A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL: AVANÇOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Mariana Reyna Kurtz

Projeto de Final de Curso

Orientador:

Prof. Estevão Freire, D. Sc.

Fevereiro de 2020

A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL: AVANÇOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Mariana Reyna Kurtz

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

Carlos Alberto das Chagas Jr., D.Sc.
(Departamento de Processos Inorgânicos – EQ/UFRJ)

Ricardo Abranches Felix Cardoso Júnior, D.Sc.
(Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente – TER/UFF)

Orientado por:

Professor Estevão Freire D. Sc.
(Departamento de Processos Orgânicos – EQ/UFRJ)

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Fevereiro de 2020

Ficha Catalográfica

Kurtz, Mariana Reyna.

A indústria siderúrgica no Brasil: avanços para o desenvolvimento sustentável/ Mariana Reyna Kurtz. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2020.

xiii, 106 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2020.

Orientador: Estevão Freire

1. Engenharia química. 2. Indústria siderúrgica. 3. Meio ambiente. 4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 5. Agenda 2030. 6. Prospecção tecnológica. 7. Patentes. 8. Monografia. (Graduação – UFRJ/EQ). 9. Estevão Freire. I. Título.

Dedicatória

Aos Engenheiros Químicos da minha família, meus avós Ethel (*in memoriam*)
e Rodolfo (*in memoriam*) e meu tio Rodolfo

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador professor Dr. Estevão Freire, por ter instigado meu interesse em propriedade intelectual em suas aulas de gestão da inovação e pelo suporte, correções e incentivo.

Aos professores Dr. Carlos Alberto Chagas da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Dr. Ricardo Felix da Universidade Federal Fluminense, por suas contribuições a este trabalho.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, à Escola de Química, e a todo o corpo docente pelo ensino não apenas do conteúdo das disciplinas, mas também importantes lições e visões de vida.

Ao Programa Ciência sem Fronteiras e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por terem possibilitado e financiado um ano de aprendizado contínuo nos âmbitos profissional e pessoal na *University of Strathclyde*, na Escócia.

À Vallourec Soluções Tubulares do Brasil, por ter me possibilitado conhecer a indústria siderúrgica e trabalhar com prospecção tecnológica e inteligência competitiva, e de forma especial à Dra. Luciana Lima e ao professor Dr. Ronaldo Sampaio.

Aos meus pais, Frederico e Josefina, pelo incentivo em procurar novas formas de aprender a partir das suas visões como professores, e por todo o apoio ao longo desta jornada acadêmica.

A toda minha família, especialmente ao meu irmão Conrado e a minha avó Waldomira.

Aos meus amigos para a vida do CSI e da UFRJ.

Ao Mateus, pelo seu carinho, paciência, estímulo e apoio.

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como partes dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL: AVANÇOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Mariana Reyna Kurtz

Fevereiro, 2020

Orientador: Prof. Estevão Freire, D. Sc.

RESUMO

A indústria siderúrgica é uma das indústrias mais intensivas no uso de energia e de matérias primas. A adoção de práticas sustentáveis e eficientes está sendo cada vez mais estimulada. Como norte deste trabalho está a Agenda 2030 definida pela ONU, que lista 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nas esferas social, econômica e ambiental. O primeiro objetivo deste trabalho foi identificar de que forma as empresas siderúrgicas que atuam no Brasil estão tomando medidas para ir de encontro aos objetivos do âmbito ambiental. Neste sentido, foram considerados somente processos e produtos, e a busca foi feita a partir do que elas divulgam e das inovações protegidas no Brasil na forma de Patentes de Invenção. Onze siderúrgicas atuam no país: Aço Verde do Brasil, Aperam, ArcelorMittal, CSN, Companhia Siderúrgica do Pecém, Gerdau, SINOBRAS, Ternium, Usiminas, Vallourec e Villares Metals. Relacionou-se também a certificação de Sistemas de Gestão Ambiental e de Energia com o empenho das empresas em buscar soluções mais sustentáveis. Na avaliação de patentes, as siderúrgicas que mais disponibilizam informações sobre seus avanços sustentáveis, também são as que mais depositam patentes. A maior parte das inovações é no desenvolvimento de tecnologias para carvão vegetal. As inovações vistas estão de acordo com o foco dos investimentos divulgados nos seus Relatórios de Sustentabilidade.

Abstract of Undergraduate Project presented to Escola de Química/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Chemical Engineer.

THE BRAZILIAN STEEL INDUSTRY: ADVANCES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Mariana Reyna Kurtz

February, 2020

Supervisor: Prof. Estevão Freire, D. Sc.

ABSTRACT

The steel industry is one of the most intensive industries in energy and raw materials use. The adoption of more sustainable and efficient practices is constantly being encouraged. The guide of this work is the 2030 Agenda defined by the UN, which lists 17 Sustainable Development Goals in the social, economic and environmental spheres. This work aimed to identify how steel companies operating in Brazil are taking measures to meet environmental objectives. In this sense, processes and products are considered, and the search was based on what the companies disclose, as well as in the innovations protected as patents in Brazil. Eleven steelmakers operate in the country: Aço Verde do Brasil, Aperam, ArcelorMittal, CSN, Companhia Siderúrgica do Pecém, Gerdau, SINOBRAS, Ternium, Usiminas, Vallourec and Villares Metals. The certification of Environmental and Energy Management Systems was also related to the companies' efforts to seek more sustainable solutions. In the evaluation of patents, the companies that provide richer information about their sustainable advances are also those that file patents the most. The majority of innovations are in the development of technologies for charcoal. Innovations of interest were aligned with the investments' focus disclosed in their Sustainability Reports.

ÍNDICE

Capítulo 1 – Introdução 1

Capítulo 2 – Metodologia 3

Capítulo 3 – Siderurgia no Brasil 5

3.1 Histórico 5

3.2 Mercado 7

3.3 Principais empresas do setor siderúrgico 11

Capítulo 4 – O Processo Siderúrgico 15

4.1 Rotas Tecnológicas 15

4.2 Matérias-primas e sua preparação 17

4.3 Redução 20

4.4 Refino (Aciaria) 22

4.5 Lingotamento e Laminação 25

Capítulo 5 – Siderurgia, Meio Ambiente e mudanças climáticas 27

5.1 Efluentes gerados no processo siderúrgico 27

5.2 Consumo de energia e emissão de GEE 29

5.3 Sistemas de Gestão Ambiental e de Energia 34

Capítulo 6 – O Pacto Global e Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 38

6.1 ODS aplicados à Siderurgia 44

Capítulo 7 – Avanços para a Agenda 2030 por Siderúrgicas 48

7.1 Siderúrgicas e o Pacto Global 48

7.2 Aço Verde do Brasil 53

7.3 Aperam South America 54

7.4 ArcelorMittal Brasil 56

7.5 Companhia Siderúrgica Nacional – CSN 59

7.6 Companhia Siderúrgica do Pecém – CSP 62

7.7 Gerdau 64

7.8 SINOBRAS 66

7.9 Ternium 67

7.10 Usiminas 69

7.11 Vallourec 71

7.12 Villares Metals S.A. 73

Capítulo 8 – Siderúrgicas e as Atividades de Inovação 76

8.1 Relação entre Pesquisa e Desenvolvimento, Inovação e Patentes.....76

8.2 Patentes de Invenção depositadas no INPI por Siderúrgicas presentes no Brasil.....78

Capítulo 9 – Conclusão e Sugestão para Trabalhos Futuros 86

Referências Bibliográficas 90

Apêndice A1 – Resumo das patentes depositadas 97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de aço bruto no mundo, de 2000 a 2018, em milhões de toneladas 7
Figura 2 - Dados de Capacidade Instalada, Produção e Consumo Aparente (10^6 t) de aço bruto por ano, de 2009 a 2018, no Brasil 9
Figura 3 – Excesso de capacidade de produção de aço no mundo em 2018 9
Figura 4 – Localidades das usinas das empresas associadas ao Instituto Aço Brasil 14
Figura 5 – Usinas integradas a coque 15
Figura 6 – Usinas semi-integradas 16
Figura 7 – Minério de ferro e sua separação 17
Figura 8 – Esquema do Alto-Forno em corte com suas regiões 21
Figura 9 – Conversor a Oxigênio em vistas em corte e frontal 23
Figura 10 – Esquema do processo de lingotamento contínuo 26
Figura 11 - Demanda energética e intensidade na indústria siderúrgica, de 2000 a 2017 30
Figura 12 – Número de certificados ISO 14001 por indústria de 2015 a 2018 ... 35
Figura 13 - Número de certificados ISO 50001 por indústria de 2015 a 2018 37
Figura 14 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 40
Figura 15 – Passos para inserir os ODS em uma empresa e métodos de reporte. Passo 1: definir os ODS prioritários, passo 2: medir e analisar, e passo 3: reportar, integrar e implementar mudança. 44
Figura 16 – Número de novas empresas do setor Industrial de Metais e Mineração associadas por ano desde a criação do Pacto Global 48
Figura 17 – As 10 Diretrizes do Desenvolvimento Sustentável do Grupo ArcelorMittal 57
Figura 18 – Processo produtivo da Villares Metals S.A. 74
Figura 19 – Evolução temporal dos depósitos de patentes das empresas siderúrgicas no Brasil, no período de 2010 a 2019 79
Figura 20 – Número de patentes encontradas relacionadas a cada etapa do processo siderúrgico 82

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Filtro por Requerente em consulta a Patentes de Invenção na Base de Dados do INPI **4**

Tabela 2 – Dados consolidados do setor referentes ao ano de 2018 ..... **8**

Tabela 3 – Distribuição Setorial das Vendas de Produtos Siderúrgicos, em 10^3 t, em 2017 ..... **10**

Tabela 4 – Variação da produção dos principais setores consumidores de aço (%) . **11**

Tabela 5 – Ranking das empresas do setor de Metalurgia e Siderurgia atuantes no país em 2018 ..... **12**

Tabela 6 – Resumo das empresas associadas ao Instituto Aço Brasil e suas localidades **13**

Tabela 7 – Principais insumos energéticos e efluentes na siderurgia **28**

Tabela 8 – Comparação de indicadores da siderurgia brasileira, com dados do mundo provenientes da Associação Mundial do Aço e dados do Brasil do Instituto Aço Brasil **29**

Tabela 9 – Medidas para redução de emissões de GEE na siderurgia **31**

Tabela 10 – Distribuição teórica dos produtos da carbonização de 1 t de madeira base seca **33**

Tabela 11 – Os 10 Princípios universais do Pacto Global **42**

Tabela 12 – Número de empresas metalúrgicas associadas ao Pacto Global por região. CIS se refere à Comunidade dos Estados Independentes, aqui presentes Rússia e Ucrânia. **49**

Tabela 13 – Empresas signatárias do Pacto Global que atuam no Brasil no setor siderúrgico e detalhes de propriedade, empregados, país sede, início de participação e próxima Comunicação do Progresso (COP) **50**

Tabela 14 – Relação dos relatórios e materiais disponíveis pelas empresas por seus avanços a favor da Agenda 2030 ..... **51**

Tabela 15 – Relação entre o número de patentes depositadas e o número de patentes relevantes ao estudo por empresa nos últimos 10 anos **80**

Tabela 16 – Compilado das patentes depositadas no INPI pelas siderúrgicas de interesse **84**

Tabela 17 – Relação das patentes depositadas no INPI pelas siderúrgicas de interesse, com resumo**.....97**

NOMENCLATURA

ABREVIATURAS

AVB	Aço Verde do Brasil
BF	Alto-forno
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BOF	Conversor Básico a Oxigênio
C,T&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CNODS	Comissão Nacional dos ODS
Cofavil	Companhia Ferro e Aço de Vitória
COP	Comunicação do Progresso
Cosipa	Companhia Siderúrgica Paulista
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CSP	Companhia Siderúrgica do Pecém
DDS	Diretrizes do Desenvolvimento Sustentável
DRE	Ferro Diretamente Reduzido
EAF	Forno Elétrico a Arco
EnMS	Sistema de Gestão de Energia
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GAC	Gás de Aciaria
GAF	Gás de Alto-forno
HBI	Ferro briquetado a Quente
ICIA	Índice de Confiança da Indústria do Aço
IEA	Agência Internacional de Energia
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	Organização Internacional de Padronização
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCI	Injeção de finos do carvão

PI	Patente de Invenção
RD	Redução Direta
RG	Rendimento Gravimétrico
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SINOBRAS	Siderúrgica Norte Brasil S.A
Usiminas	Usinas Integradas de Minas Gerais S.A.
WEC	Conselho Mundial de Energia
WSA	Associação Mundial do Aço

SUBSCRITOS

Símbolo	**Descrição**
g	parâmetro ou variável relativa ao gás
l	parâmetro ou variável relativa ao líquido
s	parâmetro ou variável relativa ao sólido

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A sociedade em que vivemos está em constante evolução, com variações rotineiras no estilo de vida, no que é produzido, no que é consumido, como são construídas as relações e o que é considerado importante. Para sobreviver neste mundo, é necessário que produtos e processos se adequem às necessidades e às condições externas. A partir do início do uso de máquinas e de fontes alternativas de energia, com o advento da Revolução Industrial, o modo como são gerados os principais produtos foi mudado.

Dentro do universo industrial, o setor da indústria siderúrgica pode ser apontado como um dos setores com maior uso de energia e de recursos naturais e gerador de um nível alto de poluentes. Considerando uma usina siderúrgica integrada, na qual as áreas de transformação do minério de ferro e do aço estão em uma única localidade industrial, as etapas como coqueria, sinterização, redução no alto-forno e aciaria são as que mais geram emissões. Com leis ambientais cada vez mais rígidas, usinas semi-integradas com aciarias elétricas, que atuam somente na transformação do aço, estão se tornando uma tendência.

Em um mundo em constante mudança e evolução, estar atualizado com as tecnologias e tendências do mercado, de produtos e de processos, como eles afetam a vida da sociedade e das empresas é crucial para qualquer empresa ou negócio que queira sobreviver e ser competitiva. A preocupação e o dever de atender às exigências ambientais leva as empresas a buscarem melhorias em seus processos produtivos. Uma série de estudos são feitos buscando identificar etapas que podem ser alteradas, de forma a conseguir melhor eficiência no processo.

A preocupação com o meio ambiente não é exclusiva da indústria e parte de um lado mais humano. A Organização das Nações Unidas propôs em 2015 a Agenda 2030, que lista 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas para que toda a sociedade seja capaz de transformar o mundo. Esses objetivos são integrados e indivisíveis, e possuem relação com o desenvolvimento sustentável nas dimensões social, econômica e ambiental. Estados, organizações e pessoas são responsáveis por contribuir para o avanço desses objetivos.

