do emprego de coque de carvão mineral, entre outros.

Caso todas as siderúrgicas tivessem operado com o menor consumo específico de carvão vegetal, ou seja, 2,2 mdc/t de gusa, em 2008, teriam sido consumidos 11.469.267 mdc de carvão, ao invés dos 14.538.897 mdc informados pelas siderúrgicas. No pior cenário, que corresponde ao maior consumo específico de carvão vegetal, 3,5 mdc/t de gusa, teriam sido consumidos 18.246.561 mdc de carvão vegetal, que convertendo para metros cúbicos de madeira corresponderiam aproximadamente a 22 milhões. Com relação ao consumo de carvão de matas nativas, por exemplo, adotando-se o cenário mais favorável, tem-se uma economia de aproximadamente 1 milhão de mdc, quando comparado a situação média. Tais cenários demonstram a importância de se promover medidas para redução do consumo de carvão vegetal, de modo, principalmente, a reduzir a pressão sobre as florestas nativas. Reduzir o consumo de carvão vegetal é de fundamental importância ambiental e financeira, já que representa aproximadamente 70% do valor de venda do ferro gusa.

O consumo de minério de ferro também depende de diversos fatores, sendo os principais a granulometria e o teor de ferro do material. Nesse sentido, os três cenários apresentados demonstram que podem ocorrer reduções significativas no consumo dessa matéria-prima. Como o minério de ferro é um recurso não-renovável e a mineração é uma atividade altamente poluidora / degradadora do meio ambiente, é importante a adoção de medidas para redução do consumo. O emprego de sinter é uma das medidas apontadas, uma vez que no processo de sinterização são utilizados finos de minério, os quais em geral, não são reutilizados no alto-forno.

O consumo de água varia bastante em siderúrgicas que possuem tecnologia de processo similar. No cenário mais pessimista o consumo de água é, aproximadamente, sete vezes maior que no cenário otimista. O aprimoramento do sistema de recirculação das águas de refrigeração do alto-forno e do lavador de gases, aliado ao aproveitamento das águas pluviais e de aspersão de vias, são ações que contribuem para minimizar o consumo específico, reduzindo a pressão sobre os lençóis freáticos e cursos d'água, principalmente na região de Sete Lagoas que tem escassez de água

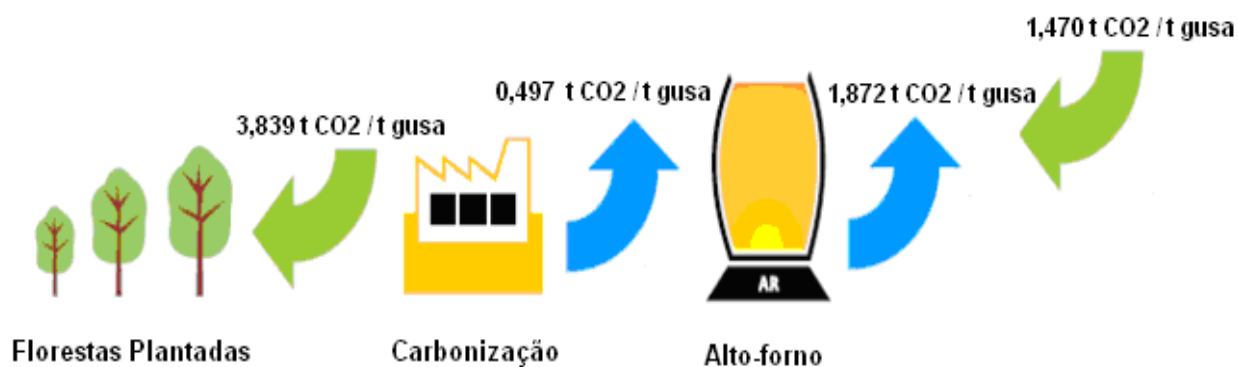
para abastecimento, e possui a maior concentração de plantas siderúrgicas de Minas Gerais. Entretanto, é importante salientar que alguns empreendimentos consomem maior quantidade de água em virtude de possuírem determinados sistemas com grandes benefícios ao meio ambiente, como termoelétrica, com geração de energia reaproveitando gás de alto-forno, e lavador de gases, equipamento de despoejamento mais eficiente comparado aos que trabalham a seco, para captação de material particulado emitido em alto-forno.

No caso dos resíduos sólidos industriais há uma discrepância dos valores encontrados em cada um dos cenários propostos. Se a geração específica de resíduos sólidos em todas as empresas do setor tivesse sido igual à mínima obtida, haveria uma redução na geração de finos de minério de ferro, em 2008, de cerca de três vezes e meia o valor da situação média, ou seja, aproximadamente 427 mil toneladas. Principalmente para os resíduos pó de balão e lama de alto-forno, considerados os mais problemáticos das siderúrgicas, e de difícil destinação, qualquer redução na geração seria bastante importante.

As informações referentes a consumo/produção de minério de ferro, água e resíduos sólidos industriais no ano de 2008 não foram inseridas, uma vez que os empreendimentos ainda não tinham esse balanço, quando do fechamento do trabalho.

Balanço de CO₂ no ciclo de fabricação do ferro gusa

Considerando a utilização do carvão vegetal de florestas plantadas, na rota de fabricação de ferro gusa, para cada tonelada produzida são fixadas 1,47 t de CO₂, enquanto as siderúrgicas que utilizam coque ao invés de carvão vegetal emitem mais de 2 t CO₂. Portanto, a opção de produzir ferro gusa a partir do carvão vegetal, quando feito de maneira sustentável, por meio de florestas plantadas, proporciona um ganho ambiental de mais de 3 toneladas de CO₂ para cada tonelada de ferro produzida.



