

# Gestão de resíduos sólidos no Brasil: análise dos resíduos sólidos siderúrgicos e da construção e demolição

Flávio Andreote dos Santos<sup>1</sup>, Márcio Pozzobon Pedroso<sup>2</sup> e André Geraldo Cornélio Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras. Mestrado em Tecnologias e Inovações Ambientais. Caixa Postal 3037. Lavras-MG, Brasil. (CEP 37200-000). E-mail: flavioandreote@gmail.com.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras. Departamento de Química. Caixa Postal 3037. Lavras-MG, Brasil (CEP 37200-000).

<sup>3</sup>Universidade Federal de Lavras. Departamento de Engenharia. Caixa Postal 3037. Lavras-MG, Brasil (CEP 37200-000).

**Resumo.** O presente trabalho objetiva avaliar a gestão de resíduos sólidos industriais (RSI) e os provenientes da construção e demolição civil (RCD), enfatizando-se a destinação ambientalmente adequada dos RCD incorporados com RSI siderúrgicos. Procedeu-se com um estudo sobre o cenário atual da geração desses resíduos no Brasil e no Estado de Minas Gerais, após a avaliação das informações apresentadas pelos órgãos oficiais de controle ambiental e estatística. Conforme constatado, tal panorama ainda não foi devidamente caracterizado pelo sistema de gestão governamental, devido às falhas verificadas no processo de obtenção, padronização e sistematização das informações, ao nível federal e estadual, situação que maximiza os potenciais danos ambientais e à saúde humana.

**Palavras-chave:** Política Nacional de Resíduos Sólidos; Reciclagem; Resíduos perigosos.

**Abstract.** *Solid waste management in Brazil: Analysis of the siderurgy and building solid waste.* This study aims to evaluate the management of industrial solid waste (ISW) and those from construction and civil demolition (CDW), with emphasis on the environmentally sound disposal of CDW built with steel ISW. Proceeded to a study on the current situation of the generation of waste in Brazil and the State of Minas Gerais, after evaluation of the information provided by official agencies of environmental control and statistics. As noted, such a scenario has not been properly characterized by the government management system because of the shortcomings found in the procurement process, standardization and systematization of information, the federal

Recebido  
18/02/2022

Aceito  
20/08/2022

Publicado  
31/08/2022



Acesso aberto



ORCID

0000-0002-0682-8234

Flávio Andreote dos Santos

0000-0002-9323-3182

Márcio Pozzobon Pedroso

0000-0002-3175-5313

André Geraldo Cornélio Ribeiro

and state level, a situation that maximizes the potential environmental damage and human health.

**Keywords:** National Solid Waste Politics; Recycling; Hazardous waste.

## Introdução

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída no Brasil por meio da Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010), objetiva de forma hierárquica a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e, sendo inevitável, a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos gerados durante o processo de produção e após o ciclo de vida do produto, com o intuito de nortear os aspectos relacionados à regularização e gestão ambiental.

A produção industrial gera inúmeros RSI que ainda não possuem tecnologias adequadas para sua reutilização e reciclagem, sendo necessária a sua disposição final ou intermediária, para posterior utilização. No Brasil há um expressivo setor siderúrgico (IBGE, 2009), o qual gera uma grande quantidade de RSI que devem seguir para uma destinação ambiental adequada. Devido ao grande volume gerado, a disposição final em aterros industriais torna-se onerosa e demanda uma crescente expansão de células para contenção. Deste modo, é necessária a busca por alternativas mais sustentáveis para a destinação dos RSI gerados. A reutilização e a reciclagem dos RSI são alternativas à disposição final adequada, mas devem atender aos quesitos da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.

Um dos processos que permite em sua produção a incorporação de RSI é a fabricação cerâmica, com amplo emprego nacional, contudo, sem regulamentação no país. Para o Conselho Estadual de Políticas Ambientais de Minas Gerais (COPAM), a incorporação de RSI siderúrgicos apresenta-se como uma alternativa adequada, porém ainda não regulamentada (COPAM, 2017). Estudos apontam a inserção de outros resíduos na fabricação de tijolos, como a lama de estações de tratamento de água, resíduos oleosos, da produção de celulose e da metalurgia (Silva et al., 1999; Vieira et al., 2007; Vieira et al., 2006; Vieira e Monteiro, 2009), com o intuito de sanar os problemas ligados à destinação adequada dos RSI.