As organizações que se propõem a participar e colaborar para a Agenda 2030 são as que já perceberam a necessidade de mudança. Além disso, as empresas que são capazes de se atualizar para atender esse plano de ação são as que possuem vantagem competitiva sobre as demais. A partir do modelo de Cinco Forças de Porter, podem ser vistas duas estratégias principais para aumentar a vantagem competitiva de uma empresa: diferenciação e liderança nos preços. A adoção de medidas de eficiência energética e de práticas sustentáveis são capazes de atender a essas duas estratégias.

Dado o contexto acima abordado, este projeto tem como objetivo identificar as principais ações tomadas pelas usinas siderúrgicas estabelecidas no Brasil de forma a contribuir para o alcance da Agenda 2030 da ONU. Essa correlação foi buscada após a identificação dos ODS julgados mais relevantes para essa indústria. Foram discutidas as informações disponibilizadas pelas empresas em seus Relatórios e em seus Comunicados do Progresso enviados à ONU, no caso daquelas que fazem parte do Pacto Global.

Além disso, foram analisadas no trabalho as inovações buscadas pelas empresas no sentido de contribuir positivamente para o meio ambiente. Para isso, foram pesquisadas as patentes de invenção depositadas por essas empresas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), base de dados brasileira. Assim, também foram identificadas as etapas do processo siderúrgico que mais recebem investimentos e que mais têm potencial ou espaço para melhoria.

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

Neste projeto foi feita uma pesquisa exploratória a partir de uma pesquisa bibliográfica. Dado o objetivo do projeto, a metodologia consistiu na análise das atividades e inovações feitas por siderúrgicas que vão de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Inicialmente foram definidos os ODS que podem ser relacionados com a indústria siderúrgica. A avaliação aqui feita considerou somente os objetivos relacionados à produção e processo, não abordando ações tomadas pelas empresas no campo social.

As empresas consideradas são as siderúrgicas associadas ao Instituto Aço Brasil, entidade representativa das empresas siderúrgicas no Brasil, e as empresas do setor industrial de metais e mineração signatárias do Pacto Global da ONU, iniciativa na área de cidadania empresarial a favor de responsabilidade social e sustentabilidade. Além disso, foram consideradas também as siderúrgicas com maior faturamento anual. Dessa forma, as empresas de interesse neste trabalho foram Aço Verde do Brasil - AVB, Aperam South America, ArcelorMittal Aços Longos, ArcelorMittal Sul Fluminense, ArcelorMittal Tubarão, Companhia Siderúrgica do Pecém - CSP, Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, Gerdau Açominas S.A., Gerdau Aços Especiais S.A., Gerdau Aços Longos S.A., Siderúrgica Norte Brasil S.A. - SINOBRAS, Ternium Brasil, Usiminas, Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A. e Villares Metals S.A.

Foram consultados relatórios de sustentabilidade, brochuras e notícias disponibilizadas nos canais oficiais das empresas, bem como relatórios e informativos de órgãos e representações relacionados à indústria do aço.

Para a coleta de documentos de patentes foram feitas buscas em bases de dados de patentes, delimitando a localidade de depósito ou de prioridade – no Brasil – e o período de dez anos para o depósito, i.e., patentes depositadas a partir de 1 de Janeiro de 2010. A pesquisa considerou como requerentes de interesse as empresas anteriormente mencionadas. Utilizou-se a base do INPI.

O número de resultados totais possibilitou um filtro individual. Dessa forma, fez-se pesquisa sem restrição de termo, somente de período (data de depósito a partir de 01/01/2010) e empresa (Tabela 1), e os resultados foram filtrados individualmente para considerar aqueles relacionados à produção e processo cujos resultados fossem diretamente ligados aos ODS.

Tabela 1 – Filtro por Requerente em consulta a Patentes de Invenção na Base de Dados do INPI

#	Empresa	Requerente Pesquisado
1	**Aço Verde do Brasil**	(aço AND verde), AVB, ferroeste
2	**Aperam**	aperam
3	**ArcelorMittal**	arcellormittal
4	**CSN**	CSN, (companhia AND siderúrgica AND nacional)
5	**CSP**	(siderúrgica AND do AND pecem), pecem, csp
6	**Gerdau S.A.**	gerdau
7	**SINOBRAS**	sinobras, (siderúrgica AND norte)
8	**Ternium**	ternium, techint
9	**Usiminas**	usiminas
10	**Vallourec**	vallourec
11	**Villares Metals S.A.**	(villares AND metals)

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da busca apontaram para 479 documentos inicialmente, que após **o uso de filtro manual por documentos relacionados, foram reduzidos para 24**.

CAPÍTULO 3 – SIDERURGIA NO BRASIL

3.1 Histórico

A siderurgia brasileira teve seu início histórico em 1557, com a instalação de uma pequena produtora de ferro em SP. No século XX, o setor siderúrgico foi marcado pela fundação da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira em MG em 1921, com sua usina inaugurada em 1939. Na época, essa era a maior siderúrgica integrada a carvão vegetal do mundo e produzia principalmente arame farpado e trilhos. Em 1942 foi fundada a Companhia Ferro e Aço de Vitória (Cofavil) e, em 1946, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). A CSN era a maior siderúrgica integrada a coque da América Latina na época, e produzia produtos planos, laminados a quente e a frio e revestidos. Em 1951, a Aços Especiais Itabira (Acesita) entrou em operação para a produção de aços especiais, e, no ano seguinte, a Companhia Siderúrgica Mannesmann passou a operar o primeiro forno elétrico de redução de minério de ferro, produzindo tubos com e sem costura (Andrade & Cunha, 2002).

Em 1952 com a criação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), atual BDNES, esforços e recursos foram direcionados para o crescimento da siderurgia. Fundado em 1963, o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS) se tornou representante das produtoras de aço. Em 1971 foi aprovado o Plano Siderúrgico Nacional, que buscava aumentar a capacidade brasileira de produção de aço de 6 milhões de toneladas por ano para 20 milhões de 1970 para 1980. De 1952 a 1973, foram inauguradas a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa), Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais (Usiminas), e diversas outras siderúrgicas integradas e não integradas. Nesse período, a produção siderúrgica crescia a taxas de 10,6% ao ano, com instabilidade nas importações, crescimento das exportações e evolução do consumo interno. Em 1970, o Brasil era o 17º maior produtor de aço no mundo, produzindo 1% do total no mundo. As estatais CSN, Cosipa e Usiminas produziam mais da metade da produção nacional (Andrade & Cunha, 2002).

Apesar dos investimentos feitos até então no setor, a capacidade brasileira de produção de aço em 1980 era de 16,4 milhões de toneladas por ano. Nesta época deu-se o início da operação de usinas integradas a coque pela Siderbrás, *holding* estatal para controle e coordenação da produção siderúrgica estatal. A década perdida, como

ficaram conhecidos os anos 80, foi marcada pelo excesso de capacidade produtiva e diminuição do consumo interno de aço, levando a menores preços de venda no mercado externo e problemas financeiros nas empresas. O Estado brasileiro estava em crise, e mais investimentos para modernização dos parques industriais não tiveram como ser feitos. Assim, de forma a aumentar a resposta das empresas às exigências do mercado e mudanças do ambiente, iniciou-se um processo de privatização nas siderúrgicas, comportamento que também estava sendo adotado pelas siderúrgicas ao redor do globo. Se a grande participação estatal antes foi fundamental para o estabelecimento e desenvolvimento da indústria no país, nos momentos em que velocidade do mercado e expansão internacional se tornaram realidade, a privatização foi a solução. De 1974 a 1989, houve aumento da produção das siderúrgicas, redução nas importações, aumento das exportações e flutuação do consumo interno, com períodos de crescimento e de redução (Andrade & Cunha, 2002).

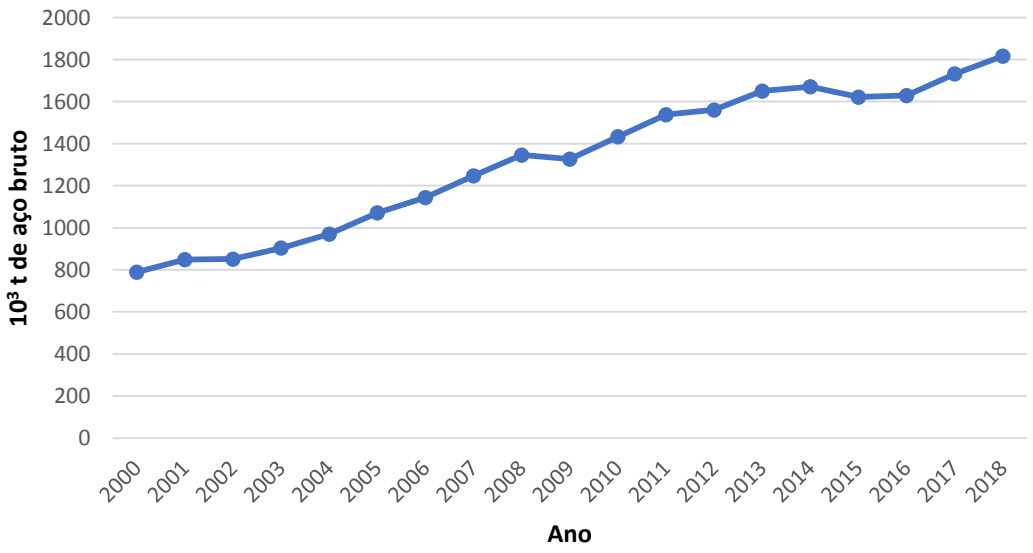
Nos anos 1990, mesmo com as privatizações, o Estado ainda tinha controle de cerca de 65% da capacidade produtiva nacional. Essas siderúrgicas estatais apresentavam alto endividamento e faziam baixos investimentos. Após a extinção da Siderbrás em 1990, foi criado o Programa Nacional de Desestatização, que levou à privatização da Usiminas, Cosinor, Piratini, CST, Acesita, CSN, Cosipa e Açominas. Com a privatização, o setor siderúrgico passou a crescer novamente, dada a autonomia para planejamento de atuação das empresas, melhorias no desempenho administrativo, financeiro e tecnológico, gestão de recursos orientada para resultados, redução de custos, e mais. Ao mesmo tempo, diminuiu-se o controle dos preços do aço e de seus produtos pelo governo e abertura da economia. As empresas, antes focadas em substituir as importações, passaram a atuar em mercados concorrentes, aumentando a competição entre elas e favorecendo investimentos em melhorias do processo produtivo e dos produtos em busca de vantagem competitiva. De 1990 a 2001 houve estagnação da produção, crescimento das importações e continuidade das exportações no mesmo nível e crescimento do consumo interno (Puga, Borça Junior, Carvalho, & Silva, 2010).

Entre 2000 e 2009, investimentos da ordem de US$ 20,3 bilhões foram feitos na indústria siderúrgica nacional. Esses investimentos foram destinados para a modernização, expansão e atualização dos parques industriais, com aumento importante da capacidade produtiva nas usinas (Puga, Borça Junior,

Carvalho, & Silva, 2010). A produção de aço, bem como o consumo doméstico de aço aumentaram nesse período. Devido à crise internacional em 2008, o setor siderúrgico passou a subutilizar drasticamente sua capacidade produtiva, voltando a subir no segundo semestre de 2009, com manutenção desse crescimento a partir de então, bem como do consumo doméstico de aço. O setor foi capaz de atender à ampliação do consumo doméstico pelos mercados de Construção Civil durante o período de Copa do Mundo e Olimpíadas e de Energia devido à exploração do petróleo na camada do pré-sal. Na

Figura 1 pode-se confirmar a crescente na produção de aço bruto no mundo desse último período analisado até 2018.

Figura 1 - Produção de aço bruto no mundo, de 2000 a 2018, em milhões de toneladas



Fonte: (World Steel Association, 2019; World Steel Association, 2010)

3.2 Mercado

A cada ano, o Instituto Aço Brasil publica o Anuário Estatístico da Siderurgia Brasileira, em que disponibiliza os dados dos últimos seis anos em produção, vendas internas, exportações, importações, consumo aparente, matérias-primas, investimentos e dados gerais. O Anuário de 2019 (Instituto Aço Brasil, 2019) mostra que a produção de

aço bruto mundial chegou a 1,809 bilhão de toneladas em 2018, um aumento de 4,5% com relação ao ano anterior. A China é o maior país produtor, tendo produzido 928,3 milhões de aço bruto em 2018, mais de 26 vezes mais que o Brasil.

O Brasil possui o maior parque industrial da América do Sul, com 32 usinas administradas por 12 grupos empresariais e distribuídas em 11 estados. Em 2018, o país foi responsável por 35,4 milhões de toneladas, apresentando um aumento de 1,7% para a produção nacional com relação ao ano anterior, e sendo o 9º maior produtor no mundo. Sua produção de 11,5 milhões de toneladas de aço líquido o torna o 6º maior exportador líquido do mundo (Instituto Aço Brasil, 2020). Dados consolidados referentes à 20118 são apresentados na Tabela 2.

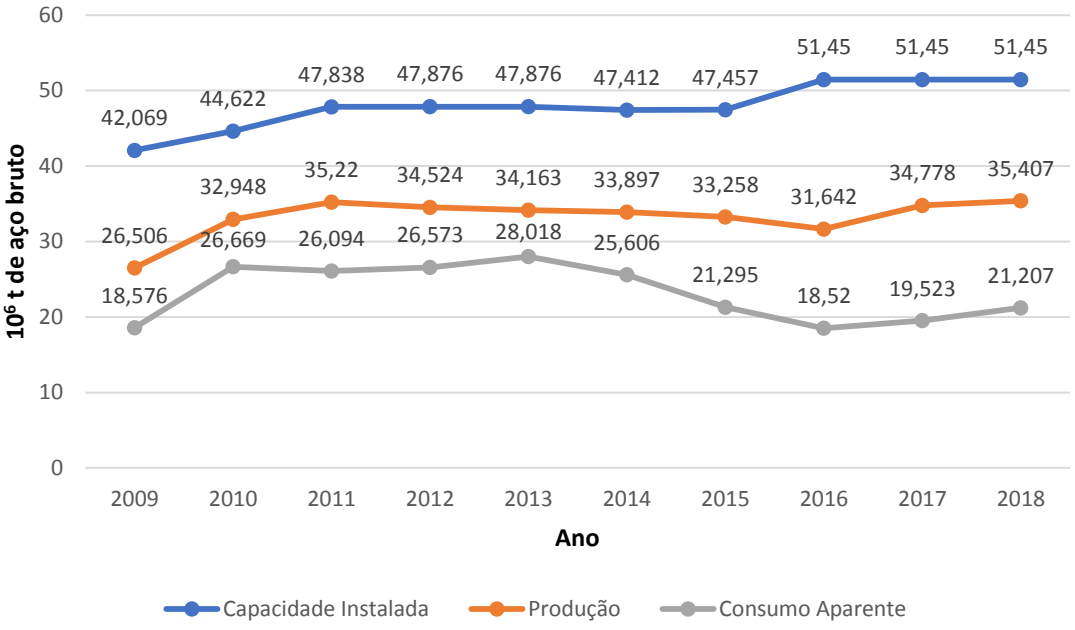
Tabela 2 – Dados consolidados do setor referentes ao ano de 2018

Parâmetro	Valor
Parques Produtores do Aço	32 usinas
Capacidade Instalada	51,5 milhões de t/ano de aço bruto
Produção Aço Bruto	35,4 milhões de toneladas
Produtos Siderúrgicos	33,6 milhões de toneladas
Colaboradores	108.402
Consumo Aparente	21,2 milhões de toneladas
Saldo Comercial	US$ 6,3 bilhões
Exportação Líquida de Aço (exportação – importação)	11,5 milhões de toneladas
Exportações Indiretas (aço contido em bens)	2,8 milhões de toneladas
Consumo per capita	101 kg de produtos siderúrgicos/habitante

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (Instituto Aço Brasil, 2020)

As siderúrgicas nacionais dispõem de avançadas tecnologias de produção e de beneficiamento. Os principais produtos produzidos são aços semiacabados, longos e planos. Na Figura 2 são apresentados dados de capacidade instalada, produção e consumo aparente de 2009 a 2018 no Brasil. Atualmente, a capacidade instalada de produção do setor siderúrgico é maior que sua produção, representando ociosidade na indústria. Além disso, o consumo aparente é menor que a sua produção anual, indicando que a atual capacidade de produção tem condição plena de atender o aumento das exportações.