Balanço de CO₂ equivalente no ciclo de fabricação do ferro gusa considerando auto-sustentabilidade em carvão vegetal

Adotando os valores de emissão absoluta dos altos-fornos e da carbonização da madeira, no ano de 2008, as siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal de Minas Gerais foram responsáveis pela emissão de 9,8 milhões de toneladas de CO₂ em seus altos-fornos e 2,6 milhões de toneladas de CO₂ equivalente na carbonização da madeira, totalizando 12,4 milhões de toneladas no ciclo completo de fabricação do ferro gusa.

Legislação aplicável em Minas Gerais

Em Minas Gerais existe uma legislação específica para o setor de siderurgia não-integrada a carvão vegetal, Deliberação Normativa COPAM nº 49/2001.

Essa deliberação foi um marco para o setor em Minas Gerais, motivo, inclusive, de ter sido referência para legislação adotada no Estado do Mato Grosso do Sul. As maiores contribuições da Deliberação Normativa nº 49/2001 foram exigir a implantação de sistemas de despoeiramento para atender as etapas de recepção, manuseio e peneiramento de matérias-primas e a regularização quanto ao licenciamento ambiental, dentre outros importantes requisitos. Além disso, buscou incentivar a implantação de novos altos-fornos em zonas mista ou rural, criando obstáculos para implantação em zona urbana, neste caso, com a proposição de padrões de emissão mais restritivos.

Por outro lado, pode-se dizer que a adoção do conceito de *carga limite*³ para a compensação das emissões atmosféricas geradas na planta industrial, por meio da

³ Total de emissão de material particulado em mg totais/dia.

*flexibilização*⁴, tornou a deliberação mais permissiva em relação as emissões de material particulado no alto-forno. Além disso, a DN COPAM nº 49/2001 não abordou alguns aspectos importantes como plano de auto-sustentabilidade em carvão vegetal, regularização de área de reserva legal para empreendimentos localizados em zona rural, regulamentação de arrendamento de parques industriais, gerenciamento de resíduos sólidos industriais, implantação de sistemas de exaustão no topo do alto-forno e no vazamento/corrída de escória e ferro gusa, enclausuramentos de equipamentos como peneiras e áreas de transferências de matérias-primas e desenvolvimento de programas de educação ambiental.

A publicação da Deliberação Normativa COPAM nº 49/2001 fez com que diversas empresas implantassem sistemas de controle da poluição atmosférica e hídrica e promovessem melhorias no seu desempenho ambiental. Entretanto, em inúmeros casos, tais aparatos não resolveram o problema da poluição associada à produção de ferro gusa nas usinas não-integradas a carvão vegetal, seja por que tais sistemas não apresentavam nível de eficiência adequado ou porque foram sub-dimensionados. Demonstra-se, assim, a eficácia da legislação quanto à melhoria do desempenho ambiental das usinas siderúrgicas, mas não sua eficiência na promoção da qualidade ambiental.

⁴ Transferência de créditos obtidos em alguns sistemas de despoeiramento para o sistema de limpeza de gases do alto-forno.

Análise da eficácia e eficiência da aplicação da DN COPAM nº 49/2001

Item	Nº Empreendimentos			
	Eficácia			Eficiência
	Cumpriram integralmente	Tem pendências	Não se aplica	
Implantação de sistemas de despoeiramento para áreas referentes à matérias-primas	68	-	-	100% dos empreendimentos atenderam aos padrões estabelecidos na DN no ano de 2008
Padrão de emissão de material particulado	58	-	10 ⁽⁶⁾	Nas visitas técnicas constatou-se que 30% dos altos-fornos que estavam operando tinham performance visual do equipamento de controle insatisfatória ⁵
Frequência do monitoramento dos sistemas de despoeiramento	46	12	10 ⁽⁶⁾	Não se aplica
Instalação dos equipamentos integrantes da rede de monitoramento da qualidade do ar	1 ⁽⁷⁾	35	32	Das 31 estações de monitoramento da qualidade do ar, 17 atenderam aos padrões estabelecidos nas legislações no ano de 2008, entretanto apenas uma monitorou PM ₁₀ , tendo ultrapassado o padrão
Fechamento dos chifres dos altos-fornos	68	-	-	100% dos chifres dos altos-fornos são fechados
Implantação de tochas e queimadores	68	-	-	100% dos altos-fornos possuem ao menos uma tocha
Disposição adequada de resíduos	2	66	-	Não se aplica
Licenciamento ambiental	68	-	-	39 empreendimentos cumpriram todas as condicionantes das Licenças de Operação
Apresentação de protocolo de solicitação de outorga de uso da água	68	-	-	61 empreendimentos possuem outorga com vazão suficiente para atender a demanda
Implantação de sistema de recirculação das águas de refrigeração dos altos-fornos	68	-	-	100% dos empreendimentos recirculam a água de refrigeração, ocorrendo apenas reposição da perda por evaporação
Implantação de sistema de tratamento de esgotos sanitários	68	-	-	26 empreendimentos não atenderam integralmente aos padrões estabelecidos na DN COPAM/CERH nº 01/2008 em 2008
Implantação de sistema de drenagem e tratamento primário das águas pluviais	68	-	-	51 empresas não possuem sistema de drenagem pluvial satisfatório, seja por falta de canaletas, por ausência ou sub-dimensionamento de bacias, ou por ausência de caixas concretadas intermediárias
Implantação de sistema de aspersão nas vias internas	68	-	-	Nas visitas técnicas constatou-se que 10% das vias não estavam sendo umedecidas, apesar dos empreendimentos possuírem caminhão-pipa
Implantação do cinturão verde	68	-	-	29 empreendimentos têm cinturão verde totalmente adensado, sem espaços (corredores) vazios
Implantação de sistema de armazenamento de finos de carvão em silos protegidos e de sistema de estocagem de finos de minérios	58	10	-	50% dos empreendimentos têm problemas no manuseio dos resíduos, pois possuem áreas desprotegidas, apesar de terem silos vedados