O tratamento e a disposição adequada dos RSI são questões preocupantes, sobretudo em pequenos municípios e empresas que não são contempladas pelo processo de regularização ambiental com licenciamento. Nesses casos, verifica-se uma grande disposição irregular de RSI, que podem apresentar uma elevada concentração de elementos traço, com a consequente poluição de mananciais, potenciais danos à fauna, flora, e a saúde humana.

Diante desse contexto, a gestão de resíduos sólidos no Brasil deve ser amplamente analisada, sobretudo, no que se refere à regularização ambiental e o controle da destinação ambiental adequada de RSI, principalmente daqueles caracterizados como perigos e não inertes, em um cenário nacional ainda não efetivamente diagnosticado.

## Materiais e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de levantamentos realizados referentes à legislação, normatização e diagnósticos, decorrentes da consulta junto aos órgãos governamentais de origem: Ministério do Meio Ambiente, Ministérios das Cidades, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Secretaria de Estado e Meio

Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), além da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a Associação de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

A verificação das informações disponibilizadas nos sites oficiais buscou analisar o Plano Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos e de Saneamento Básico, dados estatísticos da produção siderúrgica, cerâmica, e da geração e destinação dos RSI e RCD, além da regulamentação e destinação final das peças cerâmicas incorporadas com RSI.

### **Gestão de resíduos sólidos industriais**

Resíduo sólido, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR 10004:2004 (ABNT, 2004) é definido como todo material que nos estados sólidos ou semissólidos resultam das atividades da comunidade de origem: industrial, comercial, hospitalar, agrícola, doméstica, de serviços de varrição, além dos lodos gerados durante o tratamento de água e resultantes do controle de poluição e líquidos que possuem características que inviabilizem o lançamento na rede pública de esgoto ou em cursos d'água.

A crescente industrialização promoveu o aumento expressivo de resíduos industriais perigosos, sendo necessário o adequado gerenciamento destes resíduos, com o intuito de minimizar os impactos negativos junto aos ecossistemas e ao próprio homem (Brito e Soares, 2009), o descarte desses resíduos é uma grande preocupação social (Oliveira e Holanda, 2004).

A compreensão dos benefícios ambientais provenientes da avaliação e da redução na geração de resíduos remete a uma gestão ambiental sustentável do processo. Uma pequena redução quantitativa dos resíduos pode levar a uma expressiva redução nos impactos gerados pela produção. A prevenção da produção de resíduos apresenta uma importante diminuição de emissões e dos problemas ambientais decorrentes (Gentil et al., 2011).

Existem informações científicas que tratam sobre a geração e a destinação final adequada de resíduos sólidos, contudo, apesar de existirem tecnologias capazes de minimizar os impactos ambientais gerados nas atividades produtivas, é visível a inadequada gestão destes resíduos (Nagashima et al., 2011). O sistema de gestão dos resíduos sólidos constitui-se numa das principais ferramentas que garantem a preservação e proteção ambiental. Contudo, a atual gestão de resíduos sólidos brasileira apresenta prejuízos ambientais e econômicos (ABRELPE, 2017).

### **Classificação de RSI e RCD**

As questões ambientais e o desenvolvimento sustentável apresentam uma ascendente preocupação para a sociedade contemporânea. Nesse contexto, a ABNT NBR 10004:2004 (ABNT, 2004) descreve que a classificação de resíduos sólidos deve avançar além da indicação do norte para a disposição final, e se iniciar na identificação da atividade ou processo que lhes deram origem, na comparação com os grupos de substâncias de conhecido impacto à saúde e ao meio ambiente, com o objetivo de caracterizar o resíduo por meio da identificação da matéria-prima e seus insumos. A Tabela 1 apresenta as classes definidas pela ABNT.

