

**Controle de Emissões de CO2 na Siderurgia Brasileira**

**IGOR VENANCIO ANDRES LEBEDEV MARTINEZ**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACULDADES METROPOLITANAS UNIDAS - FMU

ilebedev.martinez@gmail.com

**SILVIO JOSE CYPRIANO SAMPAIO PINTO**

silvio.sampaio@bol.com.br

# **A CONTRIBUIÇÃO DA SIDERURGIA BRASILEIRA NO CONTROLE DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>**

## **RESUMO**

A crescente produção mundial de aço, explicitada por meio de indicadores, ganha relevância devido ao alto índice de emissões de CO<sub>2</sub>, durante seu processo de fabricação. Destaca-se que este, é um item sensível a sustentabilidade do planeta. O Brasil, signatário do Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris, assumiu compromissos ambientais para a redução de gases do efeito estufa. Este artigo tem como objetivo identificar como as siderúrgicas brasileiras tratam a emissão de CO<sub>2</sub> e qual a contribuição do setor na preservação do meio ambiente. A presente pesquisa se posiciona como qualitativa apoiada em pesquisa documental. Os dados da siderurgia brasileira serão comparados com a siderúrgica japonesa Nippon Steel Sumitomo Metals Corporation. O Japão é líder tecnológico em produção de aço e esta empresa tem uma produção maior que a brasileira. Ao final discorrer-se-á sobre os resultados frente à sustentabilidade ambiental. O artigo demonstra que a siderurgia brasileira emite menor volume de CO<sub>2</sub>, por tonelada processada em relação à indústria Japonesa, porém, os valores apontam que o Brasil, possui desafios a serem superados para a redução de emissão de CO<sub>2</sub>.

**Palavras Chave:** Emissões de CO<sub>2</sub>, Gases do Efeito Estufa, Siderurgia brasileira.

## **THE CONTRIBUTION OF BRAZILIAN STEELMAKERS IN THE CONTROL OF CO<sub>2</sub> EMISSIONS**

### **ABSTRACT**

The increasing world production of steel, explicit by indicators, is relevant due to the high index of CO<sub>2</sub> emissions, in its manufacturing process, this is an item sensitive to the sustainability of the planet. Brazil is a signatory to the Kyoto Protocol and the Paris Agreement and has therefore made environmental commitments to the reduction of greenhouse gases. This article aims to identify how Brazilian steelmakers treat the CO<sub>2</sub> emission and what the sector's contribution to the preservation of the environment. The present research is positioned as qualitative supported in documentary research. Data from the Brazilian steel industry will be compared to Japanese steelmaker Nippon Steel Sumitomo Metals Corporation. Japan is the technology leader in steel production. At the end we will discuss the results in relation to environmental sustainability. The article will show that the Brazilian steel industry emits a smaller volume of CO<sub>2</sub> per ton processed in relation to the Japanese industry, but the values indicate that Brazil has challenges to be overcome to reduce CO<sub>2</sub> emissions.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> Emissions, Greenhouse Gases, Brazilian Steel Industry.

## 1. INTRODUÇÃO

O contínuo desenvolvimento da sociedade, possibilita uma nova consciência, que surge, em diversos campos do conhecimento. Há uma percepção, de que, o ritmo imposto pela “sociedade de consumo”, em um curto intervalo de tempo, desencadeará problemas ambientais. Decorre deste fato, uma avaliação do impacto da ação do homem, para que, estes danos não sejam irreversíveis. Destaca-se que o planeta Terra é um sistema fechado, logo, finito, então, esta preocupação tem relevância considerável. O sociólogo Bauman (2008), destaca, em a “Síndrome Consumista”, que está, envolve velocidade, excesso e desperdício, ingredientes estes, que causam danos ao meio ambiente.

Os estudos sobre este tema se intensificaram, e considera-se um marco a publicação do Relatório Brundtlandt “O Nosso Futuro Comum” (1987), da primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. O referido estudo aponta pontos, nos quais, a transformação do comportamento humano, se re-dicionará para a sustentabilidade e preservação do planeta. O relatório é inovador, pois, não há um propósito de confronto, pelo contrário, propõe um comportamento de conciliação e renovação. A aceleração do consumo de recursos do planeta causará esgotamento, por exemplo, de combustíveis fósseis, que são altamente poluidores e não recicláveis. Assim sendo, as consequências ao meio ambiente, se não controladas, tendem a serem irreversíveis. Muitas medidas explicitadas no relatório visam o longo prazo. O relatório argui, se o consumo desenfreado é ou não compatível com o desenvolvimento sustentável.

Elkington (2011) desenvolve o conceito de sustentabilidade baseada em três pilares: 1 – o desenvolvimento econômico, 2 - a preservação ambiental, 3 - a justiça social. Estas considerações remetem a uma reflexão, pois, o nosso comportamento atual é que definirá o planeta que será deixado para as gerações futuras. O modo de pensar destas duas abordagens, Brundtland (1987) e Elkington (2011), são evidências, que o mundo dos negócios também se transformará com a preocupação da preservação do planeta.