⁵ A performance do sistema de controle de emissão atmosférica era considerada satisfatória quando as emissões nos glendons e tochas não apresentavam coloração.

⁶ Nº de empresas que não operaram no ano de 2008.

⁷ Apenas um empreendimento realiza monitoramento da qualidade do ar para partículas inaláveis (PM₁₀), portanto somente ele cumpriu integralmente o disposto da deliberação normativa.

Avaliação ambiental do setor

As avaliações referentes ao controle dos efluentes atmosféricos, gerenciamento dos resíduos sólidos e consumo de carvão vegetal, juntamente com os aspectos referentes ao licenciamento, à melhoria da qualidade ambiental e ao cumprimento do disposto na Deliberação Normativa COPAM nº 49/2001, subsidiaram a definição de vinte *parâmetros* ambientais, considerados os mais relevantes para avaliar o nível de desempenho ambiental das siderúrgicas, para os quais foi definida uma série de *critérios*, que permitiram pontuar os *parâmetros* em questão, e classificar os empreendimentos.

Os *critérios* utilizados são quantitativos. Para cada *parâmetro* analisado foram definidas pontuações, variando de 0 a 3, sendo 0 a pior situação e 3 a melhor. Além da pontuação, os *parâmetros* tiveram pesos distintos, devido a sua relevância. Foram adotados pesos 1, 1,5 e 2. Para determinação dos pesos foram considerados aspectos relacionados aos custos de implantação, aos impactos ambientais e à DN COPAM nº 49/2001, sendo que, para cada um deles, foram adotados níveis de significância baixa, média ou alta.

Pesos aplicados aos parâmetros adotados

Peso	Definição
1	Parâmetro com dois ou mais aspectos de baixa significância
1,5	Parâmetro com dois ou mais aspectos de média significância ou com cada aspecto de significância distinta
2	Parâmetro com dois ou mais aspectos de alta significância

Com relação aos custos de implantação foram fixadas as seguintes faixas de significância: baixa, para custo de implantação abaixo de R\$ 20.000,00; média, para custo de implantação entre R\$ 20.000,00 e R\$ 100.000,00; e alta, para custo de implantação acima de R\$ 100.000,00. Quanto ao impacto ambiental, significância baixa foi aplicada quando, mesmo sem a implantação do sistema, o impacto permanece baixo. Significâncias média e alta foram aplicadas a impactos ambientais médios e altos, respectivamente. Em relação à DN COPAM nº 49/2001, a significância foi considerada baixa quando o *parâmetro* não foi citado na referida deliberação normativa, alta quando é explicitamente exigido pela mesma e médio quando é indiretamente citado em seu texto.

Parâmetros e critérios utilizados para classificação das siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais

Item	Parâmetro	Critérios					
		Aspecto Significância	Peso	Pontuação			
				0	1	2	3
1	Certificação ISO	CI: A IA: M DN: B	1,5	Não possui	Possui ISO 9001	Possui ISO 14001	Possui ISO 9001 e 14001
2	Termoelétrica	CI: A IA: M DN: B	1,5	Não possui	-	-	Possui
3	Unidade de injeção de finos de carvão vegetal	CI: A IA: M DN: B	1,5	Não possui	-	-	Possui
4	Razão número de Autos de Infração por total de anos de operação (após DN COPAM nº 49/2001)	CI: B IA: A DN: A	2	$x \geq 1$	$0,25 < x < 1$	$0 < x \leq 0,25$	0
5	Condicionantes de Licenças de Operação	CI: M IA: A DN: A	2	100% descumprimento	Descumprimento $20 < x < 100$	Descumprimento $0 < x \leq 20$	Cumprimento de todas
6	Consumo de carvão vegetal	CI: A IA: A DN: B	2	Mata nativa	Mata nativa + reflorestamento (próprio ou de terceiros)	Reflorestamento de terceiros ou (reflorestamento terceiros + reflorestamento próprio)	Reflorestamento próprio
7	Armazenamento de finos de carvão vegetal	CI: B IA: M DN: A	1,5	A céu aberto ou caçamba	Silo fechado, mas com área de descarga totalmente aberta	Silo fechado e área de descarga com pelo menos um lado aberta	Silo + (área de descarga totalmente enclausurada ou transporte pneumático)
8	Armazenamento de pó de balão e lama de alto-forno	CI: B IA: A DN: M	1,5	Diretamente no solo e sem qualquer dispositivo de controle	Terreno impermeabilizado com argila	Depósito concretado ou Depósito impermeabilizado com argila + (Terreno inclinado, escavado ou contemplado com sistema de drenagem pluvial)	Depósito impermeabilizado com concreto e com sistema de drenagem pluvial