O fluxograma de caracterização e classificação de resíduos utilizado pela ABNT NBR 10004:2004 (ABNT, 2004) descreve que, se o resíduo possui origem conhecida e consta nos anexos "A" e "B" da referida norma, deve ser classificado como resíduo perigoso, classe I. O anexo "B" apresenta a relação de resíduos perigosos de fontes específicas e descreve, para as fontes ligadas à produção de ferro e aço, os resíduos inerentes ao lodo e poeiras provenientes dos sistemas de controle de emissão de gases, tendo como constituintes perigosos: cromo, chumbo, arsênio e cádmio, conferindo toxicidade e corrosividade.

**Tabela 1.** Classificação e características dos resíduos sólidos.

Classe	Descrição	Características
I	Resíduos perigosos	Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade
II	Resíduos não perigosos	Não apresenta as características acima descritas
II-A	Resíduos não inertes	Extrato solubilizado é superior à delimitação estabelecida
II-B	Resíduos inertes	Extrato solubilizado é inferior à delimitação estabelecida

Fonte: Adaptada da ABNT NBR 10004:2004 (ABNT, 2004).

Ressalta-se que a norma em pauta prioriza a origem do resíduo para realizar sua classificação, baseando-se em uma listagem de resíduos perigosos, que apresentam constituintes que possuem características de periculosidade. Todavia, se a matéria prima, a atividade ou o processo não são conhecidos, faz-se necessário verificar as características que podem identifica-lo como perigoso, fato que demanda maior esforço financeiro, operacional e tempo, em relação àqueles resíduos de origem conhecida.

O limite máximo de concentração de parâmetros que conferem periculosidade aos resíduos sólidos está inserido no anexo “F” da NBR 10004:2004. Os padrões para o ensaio de solubilização estão descritos junto ao anexo “G” da norma em questão, normatizando os limites máximos no extrato solubilizado para vários parâmetros. A Tabela 2 exemplifica e compara os limites máximos estabelecidos para lixiviação e solubilização.

**Tabela 2.** Limites máximos para lixiviação e solubilização.

Parâmetro	Limites máximos (mg.L <sup>-1</sup> )	
	Lixiviação - Anexo “F”	Solubilização - Anexo “G”
Arsênio	1,0	0,01
Cádmio	0,5	0,005
Chumbo	1,0	0,01
Cobre	-*	2,0
Cromo total	5,0	0,05
Ferro	-*	0,3
Manganês	-*	0,1

“-\*” - Valores não avaliados para limites do extrato lixiviado.

Fonte: Adaptada da ABNT NBR 10004:2004 (ABNT, 2004).

A gestão e classificação de RCD foram estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 30/2002 (Brasil, 2002). As classes são similares ao descrito na ABNT NBR 15112:2004 (ABNT, 2004), conforme Tabela 3. Entretanto, a resolução apresenta a classe “D” acrescida de telhas e materiais produzidos em amianto e produtos nocivos à saúde.

**Tabela 3.** Classificação dos resíduos de construção e demolição.

Classe	Caracterização	Exemplo
A	Resíduos reutilizáveis, ou, recicláveis como agregados	Tijolos e telhas
B	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plástico, vidro e metais
C	Resíduos que ainda não possuem tecnologia ou aplicações economicamente viáveis para recuperação ou reciclagem	Gesso
D	Resíduos perigosos	Óleos e solventes

Fonte: Adaptada da Resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2002) e ABNT NBR 15112:2004 (ABNT, 2004).

## Resultados

### Geração RSI siderúrgicos e de RCD

A versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (MMA, 2012) descreve que a construção civil é um indicador de crescimento socioeconômico brasileiro. A atividade consome uma grande quantidade de recursos naturais, promove alterações na paisagem e gera resíduos, com alta potencialidade de gerar impactos ambientais negativos. A massa de RCD pode representar de 50% a 70%, em peso, dos resíduos sólidos urbanos, e causar grandes transtornos devido ao volume gerado (MMA, 2012). Em relação aos RSI, a versão preliminar do PNRS aponta a inviabilidade atual da realização do diagnóstico completo, devido à falta de elaboração do inventário junto aos órgãos ambientais estaduais, a falta de padronização e atualização dos dados obtidos. A Tabela 4 descreve os dados mais recentes sobre a massa de RCD e RSI coletados, recebidos e destinados pelos municípios brasileiros.

