

**A CONTRIBUIÇÃO DA SIDERURGIA BRASILEIRA NA PRESERVAÇÃO DE NASCENTES DE
ÁGUA**

IGOR VENANCIO ANDRES LEBEDEV MARTINEZ

CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS

CELSO MACHADO JUNIOR

CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS

ORLANDO ROQUE DA SILVA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS

A CONTRIBUIÇÃO DA SIDERURGIA BRASILEIRA NA PRESERVAÇÃO DE NASCENTES DE ÁGUA

RESUMO

A pesquisa analisa alternativas que a indústria siderúrgica brasileira pesquisa para a destinação de escória do processo de aciaria, com este intuito, desenvolveu-se um estudo de caso na empresa Usiminas. A pesquisa se apóia em análise documental, com material disponibilizado em sites de empresas siderúrgicas e de material recebido frente à solicitação dos pesquisadores. O processo de aplicação definido pela Usiminas possibilitou a utilização da escória em substituição a brita para a pavimentação de vias rurais. A utilização deste produto apresentou benefícios para os municípios do entorno, que possuem dificuldades para normalizar estas vias, frente o baixo orçamento municipal existente. Hoje não se compra o agregado siderúrgico, haja visto que o mesmo é disponibilizado pela siderúrgica mediante contrapartidas. Como contrapartida o município deve desenvolver ações socioambientais como a preservação de nascentes de águas. Resulta que, a Usiminas transformou um passivo ambiental de três milhões de toneladas de escória de aciaria, em um ativo rentável para a empresa e para as comunidades de seu entorno. A empresa celebra contratos socioambientais com os municípios com o escopo de identificação, recuperação e manutenção das nascentes dos municípios e o reflorestamento. Este conjunto de ações foi possível graças às inovações sustentáveis desenvolvidas pela siderurgia.

Palavras-chave: Fontes de água; Inovação Sustentável; Escória de aciaria.

THE CONTRIBUTION OF BRAZILIAN STEEL IN THE PRESERVATION OF WATER SOURCES

ABSTRACT

The research analyzes alternatives that the Brazilian steel industry researches for the destination of slag from the steelmaking process, with this purpose, a case study was developed at Usiminas. The research is based on documentary analysis, with material made available on sites of steel companies and material received in response to the request of the researchers. The application process defined by Usiminas made it possible to use slag instead of gravel for the paving of rural roads. The use of this product had benefits for the surrounding municipalities, which have difficulties to normalize these routes, in front of the existing low municipal budget. Today we do not buy the steel aggregate, since it is made available by the steelmaker through counterparts. As a counterpart, the municipality must develop socio-environmental actions such as the preservation of water sources. As a result, Usiminas has transformed an environmental liability of three million tons of steel slag into a profitable asset for the company and its surrounding communities. The company concludes socio-environmental contracts with the municipalities with the scope of identification, recovery and maintenance of the municipalities' springs and reforestation. This set of actions was made possible by the sustainable innovations developed by the steel industry.

Key words: Water sources; Sustainable Innovation; Slag from steelworks

1. INTRODUÇÃO

A natureza, como a conhecemos, provê todos os meios para a existência humana, disponibilizando os recursos necessários para o desenvolvimento da sociedade. Decorre deste fato, que o planeta sofre as consequências do comportamento humano, que, por sua vez deve ponderar não somente a utilização dos recursos, mas também as medidas necessárias para a sua preservação. Com a produção crescente de aço, (Tabela 1), surgem situações que não foram devidamente compatibilizadas com os recursos ambientais disponíveis, logo, para a preservação da natureza, se evidencia a importância de pesquisas e estudos que compatibilizem a utilização destes recursos, portanto estas pesquisas são prementes. O desenvolvimento de tecnologias inovadoras que mitiguem os danos ao meio ambiente, surgem com o propósito de continuidade. Neste contexto se destaca a abordagem de Barbieri (2010) para quem a relação entre sustentabilidade e inovação é de fundamental importância para a preservação do planeta. O autor destaca a importância da inovação nas atividades produtivas, considerando-se a perenidade, a rentabilidade, e as dimensões da sustentabilidade – social, ambiental e econômica.

A produção industrial é crítica no processo consumo-preservação, pois demanda insumos disponíveis no planeta. Um importante componente neste contexto é a siderurgia, pois é uma atividade produtiva que utiliza de forma intensa os insumos da natureza. Segundo a World Steel Association, WSA (2017) a produção mundial de aço se apresenta em ritmo crescente ao longo do tempo. Conforme apresentado na Tabela 1, na qual se observa que no período de 1990 a 2016 a produção cresceu rapidamente, sendo que a China se torna responsável por 50% da produção mundial.

Tabela 1. Produção Mundial de aço

Ano	Produção 10 ⁶ t mundial	Brasil 10 ⁶ t	China 10 ⁶ t	Participação do Brasil na produção mundial de aço	Participação da China na produção mundial de aço
1990	654	62,0	62	9,48%	9,48%
2016	1630	31,3	808	1,92%	49,57%

Fonte: World Steel Association (WSA, 2017)

Os dados referentes à produção mundial de aço, apresentados na Tabela 1, evidenciam que o meio ambiente do planeta é potencialmente afetado por esse nível de produção, principalmente ao se comparar os desempenhos em 1990 e em 2016, período em que a produção de aço mais que dobrou. Para a produção de uma tonelada de aço, movimentam-se em média 3,5 toneladas de insumos Aço Brasil (2011). Estes materiais, são deslocados de uma localidade a outro, e esta movimentação produz emissões de gases, em destaque o CO₂, por equipamento de diversos modais, rodoviário, ferroviário e cabotagem. Nesta pesquisa não consideraremos o balanço energético da produção do aço, porém, destaca-se que, a produção de uma tonelada de aço impacta, tanto na emissão de gases de efeito estufa (GEE) durante o seu processamento, quanto em seu resultado, pois gera uma tonelada de resíduos ao longo do processo. Estes subprodutos derivados do processo de fabricação, muitas vezes, não possuem a destinação adequada e tornam-se passivos ambientais afetando a natureza. Este estudo se concentrou em dois subprodutos (resíduos) denominados de forma geral como escória, que são gerados na etapa produtiva de uma siderúrgica integrada, onde se produz aço a partir de minério de ferro.