A produção de aço é uma atividade fundamental para o setor industrial, por fornecer matéria prima para múltiplas indústrias. Salienta-se que, a siderurgia é um setor intensivo em consumo de minérios, combustíveis fósseis e energia. A energia para o setor industrial pode ser gerada de múltiplas maneiras. Uma das alternativas de geração de energia provém da queima de combustíveis fósseis, esta queima resulta na emissão de gases poluidores.

A Tabela 1, apresenta a evolução da produção mundial de aço, nota-se que é crescente ao longo dos anos, e acentua-se a partir do ano de 2000 na China.

Tabela 1. Produção Mundial de aço

Ano	Produção 10 <sup>6</sup> t	China 10 <sup>6</sup> t	Participação da China na produção mundial de aço
1990	770	62	8,05%
2000	848	131	15,45%
2004	1071	256	23,90%
2005	1144	330	28,85%
2006	1249	421	33,71%
2007	1347	489	36,30%
2008	1341	512	38,18%
2009	1236	577	46,68%
2010	1431	638	44,58%
2011	1536	701	45,64%

2012	1547	731	47,25%
2013	1650	822	49,82%
2014	1670	822	49,22%
2015	1668	803	48,14%

Fonte: <https://www.worldsteel.org/>

Nos dados mostrados, verifica-se que em 25 anos (1990 – 2015) a produção de aço no planeta, dobrou, e o país China, participa com 48 % da produção mundial. Este crescimento acelerado gera um questionamento quanto ao passivo ambiental, devido que a atividade produção de aço gera grande quantidade de gás carbônico, CO<sub>2</sub>, que é liberado ao meio ambiente.

Este trabalho tem como objetivo identificar como as siderúrgicas brasileiras tratam a emissão de CO<sub>2</sub> e qual a contribuição do setor na preservação do meio ambiente. O CO<sub>2</sub> é um dos elementos que compõe os Gases do Efeito Estufa (GEE), portanto, é de interesse da sociedade a divulgação do desempenho ambiental deste setor produtivo. Esta pesquisa é documental, com dados apurados em publicações das empresas siderúrgicas, órgãos governamentais e, institutos representativos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

São inúmeras as definições encontradas para desenvolvimento sustentável, em artigos acadêmicos, livros, jornais, revistas e academia. Esta temática está presente nas corporações e indústrias. A percepção de que o assunto é relevante para a sociedade e também para a imagem da empresa está sedimentada, portanto, para homogeneização do conceito, destaca-se a definição de (MUNCK, 2012, p. 119);

Chegou-se à consideração de que o conceito do termo ‘desenvolvimento sustentável’ que mais se alinha aos propósitos dos estudos organizacionais definem esse fenômeno como um processo que objetiva o desenvolvimento humano por ações de inclusão, integração, igualdade, prudência e segurança.

As emissões de todos os gases que compõe o GEE passam a ser monitorados pelos principais países industriais. Este quesito ambiental, sob a tutela de órgãos como as Organizações das Nações Unidas (ONU) está diretamente relacionada ao clima do planeta, e através de acordos climáticos que serão monitorados. O Quadro 1, destaca os compromissos que o Brasil assumiu com a ONU. Em 1992 ocorreu a realização da Convenção Climática, proposta pela ONU, em reunião denominada, ECO 92 ou Rio 92, por conseguinte, o meio ambiente, torna-se uma prioridade. Os compromissos assumidos na RIO 92, são reiterados, pelo Brasil, em acordos subsequentes, ao aderir ao protocolo de Kyoto em 2002 e ao acordo de Paris em 2015, verifica-se que, são audaciosos os índices assumidos, em acordos assinados pelo Brasil para 2025 em relação à redução de emissões dos GEE.

Quadro 1. Mudanças Climáticas e compromissos assumidos pelo Brasil

1992	Rio 92: criação da convenção da ONU sobre mudança do clima, da qual 193 países são signatários.
1997	Protocolo de Kyoto: metas obrigatórias para países desenvolvidos reduziram 5% das emissões.
2002	Adesão voluntária do Brasil no protocolo de Kyoto
2004	Implantação do Plano de ação a prevenção e controle de desmatamento na Amazônia legal (PPCDAM)
2005	Entrada em vigor do protocolo de Kyoto
2009	Anuncio da meta voluntária brasileira de reduzir entre 36,1% e 38,9% suas emissões projetadas até 2020

2012	Menor taxa de desmatamento da Amazônia (4.571 Km <sup>2</sup> ), redução de 83% em relação aos índices de 2004, ano de implantação do (PPCDAM).
2015	Acordo de Paris: esforço para limitar o aumento da temperatura da Terra em até 1,5°C até 2100.
2020	Início da vigência do acordo de Paris
2025	Compromisso brasileiro de reduzir em 37% as emissões, com base nos dados de 2005.
2030	Iniciativa brasileira de reduzir em 43% as emissões, com base nos dados de 2005.