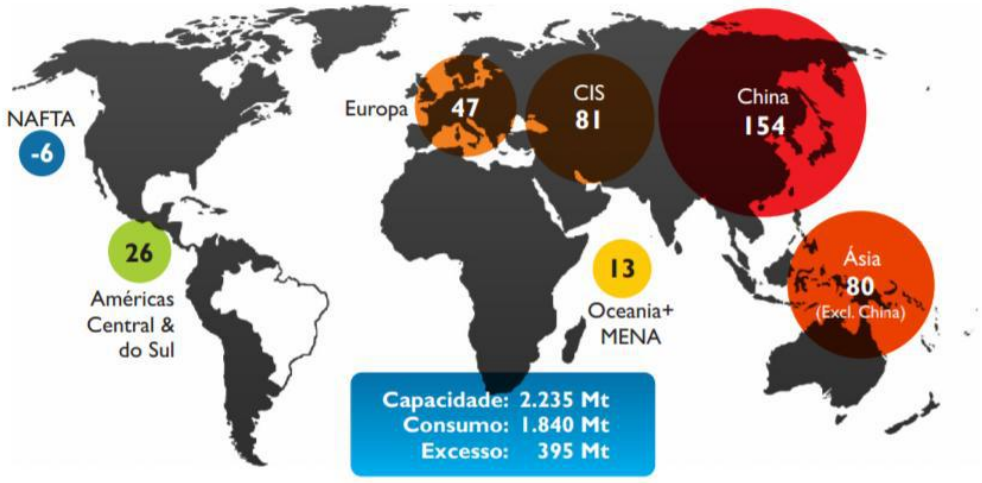
Figura 2 - Dados de Capacidade Instalada, Produção e Consumo Aparente (10^6 t) de aço bruto por ano, de 2009 a 2018, no Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (Instituto Aço Brasil, 2019)

O elevado nível de ociosidade no setor e um consumo aparente inferior à produção no caso brasileiro seguem o comportamento mundial relacionado à oferta de aço: 395 milhões de toneladas não são vendidas (Figura 3).

Figura 3 – Excesso de capacidade de produção de aço no mundo em 2018



Fonte: (Instituto Aço Brasil, 2019)

Em relação à destinação dos produtos de aço, a Associação Brasileira de Construção Metálica (ABCEM) apontou que o setor que mais consome aço no país é o da construção civil. De todo o material produzido, 34,1% tem esse fim (Associação Brasileira de Construção Metálica, 2019).

O consumo aparente de produtos siderúrgicos, por setor, em 2017, é apresentado na Tabela 3. Os produtos planos, obtidos a partir da passagem do material semiacabado por dois cilindros, processo de laminação, geram como produtos finais chapas, bobina, tubos, perfis, telhas, lambris, entre outros. Já produtos longos também podem ser obtidos pela laminação, e são caracterizados principalmente por terem comprimento muito superior a largura e altura, vendidos usualmente na forma de barra, telas e treliças e vergalhões.

Tabela 3 – Distribuição Setorial das Vendas de Produtos Siderúrgicos, em 10^3 t, em 2017

Setor	Produtos Aços Planos	Produtos Aços Longos	Total	
Construção Civil	2.245	4.299	6.544	34,1%
Automotivo	3.224	1.011	4.235	22,1%
Máquinas e Equipamentos (Bens de Capital) (*)	3.092	903	3.995	20,9%
Utilidades domésticas e comerciais	933	444	1.377	7,2%
Tubos com costura de pequeno diâmetro (d < 7”)	1.040	0	1.040	5,4%
Embalagens e recipientes	653	12	665	3,5%
Outros setores	500	812	1.312	6,8%
Total	**11.687**	**7.481**	**19.168**	**100%**

(*) Inclui tubos com costura com d > 7”, destinados a Óleo & Gás.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (Associação Brasileira de Construção Metálica, 2019)

No período de 2002 a 2012, a destinação de aço para a construção civil cresceu em um ritmo de 11% ao ano, devido principalmente às obras de infraestrutura para os eventos de Copa do Mundo e Olimpíadas. Porém, ocorreu uma baixa acentuada de vendas para o mercado interno a partir de 2013, acompanhada de crescimento para o mercado externo. A partir de 2016, o cenário voltou a ficar favorável, com quedas menores e consequente aumento de 2018 em relação a 2017 (Tabela 4). O atendimento ao mercado interno é prioritário para a indústria brasileira do aço. As vendas de aço do mercado interno foram fortemente impactadas devido à dificuldade de recuperação do setor de construção após um *boom* com os grandes eventos anteriormente citados.

Tabela 4 – Variação da produção dos principais setores consumidores de aço (%)

Setor	2016/2015	2017/2016	2018/2017
Construção Civil	-11,6	-3,1	1,0
Automotivo	-12,1	17,2	7,3
Bens de Capital	-10,2	6,2	7,3
Eletrodomésticos	-7,2	3,2	1,0

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de: (Instituto Aço Brasil, 2019)

O Instituto Aço Brasil passou a divulgar o Índice de Confiança da Indústria do Aço (ICIA) em dezembro de 2019. Ele é um indicador antecedente que identifica alterações de curto prazo na indústria nacional do aço a partir da opinião dos diretores executivos das empresas associadas ao Instituto. Entre novembro e dezembro o índice subiu 6,1 pontos, chegando a 68,3 pontos, ultrapassando pela primeira vez 50 pontos desde que foi iniciado, em abril de 2019. Isto indica uma situação de otimismo com o setor, dada maior confiança na situação atual das empresas e na economia brasileira. Para os próximos 6 meses, o índice ficou em 70,9 pontos, continuando com o otimismo no setor (Estadão, 2019).

3.3 Principais empresas do setor siderúrgico

O jornal Estadão publicou em 2019 na revista Estadão Empresas Mais o Ranking 1500, que reconhece as maiores empresas do País pelo porte que apresentaram em 2018 (Estadão, 2019). O *ranking* é baseado na receita líquida do ano, de acordo com a consultoria Austin Rating. As 15 principais empresas do ramo de Metalurgia e Siderurgia são apresentadas na Tabela 5. A posição geral da empresa se baseia no

ranking completo, considerando as 1500 empresas ranqueadas, de 24 setores da economia.

Tabela 5 – Ranking das empresas do setor de Metalurgia e Siderurgia atuantes no país em 2018

Posição no setor	Posição Geral	Empresa	UF da sede	Receita líquida (R$ mil)
1	15	ArcelorMittal	MG	25.414.631
2	33	Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)	SP	12.802.755
3	34	Usiminas	MG	12.570.079
4	48	Gerdau Cosigua	RJ	9.777.097
5	61	Gerdau Açominas	MG	7.592.720
6	65	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM)	MG	7.420.756
7	85	Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP)	CE	6.148.953
8	95	Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)	SP	5.387.929
9	104	Paranapanema	SP	5.092.330
10	124	Aperam	MG	4.225.779
11	130	Alumina do Norte do Brasil S.A. (Alunorte)	PA	4.147.760
12	141	Vallourec Tubos	MG	3.853.793
13	156	Nexa Resources	MG	3.474.734
14	178	Alumínio Brasileiro S.A. (ALBRAS)	PA	3.197.593
15	181	Gerdau S.A.	RJ	3.137.832

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (Estadão, 2019)

A receita líquida da primeira colocada, ArcelorMittal (R$ 25.414.631 mil), é quase o dobro da receita da segunda colocada, CSN (R$ 12.802.755 mil), e da terceira colocada, Usiminas (R$ 12.570.079 mil). Vale destacar que a primeira colocada do setor de Metalurgia e Siderurgia está em 15º lugar geral no *ranking* entre as empresas do País com maior receita líquida do ano de 2018. Dentre as empresas da Tabela 6, ArcelorMittal, CSN, Usiminas, Gerdau Cosigua, Gerdau Açominas, Gerdau S.A., CSP, Aperam e Vallourec Tubos são siderúrgicas. As demais, CBMM, CBA, Paranapanema, Alunorte, Nexa Resources e ALBRAS exploram e/ou elaboram produtos a partir de outros metais e não aço.

Uma vez que o Instituto Aço Brasil é a entidade representativa das empresas siderúrgicas no Brasil, as empresas associadas a ele figuram entre as principais empresas do país. Elas representam 86,8% da produção total de aço bruto nacional. Seus nomes e localidades podem ser vistos na Tabela 6 e na Figura 4.

Tabela 6 – Resumo das empresas associadas ao Instituto Aço Brasil e suas localidades

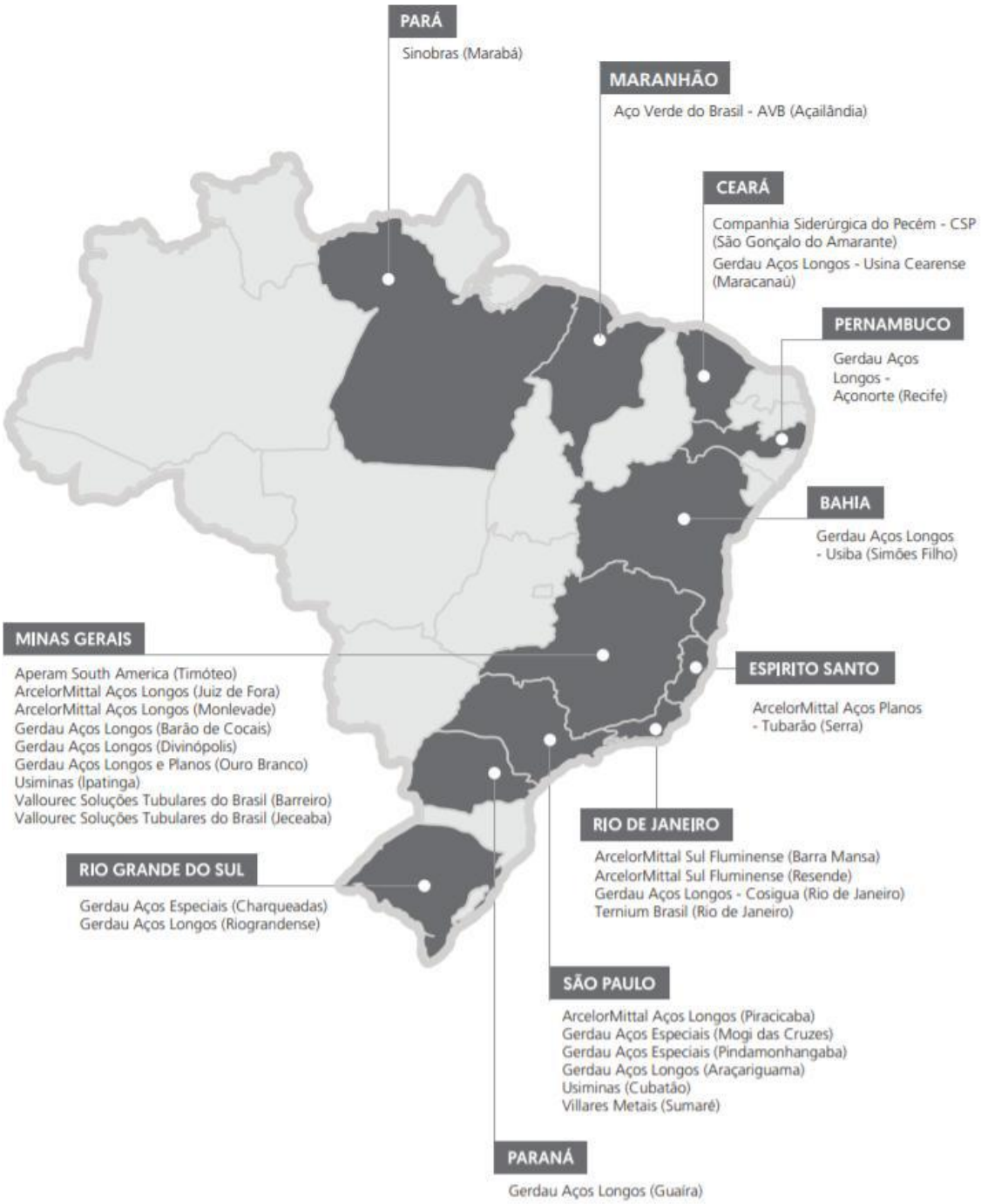
Empresa	Localidade(s)
Aço Verde do Brasil	MA
Aperam South America	MG
ArcelorMittal	
ArcelorMittal Aços Longos	MG, SP
ArcelorMittal Sul Fluminense	RJ
ArcelorMittal Tubarão	ES
Companhia Siderúrgica do Pecém	CE
Gerdau S.A.	
Gerdau Açominas S.A.	MG
Gerdau Aços Especiais S.A.	RS, SP
Gerdau Aços Longos S.A.	BA, CE, MG, PE, PR, RJ, RS, SP
Siderúrgica Norte Brasil S.A. - SINOBRAS	PA
Ternium Brasil	RJ
Usiminas	MG, SP
Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A.	MG
Villares Metals S.A.	SP

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (Instituto Aço Brasil, 2019)

De acordo com o Anuário de 2019 (Instituto Aço Brasil, 2019), a região Sudeste possui a maior concentração de empresas (Figura 4), com 20 usinas instaladas, representando uma participação de 86,6% da produção nacional de aço bruto. Em seguida tem-se a região Nordeste, com 10,1% da produção nacional, proveniente dos estados de Maranhão, Ceará, Pernambuco e Bahia, seguida pelas regiões Sul e Norte.

Os estados com maior produção de aço bruto foram, em 2018, Minas Gerais, com 10,594 milhões de toneladas produzidas (29,9% da produção nacional) e Rio de Janeiro, com 10,406 milhões de toneladas produzidas (29,4% da produção nacional).