**Tabela 4.** Massa total de resíduos sólidos coletados, recebidos e destinados - RCD e RSI.

Massa de RCD e RSI Gerada/Coletada/Recebida (t/ano)	Fonte		
	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008	Plano Nacional de Resíduos Sólidos	Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2014
Total de municípios declarantes	136	-1	3.765
RCD gerados	-1	-1	-1
RCD coletados	-1	36.264.2103	-1
RCD recebidos nas ATT <sup>2</sup>	-1	-1	354.312
RCD destinados à reciclagem	-1	-1	1.125.524
RCD recebidos em aterros (inertes)	-1	-1	1.570.580
RSI gerados	-1	97.655.4384	-1
RSI coletados	1.257.060	-1	-1
RSI recebidos em aterros industriais	-1	-1	5.843

"1" A fonte não apresentava os dados analisados.

"2" Área de Transbordo e Triagem.

"3" Os dados baseiam-se em estudos da ABRELPE, são relativos ao ano de 2010 e não consideram nas projeções os RCD provindos de serviços privados.

"4" O valor apresentado na versão preliminar do PNRS foi obtido junto aos Inventários Estaduais de RSI e Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Industriais - ABETRE/FGV.

Fonte: MMA (2012), SNIR (2016).

As fontes geradoras de RSI siderúrgicos e RCD inerentes à extração e o beneficiamento de minerais metálicos e argila no Brasil, possuem uma expressiva influência no setor industrial, fato que aponta uma grande geração de resíduos decorrentes das atividades. Conforme descreve a Pesquisa Industrial, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), pode-se observar na Tabela 5 a série histórica inerente à produção de ferro-gusa e a produção de artefatos cerâmicos.

**Tabela 5.** Produção de produtos siderúrgicos e artefatos cerâmicos.

Classes de produtos	Quantidade produzida (milhões)				
	Ano				
	2011	2012	2013	2014	2015
Ferro-gusa (t)	7,00	6,49	6,13	6,13	5,10
Escórias da produção de gusa (t)	1,99	1,94	3,30	(X)	0,75
Telhas de Cerâmica (un.)	2.597	2.427	2.290	2.988	3.054
Tijolos Perfurados e outros (un.)	5.309	6.146	7.217	9.293	7.256

(X) Informação com um ou dois informantes são omitidas pelo IBGE.

Fonte: IBGE (2017).

Devido à necessidade de quantificar e gerenciar os RSI foi proposto a partir do ano de 2002 o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, por meio da Resolução CONAMA nº 313/2002 (Brasil, 2002), em consonância com a Lei nº 6.938/1981 (Brasil, 1981). A resolução define que as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental devem ser instadas pelos órgãos ambientais estaduais a prestarem declarações periódicas sobre os resíduos industriais gerados, em atividades listadas no anexo II da resolução.

A quantificação nacional dos RSI é pautada nos inventários estaduais de resíduos sólidos gerados. Tal fato apresenta uma grande dificuldade de integração das informações, devido às metodologias de obtenção das informações por parte dos órgãos estaduais de controle ambiental, pelas diferentes consultas, entrevistas e relatórios utilizados, a não utilização dos códigos propostos e a amplitude do escopo empregado por cada ente federativo, além da participação efetiva de apenas 14 estados, conforme a versão preliminar do PNRS (MMA, 2012).

Pode-se avaliar como exemplo a declaração de RSI junto ao órgão ambiental estadual em Minas Gerais, a qual contempla as atividades elencadas na Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 (COPAM, 2004), norma vigente à época do inventário RSI do Estado de Minas Gerais entre 2012 e 2015, que estejam condicionadas à Licença de Operação (LO) para seu funcionamento, classes 3 a 6. Essa deliberação normativa define os critérios para classificação dos empreendimentos e atividades que utilizam recursos ambientais. As classes são pautadas na relação potencial poluidor e porte da atividade, resultante nas classes de 1 a 6. A obtenção de dados atualmente aplicada abstém de coletar informações de todas as atividades classificadas abaixo dessa deliberação normativa, não passíveis de ato autorizativo para funcionamento, além daquelas que se enquadram nas classes 1 e 2, sujeitas a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