Fonte: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas>

Em questionamento corrente de Organizações Não Governamentais (ONG), concentra-se as emissões de gases que compõe o efeito estufa, em especial o CO<sub>2</sub>, que formam com outros elementos uma camada intermediária na atmosfera, denominada poluição, e esta prejudica o equilíbrio térmico natural, com isso, causando aquecimento desbalanceado concentrado em grandes cidades.

Como exemplo de ONG, cita-se o Greenpeace (2016), que, em publicação de 1 de julho de 2016, “A causa das mudanças climáticas e a atividade humana”, o artigo informa que nos últimos 200 anos, a emissão de CO<sub>2</sub>, aumentou 36%. Da mesma maneira, pesquisadores acadêmicos têm estudado o assunto e apresentam publicações específicas sobre países, suas políticas de acompanhamento, pesquisa e desenvolvimento sobre emissões de GEE.

Segundo o pesquisador iraniano Samimi (2012), em seu artigo “A redução dos GEE e os efeitos ao meio ambiente”, cita que, a quantidade de emissões de gases, aumentou 41% em relação ao ano de 1990.

Nota-se que este índice 41%, comparado ao aumento de produção de aço de 1990 a 2016, (Tabela 1), que é de 116%, no mesmo período, destaca-se que as emissões não atingiriam o mesmo índice do aumento de produção. Quanto ao CO<sub>2</sub>, o autor informa que é o principal elemento que provoca danos ao efeito estufa. Outra preocupação apontada pelo autor é o da absorção do CO<sub>2</sub> por oceanos, solo, plantas, que são efetuados por mecanismos, que não são de total conhecimento da ciência. Segundo Samimi (2012), a capacidades de absorção da natureza em relação a CO<sub>2</sub> está em torno de 3 bilhões de toneladas, para a redução de emissões, a busca de energias alternativas ao combustível fóssil é uma necessidade para o desenvolvimento sustentável.

Em outro entendimento, o sul coreano, Lee (2013), confirma que as indústrias de siderurgia e petroquímicas, da Coreia do Sul, são responsáveis por 52,2% das emissões dos gases do efeito estufa, e indicam ainda a existência de lacunas tecnológicas para a efetivação destas reduções. Sobre a lacuna tecnológica, Lee (2013) cita o Manual de OSLO (2005), com a distinção de inovação em tecnologia em dois conceitos, Incremental e Radical. Inovação Incremental está relacionada ao conceito de melhoria contínua e é aplicável à empresa que a desenvolve, por outro lado, inovação radical esta pautada em mudança disruptiva de processo. Estes significados são utilizados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), publicados no Relatório de OSLO, (2005).

O conceito seminal é de Schumpeter (1961) em “A Teoria do desenvolvimento Econômico”. Lee (2013) relata cinco alternativas para melhorias, a primeira envolve economia em energia baseada em atualização tecnológica, reforma de equipamentos e sistemas de redução de energia. Das opções sugeridas por Lee (2013), estima-se que esta seja a de menor investimento. Inovação tecnológica é uma opção que depende de intensa pesquisa, demanda tempo e alto investimento. Em substituição às fontes de energia, o autor indica que a troca de uma fonte termoeletrica por energia eólica, é uma opção interessante, porém, de difícil aplicação. A substituição de materiais, como opção, é um conceito que se aproxima ao de alteração do produto com a mudança de formulação, e a utilização de elementos que não agriam o meio ambiente.

Destaca-se neste estudo a opção final que apresenta o tratamento dos GEE, e a captura do CO<sub>2</sub> a partir da injeção de hidrogênio em altos fornos, para o processo de redução de minérios para a produção de ferro gusa e posterior tratamento, como um processo de melhoria com benefícios ambientais.

Em outra percepção, sobre a siderurgia Australiana, Strezov (2013), destaca a importância da indústria de transformação Metalmeccânica. Esta atividade se posiciona como uma das mais importantes para a economia global. Inúmeros, são os setores dependentes da matéria prima aço, entre outros, bens de capital, bens de consumo, agricultura, eletrodomésticos, automóveis, construção civil, exploração mineral, etc.

O aço é um material 100% reciclável, e neste contexto com potencial para ser uma indústria perene no nosso planeta. Justifica-se assim, o desenvolvimento de processos com retornos produtivos de aço para diminuir emissões de gases e consumo de energia, esta diminuição retornará em benefício ao desenvolvimento sustentável. O estudo de Strezov (2013) comparou três processos de fabricação de aço; i - Alto forno com aciaria, proveniente de minério e coqueria; ii - Forno a arco elétrico; iii - DRI Midrex<sup>TM</sup>, processo de ferro direto reduzido;

Segundo Strezov (2013, p. 70), “A comparação do desempenho geral de sustentabilidade mostrou que as tecnologias de fabricação de aço do forno a arco elétrico e de redução direta foram classificadas entre 3 e 3,5 vezes acima do desempenho da fabricação de aço baseada no alto-forno”. Aponta-se como limitante ao forno elétrico a sua dependência de sucata para o funcionamento. Sucata provém da reciclagem de aço, que em primeira instancia já passou pelo processo da redução de minério em um alto forno convencional possuindo um passivo ambiental.