Os resíduos ou subprodutos recebem no Brasil, classificações regidas por leis federais e estaduais. No caso do estado de Minas Gerais, a Lei Nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos. O estado de Minas Gerais com o auxílio das empresas privadas do setor siderúrgico desenvolveu um guia denominado - Guia técnico para armazenamento de resíduos industriais, que tem sua versão final publicada em 11 de setembro

de 2017. O documento apresenta importantes condutas a serem adotadas no momento do descarte de resíduos. O termo, inservível ou resíduo deve ser entendido sob a seguinte forma: material resultante de processo produtivo com pesquisa insuficiente para a destinação adequada deste quando retornado à natureza. Para suprir esta deficiência o processo de reciclagem surge como a solução adequada, pois provê uma reutilização e evita o seu descarte na natureza.

A geração de escória, no processo siderúrgico, ocorre em duas etapas e com diferentes características entre si: a primeira, originária no processo de alto forno convencional que transforma o minério de ferro em ferro gusa, e a segunda resultante do processo de transformação do ferro gusa em aço, etapa que ocorre na aciaria. O volume de escoria gerado na transformação de minério em alto forno, *Basic Oxygen Furnance* - BOF, é significativo, pois é proporcional ao volume de material em transformação.

Segundo Van Oss (2013) há a geração de 250 a 300 Kg de escória de alto forno, já Araújo *et al.*, (2015) informam que na transformação do ferro gusa em aço, no processo de aciaria com processo Linz Donawitz (LD), observa-se a geração de 100 kg de escoria, em ambos os casos, considerando o processo de transformação de uma tonelada de aço.

Baseando-se nos números da produção mundial de aço, constantes na Tabela 1, no ano de 2016, produziu-se 1.628.000.000 t de aço e foram gerados os subprodutos em questão: 1-escoria de alto forno 407.000.000 t; 2-escoria de aciaria 162.800.000 t. Estes valores, estabelecem o volume de material (escória) gerado em um ano, e a respectiva preocupação de como destinar corretamente estes subprodutos.

A indústria cimenteira utiliza como matéria prima, para seu produto cimento, a escória de alto forno, observa-se assim, uma destinação segura em termos ambientais para este subproduto, que se transforma de um passivo ambiental em um coproduto rentável. Por outro lado, no processo de aciaria, o material resultante, não possui a mesma possibilidade de aplicação, fato este, que incentiva o desenvolvimento de estudos, para se encontrar uma destinação ambientalmente adequada.

Nesse contexto, esta pesquisa tem o objetivo de analisar a adequação das alternativas que indústria siderúrgica brasileira está desenvolvendo para a destinação da escoria do processo de aciaria.

2. SUSTENTABILIDADE NO SETOR SIDERÚRGICO

As inovações pesquisadas e testadas tendem a se tornar tecnologias aplicadas em processos produtivos, possibilitando o desenvolvimento do setor produtivo, no entanto, as novas tecnologias necessitam propiciar a implementação destes avanços associados com melhorias sociais e ambientais, tornando viável o desenvolvimento sustentável. Desta forma, a análise das inovações não deve se restringir ao contexto técnico, mas sim expandirem-se para a análise da adequação social e ambiental abrangendo diversas áreas das empresas e atendendo as necessidades dos *Stakeholders*. Em outra visão o Conselho de Administração possui dentre várias atividades a incumbência de avaliar o escopo de benefícios e riscos associados às inovações, pois são os representantes dos acionistas e controlam a gestão da empresa, em caso positivo implantá-las e verificar a adequação das mesmas.

Segundo Tricker (2015), todo Conselho de Administração tem como dever, a formulação da estratégia da empresa, a identificação de quais os riscos envolvidos, a determinação de como a empresa irá se comportar, em outras palavras, estabelecer como será o seu desenvolvimento visando a perenidade, rentabilidade, responsabilidade social e como estas ações serão exercidas pela organização. Destaca-se que, a utilização de insumos da natureza em excesso, a não destinação correta de rejeitos produzidos nas empresas, evidenciam, uma possível deficiência em Governança Corporativa.

As leis definidas pelas ciências, tais como, física, química, matemática, nos auxiliam a compreender o comportamento humano bem como as relações com a natureza. Destacam-se os cientistas, Lavoisier (1743-1794) químico francês e Rudolf Julius Clausius (1822-1888) físico alemão, que definiram leis do comportamento na natureza. Na atualidade o desafio aos pesquisadores é a de relacionar estas leis naturais com o comportamento humano, a sustentabilidade e suas consequências.

O físico alemão, Rudolf Julius Emmanuel Clausius, definiu na segunda lei da termodinâmica o conceito de entropia, Cunha (2013), que mede a desordem das partículas de um sistema físico. A segunda lei enuncia que: "Todo sistema natural, quando deixado livre, evolui para um estado de máxima desordem, correspondente a uma entropia máxima", ao inferirmos este conceito à forma como produzimos alimentos e produtos, sem o conceito de sustentabilidade chegar-se-á ao estado de máxima desordem, surge então, a preocupação com esta situação ao constatarmos que as consequências podem ser irreversíveis. Neste ponto reitera-se que a Governança Corporativa possui os instrumentos adequados para se atingir a sustentabilidade. Na discussão sobre siderurgia Shafer *et al.* (2007) mostraram que o comportamento sustentável ainda possui resistência em relação ao máximo lucro.

Outra evidência de que o ciclo produtivo deve ser virtuoso, quando tratamos de produção, e confirmada por Lavoisier, que revela ao mundo em 1785, a teoria conhecida por "Lei de conservação da massa". Segundo esta proposição, nas reações químicas em sistemas fechados, as massas permanecem constantes. Este conceito é mais conhecido como: "Na natureza, nada se cria, nada se perde e tudo se transforma". Esta lei da natureza indica um caminho a ser seguido para a preservação, visto que, ao entendermos que processos produtivos pertencem a um sistema fechado, no qual não ocorrem trocas com o meio externo, verificar-se-á que o conceito de sustentabilidade completa este ciclo.

Nesta abordagem, conservação das massas, ao se identificar a emissão de poluentes ou resíduos para o meio ambiente, verifica-se que as contramedidas deverão ser pesquisadas e disponibilizadas para evitar-se que o consumo de matérias primas retiradas da natureza se esgotem, portanto, recomendando-se a prática de reciclagem e reuso.