Somente os empreendimentos de grande porte, classificados nas classes de 3 a 6, devem efetuar a declaração da geração de RSI. A amplitude da gestão do órgão de controle ambiental no Estado de Minas Gerais contempla atualmente somente os grandes geradores, em conformidade com a Deliberação Normativa COPAM de nº 90/2005 (COPAM, 2005). Contudo, há um grande número de empreendimentos geradores de RSI que não efetuam a declaração e podem apresentar uma geração superior à atualmente

declarada. A Tabela 6 apresenta o total de empresas que efetuaram a declaração no Inventário de RSI no estado entre os anos de 2012 e 2015 (FEAM, 2016).

**Tabela 6.** Empresas declarantes no inventário RSI do Estado de Minas Gerais entre 2012 e 2015.

Classes DN 74/2004	Ato autorizativo aplicado	Periodicidade das declarações	Empresas declarantes - ED			
			2012	2013	2014	2015
Inferior	Não passível	Não declara	-*	-*	-*	-*
1	AAF	Não declara	-*	-*	-*	-*
2	AAF	Não declara	-*	-*	-*	-*
3	LO	Bienal	-*	ED	-*	ED
4	LO	Bienal	-*	ED	-*	ED
5	LO	Anual	ED	ED	ED	ED
6	LO	Anual	ED	ED	ED	ED
<b>Quantidade total de empresas declarantes</b>			<b>442</b>	<b>1.094</b>	<b>467</b>	<b>1.107</b>

"-\*" – Quantidade de empresas não avaliado no período.

Fonte: Adaptada da Deliberação Normativa nº 74/2004 (COPAM, 2004) e FEAM (2016).

O setor da construção é um grande gerador de resíduos sólidos e consumidor de recursos naturais. Deste modo, é necessária a adequação de atitudes rotineiras, no que tange ao descarte de materiais, na busca da sustentabilidade produtiva (Rocha e Sattler, 2009). A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017) apresentou no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2016 (Silva et al., 1999; Vieira et al., 2006, 2007; Vieira e Monteiro, 2009), como forma de resolver os problemas inerentes a destinação adequada dos RSI. A Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017 (COPAM, 2017), do Estado de Minas Gerais, possibilitou o emprego de RSI siderúrgicos na incorporação junto à produção de artefatos de cerâmica, na proporção de 10%. Contudo, não apresenta medidas de identificação e controle das peças cerâmicas incorporadas com RSI.

## Discussão

Após a análise da legislação federal e estadual e dos diagnósticos realizados pelos órgãos de controle ambiental e estatística, verificou-se que o cenário nacional e do Estado de Minas Gerais, referente à geração de RSI e RCD ainda não foi devidamente definido. Não são táticas as quantidades geradas, o volume tratado e a disposição dos resíduos sólidos.

A falta do diagnóstico da geração dos resíduos dificulta o processo de gestão ambiental dos RSI e RCD, e prejudica uma política de gestão estratégica. A deficiente caracterização do cenário deve-se ao processo de obtenção e tratamento das informações. Os dados são fornecidos pelos empreendimentos, sem qualquer tipo de contraprova. Observa-se que os informantes são responsáveis pela destinação final adequada de seus resíduos e prestam contas ao órgão ambiental fiscalizador. Fato similar é verificado nos municípios, onde as prefeituras são fiscalizadas pelo órgão ambiental estadual.

Apesar da falta do diagnóstico fidedigno, os levantamentos apontam a disposição final inadequada de RSI e de RCD, e indicam impactos ambientais negativos, que podem ser maximizados pela política inerente ao processo de regularização ambiental. Verifica-se que um RCD será segregado conforme a definição de sua classe, deste modo, a gestão é pautada nas características esperadas junto ao resíduo. Todavia, se um resíduo possui modificações nas características habitualmente esperadas na sua composição e, tal

informação não é disponibilizada para os gestores, corre-se o risco de ocorrer a destinação final inadequada, ou, da inserção do resíduo de forma equivocada no ciclo de reutilização, ou, reciclagem.