Parâmetros e critérios utilizados para classificação das siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais (Continuação)

Item	Parâmetro	Critérios					
		Aspecto Significância	Peso	Pontuação			
				0	1	2	3
9	Condições do armazenamento do pó de balão e lama do alto-forno	CI: B IA: B DN: B	1	Local não sinalizado, não delimitado e sem sistema de aspersão de água	Local delimitado e /ou sinalizado	Local com sistema de aspersão de água e sinalizado ou delimitado	Local sinalizado, delimitado e com sistema de aspersão de água
10	Armazenamento primário dos finos de minério de ferro	CI: B IA: B DN: A	1	Local aberto quando o minério de ferro é secado	Silo fechado, mas com área de descarga aberta (caso haja) ou local aberto quando o minério não é secado	Silo fechado e área de descarga, caso haja, com pelo menos um lado aberto	Silo e área de descarga, caso haja, totalmente enclausurados
11	Armazenamento de escória de alto-forno	CI: B IA: B DN: M	1	Diretamente no solo, sem qualquer dispositivo de controle	Terreno impermeabilizado com argila	Depósito concretado ou Depósito impermeabilizado com argila + (Terreno inclinado, escavado ou contemplado com sistema de drenagem pluvial)	Depósito impermeabilizado com concreto e contemplado com sistema de drenagem pluvial
12	Controle de poeira no manuseio de moinha	CI: B IA: M DN: B	1	Não possui qualquer dispositivo de controle	-	Possui sistema de despoeiramento (filtro de mangas) que atende as áreas de transferência e transporte do resíduo	Possui sistema de despoeiramento (filtro de mangas) que atende as áreas de transferência, transporte e silo do resíduo
13	Controle de poeira no manuseio de pó de balão	CI: B IA: M DN: B	1	Não possui qualquer dispositivo de controle	Possui sistema de coleta, mas área de manuseio é aberta ou o balão gravitacional não é acoplado ao sistema de coleta	Área de manuseio do resíduo é fechada ou balão gravitacional é acoplado ao sistema de coleta	Balão gravitacional é acoplado ao sistema de coleta, além de possuir sistema de umidificação
14	Controle da geração de pó no topo do alto-forno	CI: M IA: M DN: B	1,5	Não possui qualquer dispositivo de controle	Topo do alto-forno enclausurado	Topo do alto-forno enclausurado, com sistema de exaustão que destina pó para glendon, tanques de decantação ou similares (ou seja, sem a presença de sistemas de despoeiramento)	Topo do alto-forno enclausurado, com sistemas de exaustão e despoeiramento (filtro de mangas, lavador, ciclone ou similares)

Parâmetros e critérios utilizados para classificação das siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais (Continuação)

Item	Parâmetro	Aspecto Significância	Peso	Critérios			
				Pontuação			
				0	1	2	3
15	Controle das emissões atmosféricas geradas no alto-forno	CI: A IA: A DN: M	2	Possui apenas balão gravitacional	Possui além do balão gravitacional, outro sistema de despoeiramento a seco	Possui lavador de gases, mas sem desumidificador	Possui além do balão gravitacional, pelo menos lavador de gases e desumidificador
16	Sistema de limpeza das águas de lavagem dos gases	CI: A IA: M DN: B	1,5	Possui sistema de limpeza de gases a seco	Possui decantador com retirada da lama manualmente ou por meio de retro-escavadeira	Possui decantador com retirada da lama por tubulação própria	Possui decantador com retirada da lama por tubulação própria e também possui filtro prensa
17	Controle da geração de pó na corrida de ferro gusa / escória	CI: M IA: B DN: B	1	Não possui qualquer dispositivo de controle	-	-	Possui sistema de despoeiramento (filtro de mangas, lavador, ciclone ou similares)
18	Depósitos de descarga de carvão (*)	CI: M IA: M DN: B	1,5	Depósito completamente aberto	Depósito com até dois lados abertos	Depósito fechado nas laterais com telhas metálicas, mas com porta de lona	Depósito completamente fechado com portões metálicos
19	Áreas de preparo de matérias-primas (peneiras e transferência) (*)	CI: M IA: M DN: B	1,5	Todas as áreas abertas (**)	Possui 2 ou mais áreas abertas (**)	Possui uma área aberta (**)	Todas as áreas enclausuradas (**)
20	Sistema de drenagem pluvial	CI: M IA: M DN: A	1,5	Não possui qualquer sistema de drenagem pluvial	Possui apenas canaletas de drenagem	Possui canaletas de drenagem e bacia de decantação (infiltração) escavada no próprio terreno	Possui canaletas de drenagem, sistema de tratamento primário concretado com destinação a bacia de infiltração, rede pública, cursos d'água, recirculação etc.

CI = custo de implantação; IA = impacto ambiental; DN = Deliberação Normativa COPAM nº 49/2001; A = alto; M = médio; B = baixo

(*) naquelas empresas que possuem mais de um depósito de descarga de carvão e áreas de preparo de matérias-primas deverá ser feita uma média aritmética para os parâmetros. Além disso, se tais locais não tiverem sistemas de despoeiramento será considerada nota 0; (**) caso em que a empresa não realiza secagem do minério de ferro, as áreas relacionadas a preparação desta matéria-prima não precisam ser enclausuradas e terem sistema de despoeiramento.

Para a classificação das siderúrgicas foram definidos intervalos de pontuações, elaborados por meio de testes estatísticos com dados aleatórios.