Figura 4 – Localidades das usinas das empresas associadas ao Instituto Aço Brasil



Fonte: (Instituto Aço Brasil, 2019)

CAPÍTULO 4 – O PROCESSO SIDERÚRGICO

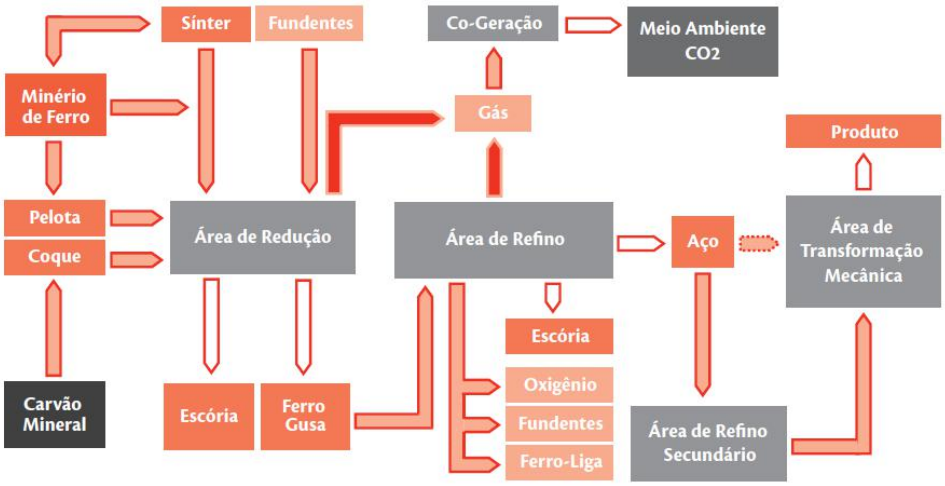
4.1 Rotas Tecnológicas

O processo siderúrgico é caracterizado pela obtenção do aço. O aço é uma liga metálica ferro-carbono com teor de carbono que varia entre 0,008 e 2,11% em massa, além de outros elementos residuais da produção ou outros elementos de liga adicionados para obtenção de propriedades específicas do material. Na ausência de elementos de liga, tem-se o aço-carbono, e na presença, aço-liga. Ligas ferro-carbono com teores de carbono acima de 2,11% são denominadas ferro fundido (Venson, 2014).

Na indústria siderúrgica mundial, duas rotas tecnológicas predominam: usinas integradas a coque e usinas semi-integradas. No contexto nacional, adiciona-se a essas configurações as usinas integradas à redução direta, usinas integradas a carvão vegetal e a produção de ferro-gusa por meio de alto-forno a carvão vegetal (CGEE, 2010).

Em usinas integradas a coque, tem-se uma única unidade industrial agrupando as áreas de transformação de minério de ferro e do aço (Figura 5). A partir do minério de ferro ou de seus produtos, sínter e pelota, e de coque e fundentes, obtém-se ferro-gusa. Este é convertido em aço, que sofre posterior transformação mecânica para conformação e acabamento de produtos a serem comercializados.

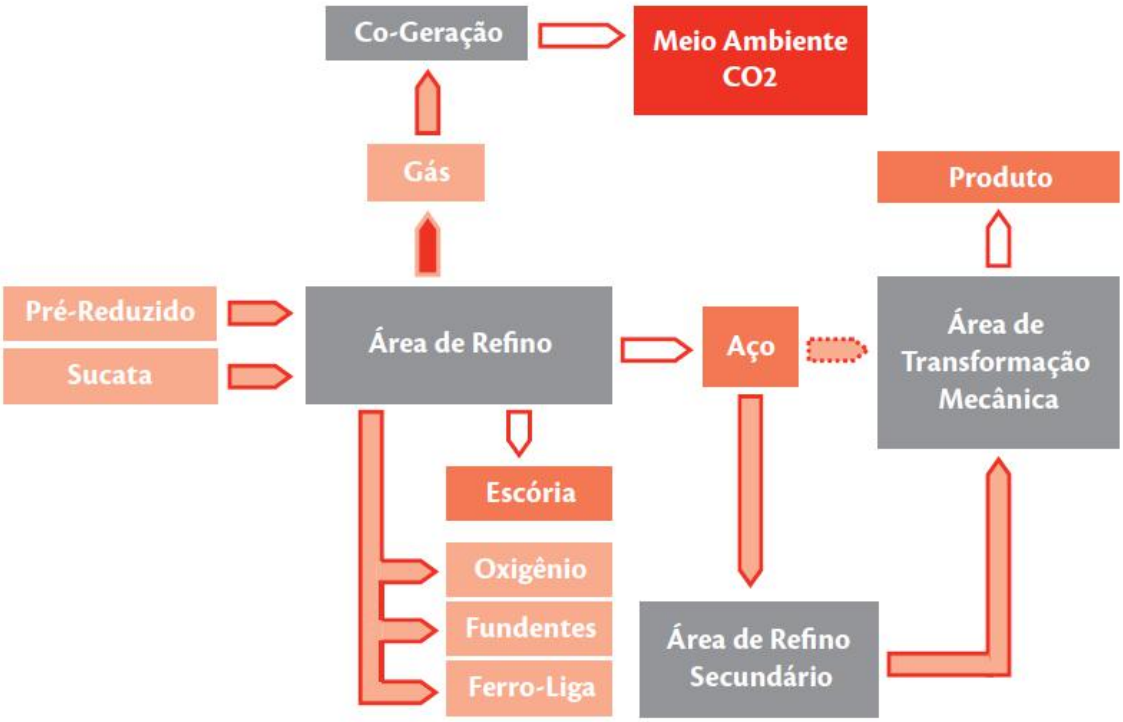
Figura 5 – Usinas integradas a coque



Fonte: (CGEE, 2010)

Já as usinas semi-integradas possuem somente as áreas de Refino e de Transformação Mecânica (Figura 6). É um processo mais compacto, em que as aciarias recebem, principalmente, sucata de ferro. Elas também são alimentadas, em menor escala, por ferro-gusa e pré-reduzidos, esses últimos são ferro diretamente reduzido (DRI) e ferro briquetado a quente (HBI).

Figura 6 – Usinas semi-integradas



Fonte: (CGEE, 2010)

Como citado anteriormente, outra rota tecnológica utilizada, porém mais em contexto nacional, é a usina integrada à redução direta (RD). Ela possui as áreas de redução, refino e transformação mecânica, porém, com módulos de redução direta e com aciaria elétrica.

4.2 Matérias-primas e sua preparação

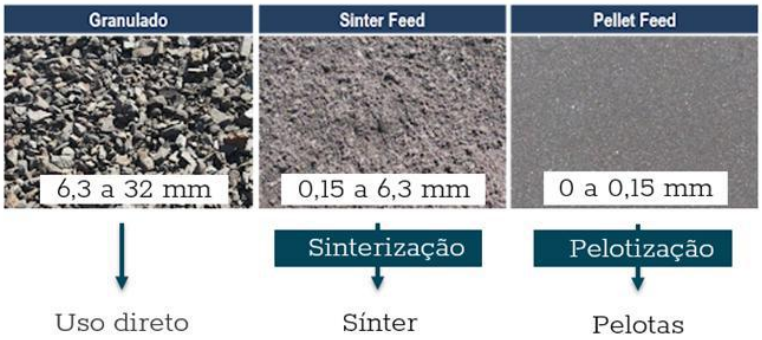
As principais matérias primas presentes no processo siderúrgico são o minério de ferro, o carvão vegetal e o carvão mineral. Eles são preparados para uso a partir da aglomeração do minério de ferro, através de processos de Pelotização e Sinterização, e da transformação do carvão em coque.

- Minério de ferro

O minério de ferro está disponível na natureza na forma de rochas, misturado a outros elementos. O Brasil é o segundo maior produtor de minério de ferro no mundo, com 585,337 milhões de toneladas produzidas em 2017, atrás somente da Austrália, com 883,4 milhões de toneladas no ano (World Steel Association, 2019). Os estados com maior produção são Minas Gerais (406,878 milhões t com 50,34% Fe) e Pará (168,495 milhões t com 65,46% Fe). No estado do Amazonas, o minério bruto possui o maior teor de ferro (70,00%) e é menos explorado.

Para ser utilizado nas indústrias siderúrgicas, o minério é beneficiado. De toda a produção comercializada, 99,22% é vendida da forma beneficiada, dada sua destinação e o preço por quilo mais elevado do minério beneficiado (Agência Nacional de Mineração, 2019). O beneficiamento do minério de ferro se inicia com a separação do minério por sua granulometria (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), que resulta em três produtos: granulado (d > 6,3 mm), *sinter feed* (0,15 mm < d < 6,3 mm) e *pellet feed* (d < 0,15 mm). De forma a atender às especificações de entrada do alto-forno, esses finos passam pelos processos de Sinterização e Pelotização, respectivamente.

Figura 7 – Minério de ferro e sua separação



Fonte: Adaptado de (CSN, 2019)

No processo de Sinterização é feita a aglomeração do minério de ferro a partir da junção do *sinter feed* com fundentes e finos de coque. Neste processo, a carga é submetida a temperaturas entre 1200 e 1400ºC de forma que aconteça uma reação química de redução e oxidação. Os fundentes, comumente óxidos básicos como CaO e MgO, são utilizados para acelerar o processo e aumentar a qualidade do produto. Após o processo, forma-se um material aglomerado, sólido e poroso, denominado sínter. A unidade de sinterização é a maior consumidora dos rejeitos dos processos de produção da usina.

No processo de Pelotização também é feita aglomeração do minério de ferro. O *pellet feed* é levado para moagem, onde o minério é moído com água e forma uma polpa, que é classificada por hidrociclones, equipamentos que separam sólido e líquido. Depois, é enviada ao espessador, onde é sedimentada, e encaminhada para tanques homogeneizadores. Assim, obtém-se pelotas, conformando adequadamente os finos do minério para o alto-forno (Vale, 2014). A Pelotização é um processo mais caro e complexo que a Sinterização. A pelota formada possui alta resistência mecânica e maior teor de ferro que o sínter, podendo ser produzida com uma variedade maior de composição química.

O sínter formado alimenta os altos-fornos, enquanto a pelota alimenta tanto altos-fornos quanto é utilizado para redução direta. Como o sínter é mais frágil que a pelota, normalmente as plantas de sinterização estão dentro das usinas siderúrgicas para serem utilizados na redução, enquanto as pelotas podem se situar fora das siderúrgicas. De fato, as mineradoras são as maiores produtoras de pelotas (CGEE, 2010).

- Carvão Mineral

O carvão mineral é um combustível fóssil extraído a partir de mineração a céu aberto ou subterrânea, de acordo com a profundidade que se encontra o carvão. Seu beneficiamento busca reduzir o teor de matéria orgânica, ou seja, matéria formadora de cinzas, e de enxofre.

A China é a principal produtora de carvão mineral no mundo. As principais reservas de carvão no Brasil encontram-se no Rio Grande do Sul (89,25% das reservas

nacionais) e correspondem a menos de 1% das reservas totais no mundo. O carvão mineral disponível no Brasil é conhecido como de baixa qualidade devido a sua baixa concentração de carbono e alto teor de impurezas (Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008). Por isso, cerca de 98% do carvão consumido no Brasil é importado, sendo utilizado em maioria para geração de energia (O Petróleo, 2019).

O carvão entra no processo siderúrgico no processo de coqueificação, de forma a produzir coque, que é utilizado no alto-forno. Carvões coqueificáveis são aqueles que na ausência de ar, amolecem, incham, aglomeram e solidificam na forma de sólido poroso e rico em carbono, com alta resistência mecânica. Na coqueificação, esses carvões são aquecidos na ausência de ar a temperaturas de até 1100ºC, gerando coque e produtos voláteis a partir de decomposição térmica. Esses produtos voláteis podem ser liquefeitos e aproveitados para formar produtos químicos comercializáveis. Os produtos voláteis também podem alimentar uma caldeira de recuperação de calor, convertendo a energia residual em vapor para a geração de energia (CGEE, 2010).

- Carvão vegetal

O uso de carvão vegetal na siderurgia é uma prática utilizada principalmente no Brasil. A partir de altos-fornos a carvão vegetal, tem-se 1% da produção mundial de ferro-gusa e 25% da produção brasileira. De 2003 a 2012, o consumo anual médio de carvão vegetal foi de 6,9 milhões de toneladas no País. O uso dele está associado em maior parte a produtores independentes de ferro-gusa (CGEE, 2015).

O processo de carbonização da madeira anidra tem 26% de eficiência de transformação em carvão, isto é, são necessárias 3,85 toneladas de madeira para a produção de 1 tonelada de carvão vegetal. A eficiência dessa conversão, ou rendimento gravimétrico (RG: razão entre kg de carvão por kg de madeira em base seca), é função do controle de temperatura do processo e da qualidade e frações mássicas dos principais componentes da madeira, hemicelulose, celulose e lignina, que possuem diferentes RG. *Eucalyptus grandis*, espécie muito comum nas indústrias de papel e celulose, possui baixo teor de lignina, componente que contribui para alta eficiência de conversão. O uso de clones provenientes de melhoramento genético utilizados pelas empresas florestais pode significar um aumento de 25% na produção de carvão vegetal a partir da madeira anidra (CGEE, 2015).

A produção de carvão vegetal tem sido feita em fornos de alvenaria retangulares, de 150 a 450 m^3 em algumas usinas integradas do País, em substituição dos fornos circulares. Isso possibilita produção individual de 750 a 2000 toneladas de carvão vegetal por ano.

O processo permite utilizar fontes de ferro e carbono que não são adequadas aos grandes altos-fornos, que utilizam carvão mineral. Esse é um desafio para as siderúrgicas de grande porte, que possuem altos-fornos tradicionais, e necessitariam adaptá-los para o uso do carvão vegetal. Sua difusão é grande no País através de produtores independentes de ferro-gusa pois a tecnologia é dominada, possui custo baixo, e há considerável quantidade de material proveniente de resíduos de florestas de celulose e de plantios e de abertura de fronteiras agrícolas (CGEE, 2010).

4.3 Redução

Na etapa de redução do minério de ferro, uma sequência de reações químicas ocorrem para a remoção do oxigênio presente no minério e obter ferro como produto final. A redução pode ser feita a partir de três processos que se distinguem tanto pela composição da carga alimentada quanto pelo produto final, e são eles: uso do Alto-Forno, Redução Direta e Fusão Redutora.

Com relação à produção mundial de ferro na etapa de Redução, 93% do total provém de altos-fornos a coque. A tecnologia já está bem avançada e poucos desenvolvimentos incrementais são realizados. Os altos-fornos a carvão vegetal são derivados de tecnologias nacionais, com desenvolvimento bem inferior ao do alto-forno a coque, havendo espaço para o aperfeiçoamento da tecnologia.