Para se evitar o esgotamento de matérias primas da natureza, no design de um produto, deverá ser prevista a diminuição de descartes de resíduos, pois, com a projeção do aumento da população, Tabela 2, quanto mais seres humanos habitarem o planeta, maiores serão as necessidades a serem atendidas. A Tabela 2, publicada pela Organização das Nações Unidas ONU (2017), apresenta a projeção da população mundial até o ano de 2100. Os dados evidenciam uma curva crescente no número populacional com destaque para os continentes da Africanos e da Asiático, por outro lado, percebe-se estabilidade a partir do ano de 2050 em algumas regiões. Os dados da Tabela 2 indicam que nos próximos 87 anos haverá um crescimento populacional de 48%.

Tabela 2. Estimativa de crescimento populacional (projeção de variação da média)

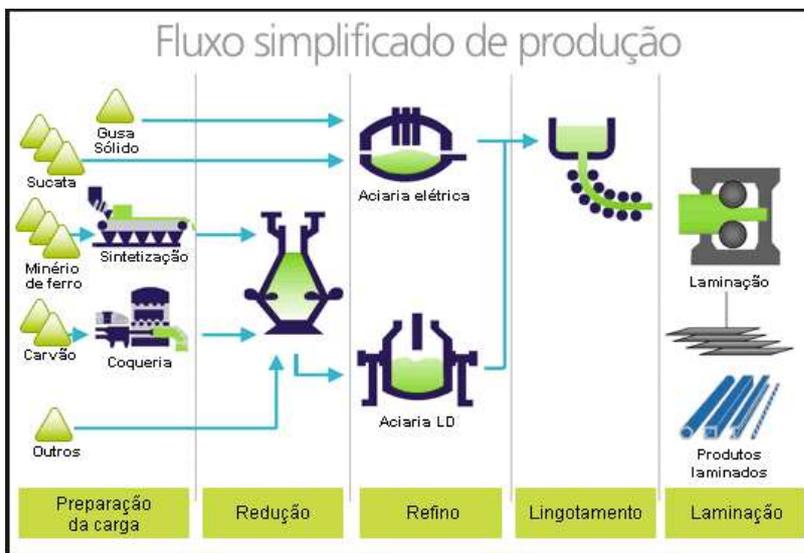
Região	População em milhões			
	2017	2030	2050	2100
Mundo	7550	8551	9772	11184
África	1256	1704	2528	4468
Ásia	4504	4947	5257	4780
Europa	742	739	716	653
América Latina e Caribe	646	718	780	712
Norte América	361	395	435	499
Oceania	41	48	57	72

Fonte: Nações Unidas (2017).

Como os dados indicam um aumento populacional de 48% no período (2017-2100), por hipótese, se o consumo e a produção de bens e alimentos aumentarem, isto implicará em uma maior demanda de matérias prima e em uma maior geração de resíduos.

O processo siderúrgico tem como resultado vários produtos, subprodutos, resíduos sólidos e emissões de GEE, algumas etapas podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1, processo de produção siderúrgico.



Fonte: Aço Brasil (2015)

A Figura 1 apresenta o fluxo do processo de produção de aço, este estudo destacará as etapas onde é gerada a escória de alto forno e aciaria. Esta geração ocorre em dois momentos, na etapa “Redução” identificada como escória do alto forno, e na etapa “Refino” onde ocorre à geração da escoria de aciaria. Como destacado, a escória de alto forno possui aplicação na fabricação de cimento, por outro lado o desafio atual se posiciona em identificar uma adequada destinação para a escória da aciaria.

A pesquisadora Piatak (2014), fez uma revisão de 150 artigos sobre escorias e identificou a possibilidade de classificá-las quimicamente em dois tipos: ferrosos e não ferrosos. A autora aponta o aumento do interesse científico sobre o assunto em decorrência do crescente aumento de publicações desde 1990. Destaca que, este interesse estabelece intima relação com a preocupação ambiental, com uma legislação mais rigorosa sobre o efeito ao meio ambiente que não havia no passado por falta de conhecimento, e pela baixa regulamentação ambiental tendo por consequência pouca pesquisa. Ao relacionarmos o volume de geração de subproduto (escória) com a produção mundial de aço, ter-se-á a dimensão do impacto à natureza.

Estudos sobre escoria de aciaria, visam três áreas prioritariamente, 1-a utilização para a fabricação de materiais de construção, 2-a recuperação de metal, 3-aplicações em meio ambiente. Em revisão da literatura Piatak (2014), destaca-se a predominância de artigos sobre escória do processamento de minério de Fe, visto que, este possui uma maior produção. O foco do trabalho da pesquisadora está na geração de escoria de aciaria, ou seja, a escória proveniente de conversor a oxigênio pelo processo, LD, sendo este, predominante na produção de aço. No livro de estatísticas da WSA, 2017, pagina 16, verifica-se que 75% do aço é produzido em Alto forno e 25% em fornos elétricos.

Pesquisa-se a situação de escorias oriundas do processo siderúrgico brasileiro, e suas utilizações, constatam-se que as aplicações mais comuns, segundo Araújo *et al.* (2015) para a destinação de escoria de aciaria estão em base e sub-base para pavimentação de rodovias, lastro

ferroviário, contenção de costas e aterros. No entanto observam-se também pesquisas destinadas a utilizar este material em outras aplicações como fabricação de tijolos, cerâmicas, mistura do cimento e fertilizantes.

Para atender as demandas de sustentabilidade, as soluções a serem implementadas devem incorporar aspectos sociais, ambientais e econômicos, estabelecendo-se assim perspectivas para o desenvolvimento de inovações sociais e ambientais. Barbieri *et al.* (2010) apontam que o processo de inovação das organizações deve incorporar à mitigação dos aspectos sociais e ambientais antagônicos a sociedade. Assim, a inovação sustentável beneficia a economia, a sociedade e o meio ambiente, edificando o conceito de desenvolvimento sustentável.

Segundo Mulgan (2006) a inovação social surge de uma resolução inovadora, voltada ao atendimento das necessidades humanas. Maurer e Silva (2014) indicam que a inovação social se destina a solucionar problemas sociais que afligem a humanidade.

A pesquisa desenvolvida por Holmes e Smart (2009), aproxima a inovação social ao empreendedorismo social, na abordagem dos autores, emerge a importância das empresas expandirem suas fronteiras fortalecendo o processo de inovação e a sua respectiva legitimação pela sociedade. Para Bridgstock *et al.* (2010) a inovação social possui ênfase na importância das ideias e no entendimento de que a condição social pode ser diferente e melhor. Assim a inovação social atende as necessidades humanas e sociais não satisfeitas, diferenciando-se da inovação empresarial que se volta ao consumidor e ao mercado.