No caso da alternativa 3, o processo de redução direta Midrex<sup>TM</sup>, utiliza-se de gás natural em seu processo, que é um combustível fóssil, portanto com passivo ambiental.

Verificando-se os dados do Steel Statistical Year Book 2016 do World Steel Association (WSA), a produção contabilizada de aço bruto é de 1.668.000.000, deste total, 75% provem de altos fornos. Diante desta constatação, este processo de produção, se posiciona com potencial para estudos de redução de emissões de gases, em particular CO<sub>2</sub>.

O pesquisador americano, Fruehan (2009) em seu artigo, Pesquisa sobre Siderurgia Sustentável, aponta que, o grande desafio futuro da comunidade internacional, relacionada à produção de aço, será a de desenvolver um processo mais sustentável e que emita menos CO<sub>2</sub>, além de reduzir as perdas de processo.

Assim, como Lee (2013) há o destaque de cinco atividades a serem desenvolvidas, i - conservação de recursos minerais, ii - redução da emissão de CO<sub>2</sub>, iii - redução dos outros gases que compõe o GEE, iv - redução de materiais descartados, v - substituição de materiais perigosos. Segundo o autor o gasto de energia no processo siderúrgico nos últimos 30 anos caiu de 35.8 GJ/t para 18GJ/t, nos EUA, devido à implantação do processo de lingotamento contínuo e do desenvolvimento dos fornos elétricos a base de sucata.

Esta nova tecnologia, lingotamento contínuo, é classificada como Inovação Radical. Assim, o grande desafio será, o de reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>, e para isso, existem quatro possibilidades de substituição de processo para a economia de energia. Segundo o autor as alternativas são, i - o incremento na utilização de energia eólica, ii - utilização de carvão vegetal, iii - processo de sequestro ou captura de CO<sub>2</sub>, iv - utilização de hidrogênio na fusão de minério.

Vale destacar que as alternativas são genéricas, pois, dependem do potencial de geração de todos os pais. Em termos eólicos, tem-se a percepção que a utilização desta forma de geração de energia é recomendável, visto que, não há emissão de CO<sub>2</sub> em sua geração. Porém, nem todos os países possuem potencial eólico para esta implantação. A geração eólica, não emite gases, mas, traz impactos ambientais menores. O autor aponta que a utilização de carvão vegetal

em substituição ao carvão mineral, não é uma opção viável economicamente para o atual volume de aço produzido mundialmente, apresentado na Tabela 1.

O estudo de Fruehan (2009) mostra nas duas últimas alternativas, que também estão ligadas a desenvolvimento tecnológico, para a produção em altos volumes ainda não se identifica a viabilidade econômica, para os processos de captura de CO<sub>2</sub> e injeção de hidrogênio no processo de produção de aço. O capítulo seguinte identifica a metodologia desta pesquisa.

### **3. METODOLOGIA**

A presente pesquisa se posiciona como qualitativa apoiada em pesquisa documental. Segundo Gil (2002), a pesquisa documental se assemelha à pesquisa bibliográfica, a diferença, está nas fontes a serem pesquisadas. Enquanto a pesquisas bibliográfica mantém foco em autores que já publicaram artigos sobre o tema, a pesquisa documental apresenta dados que não foram tratados de forma analítica.

O pesquisador ao minerar dados em documentos publicados por empresas, órgãos oficiais, autarquias, órgãos internacionais, deve sempre fazer a análise da qualidade da informação. Necessita pesquisar as informações, a forma que os dados foram coletados ou como foram obtidos para posteriormente explica-los. Neste estudo sobre emissões de CO<sub>2</sub>, os dados publicados pelas empresas, provem da sistemática de cálculo que é normatizada pela International Organization for Standardization (ISO).

Neste trabalho, utilizam-se documentos publicados no portal do Instituto Aço Brasil (IABr, 2017) e no sitio da Nippon Steel Sumitomo Metals Corporation (NSSMC).

O IABr é um instituto representativo das empresas produtoras de aço no Brasil. Sua função é a de representar a indústria brasileira produtora de aço com atuação em competitividade e desenvolvimento sustentável. O instituto congrega 11 produtores de aço no Brasil, com a atribuição de publicar o relatório consolidado de sustentabilidade, o instituto informa que a partir de 2016 a publicação é bianual. Na coleta de dados, obtêm-se gráficos com o índice de emissão de CO<sub>2</sub>, e procede-se a análise e evolução do índice na indústria siderúrgica do Brasil.

A NSSMC é um produtor japonês de aço, líder em desenvolvimento tecnológico, pesquisa em produção e publica anualmente em seu sitio relatórios de sustentabilidade utilizados no estudo.

A pesquisa apresenta o desempenho de uma indústria de aço, como padrão de referência utiliza-se a NSSMC, e o desempenho da indústria brasileira de siderurgia. No capítulo seguinte os resultados encontrados.