- Alto-Forno

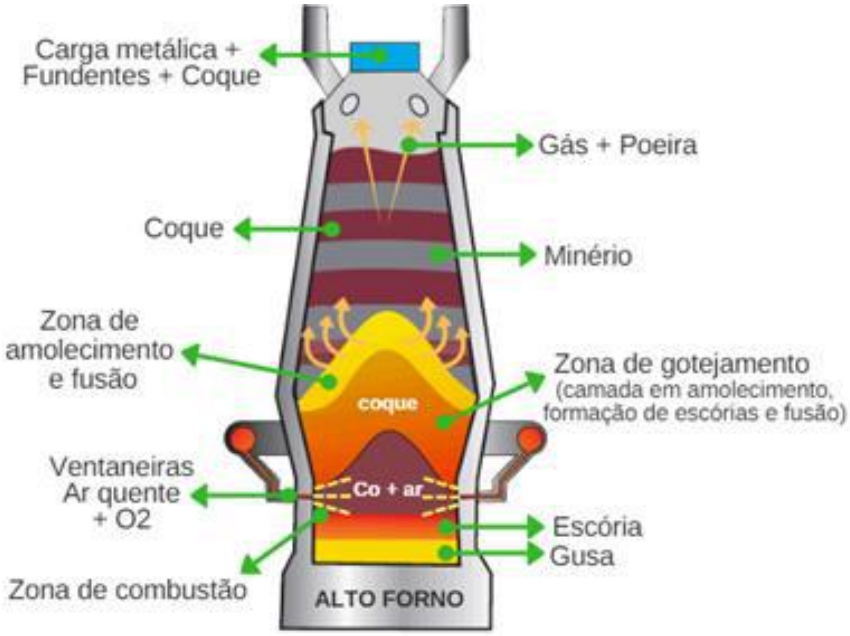
No alto-forno são adicionadas três cargas pelo topo, de forma a produzir ferro líquido: carga metálica (granulado, pelotas ou sínters), combustível sólido (coque ou carvão vegetal) e fundentes. O coque queima a altas temperaturas na presença de oxigênio, que é soprado pela parte inferior do alto-forno a temperaturas entre 1480 e 1520 °C (Mourão, 2007). CO e outros gases liberados na queima servem como redutor e como combustível para a reação, saindo pelo topo. Nessas condições, o minério de ferro

é reduzido a ferro metálico líquido, o ferro-gusa, que é coletado no fundo do alto-forno. O ferro gusa é uma liga metálica líquida contendo de 1,7 a 6,67% de carbono e altos teores de impurezas (fósforo, enxofre e sílica).

Pelo fundo do alto-forno e acima do ferro-gusa é coletada a escória, parcela de impurezas de coque e de minério, usualmente destinada à fabricação de cimento. O gás de alto-forno (GAF) que sai pelo topo passa por um processo de despoeiramento e lavagem, de forma que parte seja utilizada de volta no alto-forno após um pré-aquecimento e também seja utilizada em outros processos como fonte de calor (Mourão, 2007).

As dimensões de um alto-forno moderno são: diâmetro de 14-15 m, altura de 35 m, produção de 10.000 toneladas de ferro por dia (Figura 8).

Figura 8 – Esquema do Alto-Forno em corte com suas regiões



Fonte: (Convaço, 2020)

As principais reações que ocorrem no alto-forno são:

$$C_{(s)}(coque) + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$ **Equação 1**

$$C_{(s)}(coque) + CO_{2(g)} \rightarrow 2\ CO_{(g)}$$ **Equação 2**

$$Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \rightarrow 2\,Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$$ **Equação 3**

$$2\,Fe_3O_{4(s)} + 2\,CO_{(g)} \rightarrow 6\,FeO_{(s)} + 2\,CO_{2\,(g)}$$ **Equação 4**

$$FeO_{(s)} + CO_{(g)} \rightarrow Fe_{(l)} + CO_{2\,(g)}$$ **Equação 5**

$$FeO_{(s)} + C_{(s)} \rightarrow Fe_{(l)} + CO_{(g)}$$ **Equação 6**

- Redução Direta

Na Redução Direta (RD) é utilizada uma rota semi-integrada em alternativa ao uso de altos-fornos, e produz ferro-esponja como insumo para o Forno Elétrico a Arco. Neste processo, o minério de ferro é reduzido a partir de um agente redutor como CH_4, CO e H_2. Nele, não ocorre a fusão da carga no reator, e a temperatura do processo é de cerca de 1100 ºC. O produto, ferro-esponja, possui de 85 a 95% de ferro e 0,1 a 1,0% de carbono.

Em países menos industrializados, com minérios de alta qualidade, escassez de sucata e CH_4 em abundância, o RD é o processo mais viável, visto que o ferro-esponja é usado como alternativa à sucata na alimentação da Aciaria e também diminui a utilização do coque.

- Fusão Redutora

Na Fusão Redutora, o minério de ferro é reduzido sem passar pela etapa de coqueificação. A redução do óxido de ferro utiliza C ou CO, com o ferro em estado líquido, diferente do estado sólido ao qual o ferro se encontra nos altos-fornos.

4.4 Refino (Aciaria)

A etapa de Refino Primário é diferenciada dependendo da integração da usina siderúrgica. Usinas integradas a coque que utilizam alto-forno para produzir ferro-gusa utilizam também o conversor básico a oxigênio (*basic oxygen furnace*, BOF), e são denominadas aciarias LD. Já usinas semi-integradas fazem uso de aciarias elétricas.

Nesta etapa o alto teor de carbono e de impurezas presentes no ferro-gusa é reduzido a partir de sua oxidação. A porcentagem de carbono no ferro-gusa cai a menos

de 1%, com o restante do carbono sendo retirado na forma de gás como CO e CO_2. Pela escória são retiradas as impurezas oxidadas.

Cerca de 66% da produção mundial de aço é baseada na aciaria LD, porcentagem essa que sobre para 75 a 80% no Brasil. Desenvolvimentos incrementais na aciaria LD não tem sido muito elevados, com a produtividade do conversor LD se mantendo em uma mesma faixa há mais de dez anos. Por outro lado, a produtividade da aciaria elétrica tem visto um aumento.

- Aciaria LD

Em aciarias LD são utilizados conversores básicos a oxigênio (Figura 9). Pelo topo do conversor é adicionada a carga metálica, composta em média por 75% de ferro-gusa líquido proveniente do alto-forno e por 25% de sucata ferrosa reciclada. Através de um sopro, oxigênio puro (99%) é injetado de forma a oxidar as impurezas e liberar calor. A combustão pode ser do tipo suprimida ou interrompida, na qual parte do gás de aciaria (GAC) é recolhido para novo uso, e combustão completa ou aberta, em que o GAC é completamente ou parcialmente queimado, sem recuperação posterior do calor.

Figura 9 – Conversor a Oxigênio em vistas em corte e frontal

Fonte: (edX, 2018)

As principais reações que ocorrem no conversor básico a oxigênio são:

$$C_{(s)}(coque) + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$ **Equação 7**

$$2\,Fe_{(l)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,FeO_{(s)}$$ **Equação 8**

$$Si_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SiO_{2(s)}$$ **Equação 9**

$$Mn_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow MnO_{(s)}$$ **Equação 10**

$$2\,P_{(s)} + \frac{5}{2} O_{2(g)} \rightarrow P_2O_{5(s)}$$ **Equação 11**

$$P_2O_{5(s)} + 3\,CaO_{(s)} \rightarrow P_2O_{5(s)} \cdot CaO_{(s)}$$ **Equação 12**

Uma vez que o GAC possui muito CO, pode-se utilizá-lo para gerar energia elétrica ou energia para o próprio processo, no caso da combustão suprimida. Durante a limpeza do GAC, pós e lama são gerados. Estes possuem zinco, pois é possível utilizar sucatas de aços galvanizados na alimentação do conversor. Assim, outros pontos para melhoria estão no desenvolvimento de novas soluções para uso da escória e também na melhoria do tratamento da lama e dos efluentes em pó, que possuem baixa capacidade de reciclagem.

Após a passagem pelo conversor, o metal com menor quantidade de carbono é usualmente submetido a um Refino Secundário, de forma a realizar um ajuste fino da composição do aço líquido, retirando ainda mais eventuais impurezas remanescentes. O Refino Secundário consiste nas etapas de desoxidação, remoção de S, remoção de H e N, acerto da composição do aço, descarburização e alteração da morfologia.

- Aciaria elétrica

Em aciarias elétricas são utilizados fornos elétricos a arco (*electric arc furnace*, EAF). A carga de entrada está majoritariamente no estado sólido, como sucata ferrosa, ferro-gusa e pré-reduzidos. O objetivo dessa etapa é o acerto dos teores de carbono e fósforo, feito a partir da adição de finos de minério de ferro e carepa ou por sopro de oxigênio. No EAF feitos dois processos: fusão da carga sólida e refino primário, com descarburização e desfosforação a partir da injeção de O_2 para atender o objetivo desta etapa. O acerto final da composição química é feito a partir dos ajustes térmico e químico, feitos a partir da adição de sucata e elementos de liga, respectivamente (Silva J. N., 2011).

Após o refino primário no EAF, o aço líquido é vazado para o Forno Panela, no qual é feito o refino secundário. À panela, com temperatura ideal para receber o aço líquido, são adicionadas ligas e formadores de escória. Este processo permite o ajuste da qualidade do aço, principalmente dos aços de alta liga, e uma temperatura mais

homogênea no material ao longo do processo (John, 2009). Para a produção de aços especiais, o aço líquido resultante do forno panela é levado para um Desgaseificador a Vácuo. Em situação de baixa pressão parcial, os teores de gases dissolvidos, especialmente do hidrogênio, são reduzidos. Em seguida, o aço é transportado para a etapa de lingotamento (Rossi, 2014).

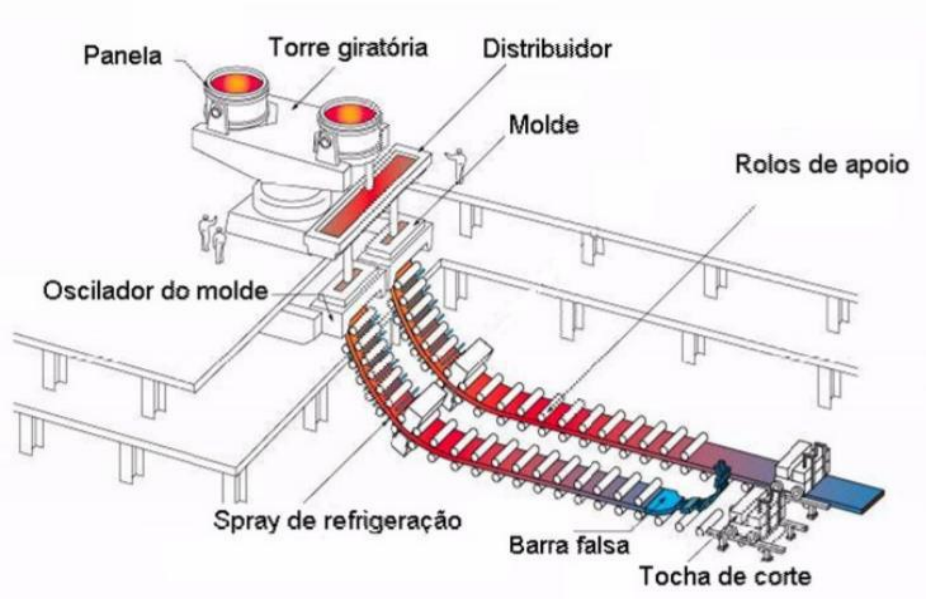
Vantagens da alimentação de ferro-gusa no EAF são o menor consumo de energia elétrica, possibilidade de alimentação de sucata ferrosa em variadas proporções (20 a 100%), produção de alta variedade de aços especiais, e a criação de novas rotas tecnológicas com a utilização combinada de altos-fornos a carvão vegetal e EAF.

4.5 Lingotamento e Laminação

Na etapa de lingotamento, o aço líquido proveniente do refino, seja a partir da rota a coque ou da aciaria elétrica, deve ser solidificado e resfriado. Para isso, é despejado em moldes, que após o resfriamento, são denominados lingotes (Figura 10). O lingotamento contínuo envolve o despejo do aço líquido em moldes, o corte na forma de produtos semi-acabados como placas ou tarugos, solidificação e laminação.

O lingotamento contínuo representa 90% da produção mundial e brasileira, com o restante sendo feito por lingotamento convencional (CGEE, 2010). Neste, há fornos de reaquecimento entre os lingotes e a laminação, o que diminui a produtividade e aumenta o consumo de energia do processo. Parâmetros controlados no processo são a temperatura, as tensões atuantes e a velocidade com que o aço líquido é despejado nos moldes. A técnica de lingotamento contínuo está em maior parte estabilizada, com o gargalo sendo somente a quantidade de aço a ser produzida, e não pela tecnologia em si.

Figura 10 – Esquema do processo de lingotamento contínuo



Fonte: (Barral, 2006)

Na etapa de laminação é feita a conformação mecânica do aço. Nela, os tarugos provenientes do lingotamento são transformados em produtos finais para comercialização. Rolos compressores giratórios atuam sobre os tarugos, de forma a conformar mecanicamente o aço. A partir de tensões compressivas e cisalhantes superficiais, obtém-se um produto menos espesso e de maior comprimento. A laminação é feita à quente para a produção de bobinas, chapas e vergalhões, e à frio para a produção de chapas finas.

CAPÍTULO 5 – SIDERURGIA, MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Para a produção do aço e de produtos do aço pela usina siderúrgica, como visto no Capítulo anterior, uma série de materiais são necessários, bem como energia. Além do produto final, também são gerados grandes volumes de emissões gasosas, resíduos sólidos e efluentes líquidos em diversas etapas do processo, como a coqueificação e a redução do minério de ferro.

5.1 Efluentes gerados no processo siderúrgico

Numa usina siderúrgica integrada, as etapas como coqueria, sinterização, redução no alto-forno e aciaria são as que mais emitem efluentes. Com leis ambientais cada vez mais rígidas, usinas semi-integradas com aciarias elétricas estão se tornando uma tendência (Carvalho, Mesquita, & Araújo, 2015). Para adequação às normas e planejamento de melhorias, é necessário identificar os principais efluentes. A relação entre os principais insumos e seus respectivos efluentes gerados é apresentada na Tabela 7.

Pode-se separar os efluentes sólidos em três categorias:

1. Recicláveis que contém ferro, como poeiras e lamas de alto-forno, de aciaria e de sinterização, lamas das unidades de tratamento, água recirculada na laminação, e carepas;

2. Resíduos carboquímicos gerados nas etapas de redução de coque;

3. Escórias provenientes principalmente da redução no alto-forno e das aciarias a oxigênio e elétricas.

Em relação a efluentes gasosos, o setor siderúrgico ainda continua a ser responsável por 8% de todas as emissões de gases do efeito estufa (GEE) (Ternium, 2019). De acordo com a Worldsteel, a emissão média mundial de CO_2 por tonelada de aço líquido em 2018 foi de 1,8 toneladas.