A preocupação com o meio ambiente também se apresenta no contexto da sustentabilidade, logo, os processos tecnológicos e produtos devem incorporar inovações que atendam as demandas ambientais.

Segundo Kemp e Pearson (2007) a inovação ambiental se atenta com todo o ciclo de vida do produto ou serviço envolvendo um novo: produto, processo de produção, serviço ou gestão, ou modelo de negócio, novo para a organização que em seu ciclo de vida, mitigando no comparativo com alternativas relevantes, o risco ambiental, a poluição e outros possíveis impactos negativos decorrentes do uso dos recursos.

As inovações ambientais e sociais realizadas de forma responsável proporcionam mudanças tecnológicas, institucionais e organizacionais que alteram a base do conhecimento dos sistemas de produção (COENEN; DÍAZ LÓPES, 2010). Adicionalmente Van Den Bergh *et al.* (2011) destacam que na indústria, a transição para a Sustentabilidade se apoia em novas formas de inovação ambiental.

3. METODOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA.

A presente pesquisa será um estudo de caso da empresa Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A, Usiminas. Os processos de inovação em sua grande maioria são tratados de forma confidencial, por incluir aspectos estratégicos da empresa. Assim a definição da empresa a se pesquisar ocorreu por conveniência, por possibilitar acesso às informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. A opção adotada se ampara na abordagem de Richardson *et al.* (2007), que indica a adequação da utilização do estudo de caso quando se pretende explorar problemas complexos, realizar análise de relação entre variáveis, e estabelecer uma classificação para processos dinâmicos. Desta forma, a pesquisa qualitativa se mostrou adequada ao objetivo proposto.

A pesquisa foi realizada na empresa Usiminas, que atua no setor siderúrgico produzindo e comercializando aços planos de baixo carbono, como chapas grossas, laminados a quente, laminados frio e laminados revestidos. O Sistema Usiminas, possui suas principais atividades produtivas na cidade de Ipatinga no Estado de Minas Gerais e destaca-se por ser um importante complexo siderúrgico de aços planos do Brasil, contexto este, que justifica a relevância da

empresa escolhida como objeto de pesquisa, pois suas ações e suas inovações possuem potencial para influenciar o setor em que atua.

A técnica empregada na investigação foi a pesquisa documental. Segundo Sá-Silva (2009), o uso de documentos em pesquisa deve ser apreciado e valorizado. A riqueza de informações que deles podemos extrair e resgatar justifica o seu uso em várias áreas das Ciências Humanas e Sociais. Esta pesquisa se posiciona como documental, pois acessou documentos públicos sobre o assunto. O material foi disponibilizado pela empresa de duas formas. A primeira por meio das informações disponíveis em seu sítio institucional, e de livre acesso a todos. A segunda fonte de informação está relacionada a documentos elaborados pela empresa para divulgação restrita, no entanto, a disposição de todos os interessados que requisitarem o material.

A empresa focou atenção ao projeto denominado “Caminhos do Vale”, por abordar os resíduos denominados “escórias” que se posicionam como de interesse desta pesquisa. As limitações deste estudo são as intrínsecas as de pesquisas que se apoiam em estudo de caso único, ou seja, a necessidade de estabelecer ressalvas quanto a aplicação dos resultados obtidos para outras instituições. O capítulo seguinte apresenta, analisa e discute os dados obtidos por meio da técnica empregada.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Em 2014, a Usiminas, em meio à crise econômica, se deparou com dificuldades no gerenciamento de passivos ambientais ao constatar um significativo passivo ambiental relacionado a escória de aciaria. O volume de escória de aciaria acumulado atingiu o limite da capacidade do patio de estocagem, estabelecendo assim a necessidade da empresa encontrar uma destinação correta e definitiva para este subproduto. Após levantamento topográfico, estimou-se que o estoque de escória de aciaria acumulava o montante entre 2,5 a 3,0 milhões de toneladas, com o agravante de que o material aproximava-se da margem do Rio Piracicaba, afluente do Rio Doce em Minas Gerais. Esta proximidade estabelecia o risco de que parte do material migrasse para o leito do rio, contaminando assim a sua vazante. Resíduos sólido geram preocupação ambiental para as empresas, e para as comunidades do seu entorno. No caso da escória de aciaria por ser um resíduo sólido e classificado como inerte, o risco ambiental é atenuado, no entanto, recebia a mesma atenção e preocupação da empresa. A classificação técnica da escória de aciaria foi definida como “Resíduo sólido inerte, Classe II-B pela lei de classificação de resíduos sólidos, Lei Nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos.

O problema, em questão, se concentrava no montante acumulado ao longo do tempo, agravado pela geração mensal resultante do processo. O processo produtivo da Usiminas gera em torno 60.000 toneladas mês de escória de aciaria. A quantidade permitida para estocagem deste material, segundo lei estadual, alcança um limite de seis vezes a geração mensal, ou seja 360.000 t. Os dados indicam que no período retratado a empresa possuía um volume sete vezes acima do permitido por lei. A escória de aciaria ao ser gerada, é acumulada em um patio intermediário para receber o tratamento inicial após a geração na aciaria, o material é transferido ao pátio em temperaturas elevadas e em forma líquida. O processo de beneficiamento segrega e classifica o material, sendo que parte pode ser utilizada em substituição a brita, que é retirada da natureza. A utilização em lastros ferroviários é outro exemplo. Após o tratamento da escória, tem-se como resultado o material granulado fino que será utilizado para a pavimentação de vias vicinais.

Em consequência a este volume, os órgãos ambientais estaduais e o Ministério Público (MP) questionaram a empresa sobre esta situação irregular, e após reuniões, entre as partes, definiram e estipularam prazos para a normalização do passivo ambiental. A destinação mais

simples para a escória de aciaria, é a de realizar o seu aterro (colocar debaixo da terra) evitando a sua dispersão para o meio ambiente, no entanto, se faz necessário avaliar esta dispersão no sub-solo. Os aterros são soluções custosas, neste caso estimado em US\$ 40.00 por tonelada de escória de aciaria. Destaca-se que, esta ação eliminaria o passivo ambiental acumulado, porém sem oferecer uma alternativa viável para o resíduo sólido que continuava a ser gerado no processo produtivo.