### **4. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS**

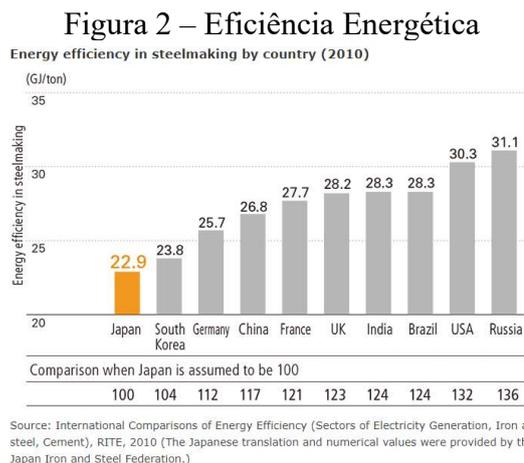
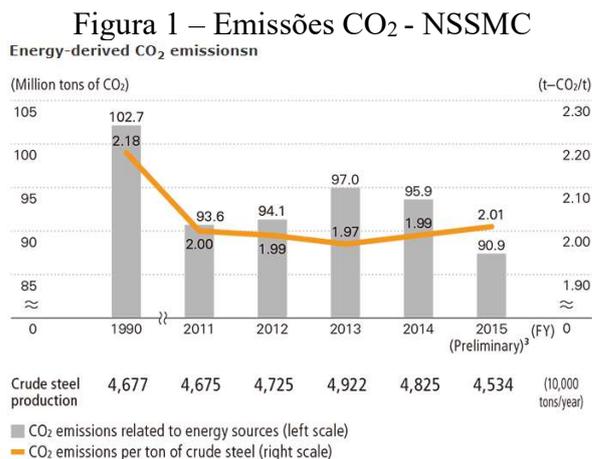
As emissões de CO<sub>2</sub>, na fabricação de aço, estão relacionadas ao processo de produção e do tipo de geração de energia utilizada para o processo de fabricação. Basicamente utiliza-se energia elétrica proveniente de hidro geração ou termo elétricas, gases, provenientes, da queima de combustíveis fósseis, e gases produzido no próprio processo de fabricação de aço.

Para a análise dos dados da siderurgia do Brasil e comparação, utiliza-se os dados do maior produtor japonês, que também é o líder tecnológico na produção de aços. A NSSMC é utilizada como padrão de referência como produtor de aço. Anualmente a NSSCM publica em seu sitio o Sustainability Report. Em 2016, informa que produziu 42,17 milhões de toneladas de aço, posicionando-se como o produtor mais eficiente em aspectos de consumo de energia, é em liderança no desenvolvimento de tecnologia para redução da emissão de gases.

Consultando o portal do IABr (2017), o Brasil produziu em 2016, 31,3 milhões de toneladas de aço. Nas Figuras 1 e 2, são mostrados dados da NSSMC, publicados em seu

relatório - Sustainability Report 2016. A figura 1 mostra o total de emissões de CO<sub>2</sub> de todas as fontes geradoras de energia, e a emissão específica de CO<sub>2</sub> por tonelada produzida. A figura 2, destaca a eficiência energética em produção de aço, de dez países.

O Japão é líder neste quesito e o Brasil, fica em oitavo lugar. A China posiciona-se em quarto lugar, demonstrando a preocupação neste item, eficiência energética, pois, sua produção, conforme o Quadro 1, em 2016 alcançou 48% da produção mundial. A siderurgia japonesa tem um forte comprometimento, com o controle ambiental, com o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, e em paralelo com a rentabilidade da empresa e o retorno aos acionistas.



Fonte: <http://www.nssmc.com/en/csr/env/warming/production.html>

As Figura 1 e 2, demonstram, os resultados de produção da NSSMC. Destaca-se na Figura 1, a redução do nível específico de emissão de CO<sub>2</sub>, em 1990 a emissão de 2,18 t CO<sub>2</sub> para 2,00 t CO<sub>2</sub> em 2015, observa-se uma melhoria neste período, obteve-se uma redução média de 9,17%. A Figura 2 destaca o comparativo de eficiência energética na produção em dez países, e observa-se que o Japão se posiciona como o de melhor desempenho neste item.