Tabela 7 – Principais insumos energéticos e efluentes na siderurgia

Etapa		Principais insumos energéticos	Principais Efluentes		
			Gasosos	**Líquidos**	**Sólidos**
Rota integrada a coque	**Sinterização**	Coque Energia elétrica (baixo consumo)	Material particulado, CO, CO_2, SO_2, NOx, VOCS, HF e HCl	-	Pós, lamas e carepas
	Coqueria	Carvão metalúrgico Energia elétrica (baixo consumo)	Material particulado, CO, CO_2, SO_2, NOx, VOCS, benzeno, PAH e CH_4	Amônia, benzeno, tolueno e xileno	Material particulado e alcatrão
	Alto-forno	Coque, PCI Energia elétrica (baixo consumo)	Material particulado, CO, CO_2, SO_2, NOx, VOCS, HF e HCl	-	Pós, lamas e escória
	Aciaria a oxigênio (LD/BOF)	Energia elétrica (baixo consumo)	Material particulado, metais (zinco), CO, VOCS, HF e HCl	-	Pós, lamas, metais solúveis, zinco e escória
	Lingotamento contínuo	Energia elétrica (baixo consumo)	-	Óleo	Sólidos suspensos e sucata
	Laminação	Gás de coqueria, gás de alto-forno ou de aciaria e energia elétrica (alto consumo)	Material particulado, CO, CO_2, SO_2, NOx, VOCS e vapores ácidos	Óleos e ácidos	Carepas, lamas e *pickle liquor* (líquor ácido)
Rota via EAF	**Aciaria elétrica**	Energia elétrica (alto consumo)	Material particulado, metais (zinco, chumbo e mercúrio), CO_2 e dioxinas	-	Pós, lamas e escória
	Lingotamento contínuo	Energia elétrica (baixo consumo)	-	Óleo	Sólidos suspensos e sucata
	Laminação	Gás natural e energia elétrica (alto consumo)	Material particulado, CO, CO_2, SO_2, NOx, VOCS e vapores ácidos	Óleos e ácidos	Carepas, lamas e *pickle liquor* (líquor ácido)
Outros	**Redução direta Midrex**	Gás natural	NOx	-	-
	Fusão redutora (Corex)	Carvão mineral (energético ou metalúrgico)	CO_2	-	-

Fonte: (Carvalho, Mesquita, & Araújo, 2015)

5.2 Consumo de energia e emissão de GEE

O setor industrial, que inclui refino, mineração, produção, agricultura e construção é o setor que mais consome energia, representando mais de 50% do consumo de energia observado em todos os setores. Projeta-se que, de 2018 a 2050, haverá um aumento de mais de 30% do consumo de energia elétrica no mundo pelo setor industrial, chegando a 315 quatrilhões de Btu em 2050 (U.S. Energy Information Administration, 2019).

Dentro do setor industrial, o setor siderúrgico é um dos mais intensivos em energia, tendo consumido 17% do total de energia em 2016 (International Energy Agency (IEA), 2016). Comparando o resultado da indústria siderúrgica brasileira com a média mundial, vê-se um cenário positivo nos indicadores de emissões de GEE, consumo específico de energia e eficiência no uso de materiais (Tabela 8).

Tabela 8 – Comparação de indicadores da siderurgia brasileira, com dados do mundo provenientes da Associação Mundial do Aço e dados do Brasil do Instituto Aço Brasil

	Emissões específicas de CO (t CO2 eq/ t de aço bruto)		**Consumo Específico de Energia (GJ/t de aço bruto)**		**Eficiência no uso de Materiais (% material convertido em produtos, coprodutos e subprodutos)**	
	Mundo	**Brasil**	**Mundo**	**Brasil**	**Mundo**	**Brasil**
2009	1,8	1,59	20,1	18,2	97,9	98,5
2010	1,8	1,7	20,7	18,7	97,7	98,1
2011	1,7	1,7	19,6	19,4	94,4	98,1
2012	1,7	1,7	19,6	n/d	96,4	n/d

Fonte: (Carvalho, Mesquita, & Araújo, 2015)

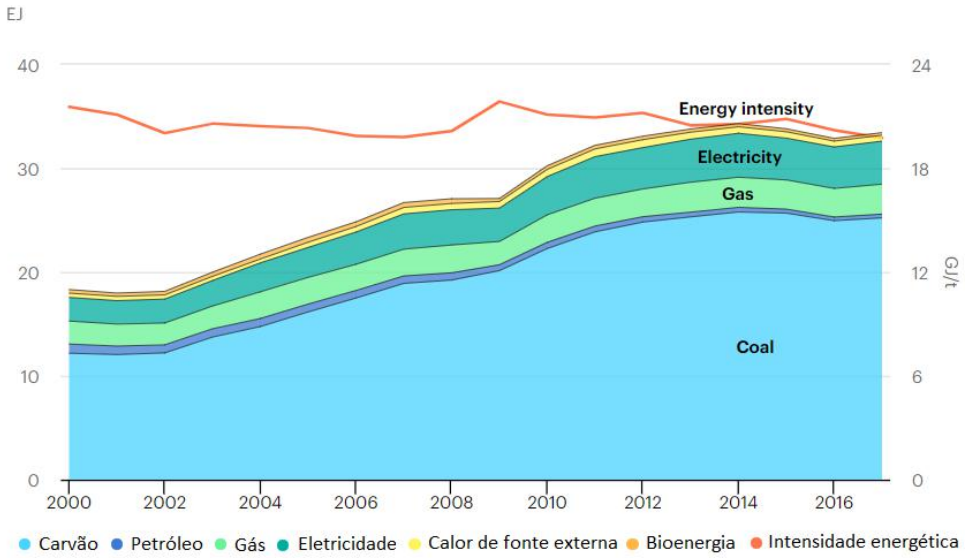
Apesar de nos últimos 50 anos o consumo de energia elétrica por tonelada de aço produzido ter reduzido 60%, ainda há muito espaço para incrementos na eficiência do processo siderúrgico (Ternium, 2019).

De forma geral, eficiência energética é a razão entre a energia consumida e a energia produzida, dada em porcentagem. Medidas que resultam em eficiência energética para uma empresa podem ser vistas de uma forma técnica e também de forma a prover serviços mais eficientes, como definido pelo Conselho Mundial de Energia (*World Energy Council*, WEC). É mais comum ter uma série de melhoras em nível

micro do que macro, mas nem sempre essas medidas menores se transformam em uma melhora que pode ser sentida por toda a empresa.

De acordo com dados da Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency*, IEA), carvão é o produto mais usado para gerar energia na indústria siderúrgica, responsável por 75% da matriz energética, ao passo que Biocombustíveis e Rejeitos são responsáveis somente por 1% (Figura 11). Historicamente, a indústria siderúrgica mostra dependência crescente do carvão para suprir sua demanda por combustível (International Energy Agency (IEA), 2019).

Figura 11 - Demanda energética e intensidade na indústria siderúrgica, de 2000 a 2017



Fonte: (International Energy Agency (IEA), 2019)

O carvão mineral, para a produção de energia, é uma das matérias primas que causa maiores impactos negativos ao ambiente. Apesar dos benefícios econômicos relacionados à sua extração e utilização, a exploração de jazidas é uma atividade que provoca impactos na fauna, flora e recursos hídricos da localidade, devido à barulho, poeira e erosão. Além disso, na combustão do carvão é liberado um alto volume de nitrogênio e dióxido de carbono. Este último é o principal agente do efeito estufa, e estima-se que o carvão seja responsável por 30-35% do total de emissões de CO_2.

Espera-se que a produção mundial de carvão continue constante até 2040, com 160 quatrilhões de Btu (U.S. Energy Information Administration, 2019). Devido a sua grande capacidade poluidora, trabalha-se para o uso de carvão mineral de forma menos

agressiva, a partir do desenvolvimento de tecnologias limpas e de obras de mitigação das jazidas.

A indústria de ferro e aço tem o potencial técnico de reduzir seu consumo de energia total em 20% ao aplicar as tecnologias disponíveis mais adequadas. Apesar de existirem diversas oportunidades que são eficientes energeticamente e apresentam um bom custo-benefício, a maioria não implementa devido à limitada informação ou à velocidade com que novas tecnologias surgem. Empresas que buscam ser certificadas por ter um Sistema de Gestão de Energia, de acordo com a ISO 50001, podem ser beneficiadas pela adoção de tecnologias mais eficientes.

Como visto no Capítulo 4 –, há duas principais rotas tecnológicas para produção de aço: alto-forno combinado com conversores básicos a oxigênio (BF-BOF) e fornos elétricos a arco (EAF). Mais da metade da produção mundial utiliza a rota BF-BOF, que possui gastos energéticos maiores, necessidade de 10-13 GJ/t aço. As etapas de Sinterização (2-3 GJ/t aço) e Laminação (1,5-3 GJ/t aço) também utilizam grande quantidade de energia por peso de aço produzido. Uma série de iniciativas estão em andamento para melhorar a eficiência energética desses processos, como pode ser visto na Tabela 9.

Tabela 9 – Medidas para redução de emissões de GEE na siderurgia (continua)

Área de redução	Potencial de Redução Emissões	Barreiras	Investimento necessário	Viabilidade
Eficiência energética no processo de sinterização – uso de tecnologia de recuperação de calor	Alto	Investimentos necessários são altos.	Médio	Alta
Eficiência energética no processo de sinterização – melhorias incrementais variadas	Médio	São diversas as melhorias que, se adotadas em conjunto, tem um potencial de redução médio.	Baixo	Alta
Eficiência energética no processo de coqueificação – uso de sistemas para controle de mistura de carvão	Médio	Uso de sistemas, embora tenha impacto médio, apresenta impacto elevador sobre o consumo de coque, o que torna a sua viabilidade alta.	Alto	Alta
Eficiência energética no processo de coqueificação – apagamento a seco e outras	Médio	Diversas tecnologias incluídas nessa ação têm potenciais diversos.	Alto	Baixa

Tabela 9 – Medidas para redução de emissões de GEE na siderurgia (continuação)

Área de redução	Potencial de Redução Emissões	Barreiras	Investimento necessário	Viabilidade
Eficiência no alto-forno – aumento de injeção de *pulverized coal injection* (PCI) e de gás natural	Alto	Essas duas tecnologias permitem uma economia de energia significativa, com impacto sobre a redução de emissão e médio custo de capital.	Médio	Alta
Cogeração a partir de gás de alto-forno	Médio	Tecnologia viável somente para novos investimentos.	Alto	Baixa
Melhorias dos sistemas de automação e controle do alto-forno	Médio	A maior barreira é a necessidade de qualificação da mão de obra.	Baixo	Alta
Tecnologias mais eficientes para recuperação de gás de aciaria	Alto	Investimento alto com retorno a médio prazo.	Alto	Média
Melhorias na rota de usinas semi-integradas	Médio/alto	Destacam-se a introdução de processos de automação e controle, uso de queimadores *oxy-fuel* e o preaquecimento da sucata.	Médio	Média/alta
Lingotamento tipo *near shape*	Muito alto	Apesar do alto investimento, o aumento muito alto do potencial de redução de emissões torna a tecnologia atrativa.	Alto	Alta
Uso de queimadores mais eficientes – lingotamento e laminação	Alto	Tecnologia atrativa por ter redução do consumo de energia e redução de emissões combinados com investimentos baixos.	Baixo	Alta
Sistemas de monitoramento e controle dos laminadores	Médio	Investimento baixo e impacto positivo tornam um sistema de monitoramento interessante.	Baixo	Alta
EAF a corrente contínua (DC)	Alto	Uso de corrente contínua ao invés de corrente alternada reduz em 5% o consumo de energia elétrica. Custo alto para essa adaptação.	Médio	Média
Melhorias dos sistemas de automação e controle no EAF	Alto	A maior barreira é a necessidade de qualificação da mão de obra.	Baixo	Alta

Fonte: (Carvalho, Mesquita, & Araújo, 2015)

Além dessa avaliação, um estudo que pode ser apontado é o feito por pesquisadores da UNICAMP (Silva, Mathias, & Bajay, 2018), que buscou identificar medidas viáveis economicamente que pudessem aumentar a eficiência energética de siderúrgicas. Com dados de usinas integradas da ArcelorMittal, CSN, Usiminas Ipatinga, Usiminas Cubatão e Gerdau, foi possível propor medidas nas diferentes etapas do processo produtivo e calcular os custos de energia conservada e seus potenciais de redução de energia.

Adotando as medidas propostas no estudo, há um potencial econômico de redução devido ao uso de combustível de 2,61 GJ/t de aço bruto, ou de 3,02 GJ/t de aço bruto quando feita também a implementação do resfriamento a seco do coque. Esse valor corresponde a uma economia de energia potencial de 12%, com base no consumo específico de energia de 25,78 GJ/ t de aço bruto em 2014. Além disso, há um potencial de redução devido ao consumo de energia elétrica de 1.51 FJ/ t de aço bruto. Dado que o consumo delas era inferior, as usinas estudadas poderiam até se tornar exportadoras de eletricidade.

Outra alternativa existente é a mitigação das emissões de GEE com a ampliação da produção de aço com o uso do carvão vegetal como biorredutor. Em usinas integradas a carvão vegetal de florestas plantadas, a emissão de CO_2 é somente 10% do valor emitido por uma usina integrada a coque (Paula, 2012). No caso do carvão vegetal, as emissões de gases e vapores na carbonização da madeira é associada ao Rendimento Gravimétrico (RG) do carvão, que quanto menor o rendimento, maior serão as emissões (Tabela 10). Dessa forma, a escolha e estudo de espécies com alto RG, que precisem de menor área plantada, possibilitem a redução de custos e a maior recuperação de coprodutos é essencial.

Tabela 10 – Distribuição teórica dos produtos da carbonização de 1 t de madeira base seca

Rendimento Gravimétrico (RG)	**26%**	**35%**
Carvão vegetal (kg)	260	350
Líquido pirolenhoso (kg)	340	300
Alcatrão vegetal (kg)	150	130
Gases: CO_2, CO, H_2 e C_nH_n (kg)	230	210
CH_4 (kg)	20	10

Fonte: (CGEE, 2015)

As vantagens do uso de carvão vegetal vão desde a recuperação e reaproveitamento de coprodutos gerados na produção do carvão de forma a reduzir o custo de produção, até emissões mais baixas de CO_2 quando comparado ao carvão mineral, além da possibilidade de obtenção de créditos de carbono, que apresenta efeitos que serão sentidos a longo prazo.

O uso de carvão vegetal apresenta certas dificuldades, pois apesar das tecnologias já estarem de certa forma dominadas, a fabricação de carvão de biomassa em fornos rudimentares é o mais difundido, em processos com baixo rendimento energético e sem o reaproveitamento dos coprodutos. Além disso, é estimado que cerca de 50% do carvão vegetal produzido no país seja feito de maneira ilegal, dado que o custo do reflorestamento é elevado (CGEE, 2010).