Frente aos altos custos envolvidos, e a não identificação de uma solução definitiva para o resíduo sólido da aciaria a Diretoria executiva e o Conselho de Administração incubiram as gerências envolvidas em encontrarem uma solução definitiva, para a escória de aciaria, que contemplasse aspectos econômicos, ambientais e sociais. A decisão da empresa incentivou seu corpo gerencial a encontrar uma solução inovadora e sustentável conforme sinaliza Barbieri *et al.* (2010), pois buscava benefícios para a economia, a sociedade e o meio ambiente, em consonância ao conceito de desenvolvimento sustentável. O envolvimento do Conselho de Administração neste processo, está sancionado a análise dos riscos envolvidos, pois o envolvimento de órgãos ambientais e do Ministério Público estaduais, estabeleciam a possibilidade de multas e ou a paralização das atividades. Este contexto é aderente a abordagem de Tricker (2015) no qual o Conselho de Administração deve não somente ponderar os riscos, incluindo os ambientais em que a empresa está sancionada, como também formular estratégias que mitiguem estes riscos.

Em decorrência da complexidade e do envolvimento de várias áreas da empresa, constituiu-se um grupo com atuação matricial contemplando representantes de todos os envolvidos. Este grupo, denominado “Grupo de Trabalho Coprodutos”, GT Coprodutos, possuía representantes de seis áreas: i) meio ambiente; ii) desenvolvimento social; iii) vendas especiais; iv) engenharia industrial; v) centro de pesquisas; vi) coprodutos. Destaca-se o fato de que a Usiminas é a única siderúrgica da América Latina que possui centro de pesquisa destinado ao desenvolvimento de aço e a seus coprodutos, fato este, que facilitou o desenvolvimento do GT Coprodutos.

Inicialmente o grupo pesquisou o conhecimento existente sobre a destinação de escória de aciaria e suas aplicações e identificou que a correta destinação deste resíduo é uma preocupação mundial com algumas destinações possíveis ao material. O ponto inicial da pesquisa na Usiminas se apoiou em aspectos relacionados aos riscos envolvidos e conforme indicado por Araujo *et al.* (2015) trata-se de material inerte e não poluidor. Frente a esta característica a primeira aplicação analisada, foi a utilização do material em pavimentação de estradas em substituição a brita, que é retirada da natureza. Para esta aplicação o material passou por um tratamento de eliminação de corpos estranhos e na sequência desenvolveram-se análises conjuntas com órgãos estaduais e federais para a certificação da inertabilidade do produto. Desta ação inicial resultou um atestado emitido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) informando que a aplicação do agregado siderúrgico elaborado pela Usiminas representava uma alternativa mais econômica em relação ao agregado natural utilizado (brita). Segundo o DNIT (2017), “A Usiminas, teve participação relevante nas iniciativas que levaram à aprovação do projeto Açobrita®, uma parceria do DNIT com o Instituto aço Brasil (IABr) que também teve o envolvimento das empresas ArcelorMittal, Gerdau e da Universidade de Brasília (UnB)”.

Por fim o DNIT (2017) informa:

Para que o projeto fosse viabilizado, foram desenvolvidos trabalhos em equipe ao longo dos últimos 39 meses (Abril de 2017) envolvendo viagens, reuniões para análise, definição dos parâmetros técnicos e ambientais, estudos laboratoriais, experimentos de campo, elaboração e divulgação de uma Norma nacional – ABNT NBR 16364, publicada em 10/05/2015, com a elaboração e aprovação de duas Especificações Técnicas, DNIT 406/2017 – ES – Base estabilizada

granulometricamente com Açobrita® – Especificação de Serviço e DNIT 407/2017 – ES – Sub-base estabilizada granulometrica-mente com Açobrita®.

A partir do projeto desenvolvido junto ao DNIT, a Usiminas requereu quatro patentes de produtos derivados de escoria de aciaria. A empresa registrou a marca no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) como Siderbrita®, com as patentes : 1-Siderbrita_Registro 908569980; 2-Siderbrita_Registro 908570120; 3-Siderbrita PLUS_Registro 908570317; 4-Siderbrita PLUS_Registro 908570392, citadas em Formulário de Referência da Usiminas de 2016.

A alteração de processo ocorrido no qual um material a ser destacado é utilizado para outra finalidade realizada pela Usiminas se alinha a inovação ambiental proposta por Kemp e Pearson (2007) por se atentar a todo o ciclo de vida do produto envolvendo um novo produto, por meio de ajustes no processo de produção.

O desenvolvimento do novo produto derivado da escória de aciaria, a ser utilizado em substituição a pedra britada, com viabilidade econômica e ambiental, possibilitou a Usiminas em etapa posterior realizar a implantação do produto incluindo a perspectiva social, por meio do programa de Coparticipação Socioambiental. O programa consiste na doação da escoria de aciaria para a pavimentação de estradas rurais de municípios do entorno. Destaca-se que, o material foi disponibilizado para os municípios participantes sem a necessidade de contrapartidas financeiras diretas.

A Usiminas se motivou em adotar esta ação, pois vários municípios no Brasil possuem infraestruturas precárias, estradas vicinais sem pavimentações e sem condições de utilização do seu leito carroçável, limitando a acessibilidade as comunidades e consequentemente retardando o seu desenvolvimento. Destaca-se que estradas sem condições de serem transitadas impactam negativamente em vários setores do município, como: educação, agricultura familiar, turismo rural, coleta de lixo e o contato com as grandes cidades. Este contexto se estabelece em decorrência do baixo orçamento disponível para a pavimentação de vias vicinais que integram estas pequenas cidades, entre si, e com os centros mais próximos e desenvolvidos.

A implantação de um programa ambiental em qualquer comunidade requer cuidados por se tratar de uma iniciativa que demandará o apoio de toda a sociedade local para o sucesso do projeto. Por outro lado a aplicação de um produto resultante de um processo industrial requer a transferência de tecnologia e treinamento, pois há método para quem recebe o produto e o aplicar na natureza. Houve um cuidado para o funcionamento do programa, pois o mesmo é monitorado, treinado e orientado para a perenização dos benefícios. O programa conta com reuniões periódicas entre a Usiminas e as prefeituras que participam do projeto.