Faixas para classificação do desempenho ambiental das siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal

Classificação do desempenho ambiental	Pontuação
Péssimo	0 a 19,9
Muito ruim	20,0 a 27,7
Ruim	27,8 a 35,6
Regular	35,7 a 51,2
Bom	51,3 a 59,1
Muito bom	59,2 a 66,9
Ótimo	67,0 a 87,0

Notas obtidas pelas siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais de acordo com os parâmetros e os critérios estabelecidos

Empresa	Nota	Empresa	Nota	Empresa	Nota	Empresa	Nota
1	69,0	18	48,5	35	44,5	52	38,0
2	68,5	19	48,0	36	44,5	53	37,5
3	64,5	20	48,0	37	44,0	54	35,5
4	63,0	21	48,0	38	43,5	55	34,5
5	59,0	22	47,5	39	43,0	56	34,0
6	57,5	23	47,0	40	41,5	57	33,5
7	56,0	24	46,5	41	41,0	58	33,0
8	55,0	25	46,5	42	41,0	59	30,5
9	55,0	26	46,5	43	40,5	60	30,5
10	53,5	27	46,5	44	40,5	61	29,5
11	53,5	28	46,0	45	40,5	62	28,0
12	53,5	29	45,5	46	40,5	63	27,5
13	51,0	30	45,5	47	40,0	64	26,0
14	50,0	31	45,5	48	40,0	65	24,5
15	49,5	32	45,0	49	39,5	66	24,0
16	49,0	33	45,0	50	39,5	67	18,0
17	49,0	34	45,0	51	39,0	68	10,0

Resultado da classificação do desempenho ambiental das 68 siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais

Classificação	Nº Empreendimentos
Péssimo	2
Muito ruim	4
Ruim	9
Regular	41
Bom	8
Muito bom	2
Ótimo	2

Dos vinte *parâmetros* selecionados, em apenas um, “depósitos de descarga de carvão”, quase todos os empreendimentos obtiveram a nota máxima. Neste quesito, 63 siderúrgicas têm tais instalações em condições operacionais satisfatórias. Em seguida, os *parâmetros* “controle no manuseio de moinha” e “armazenamento de finos de carvão vegetal”, obtiveram as maiores freqüências de notas máximas, 50 e 46 respectivamente.

Um resultado preocupante refere-se ao fato de que, em dez *parâmetros*, menos de dez empreendimentos conseguiram nota máxima. Em cinco *parâmetros*, menos de quatro empresas obtiveram nota máxima. São eles: “certificação ISO”, “consumo de carvão vegetal”, “condições do armazenamento do pó de balão e lama de alto-forno”, “controle da geração de pó no topo do alto-forno” e “controle da geração de pó na corrida de ferro gusa / escória”.

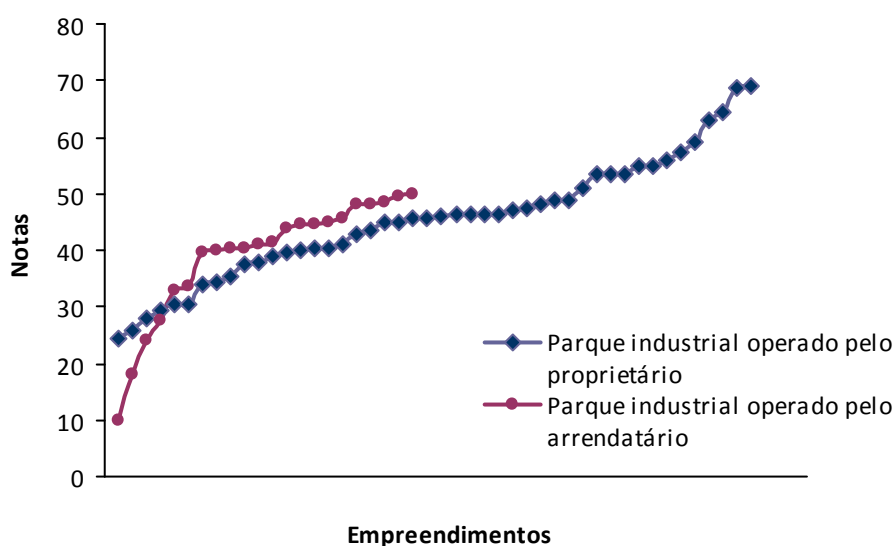
Ressalta-se que, com pouco esforço, o setor conseguiria obter notas máximas em vários *parâmetros* como, por exemplo, aqueles referentes aos resíduos sólidos. Em contra partida, para outros *parâmetros* como “certificação ISO”, “termoelétrica”, “unidade de injeção de finos de carvão vegetal” e “consumo de carvão vegetal” será necessário muito tempo para que a maioria dos empreendimentos obtenha notas máximas.

Como era de se esperar, os *parâmetros* não exigidos pela legislação ambiental e pelo órgão de controle ambiental, por meio de condicionantes de processos de licenciamento, embora também contribuintes para a melhoria da qualidade ambiental,

tiveram a menor freqüência de notas máximas, demonstrando que o setor, em geral, se atém a implementar o que é obrigatório.

Esse cenário contempla as avaliações feitas ao longo do trabalho, evidenciando que o setor tem muito a desenvolver para chegar a um nível ótimo de desempenho ambiental, sendo que grande parte das empresas ainda está muito distante de alcançá-lo.