5.3 Sistemas de Gestão Ambiental e de Energia

As normas ISO foram criadas pela Organização Internacional de Padronização (ISO) e têm como objetivo definir um conjunto de melhores práticas a serem adotadas pelas organizações. Uma organização que escolhe seguir uma norma e obter a certificação, deve estipular metas a serem atingidas de acordo com sua realidade e objetivo, e montar um projeto de forma a implantá-la e de continuamente trabalhar em função dela. Empresas que se certificam são associadas, então, a padrões de qualidade internacional.

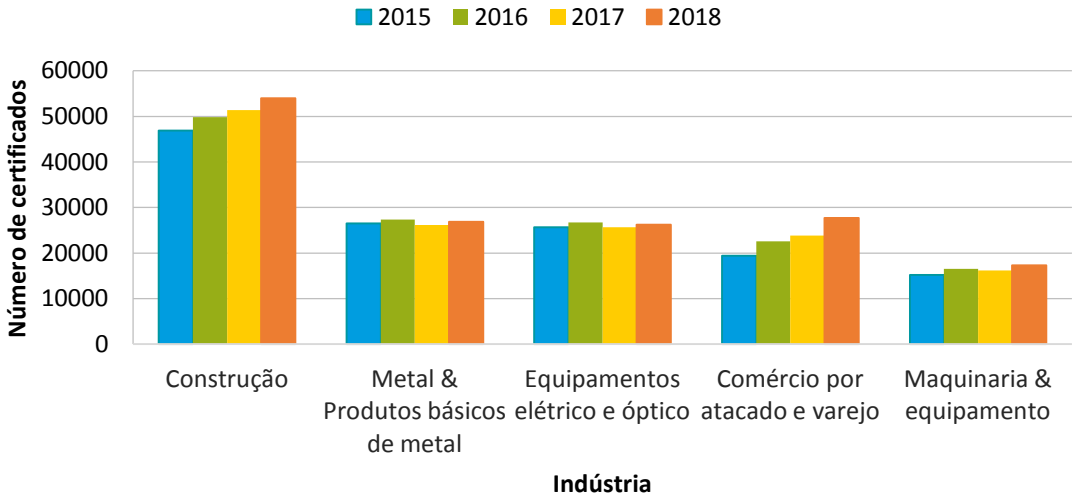
As normas ISO 14001 e ISO 50001 visam a implementação de um Sistema de Gestão, Ambiental e de Energia, respectivamente. Esses sistemas são baseados no sistema de melhoria contínua e podem ser implementados em organizações de diferentes campos de atuação, com objetivos distintos. Essas certificações não são obrigatórias e são feitas a partir de uma auto-avaliação e auto-declaração da organização para a ISO. Essas duas normas são aplicáveis a todas as variáveis que afetam o meio ambiente (ISO 14001) e a energia (ISO 50001) e que podem ser monitoradas e controladas pela empresa, e não estabelecem critérios específicos com respeito as performances ambiental e energética.

Publicada em 1996, a ISO 14001 especifica os requerimentos para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) que pode ser usado por uma organização para aumentar sua

performance ambiental. As vantagens de adoção da norma são: melhoria do desempenho ambiental, cumprimento de obrigações de conformidade e alcance dos objetivos ambientais (ISO, 2015).

Há 307.059 certificações válidas para a ISO 14001, com 447.547 localidades certificadas desde seu lançamento (ISO, 2019). Em 2018, os países com mais certificados foram a China (136.715), Japão (19.131) e Itália (15.118). No Brasil, foram emitidos 2.871 certificados em 2018. Está 16º lugar no número geral de certificados e em 1º entre os países da América Latina. Com relação ao número de certificados por indústria (Figura 12), a indústria de Construção é o setor que mais possui certificados nos últimos 4 anos disponíveis, seguida da indústria de Metal & Produtos básicos de metal (ISO, 2019).

Figura 12 – Número de certificados ISO 14001 por indústria de 2015 a 2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (ISO, 2019)

A outra norma que aborda um sistema de gestão é a ISO 50001. Lançada em 2011, a ISO 50001 fornece uma estrutura para gerenciar o desempenho energético e abordar os custos com energia, ao mesmo tempo em que auxilia as empresas a reduzirem as emissões de gases do efeito estufa e outros impactos ambientais com relação à energia (ABNT, 2018). As vantagens de adotar a ISO 50001 podem ser vistas nos níveis Gerencial, Financeiro, Operações e Logística, Vendas e Marketing e Jurídico.

As exigências para as organizações terem um Sistema de Gestão de Energia (*Energy Management System*, EnMS) são: desenvolvimento de uma política para o uso

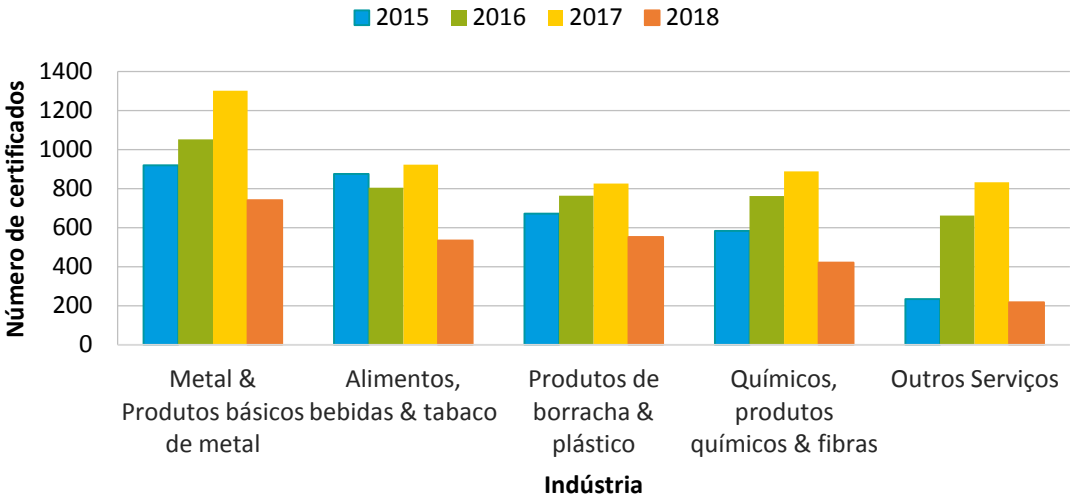
mais eficiente da energia, fixação de metas e objetivos para atender a essa política, uso de dados para melhor compreender e decidir sobre os usos de energia, medição de resultados, revisão do funcionamento adequado da norma, e melhoramento contínuo da gestão de energia (ISO, 2019).

Há 18.059 certificações válidas para a ISO 50001, com 46.770 localidades certificadas desde seu lançamento (ISO, 2019). De 2012 até 2018, a Alemanha foi o país com mais certificados emitidos. Em 2018, os países com mais certificados foram a Alemanha (6243), a China (2364) e o Reino Unido (1153). No Brasil, foram emitidos 62 certificados em 2018. Apesar de estar 30º lugar no número geral de certificados, está em 1º entre os países da América Latina.

Com relação ao número de certificados por indústria (Figura 13), a indústria de Metal & Produtos básicos de metal é o setor que mais possui certificados nos últimos 4 anos disponíveis, seguida das indústrias de Alimentos, bebidas & tabaco e de Produtos de borracha & plástico (ISO, 2019).

Espera-se que quanto maior a incidência de indústrias intensivas em energia em determinado país, maiores serão os custos da energia e maior o interesse pelas empresas dessa indústria em políticas de gestão de energia (Ribeiro, 2017). Os três setores mencionados acima têm gastos consideráveis com energia, então uma alta incidência deles num país pode significar um alto número de certificados a fim de reduzir custos. De fato, na Alemanha, Reino Unido, França e Itália, essas três indústrias são responsáveis por significativo consumo de energia (International Energy Agency (IEA), 2019).

Figura 13 - Número de certificados ISO 50001 por indústria de 2015 a 2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (ISO, 2019)

As duas certificações aqui apresentadas são parte das mais de 22 mil normas internacionais publicadas pela ISO. Elas são base e modelo de ação para colaboração internacional, além de ferramentas que podem ajudar governos, a indústria e consumidores a contribuírem para cada um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Para cada Objetivo, a ISO identificou as normas que mais contribuem para alcançá-lo (ISO, 2020). Assim, a ISO identificou que a ISO 14001 contribui para os objetivos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14 e 15 e que a ISO 50001 contribui para os objetivos 7, 11, 12 e 13. Dessa forma, aquelas empresas que são certificadas por tais ISO, contribuem para esses objetivos. No próximo capítulo, os ODS serão apresentados e será feita uma análise dos objetivos aplicáveis à siderurgia.

CAPÍTULO 6 – O PACTO GLOBAL E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em setembro de 2015, chefes de Estado e de Governo e altos representantes se reuniram na sede da ONU para definir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) globais (ONU, 2015). Foram definidos 17 objetivos com 169 metas associadas para serem atingidos até 2030 por todos os países, dadas as diferenças nas realidades nacionais, nas capacidades e níveis de desenvolvimento e com respeito às políticas e prioridades nacionais. A Agenda 2030 tem objetivos integrados, indivisíveis e são feitos para equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável – econômica, social e ambiental.

Essa nova Agenda tem como base os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, que forneceram um panorama importante para o desenvolvimento, com significativo progresso em várias áreas. Porém, devido a um progresso desigual, buscou-se completá-los e ampliá-los. Soma-se às prioridades de desenvolvimento, objetivos econômicos, sociais e ambientais, além de meios de implementação.

Os 17 ODS são visualmente apresentados na Figura 14, e são dados por:

- **Objetivo 1.** Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
- **Objetivo 2.** Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
- **Objetivo 3.** Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
- **Objetivo 4.** Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
- **Objetivo 5.** Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
- **Objetivo 6.** Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.

- **Objetivo 7.** Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.
- **Objetivo 8.** Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
- **Objetivo 9.** Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
- **Objetivo 10.** Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.
- **Objetivo 11.** Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
- **Objetivo 12.** Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
- **Objetivo 13.** Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.
- **Objetivo 14.** Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
- **Objetivo 15.** Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
- **Objetivo 16.** Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
- **Objetivo 17.** Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Figura 14 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Fonte:(ONU, 2020)

Em escala global, os ODS e as metas são acompanhados a partir de um conjunto de indicadores. Anualmente há o Encontro do Alto Fórum Político dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no qual os países apresentam relatórios voluntários de progresso, o que permite uma comparação global do desempenho de cada país participante.

Uma vez que cada país tem suas realidades e prioridades nacionais, a ONU permite e incentiva a todos que levem essas particularidades em consideração quando da definição das estratégias para alcançar os objetivos. A dificuldade de internalizar a Agenda 2030 e os ODS se dá a partir da sensibilização de atores, de implantar governança, de adequar as metas globais e de definir indicadores nacionais. De forma a atuar sobre essas dificuldades, a Comissão Nacional dos ODS (CNODS) deu ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em seu Plano de Ação 2017-2019, a função de assessoramento técnico permanente, de forma a adequar as metas e definir seus indicadores (Silva, Peliano, & Chaves, AGENDA 2030 - ODS - Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2018).

Das 169 metas globais encaminhas pela ONU, 167 foram consideradas pertinentes à realidade do país, com 2 metas consideradas inadequadas. As metas inadequadas, 8.A e 13.A, especificam como atores principais os países desenvolvidos, não referindo-se ao Brasil. Em detalhe, 39 metas foram mantidas na versão original, 128 metas foram alteradas para adequação à realidade brasileira, e 8 metas nacionais foram adicionadas para contemplar prioridades nacionais, totalizando 175 metas nacionais. Apesar dos esforços para definição de indicadores nacionais, para 18 metas, ou seja, 10,3% do total, ainda não existem, no momento, indicadores diretos ou indiretos para acompanhar a evolução, sendo possível acompanhar com facilidade, a partir de indicadores de forma direta, somente 67 metas, ou 38,3% do total.

Em Maio de 2019, o Ipea lançou a série Cadernos ODS (Silva, Peliano, & Chaves, Cadernos ODS, 2020), um conjunto de publicações que analisa os indicadores selecionados para monitorar as metas e avalia os principais desafios para o cumprimento das metas no país.

Além da atuação dos órgãos produtores de informação e executores de políticas governamentais, o setor privado mundial também possui um papel de destaque quanto à atuação para contribuir para o alcance da Agenda 2030. O setor privado entra em cena a partir de sua adesão ao Pacto Global da ONU (ONU, 2020).

O Pacto Global foi lançado em 2000 e dissemina dez princípios universais nas áreas de Direitos Humanos, Trabalho, Meio Ambiente e Anticorrupção, além de fornecer diretrizes para que os desafios da sociedade possam ser enfrentados. É uma iniciativa voluntária, com mais de 13 mil membros em 160 países. Os 10 Princípios são apresentados na Tabela 11 (ONU, 2020).

Tabela 11 – Os 10 Princípios universais do Pacto Global

Área	#	Princípio
Direitos Humanos	1	As empresas devem apoiar e respeitar a proteção de direitos humanos reconhecidos internacionalmente.
	2	Assegurar-se de sua não participação em violações destes direitos.
Trabalho	3	As empresas devem apoiar a liberdade de associação e o reconhecimento efetivo do direito à negociação coletiva.
	4	A eliminação de todas as formas de trabalho forçado ou compulsório.
	5	A abolição efetiva do trabalho infantil.
	6	Eliminar a discriminação no emprego.
Meio Ambiente	7	As empresas devem apoiar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais.
	8	Desenvolver iniciativas para promover maior responsabilidade ambiental.
	9	Incentivar o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente amigáveis.
Anti-corrupção	10	As empresas devem combater a corrupção em todas as suas formas, inclusive extorsão e propina.

Fonte: (ONU, 2020)

O Pacto Global é a principal ligação da ONU com o setor privado, e tem como missão tornar as empresas engajadas na Agenda 2030. Quem integra o Pacto Global, além de seguir os 10 Princípios universais propostos, também assume a responsabilidade de contribuir para alcançar os ODS.