A disponibilização do material de forma gratuita pela Usiminas para os municípios, prevê contrapartidas socioambientais compromissadas em contratos, que visam melhorar a condição social das comunidades do entorno das pequenas cidades, neste sentido a ação desenvolvida se constitui em uma inovação social conforme propõe Mulgan (2006) pois a medida se posiciona como uma resolução inovadora, destinada a atender as necessidades humanas. Adicionalmente destaca-se que a medida possui ênfase no entendimento de que a condição social pode ser diferente e melhor conforme indica Bridgstock *et al.* (2010).

A utilização do produto desenvolvido, possui metodologia diferenciada para ser utilizada, sendo está, repassada para os municípios envolvidos. A aplicação do material em uma estrada rural, prevê a etapa de elaboração do material, com a necessidade de misturar agregado com terra para a formação de um composto. Esta mistura possui uma proporção ideal a fim de se obter a qualidade e a durabilidade desejada do revestimento. O processamento é de responsabilidade do município, porém ocorre com a supervisão da Usiminas. Vale destacar que também fica sob responsabilidade do município a determinação dos locais onde se realizará a mistura, bem como a estocagem antes do uso.

A Figura 2, e composta de quatro imagens, que ilustram a sequência de preparação do composto: Imagem 1, acumulação do agregado;
Imagem 2, acumulação de terra;
Imagem 3, mistura dos materiais;
Imagem 4, o material pronto para aplicação.

Figura 2. Mistura de agregado com terra.



Fonte: <http://www.iapu.mg.gov.br/>

A Figura 2 demonstra a simplicidade de preparação do composto a ser utilizado no leito das estradas, destaca-se que, o composto entregue pela Usiminas nesta etapa já foi processado pela Usiminas, a fim de garantir as qualidades necessárias para o material.

Na sequência, para a operação de aplicação do composto em via rural, é necessário normalizar o leito carroçável, e para tanto eliminar as áreas erodidas por águas pluviais, imagem 1 da figura 3 decorrentes de chuvas em terrenos não protegidos. A imagem 2 da mesma figura, apresenta o solo já com o composto aplicado.

Figura 3. Solo preparado para receber o composto

1 - Estrada rural de Marliéria (MG), erosão causada por águas de chuva



2 - Estrada rural de Marliéria (MG), após aplicação do agregado siderúrgico



Fonte: www.usiminas.com

A Usiminas desenvolveu o processo a ser realizado pelas prefeituras, antes da aplicação do composto. O referido processo se subdivide em sete etapas, Figura 4, a saber: i) preparação; ii) espalhamento; iii) homogeneização; iv) mistura inicial; v) umectação; vi) compactação com rolo pata; vii) compactação com rolo liso. Este processo é realizado com a finalidade de adequar o solo a aplicação do composto. Vale destacar, que após a aplicação do composto e com o uso rotineiro da estrada observa-se a melhora da compactação do solo. A compactação do solo gera o benefício da não suspensão de poeira, ampliando assim a segurança de uso para seu usuários. Outro benefício observado é que a compactação do solo, afere a este, melhores condições de uso no período de chuva, evitando assim o surgimento de grandes veios, na estrada, que limitam a circulação de veículos.

Figura 4, aplicação do composto do agregado em vias rurais.



Fonte : www.usiminas.com

Destaca-se que a prática de revestir estradas rurais com escória não é nova, no entanto, a utilização deste material sem tratamento prévio, desenvolvido pela Usiminas não era eficiente. A vantagem advinda da utilização da escoria tratada se evidencia pela melhor compactação do solo, possibilitando boa movimentação para os veículos pesados, característica esta, muito útil também para os dias de chuva, pois a compactação do solo evita que os veículos fiquem atolados. Adicionalmente se destaca que a compactação do solo evita que a movimentação de veículos pelas estradas levem partículas do solo (poeira).

Apesar de a Usiminas ceder de forma gratuita, para o município um substituto da brita a empresa demanda das prefeituras contrapartidas socioambientais. As contrapartidas solicitadas pela Usiminas se caracterizam pelo compromisso do município em preservar e recuperar suas nascentes de água. Este projeto de recuperação das nascentes nasceu em 2015 conjuntamente com o ministério público de MG e o Instituto Iteragir¹. O projeto denominado “Mapa da Mina” no município de Ipatinga se destina a recuperação de nascentes de água. Esta iniciativa consiste na identificação, mapeamento, catalogação de todas as nascentes de água na cidade de Ipatinga e incentiva a recuperação das nascentes que estejam degradadas em áreas rurais e urbanas. Em levantamento preliminar indicou-se 300 nascentes dentro do município, sendo que, destas aproximadamente um terço estavam degradadas. O desenvolvimento do projeto possibilitou identificar 565 nascentes no município. As nascentes foram limpas e para a recuperação e

¹ <https://www.facebook.com/Instituto-Interagir-281061612321132/>

preservação foi adotado o plantio de árvores, originárias de um viveiro que a empresa Usiminas mantém em um projeto ambiental denominado projeto Xerimbabo².

A promotória de defesa e meio ambiente, contou com equipes multidisciplinares treinadas para percorrerem propriedades para a catalogação das nascentes. Utilizou-se um vasto conjunto de equipamentos disponíveis tais como: localizador Global Positioning System (GPS), fotografias, relatórios ambientais e contatos com os proprietários rurais. Um destaque deste programa, é o fato de que as nascentes de Ipatinga desaguam no Rio Piracicaba, que por sua vez desagua na Rio Doce, ou seja, toda água preservada ajudará na recuperação do Rio Doce contaminado pelo rompimento da barragem de Fundão, da empresa Samarco, na cidade de Mariana.

Como parte deste projeto, introduziu-se a educação ambiental para os alunos da rede municipal de Ipatinga, com a visita às diferentes nascentes do município. Destaca-se que, cada nascente recebeu o nome de um aluno, a fim de que estes se comprometam com a conservação da nascente. Destaca-se também, que este projeto se soma ao desenvolvido pela fundação RENOVA³ que tem a atribuição de recuperar o percurso do Rio Doce degradado pelo material da mineradora Samarco, que com o rompimento da barragem de Fundão, degradou o Rio Doce até o desemboque no oceano atlântico no estado do Espírito Santo. O texto na sequência aponta a atenção da fundação RENOVA para com a recuperação das nascentes a fim de mitigar os efeitos advindos do rompimento da barragem de Fundão em Mariana.