Um dos grandes entraves para o desenvolvimento ambiental do setor, inclusive para melhoria de sua imagem frente à sociedade são os parques industriais operados por arrendatários. Salvo exceções, eles oferecem grande resistência para realizar novos investimentos que resultem em melhoria do desempenho ambiental. Em Minas Gerais, 46 siderúrgicas são operadas pelo proprietário do parque industrial e as 22 restantes são operadas por arrendatário.



Notas das siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais por uso do parque industrial

Apesar do trabalho demonstrar certa evolução do setor ao longo dos anos, ao que o quadro atual apresenta, apenas o Poder Público por meio de uma legislação e políticas mais abrangentes e detalhadas pode melhorar a situação ambiental das usinas siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal.

Plano de Ação

Visando promover o avanço tecnológico e ambiental nos empreendimentos, haja vista que o setor tem muito a evoluir, foi elaborado o Plano de Ação descrito a seguir.

- Divulgação dos resultados por meio de seminário / *work shop*, para o público alvo: Sociedade Civil, SISEMA, Ministério Público / Poder Judiciário, Estado e o Setor Industrial.
 - Intensificação da fiscalização nas siderúrgicas, por meio de campanhas integradas, com frequência anual.
 - Criação de banco de dados, com atualização sistemática, de modo a facilitar consultas e análises, principalmente relativas ao nível de evolução do setor ou pontuais, por exemplo, em determinado município ou empreendimento específico, além de subsidiar fiscalizações e análise de processos de licenciamento ambiental, principalmente quanto à revalidação de Licenças de Operação.
 - Revisão da Deliberação Normativa COPAM nº 49/2001, contemplando inclusive a questão dos arrendamentos das plantas industriais.
 - Campanhas de medição da concentração de material particulado emitida pelos altos-fornos, para aferição dos resultados de automonitoramento apresentados por determinados empreendimentos.
 - Incentivo a programas de MDL de maneira integrada à legislação e políticas aplicáveis, com o objetivo de ajudar o setor a superar as diversas barreiras ao uso sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas.
 - Estudo detalhado do balanço de CO₂ na cadeia de fabricação do ferro gusa, contemplando medição de CO₂ nos altos-fornos e nos fornos de carbonização da madeira.
-

- Estudo detalhado acerca do balanço hídrico no processo de fabricação do ferro gusa, haja vista a divergência de valores encontrados na literatura e os praticados pelos empreendimentos.
 - Desenvolvimento de indicadores ambientais para acompanhamento da evolução do desempenho ambiental e energético do setor, a partir de consumos específicos de matérias-primas e insumos e gerações específicas de resíduos sólidos e efluentes, adotando em princípio os dados apresentados no trabalho e os critérios utilizados para classificação dos empreendimentos.
 - Estudo de viabilidade da redução do consumo de carvão vegetal no processo produtivo.
 - Estudo de viabilidade da redução da geração e reuso de resíduos sólidos industriais.
 - Estudo da vulnerabilidade socioambiental dos municípios onde as plantas siderúrgicas estão inseridas, considerando os riscos e as singularidades que caracterizam cada uma das localidades.
-

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	1
2	FATORES DIFICULTADORES NA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.....	5
3	PLANO DE AÇÃO	6
	ANEXO.....	9

1 APRESENTAÇÃO

O Estado de Minas Gerais é o maior produtor de ferro gusa em siderúrgicas não-integradas do Brasil, possuindo atualmente sessenta e oito indústrias. Além destas, seis ainda não operaram, estando em fase de planejamento ou instalação.

O setor de siderurgia não-integrada a carvão vegetal de Minas Gerais possui cento e nove altos-fornos, que juntos são responsáveis por 56,2% da capacidade instalada no país, sendo que em 2008, o Estado foi responsável por 65,8% da produção nacional.

Dessa forma, a economia do Estado é beneficiada por esse potencial de produção. Por outro lado, a fabricação do ferro gusa provoca diversos impactos ambientais, que no geral estão associados à geração de efluentes atmosféricos, efluentes líquidos, ruído e resíduos sólidos. Além dos impactos diretos citados, ocorrem os impactos indiretos como os advindos da utilização de carvão vegetal como redutor e fonte energética.

A escolha do tema deveu-se à necessidade de realizar um diagnóstico ambiental atualizado do setor de ferro gusa, que além de apresentar elevado impacto ambiental, é de grande relevância para a economia do Estado. Somente a partir do diagnóstico seria possível avaliar o setor, de forma a propor ações que visam promover melhorias ambientais.

Nestes termos, em fevereiro de 2009 foi aprovada a proposta para realização desta atividade, Plano de Ação para a Adequação Ambiental das Indústrias de Siderurgia Não-Integrada a Carvão Vegetal no Estado de Minas Gerais, no âmbito do Projeto Associado Melhoria da Qualidade Ambiental, Ação 4174 - Desenvolvimento Energético, Produção Mais Limpa e Mudanças Climáticas.

O escopo do trabalho previa considerações acerca da relevância do segmento eleito sob a ótica ambiental quanto ao potencial poluidor, importância do segmento no contexto econômico, estado da arte (evolução tecnológica) com correlação dos impactos ambientais decorrentes, legislação aplicável, com análise crítica, distribuição espacial dos empreendimentos no território mineiro por região, bacias hidrográficas e por Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SUPRAM's), caracterização de resíduos, quando necessário, forma de energia

utilizada ou consumida no processo industrial e eficiência / reaproveitamento energético e consumo de recursos naturais.

No Quadro 1.1, constam as atividades e produtos referentes ao projeto.