## Conclusão

Não há uma fidedigna caracterização da total geração de RSI siderúrgicos e RCD no Brasil. A falta de conhecimento do real cenário de resíduos inviabiliza uma adequada gestão, tratamento e disposição final ambientalmente correta, devido à impossibilidade de executar um planejamento sólido, que contemple a totalidade de resíduos gerados. Os dados disponíveis indicam uma inadequada gestão e disposição final irregular, fato que maximiza os impactos ambientais negativos, no que se refere à disposição irregular dos RSI e RCD.

A incorporação de RSI siderúrgicos na produção cerâmica não está devidamente regulamentada, situação que indica a segregação visual dos RCD classe “A” incorporados com RSI, juntamente com os demais resíduos da construção civil. Gestão que pode destinar inadequadamente resíduos perigosos utilizados na fabricação de artefatos cerâmicos e gerar graves danos ambientais.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRELPE - Associação de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. São Paulo: ABRELPE, 2017.

Brasil. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 03 nov. 2021.



Brasil. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 03 nov. 2021.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <[http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=305](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305)>. Acesso em: 03 nov. 2021.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <[http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=331](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=331)>. Acesso em: 03 nov. 2021.

Brito, A. L. F.; Soares, S. R. Avaliação da integridade e da retenção de metais pesados em materiais estabilizados por solidificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 39-48, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000100005>

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. **Deliberação Normativa nº 217, de 06 de dezembro de 2017**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD, Belo Horizonte, 08 dez. 2017.

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. **Deliberação Normativa nº 74, de 09 de setembro de 2004**. Diário do Executivo de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 02 out. 2004.

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. **Deliberação Normativa nº 90, de 15 de setembro de 2005**. Diário do Executivo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 30 set. 2005.

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Inventário de Resíduos Sólidos Industriais**: Ano Base 2012 a 2015. Belo Horizonte: FEAM, 2016. Disponível em: <<http://feam.br/declaracoes-ambientais/inventario-de-residuos-solidos-industriais>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

Gentil, E. C.; Gallo, D.; Christensen, T. H. Environmental evaluation of municipal waste prevention. **Waste Management**, v. 31, n. 12, p. 2371-2379, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.030>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial**: empresa. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. v. 28, n. 1.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial**: produto. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1529/PNRS\\_consultaspublicas.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1529/PNRS_consultaspublicas.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2017.

Nagashima, L. A.; Barros Júnior, C.; Andrade, C. C.; Silva, E. T.; Hoshika, C. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: uma proposta para o Município de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 33, n. 1, p. 39-47, 2011. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v33i1.581>

Oliveira, G. E.; Holanda, J. N. F. Reaproveitamento de resíduo sólido proveniente do setor siderúrgico em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 50, n. 314, p. 75-80, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132004000200002>

Rocha, C. G.; Sattler, M. A. A discussion on the reuse of building components in Brazil: An analysis of major social, economical and legal factors. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 2, p. 104-112, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.07.004>

Silva, N. I.; Calarge, L. M.; Chies, F.; Mallmann, J. E.; Zwonok, O. Caracterização de cinzas volantes para aproveitamento cerâmico. **Cerâmica**, v. 45, n. 296, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0366-69131999000600004>

SNIS - Secretaria Nacional de Saneamento Básico. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2014**. Brasília: SNIS, 2016.

Vieira, C. M. F.; Andrade, P. M.; Maciel, G. S.; Vernilli Jr., F.; Monteiro, S. N. Incorporation of fine steel sludge waste into red ceramic. **Materials Science and Engineering: A**, v. 427, n. 1/2, p. 142-147, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2006.04.040>

Vieira, C. M. F.; Dias, C. A. C. M.; Mothé, A. V.; Sánchez, R.; Monteiro, S. N. Incorporação de lama de alto forno em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 53, n. 328, p. 381-387, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132007000400008>

Vieira, C. M. F.; Monteiro, S. N. Incorporation of solid wastes in red ceramics: An updated review. **Matéria**, v. 14, n. 3, p. 881-905, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1517-70762009000300002>



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.