Cerca de 250 propriedades rurais receberão auxílio para a proteção de 533 nascentes, sendo 375 em Minas Gerais e 158 no Espírito Santo, no segundo ano de ações do Programa de Recuperação de Nascentes e outras APPs da Fundação Renova. A seleção das regiões de proteção ficou a cargo dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) Suaçuí, Pontões e Lagoas do Doce e Piranga, que definiram as cidades de Coimbra, São Vitor (distrito de Governador Valadares), Galileia e Periquito, em Minas Gerais e Marilândia, Pancas e Colatina, no Espírito Santo, como foco deste ano. Ao lado das lideranças comunitárias e do poder público, os CBHs ainda participaram da mobilização dos agricultores inseridos nestas áreas.

A iniciativa da Usiminas em demandar a contrapartida de recuperação das nascentes pelo município, incorpora assim aspectos relacionados a inovação ambiental e social. O aspecto ambiental por abordar a manutenção e recuperação de nascentes, são importantes para o equilíbrio ambiental da região aproximando-se da perspectiva de Coenen, Díaz e López, (2010) na qual as inovações ambientais e sociais proporcionam mudanças institucionais e organizacionais que alteram a base do conhecimento dos sistemas, que neste caso, são os próprios municípios. Em termos sociais, por incluir os alunos da rede municipal de ensino no processo de preservação das nascentes de água visa a educação ambiental como instrumento de transformação cultural para as novas gerações. Esta atividade se posiciona como empreendedorismo social conforme destacado por Holmes e Smart (2009).

A cidade de Ipatinga se posicionou como um piloto das ações a serem desenvolvidas pela Usiminas, na sequência o processo foi ampliado para mais quatro cidades do entorno: Santana do Paraíso, Coronel Fabriciano, Timóteo e Marliéria. Em 2017 o projeto desenvolvido pela Usiminas atendeu a vinte e seis cidades do Vale do Aço incluindo a cidade de Governador Valadares, todas no estado de MG. A empresa se comprometeu para o ano de 2018 atender trinta e seis municípios.

A Tabela 3 apresenta o balanço do projeto em termos dos resultados alcançados até o final do ano de 2017.

² <http://www.usiminas.com/xerimbabo/edicao.html>

³ <http://www.fundacaorenova.org/>

Tabela 3 – Balanço dos Benefícios do Projeto “Caminhos do Vale”

Principais resultados do Projeto “Caminhos do Vale” até o final de 2017
1 - 950 km de estradas recuperadas
2 - 26 municípios beneficiados
3 - 1,3 milhão de toneladas aplicados em projetos de pavimentação
4 - 35 pontes recuperadas
5 - 935 nascentes recuperadas
6 - 850 mil pessoas beneficiadas
7 - 50 km de vias urbanas recuperadas

Fonte: www.usiminas.com

Outros municípios poderão ser incorporados ao programa, para tanto devem se candidatar, e nesta condição serão orientados pela equipe de Meio Ambiente da Usiminas para a atividades prévias para participação do programa. Este grupo desenvolve um programa de avaliações das áreas de estocagem temporária para o depósito do agregado siderurgico bem como a preparação do composto a ser aplicado e na orientação de desenvolvimento de iniciativas socioambientais que serão pré requisitos. A forma de aplicação do material em estradas rurais também é acompanhado por esta equipe, inclusive promovendo auditorias sistemáticas para acompanhamento do projeto.

5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Ao se fazer uma pesquisa, etapas devem ser cumpridas. É requerido tempo do pesquisador para, pesquisa de artigos, que dependendo do assunto são escassos, as leituras de artigos para a verificação do status da situação a ser pesquisada e obter fontes que disponibilizem dados para o trabalho.

Como esta pesquisa tem foco no desenvolvimento do setor siderurgico e como exemplo foi utilizada a empresa Usiminas, existem dificuldade para a obtenção dos dados. Nesta pesquisa específica, sobre o desenvolvimento de um produto da empresa, resultou em algumas patentes requeridas, portanto, muitas informações são superficiais ou não divulgadas e destaca-se que o balanço das iniciativas e benefícios são passíveis de medição e tem divulgação atualizada em sites das empresa.

Muitos dados são conhecidos internamente na empresa, balanços são divulgados em mídias sociais tais como Youtube, Twitter, Facebook e outros. Destaca-se ainda que a empresa não utiliza a iniciativa ambiental como instrumento de marketing para alavancar vendas de seus produtos no mercado.

Uma fonte primaria muito utilizada por pesquisadores está disponibilizada na Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e nos sites de Relações com Investidores das empresas, são os Formulário de Referência e Relatos Integrados.

Por fim, a publicação de artigos acadêmicos se destaca como sendo um dos meios mais democráticos para a disponibilização de conhecimento à sociedade, às pessoas e aos Homens de Bem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se a citação de Bertold Brecht (1898 – 1956), “A ambição da ciência não é abrir a porta do saber infinito, mas por um limite ao erro infinito. No início deste artigo fez-se o

seguinte comentário “A natureza, como a conhecemos, provê todos os meios para a existência humana, disponibilizando os recursos necessários para o desenvolvimento da sociedade”, portanto a pesquisa, o estudo sistemático, a aplicação de inovações, são os meios que estão disponíveis para se normalizar a destruição da natureza, ou seja, parar o erro infinito.

Infere-se que por uma avaliação ambiental incorreta, ocorreu o acúmulo de material inservível, surgindo a determinação gerencial para a solução definitiva do problema causado. Estudos podem demonstrar que existem inúmeras aplicações simples, sustentáveis e viáveis economicamente.

A experiência vivida pela empresa com a sociedade do seu entorno, comprova a clara possibilidade do entendimento sobre sustentabilidade. O envolvimento demonstrado pelas pessoas que foram beneficiadas pelas medidas tornou-se contagiante. Isto é demonstrado pelos apelos de novas adesões de municípios que estão solicitando a inclusão na participação no programa.

Além do balanço da Tabela 3, existem relatos, de benefícios secundários que surgiram: 1-retorno da agricultura familiar, pois com o acesso permanente das vias rurais, a produção pôde ser escoada; 2-fomento ao turismo rural com visitas a plantações de hortas e pequenas criações; 3-acesso permanente a uma comunidade quilombola; 4-diminuição de evasão escolar, sendo que as vias rurais resistem as intempéries climáticas.

O exemplo da Usiminas deve servir como incentivo à práticas sustentáveis por todas as empresas, pois os dados comprovam o envolvimento com a sociedade.