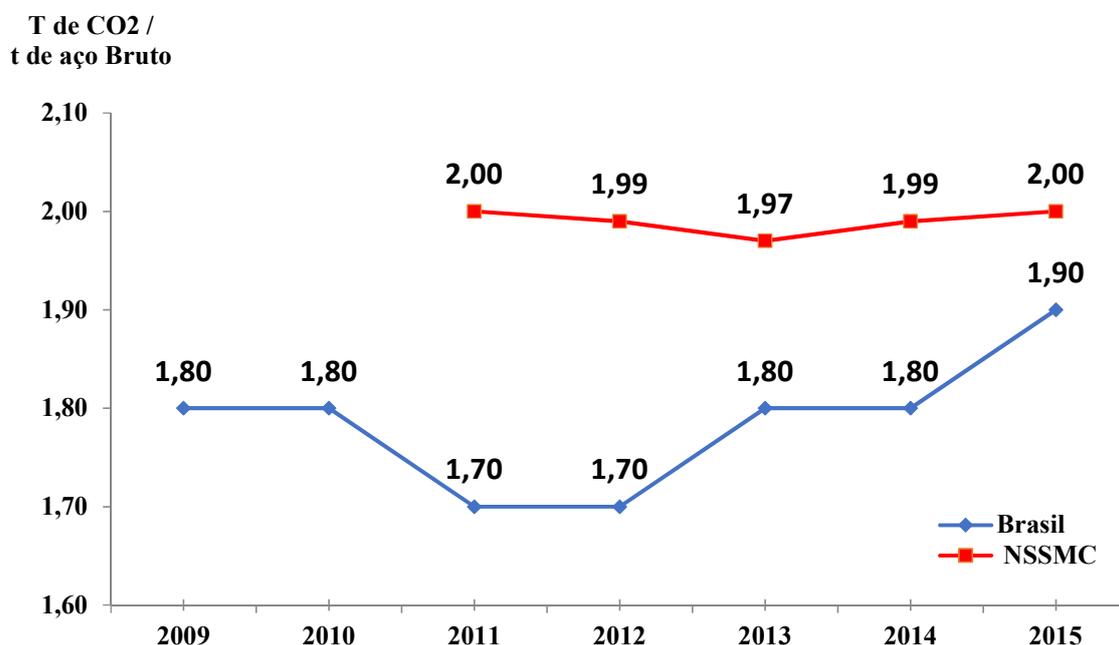
Os dados de emissão de CO<sub>2</sub> do processo siderúrgico brasileiro, foram extraídos do portal do Instituto Aço Brasil, IABr, (2017), que tem a função de consolidar os dados de todos os produtores. Desta maneira, pretende-se verificar, como a indústria siderúrgica contribui para o cumprimento das metas de emissões de CO<sub>2</sub> assumidas pelo Brasil em acordos climáticos.

A metodologia utilizada para a obtenção do índice de emissões de CO<sub>2</sub>, utilizada pelas siderúrgicas do Brasil, é a adotada pela World Steel Association (WSA), que seguem as normas publicadas pela ISO, com as seguintes identificações: ISO 14404-1:2013, que orienta o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> para o processo de Altos Fornos, com processamento de minério e carvão, e a ISO 14404-2: 2013, que orienta o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> para o processo de fornos a arco elétrico para a produção de aço a partir de sucata.

A WSA informa que esta metodologia está disponível também para os não associados, e os dados podem ser coletados de forma *on-line* e hospedados em servidores com credenciamento ISO 27001.

Para a construção do Gráfico 1, comparativo de emissões de CO<sub>2</sub>, utilizou-se as seguintes fontes de dados, i: para o caso do Brasil, os relatórios de sustentabilidade do IABr publicados em seu site dos anos, 2010 a 2016, ii – para o caso da NSSMC, os relatórios de sustentabilidade dos anos 2014 e 2016.

Gráfico 1: Comparativo de emissões de CO<sub>2</sub> Brasil e NSSMC



Fonte: site IABr Brasil - site NSSMC Japão

O Gráfico 1, apresenta o desempenho comparativo da siderurgia brasileira em relação à NSSMC. Evidencia-se é que a siderurgia brasileira apresenta menor volume de emissão de CO<sub>2</sub> por tonelada de aço processada. Nos dados apresentados, a NSSMC emite em média a quantidade de 1,99 toneladas de CO<sub>2</sub>, por tonelada de aço produzida, e o Brasil, emite em média a quantidade de 1,78 toneladas, por tonelada de aço produzida, no mesmo período.

A divulgação dos dados de emissões de CO<sub>2</sub>, torna-se mais efetivas a partir de 2010, algumas publicações mostram gráficos, sem escalas, e os dados nem sempre são explicitados, dificultando as análises. Considerando a produção mundial de aço em 2016, Tabela 1, e adotando-se como valor médio de emissão 2,0 toneladas de CO<sub>2</sub>, estima-se o valor de 3,2 bilhões de emissões de CO<sub>2</sub> por ano.

Segundo Samimi (2013) esta cifra, 3,2 bilhões, ultrapassa a capacidade de absorção de CO<sub>2</sub> do planeta, que é de 3,0 bilhões. Validando a relevância desta constatação, Lee (2013) informa que na Coreia do Sul as indústrias siderúrgicas e petro químicas geram em torno de 52% das emissões de CO<sub>2</sub>. Contextualizando os dados, há evidências da gravidade da situação, visto que, a produção siderúrgica mundial já contribui, em emissões, com toda a capacidade de absorção de CO<sub>2</sub> do planeta.

## 5. CONCLUSÃO

Analisando-se os acordos assinados pelo Brasil para a redução de emissões de GEE, mostrados no Quadro 1, em 2009 é publicada a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, com o seguinte *caput*: Institui a Política Nacional sobre Mudança Climática - PNMC e dá outras providências. Na regulamentação de seu artigo 6º - “São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança de Clima”, surge o Decreto nº 7.390 de 9 de dezembro de 2010, como seguinte

*caput*: “Regulamenta os artigos. 6º, 11º e 12º da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências”.