Quadro 1.1 – Atividades previstas no desenvolvimento do trabalho

Atividades	Desenvolvimento	
	De:	Até
Realização de levantamentos nos arquivos do SISEMA e SIAM sobre a situação do processo dos empreendimentos	2/1/2009	31/5/2009
Levantamento de dados sobre o setor em outras entidades oficiais	2/1/2009	31/5/2009
Elaboração de questionário de situação de empreendimentos mineiros, com subsidio das planilhas de levantamento e pesquisas bibliográficas	2/1/2009	31/5/2009
Realização da caracterização de resíduos (neste caso no âmbito do Convênio FEAM / CETEC)	15/3/2009	31/5/2009
Visitas técnicas aos empreendimentos mineiros para aplicação do Questionário Modelo	2/1/2009	30/4/2009
Realização de visitas técnicas à empreendimentos de outros Estados	1/3/2009	30/4/2009
Elaboração do relatório final	1/6/2009	31/12/2009

Dentre as atividades propostas, a realização de caracterização de resíduos não foi efetuada, haja vista que nas visitas técnicas realizadas às siderúrgicas, foram obtidos diversos laudos destas caracterizações, referentes aos cinco resíduos sólidos gerados no processo de fabricação do ferro gusa (finos de minério de ferro, finos de carvão vegetal, escória e pó de balão/lama de alto-forno), tornando-se desnecessário o cumprimento deste item.

A atividade “Realização de visitas técnicas à empreendimentos de outros Estados” também não foi inteiramente concluída, uma vez que foram visitadas apenas siderúrgicas do Estado do Maranhão.

Essas visitas foram relevantes do ponto de vista de verificar a realidade da fabricação de ferro gusa em outro Estado brasileiro, que se mostrou bastante similar ao Estado de Minas Gerais. Entretanto, a coleta de dados não foi eficaz, já que os representantes dos empreendimentos visitados não responderam integralmente o Questionário Modelo (*check list*).

Dessa forma, julgou-se desnecessária a realização de visitas técnicas às siderúrgicas não-integradas dos demais Estados brasileiros produtores de ferro gusa (Espírito Santo, Mato Grosso e Pará).

As demais atividades foram cumpridas nos prazos estabelecidos. O custo previsto do projeto foi de R\$ 10.000,00, entretanto a atividade mais onerosa (Realização da caracterização de resíduos) não foi realizada, fazendo com que a despesa final tenha sido bem inferior a prevista. Ressalta-se que a maior parte das visitas técnicas às siderúrgicas não-integradas de Minas Gerais foram realizadas no período de setembro a dezembro de 2008, por meio de outra fonte de recurso. (Ação 4658 - Apoio à Fiscalização e Regularização Ambiental Integrada), portanto o custo do projeto se deu pelas visitas técnicas à siderúrgicas do Maranhão, algumas siderúrgicas de Minas Gerais e à empreendimentos que recebem resíduos siderúrgicos em Minas Gerais, entre fevereiro e abril de 2009.

O produto final é o presente relatório que contempla o Plano de Ação, a dissertação de mestrado “Avaliação Ambiental do Setor de Siderurgia Não-Integrada a Carvão Vegetal do Estado de Minas Gerais” (Anexo) e o Sumário Executivo.

Algumas planilhas compiladas com os dados obtidos na pesquisa, por conter elevado número de informações (mais de 600 páginas), não foram anexadas ao trabalho, entretanto, são objetos do Plano de Ação que será discutido no item 3.

A referida dissertação do Curso de Mestrado Profissionalizante em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental, defendida junto à Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre, teve como objetivo avaliar

ambientalmente o setor de siderurgia não-integrada a carvão vegetal do Estado de Minas Gerais, fornecendo subsídios para a elaboração do Plano de Ação para adequação desse setor.

O Curso de Mestrado Profissionalizante em Sustentabilidade Sócio-econômica e Ambiental foi realizado junto com outros servidores da Fundação Estadual do Meio Ambiente, Instituto Mineiro de Gestão das Águas e Instituto Estadual de Florestas, a partir de um convênio firmado entre a FEAM e a Universidade Federal de Ouro Preto, a partir dos pressupostos do Mestrado Profissional, ou seja, a capacitação para uma prática profissional transformadora, por meio da incorporação do método científico, a gestão e a aplicação de conhecimentos adquiridos, que possam contribuir para uma melhor tomada de decisão na prática profissional, junto à sociedade.

A dissertação foi composta de revisão da literatura existente, levantamento de dados junto à FEAM principalmente, visitas técnicas à todas as sessenta e oito siderúrgicas não-integradas do Estado de Minas Gerais, onde foram aplicados questionários (na forma de *check list*), e visitas técnicas a alguns empreendimentos que reutilizam resíduos siderúrgicos. Com esse universo de informações e dados, foram elaborados cenários para consumos específicos de matérias-primas / insumos, geração específica de resíduos sólidos industriais e uma série de avaliações sobre as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos, o controle das emissões atmosféricas, e o consumo de carvão vegetal.

Baseando-se nos resultados das avaliações citadas, juntamente com a análise dos aspectos referentes à melhoria da qualidade ambiental, licenciamento ambiental e Deliberação Normativa COPAM nº 49/2001, foram definidos *parâmetros* ambientais, que por meio de *critérios*, foram pontuados, permitindo uma avaliação setorial das siderúrgicas não-integradas a carvão vegetal do Estado de Minas Gerais.

Dessa forma, a dissertação de mestrado contemplou todos os itens previstos no escopo do presente trabalho.