Verifica-se que a normalização do problema ambiental foi determinada pela diretoria da empresa, em consonância com as diretrizes do Conselho de Administração em termos de avaliação de risco e perenização do negócio. Identifica-se assim que não há possíveis falhas de Governança Corporativa em questões ambientais na empresa estudada.

Os dados encontrados na pesquisa indicam que a Usiminas utilizou medidas adequadas para o desenvolvimento da aplicação da escória de aciaria nas vias rurais. A empresa conseguiu transformar um passivo ambiental de três milhões de toneladas de escória de aciaria, em um ativo rentável para as comunidades das cidades do entorno.

A Usiminas, em seu Relatório de Referência de 2017, enviado à Comissão de Valores Mobiliários (CVM), disponibilizado⁴, informa como resultado destes estudos a solicitação de patentes ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) como segue: i) Processo para a utilização de escória de aciaria LD em processo de sinterização para a produção de fertilizantes agrícolas termo fosfatados; ii) Processo para obtenção de mistura para pavimentação à base de escórias e produtos carboquímicas; iii) Processo para a obtenção de vidro negro e vitrocerâmica escura a partir de escória de aciaria.

O projeto desenvolvido pela Usiminas se posiciona como uma ação inovadora com benefícios para a sustentabilidade, pois incorpora aspectos econômicos, ambientais e sociais. Neste sentido identifica-se a inovação em várias perspectivas, como a econômica, social e ambiental, contexto este que evidencia a inovação sustentável.

REFERENCIAS

Aço Brasil, 2011, Disponível em: <

http://www.acobrasil.org.br/siderurgiaemfoco/acobrasiiinforma_set11_ingles_eletronico.pdf>.

Acesso em: 20 mar. 2018

⁴ www.riusiminas.com

ARAÚJO, W. P. D.; LIMA, M. C. M. C. D.; SOUZA., S. L. C. Escória de Aciaria LD para uso como corretivo agrícola. **ABM WEEK, 70º Congresso Anual**, Rio de Janeiro, agosto 2015.

BARBIERI, J. C.; VASCONCELOS, I. F. G. de; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F. C. de. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas RAE**. São Paulo, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010.

BRIDGSTOCK, R.; LETTICE, F.; ÖZBILGIN, M. F.; TATLI, A. Diversity management for innovation in social enterprises in the UK. **Entrepreneurship and Regional Development**, v. 22, n. 6, p. 557-574, 2010.

COENEN, F.; DÍAZ LÓPES, F J. The greening of the chemical industry: past, present and challenges ahead. In: SANGHI, R.; SINGH, V. (Eds.), *Green Chemistry for Environmental Remediation*. John Wiley & Sons-Scrivener Publishing LLC: Salem, 2010, p. 35-78.

CUNHA, Jefferson Adriano; Santos, Ocieone Pereira; Queiroz, José Rildo; O Ensino de Entropia com enfoque na História da Ciência; **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de novembro de 2013

Fundação Renova, **Recuperação de nascentes de água**: Disponível em: <<http://www.fundacaorenova.org/noticia/nova-fase-das-acoes-de-recuperacao-de-nascentes-e-apps-comeca-com-o-apoio-dos-proprietarios-rurais/>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

Guia Técnico: **Guia técnico para armazenamento de resíduos industriais no Estado de Minas Gerais**: Disponível em : <http://www.feam.br/images/stories/2017/ASCOM_DIVERSOS/Guia_V_Final_agosto.pdf>. Acesso em 12 Fev. 2018.

HOLMES, S.; SMART, P. Exploring open innovation practice in firm-nonprofit engagements: a corporate social responsibility perspective. **R & D Management**, v. 39, n. 4, p. 394 - 409, 2009.

KEMP, R., PEARSON, P. (Eds.). **Final Report MEI Project about Measuring Eco-Innovation**. MERIT, University of Maastricht: Maastricht. 2007.

Minas Gerais, Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, **Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos**. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

Minas Gerais, Lei nº 20.011, de 05 de janeiro de 2012, **Dispõe sobre a política estadual de coleta, tratamento e reciclagem de óleo e gordura de origem vegetal ou animal de uso culinário e dá outras providências**. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=20234>>. Acesso em: 18 Jan. 2018.

MULGAN, G. The process of social innovation. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, v. 1, n. 2, p. 145-162, 2006.

MAURER, A. M.; SILVA, T. N. Dimensões analíticas para identificação de inovações sociais: evidências de empreendimentos coletivos. **Brazilian Business Review**, v. 11, n. 6, p. 127-150, 2014.

Organização das Nações Unidas, ONU, **Estimativa de crescimento populacional**,

Disponível em:<<https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

SÁ-SILVA, J.R.; ALMEIDA, C. D de; GUINDANI, J. F.; **Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas**, Revista Brasileira de História & Ciências Sociais Ano I - Número I - julho de 2009 www.rbhes.com ISSN: 2175-3423 1

VAN DEN BERGH J. C. J. M.; TRUFFER, B.; KALLIS, G. Environmental innovation and societal transitions: Introduction and overview. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 1, n. 1, p. 1-23, 2011.

VAN OSS, H.G. **Slag, Iron and Steel: U.S. Geological Survey**, 2011 Minerals Yearbook vol. 1. Pp. 69.1 – 69.9

Usinas Siderúrgicas de Minas Gerias, USIMINAS, **Resultados projeto Caminhos do Vale**, Disponível em: <<http://www.usiminas.com/blog/caminhos-do-vale-amplia-abrangencia-em-2018/>> Acesso em 19 Fev. 2018.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed., São Paulo: Atlas, 2007.

SHAFER, W.E.; Fukukawa, K.; Lee, G.M. **Value and perceived importance of ethics and social responsibility: The US versus China**. *J. Bus. Ethics* **2007**, *70*, 265–284

TRICKER, B. **Corporate Governance, Principles, Policies, and Practices**. 3º. ed. [S.l.]: OXFORD UNIVERSITY PRESS, v. Unico, 2015.

World Steel Association, WSA. **Steel Statistical Yearbook**. Disponível em: <<https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e20c1da7-ed4f-4429-8195-ade85c39e38a/Steel+statistical+yearbook+2006.pdf>> . Acesso em: 12 Dez 2017.

World Steel Association, WSA. **Steel Statistical Yearbook**. Disponível em <<https://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2017/worldsteel-2017-steel-statistical-yearbook-now-available-online0.html>> Acesso em: 05 Mai. 2018.