Neste decreto, nº 7.390, em seu artigo 3º, Inciso V, está o plano de redução de emissões na siderurgia. O compromisso governamental, é a substituição do carvão de desmate originário por replantio de árvores, proporcionando uma redução de 0,3% a 0,4%.

Os associados do IABr aderiram em 03 de abril de 2012, em Brasília, no Ministério do Meio Ambiente, ao Protocolo de Sustentabilidade do Carvão Vegetal, buscando alcançar a meta do PNMC. O Brasil iniciou esta substituição, de desmatamento original por replantio, anteriormente a assinatura do acordo, e nos relatórios do IABr, verifica-se a evolução desta fonte de energia proveniente de carvão vegetal.

Destaca-se no relatório de sustentabilidade do IABr (2012) que 10% da produção de ferro gusa teve como fonte de energia o carvão vegetal certificado e auditado por órgãos internacionais, com os seguintes selos, Forest Stewardship Council, FSC, ou Certificação Florestal, CERFLOR. O IABr informa que nos anos de 2014 e 2015, 7% da matriz energética foi composta por esta fonte, carvão vegetal.

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ (2016) o setor trabalha com produção 100% renovável e mitigadora das mudanças do clima e em emissões dos efeitos GEE. O IBÁ estimativa de que dos 7,8 milhões de hectares plantados de florestas, estão estocados aproximadamente 1,7 bilhão de CO<sub>2</sub>eq. A siderurgia cumpriu o compromisso definido para redução de emissões de GEE via carvão vegetal, porém, o desafio continua na redução de emissões com fontes de energias provenientes de carvão mineral, que é um combustível fóssil.

O acordo de Paris (2015), enfatiza em diversos pontos a questão do desenvolvimento sustentável, para a redução em até dois 2°C, e reconhece a prioridade em salvaguardar a segurança alimentar e erradicar a fome. Reconhece que a mudança de clima é uma preocupação comum da humanidade.

Apesar de não existirem índices específicos de redução de emissões para a siderurgia no acordo de Paris em seu artigo 10º parágrafo 1, (2015, p. 7), destaca:

As Partes compartilham uma visão de longo prazo sobre a importância de tornar plenamente efetivos o desenvolvimento e a transferência de tecnologias, a fim de melhorar a resiliência à mudança do clima e reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Assim, deve-se ter a continua preocupação em reduzir ao máximo estas emissões. Um limitador aos países, não desenvolvidos, está na questão da transferência de tecnologia quanto ao seu custo de obtenção e implantação.

O Brasil é considerado um país adequado em emissões de CO<sub>2</sub> para a produção de aço, e constata-se que, a geração própria de energia proveniente do processo produtivo é insuficiente, então, a opção é a compra da hidro energia, disponível na matriz energética do Brasil e gás natural.

Devido às crises energéticas e períodos de secas que o Brasil passa, desde o ano 2000, parte da geração de energia elétrica provem de usinas termo elétricas que utilizam combustíveis fósseis elevando o nosso índice específico de emissões.

Os dados indicam que a siderurgia brasileira emite, menor volume de CO<sub>2</sub> por tonelada processada em relação à indústria Japonesa, não por isso se encontra em uma posição cômoda em relação ao planeta. Os valores apontam que o Brasil, possui desafios a serem superados para a redução de emissão de CO<sub>2</sub>.

A indústria brasileira se posiciona assim como importante elemento na política de redução de emissão de GEE.

## REFERÊNCIAS.

ACO BRASIL. **Protocolo De Sustentabilidade De Carvão Vegetal**. 2015. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/resultados-protocolo.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2017.

BAUMAN, Zygmunt, **A Vida para o consumo: a transformação das pessoas em mercadorias**: Editora Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL, Ministério das Relações Exteriores. **Acordo de Paris**. 2016. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Acordo\\_Paris.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Acordo_Paris.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2017.

BRASIL, Ministério das Relações Exteriores. **Participação da Sociedade Civil no processo de preparação da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao novo acordo sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, 2015. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Relatorio\\_MRE.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Relatorio_MRE.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2017.

Brasil. **Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm)>. Acesso em: 01 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm)>. Acesso em: 01 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris: ratificação**, 2016. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/NotaTecnicaMMA\\_RatificacaoAcordoParis.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/NotaTecnicaMMA_RatificacaoAcordoParis.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2017.

BRUNDTLAND, Gro Harlem, **Our common future: World Commission on Environment and Development**: Oxford: The Brundtland-Report Oxford University Press, 1987

CERFLOR. **Certificação Florestal**, 2015. Disponível em: <<http://inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp>>. Acesso em: 01 out. 2017.

DRI. **Midrex**, 2016. Disponível em: <<http://www.midrex.com>>. Acesso em: 26 set. 2017.