2 FATORES DIFICULTADORES NA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

Em geral, não houve entraves para a realização do trabalho, entretanto para sua finalização foi necessário concluir o curso de mestrado por meio da defesa da dissertação, ocorrida em 23 de novembro de 2009. Por esse motivo, o trabalho que estava finalizado desde agosto de 2009, somente agora pode ser apresentado no formato final, ressaltando-se que está dentro do prazo originalmente previsto.

A principal barreira encontrada na execução do trabalho foi a paralisação do setor em decorrência da crise financeira mundial em meados de outubro de 2008. Das sessenta e oito siderúrgicas não-integradas visitadas, vinte e seis estavam inoperantes. Dessa forma, a obtenção de alguns dados ficou prejudicada.

3 PLANO DE AÇÃO

Haja vista que o setor tem muito a evoluir, foi elaborado um Plano de Ação, visando promover o avanço tecnológico e ambiental nos empreendimentos avaliados.

Na dissertação do Mestrado Profissionalizante em Sustentabilidade Sócio-econômica Ambiental foram feitas recomendações para trabalhos futuros, cuja maioria se aplica e estão contempladas no Plano de Ação proposto.

Além das recomendações da dissertação, foram consideradas outras ações a serem implementadas, conforme descrito a seguir.

- Divulgação do trabalho primeiramente para o SISEMA e em seguida para a Sociedade Civil, Ministério Público / Poder Judiciário, Estado e Setor Industrial por meio de seminário / *work shop*. Para isso, deve ser elaborado folder que contemplará os aspectos relevantes do trabalho, de forma clara e objetiva. Ação a ser desenvolvida pela Gerência de Desenvolvimento e Apoio Técnico às Atividades Industriais (GEDIN).
 - Intensificação da fiscalização nas siderúrgicas. Em geral, as fiscalizações na planta industrial das siderúrgicas não-integradas decorrem de processos de licenciamento ambiental ou denúncias. Assim, na ausência de demandas dessa natureza, comumente alguns empreendimentos permanecem anos sem acompanhamento do órgão de controle ambiental. Dessa forma, devem ser realizadas campanhas integradas de fiscalização do setor, com frequência anual. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente.
 - Criação de banco de dados de acesso restrito no SISEMA, com atualização sistemática, a partir das informações consolidadas em planilhas Excel levantadas neste trabalho. O banco de dados atenderá a todo o sistema, de modo a facilitar consultas e análises, principalmente relativas ao nível de evolução do setor ou pontuais, por exemplo, em determinado município ou de empreendimento específico. Neste banco de dados os empreendimentos serão discriminados, diferentemente da forma abordada neste trabalho, cuja razão social foi ocultada, haja vista que o objetivo do estudo foi avaliar o setor como um todo e não cada empreendimento isoladamente. O banco de dados poderá
-

subsidiar fiscalizações e análise de processos de licenciamento ambiental, principalmente quanto à revalidação de Licenças de Operação. Ação a ser desenvolvida pelo SISEMA, com coordenação da GEDIN.

Os itens a seguir foram bastante discutidos na dissertação, motivo pelo qual não serão justificados neste relatório.

- Revisão da Deliberação Normativa COPAM nº 49/2001, contemplando inclusive a questão dos arrendamentos das plantas industriais. Esta ação deve ser elaborada pelo órgão ambiental competente, em conjunto com outras entidades públicas e privadas.
 - Campanhas de medição da concentração de material particulado emitida pelos altos-fornos, para aferição dos resultados de automonitoramento apresentados por determinados empreendimentos. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente por meio de convênios com laboratórios de instituições públicas ou privadas.
 - Incentivo a programas de MDL de maneira integrada à legislação e políticas aplicáveis, com o objetivo de ajudar o setor a superar as diversas barreiras ao uso sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas.
 - Estudo detalhado do balanço de CO₂ na cadeia de fabricação do ferro gusa, contemplando medição de CO₂ nos altos-fornos e nos fornos de carbonização da madeira. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente, com apoio de outras instituições públicas e privadas.
 - Estudo detalhado acerca do balanço hídrico no processo de fabricação do ferro gusa, haja vista a divergência de valores encontrados na literatura e os praticados pelos empreendimentos. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente.
 - Desenvolvimento de indicadores ambientais para acompanhamento da evolução do desempenho ambiental e energético do setor, a partir de consumos específicos de matérias-primas e insumos e gerações específicas de resíduos sólidos e efluentes, adotando em princípio os dados apresentados no trabalho e
-

os critérios utilizados para classificação dos empreendimentos. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente, com possibilidade de convênio com outras instituições públicas e privadas.

- Estudo de viabilidade da redução do consumo de carvão vegetal no processo produtivo. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente, com apoio de outras instituições públicas e privadas, caso necessário.
 - Estudo de viabilidade da redução da geração e reuso de resíduos sólidos industriais. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente, com apoio de outras instituições públicas e privadas, caso necessário.
 - Estudo da vulnerabilidade socioambiental dos municípios onde as plantas siderúrgicas estão inseridas, considerando os riscos e as singularidades que caracterizam cada uma das localidades. Ação a ser desenvolvida pelo órgão ambiental competente, com apoio de outras instituições públicas e privadas, caso necessário.
-

ANEXO

Dissertação de Mestrado “Avaliação Ambiental do Setor de Siderurgia Não-Integrada a Carvão Vegetal do Estado de Minas Gerais”