ELKINGTON, John, **Canibais de Garfo e Faca**, – Editora M Books, São Paulo 2011.

FRUEHAN, R. J. *Metalurgical and Materials Transactions*. **Research on sustainable steelmaking**, v. 40, n. 2, p. 123-133, 2009. - DOI: 10.1007/s11663-008-9223-x, 2009

GIL, Antônio Carlos, **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, Editora Atlas, São Paulo, 2002.

GLADWIN, Thomas N; KENNELLY James J.; KRAUSE, Tara-Shelomith; *Shifting Paradigms for Sustainable Development: Implications for Management Theory and Research*, **Academy Management Review**, v. 20, n. 4, p. 874-907, 1995.

GOVERNO DO BRASIL <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2011/11/painel-intergovernamental-sobre-mudancas-climaticas-ipcc>>. Acesso em: 28 set. 2017.

GREEN PEACE. **The cause of climate change is human activity**, July 2016:

GREENPEACE, **The climate change**, 2017. Disponível em:

<<http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/about/The-cause/>>. Acesso em: 25 set. 2017.

GRI. **Global Reporting Initiative. 2015**. Disponível em:

<<https://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 25 set. 2017.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual**. 2016. Disponível em:

<[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório Sustentabilidade**. 2010. Disponível em:

<[http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio08\\_2010.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio08_2010.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório Sustentabilidade**. 2011. Disponível em:

<<http://www.acobrasil.org/site2015>>. Acesso em: 28 set. 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório Sustentabilidade**. 2012. Disponível em:

<[http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio\\_sustentabilidade\\_2012.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio_sustentabilidade_2012.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório Sustentabilidade**. 2013. Disponível em:

<[http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio\\_sustentabilidade\\_2013v3.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/relatorio_sustentabilidade_2013v3.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório Sustentabilidade**. 2014. Disponível em:

<[http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/Relatorio\\_Sustentabilidade\\_2014.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site2015/downloads/Relatorio_Sustentabilidade_2014.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório Sustentabilidade**. 2016. Disponível em:

<<http://www.acobrasil.org.br>>. Acesso on-line em: 28 set. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.- **ISO 14404-1: 2013 Calculation method of carbon dioxide emission intensity from iron and steel production – Part 1 – Steel Plant with blast furnace**

Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/57298.html>>. Acesso em: 08 out. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.- **ISO 14404-2: 2013 Calculation method of carbon dioxide emission intensity from iron and steel production – Part 2 – Steel Plant with electric arc furnace**

Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/57299.html>>. Acesso em 08 out. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.- **27001 - ISSO/IEC Family – Information Security Management System**.

Disponível em: <<https://www.27001.pt/>>. Acesso em 08 out. 2017.

LEE, Su-Yol - Existing and anticipated technology strategies for reducing greenhouse gas emissions in Korea's petrochemical and steel industries, **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 83-92, 2013.

MUNCK, Luciano; SOUZA, Rafael Borim; SILVA, André Luis, **Estudos organizacionais e desenvolvimento sustentável: em busca de uma coerência teórica e conceitual**. Revista INTERAÇÕES, Campo Grande, v. 13, n. 1, p. 105-120, 2012.

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION, NSSMC. **Sustainability Report**. 2014. Disponível em <[https://www.nssmc.com/en/csr/report/nssmc/pdf/report2014\\_all.pdf](https://www.nssmc.com/en/csr/report/nssmc/pdf/report2014_all.pdf)> Acesso em: 26 set. 2017.

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION, NSSMC. **Sustainability Report**. 2016. Disponível em: <[https://www.nssmc.com/common/secure/en/csr/report/nssmc/pdf/report2017\\_all.pdf](https://www.nssmc.com/common/secure/en/csr/report/nssmc/pdf/report2017_all.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2017.

OECD, 2005; **Oslo Manual**. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/inno/oslomanualguidelinesforcollectingandinterpretinginnovationdata3rdedition.htm>>. Acesso em: 12 set. 2017

SAMIMI, Amir; ZARINABADI, Soroush Zarina. Reduction of Greenhouse gases emission and effect on environment. **Jam-Sci**, v. 8, n.8, p. 1011-1015, 2012.

SCHUMPETER, Joseph A, **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**, Fundo da Cultura, 1961.

STREZOV, V., EVANS, A.; EVANS, T. Defining sustainability indicators of iron and steel production, **Journal of Cleaner Production**, v. 51, p. 66-70, 2013.

WORD STEEL ASSOCIATION. **Metodologia de cálculo de emissões de CO2**, 2016 Disponível em: <[https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:d2020331-9edc-4a1d-97c5-87306d0b9bf4/co2\\_data\\_collection.pdf](https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:d2020331-9edc-4a1d-97c5-87306d0b9bf4/co2_data_collection.pdf)>. Acesso em: 09 out. 2017.

WORD STEEL ASSOCIATION. **Steel Statistical Year Book**, 2016. Disponível em: <<https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:37ad1117-fefc-4df3b84f6295478ae460/Steel+Statistical+Yearbook+2016.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.