No último *Progress Report* (United Nations Global Compact, 2019), relatório feito anualmente com membros de todo o mundo para avaliar o progresso das empresas, 89% dos membros alegaram que possuem políticas e práticas relacionadas a todos os 10 Princípios. Há comprometimento efetivo por parte das empresas, haja visto que 81% desenvolvem ações para a apoiar a Agenda 2030. Em relação às quatro áreas dos Princípios, 91% das empresas instituíram políticas e práticas relacionadas a direitos

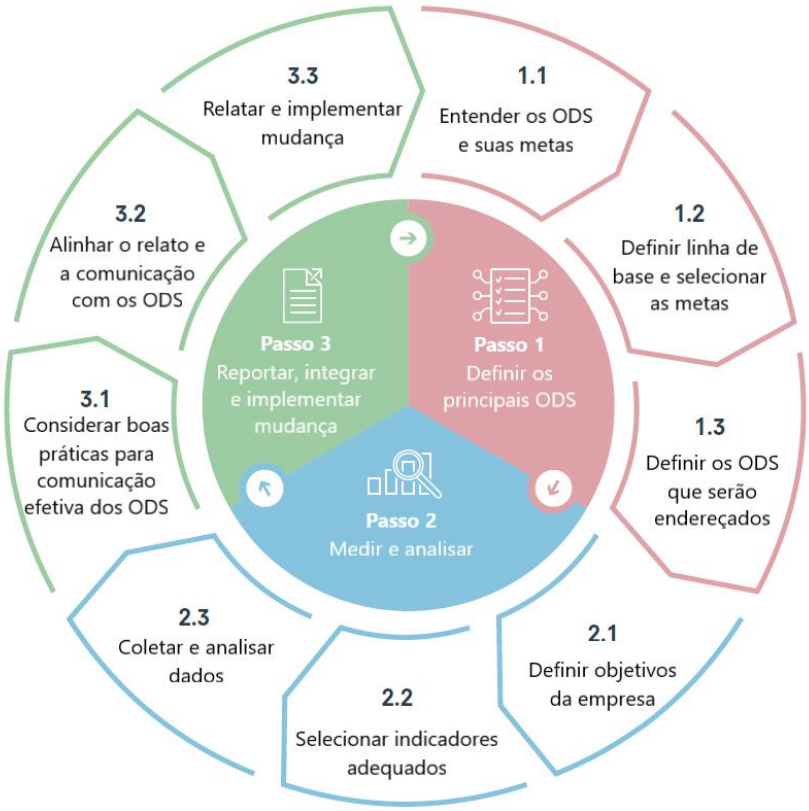
humanos, 92% atuam na área de Trabalho, 94% têm políticas de consumo sustentável e uso responsável, e 89% possuem anticorrupção em seu código corporativo.

A Rede Brasil do Pacto Global possui mais de 800 membros, e por volta de 78% das empresas que fazem parte dela possuem estratégias de negócio alinhadas com os ODS (Pacto Global, 2019). O Grupo Temático ODS da Rede Brasil apresentou como prioridade para 2019 fazer o setor empresarial contribuir para o alcance dos ODS no Brasil, desenvolver uma metodologia e treinamento para Pequenas e Médias Empresas, ajudar as empresas a integrarem os ODS na estratégia empresarial, e buscar financiamento para a Agenda 2030.

No Relatório Prático de como integrar os ODS em empresas (GRI & United Nations Global Compact, 2018), são apresentados 3 passos principais, de forma que haja um guia para que as empresas consigam atingir resultados e gerar novas oportunidades de negócio (Figura 15). O atingimento dos ODS pelas empresas deve gerar pelo menos US$12 trilhões em valor de oportunidades de mercado até 2030, de acordo com o relatório Better Business, Better World (Business & Sustainable Development Commission, 2017). É identificando e mitigando riscos às pessoas e ao meio ambiente e gerando novos produtos e serviços que apoiam o desenvolvimento sustentável que as empresas podem colher benefícios para si.

Além disso, as empresas signatárias do Pacto Global devem disponibilizar anualmente a Comunicação do Progresso (COP), que compreende uma declaração de apoio contínuo ao Pacto Global da ONU, uma descrição de ações práticas com relação aos princípios do Pacto Global da ONU e uma medição dos resultados obtidos ou esperados.

Figura 15 – Passos para inserir os ODS em uma empresa e métodos de reporte. Passo 1: definir os ODS prioritários, passo 2: medir e analisar, e passo 3: reportar, integrar e implementar mudança.



Fonte: Adaptado de (GRI & United Nations Global Compact, 2018)

6.1 ODS aplicados à Siderurgia

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável englobam a tomada de ações para resolver questões relacionadas à extinção da pobreza, promoção de prosperidade e bem-estar para a população, proteção do meio ambiente e combate às mudanças climáticas. Neste projeto, os objetivos que serão selecionados para comentários e discussão são os relacionados ao processo produtivo que abordam as temáticas de meio ambiente e mudanças climáticas. Além disso, algumas metas foram consideradas não aplicáveis por explicitarem que os principais agentes são países desenvolvidos ou que devem ser promovidas políticas por parte dos governos.

Dessa forma, dentre os 17 objetivos e 169 metas globais, pode-se destacar cinco objetivos (6, 7, 9, 12 e 15) e dez metas. Todas as metas possuem indicadores globais

propostos pela ONU para monitoramento e algumas possuem indicadores nacionais. Alguns indicadores nacionais ainda não foram identificados em conjunto com o IBGE, Ipea e outros órgãos produtores de informações, e por isso não estão descritos abaixo.

Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos

Meta 6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente

Indicadores globais: 1. Proporção de águas residuais tratadas de forma segura; 2. Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental.

Meta 6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água

Indicadores globais: 1. Nível de stress hídrico: proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis.

Indicadores nacionais: 1. Nível de stress hídrico: retirada de água doce como proporção dos recursos de água doce disponíveis por mensuração direta, com dados de MCidades, ANA e IBGE.

Meta 6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos

Indicadores globais: 1. Mudanças na extensão de ecossistemas relacionados com a água ao longo do tempo.

Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos

Meta 7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global

Indicadores globais: 1. Quota de energia renovável no total final do consumo de energia.

Indicadores nacionais: Entende-se o cálculo da quota de energia renovável no total final do consumo de energia a partir da Matriz Energética Nacional do Balanço Energético Nacional (BEN).

Meta 7.3 Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética

Indicadores globais: 1. Intensidade de energia medida em termos de energia primária e PIB.

Indicadores nacionais: Entende-se que pelo consumo final por setor a partir do BEN e das estatísticas de PIB do IBGE.

Objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação

Meta 9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades

Indicadores globais: 1. Emissões de dióxido de carbono por unidade de valor adicionado da indústria.

Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis

Meta 12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

Indicadores globais: 1. Pegada material, pegada material *per capita*, e pegada material por unidade do PIB; 2. Consumo doméstico material, consumo doméstico material per capita e consumo doméstico material por unidade do PIB.

Meta 12.4 Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo

com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente

Indicadores globais: 1. Número de países signatários de acordos internacionais ambientais sobre resíduos perigosos e outras substâncias químicas que cumpram seus compromissos e transmitam informações conforme exigido por cada contrato relevante; 2. Resíduos perigosos gerados *per capita* e percentual de resíduos perigosos tratados, por tipo de tratamento.

Indicadores nacionais: Debate acerca de indicadores como Realização de Relatórios de poluentes na água, ar e solo.

Meta 12.5 Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso

Indicadores globais: 1. Taxa de reciclagem nacional, toneladas de material reciclado.

Objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade

Meta 15.2 Até 2020, promover a implementação da gestão sustentável de todos os tipos de florestas, deter o desmatamento, restaurar florestas degradadas e aumentar substancialmente o florestamento e o reflorestamento globalmente

Indicadores globais: 1. Progresso em relação à gestão florestal sustentável.

Indicadores nacionais: 1. Área de Florestas Públicas Federais sob Concessão Florestal com dados do Serviços Florestal Brasileiro; 2. Evolução da área restaurada e APPs e RLs com dados Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR); 3. Taxa de desmatamento anual da Amazônia Legal com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE).

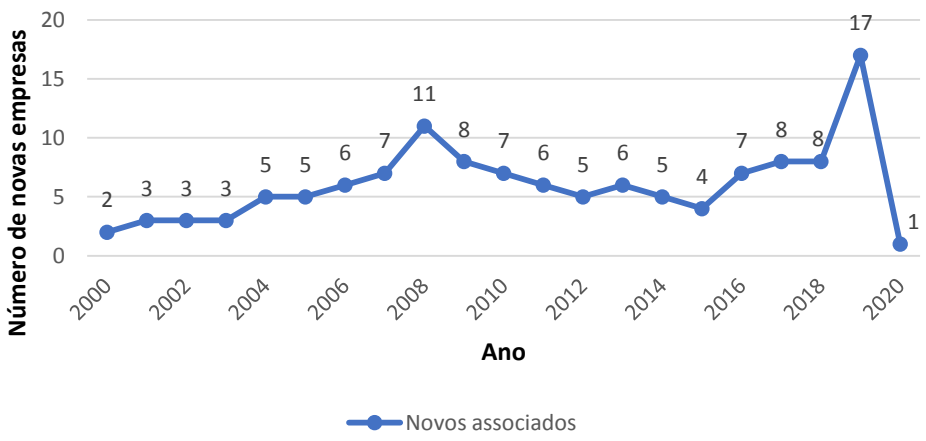
CAPÍTULO 7 – AVANÇOS PARA A AGENDA 2030 POR SIDERÚRGICAS

7.1 Siderúrgicas e o Pacto Global

Neste projeto, busca-se identificar as empresas do setor siderúrgico que estão atuando em prol da Agenda 2030. A partir do *site* do Pacto Global pode-se consultar as empresas signatárias por nome, tipo, iniciativa, país, setor, status, e outros parâmetros. Aplicando um filtro para o setor industrial de metais e mineração, que engloba empresas metalúrgicas como um todo, pode-se ver o número de novas empresas associadas por ano desde a criação do Pacto Global, em 2000 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Ao todo, há 127 empresas desse setor signatárias do Pacto Global. A presença de somente uma nova empresa em 2020 decorre da atualização dos dados para o projeto ser até Janeiro de 2020.

Na Figura 16 observa-se que o número de empresas associadas é crescente, apresentando um pico em 2008 e outro em 2019. Durante esses picos, foi observada a associação de múltiplas empresas de determinado país ao Pacto Global: em 2008 se associaram 5 novas empresas Chinesas, enquanto em 2019 se associaram, dentre as demais, 3 empresas Russas, 2 Chinesas, 2 Francesas e 2 Luxemburguesas.

Figura 16 – Número de novas empresas do setor Industrial de Metais e Mineração associadas por ano desde a criação do Pacto Global



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (United Nations Global Compact, 2020)

É possível, também, avaliar o número de empresas metalúrgicas associadas por região no mundo (Tabela 12). Constata-se a maioria de empresas presentes na Europa (54), na Ásia (32) e na América do Sul e Central (21). Espanha é o país com o maior número de empresas associadas (14), seguida por China (13), França (11), Índia (9), Brasil (7) e Rússia (7). Pode-se ressaltar a presença dos BRICS - exceto pela África do Sul (2), grandes economias emergentes mundiais, no topo desse ranking.

Tabela 12 – Número de empresas metalúrgicas associadas ao Pacto Global por região. CIS se refere à Comunidade dos Estados Independentes, aqui presentes Rússia e Ucrânia.

Região	**Nº. de empresas**
África	4
América do Norte	7
América do Sul e Central (exceto Brasil)	14
Ásia (exceto China)	19
Brasil	7
China	13
CIS	8
Europa	54
Oceania	1

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (United Nations Global Compact, 2020)

Apesar de 7 empresas Brasileiras terem assinado o Pacto Global, isso não significa que essas sejam as únicas atuantes no país. Com base na lista das empresas associadas ao Instituto Aço Brasil e das empresas com maior faturamento anual, fez-se uma consulta no site da ONU e pôde-se verificar quais dessas empresas do setor industrial de metais e mineração que assinaram o Pacto Global (Tabela 13). Todas as empresas listadas estão ativas.

No setor da Metalurgia, também são signatárias as empresas brasileiras Samarco Mineração S.A., produtora de minério de ferro e pelotas, Nexa Resources, mineradora de chumbo, cobre e zinco, além de produtora de ligas metálicas, químicos e agro, Alubar Metais e Cabos S/A, fabricante de cabos elétricos de alumínio, a InterCement, produtora de cimento, cal e argamassas especiais, e a Companhia Brasileira de Alumínio, que atua desde a extração da bauxita até o fornecimento de produtos de

alumínio. Essas cinco empresas, porém, não serão consideradas neste trabalho dada a especificidade pelo setor siderúrgico.

Tabela 13 – Empresas signatárias do Pacto Global que atuam no Brasil no setor siderúrgico e detalhes de propriedade, empregados, país sede, início de participação e próxima Comunicação do Progresso (COP)

Empresa	Propriedade	Número de Funcionários	País	Participante desde	Próxima COP
Aperam	Capital Aberto	9.600	Luxemburgo	23/01/2012	19/04/2020
ArcelorMittal Brasil	Privada	18.165	Brasil	22/08/2001	30/08/2020
Gerdau S.A.	Capital Aberto	30.000	Brasil	06/08/2019	06/08/2020
Ternium	Capital Aberto	20.660	Argentina	09/10/2019	09/10/2020
Vallourec	Privada	19.000	França	23/06/2010	28/04/2020

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (United Nations Global Compact, 2020)

Além disso, as empresas Aço Verde do Brasil, Companhia Siderúrgica do Pecém, Siderúrgica Norte Brasil S.A. – SINOBRAS, Usiminas e Villares Metals S.A. são associadas ao Instituto Aço Brasil, porém não são signatárias do Pacto Global. Isto é, dos 10 grupos associados, somente a metade é signatária do Pacto Global. No entanto, isso não significa que uma ou mais dessas empresas não possuam ações que estejam de acordo com os ODS. Ser signatária do Pacto Global obriga a empresa a disponibilizar anualmente uma COP, além de expor dados que antes podiam não estar disponíveis ou monitorados. Esses são alguns dos motivos que podem levar as empresas a não participarem dessa iniciativa da ONU.

À vista disso, na Tabela 14 estão reunidas as informações sobre as empresas que serão avaliadas neste projeto, bem como a favor de quais ODS elas estão trabalhando a partir das informações disponíveis. Em seguida, são apresentados detalhes das empresas, quando disponível, como localidade, principais produtos produzidos, capacidade produtiva e rota tecnológica utilizada, além das ações a favor dos ODS.

Tabela 14 – Relação dos relatórios e materiais disponíveis pelas empresas por seus avanços a favor da Agenda 2030

Empresa	Associada ao Instituto Aço Brasil	Signatária Pacto Global	Disponibiliza Relatório de Sustentabilidade	Atende os ODS	
				Auto avaliação da empresa	A partir de Relatórios e informações online
Aço Verde do Brasil	✓	-	-	N/A	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
Aperam	✓	✓	✓	ODS 3, ODS 5, ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 13, ODS 16 (*)	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
ArcelorMittal Brasil	✓	✓	✓	ODS 3, ODS 4, ODS 6, ODS 7, ODS 8, ODS 9, ODS 11, ODS 12, ODS 13, ODS 14, ODS 15, ODS 16, ODS 17 (*)	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
Companhia Siderúrgica Nacional	-	-	✓	N/A	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
Companhia Siderúrgica do Pecém	✓	-	-	N/A	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15

Gerdau S.A.	✓	✓	✓	-	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
SINOBRAS	✓	-	✓	N/A	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
Ternium	✓	✓	✓	-	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
Usiminas	✓	-	✓	N/A	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
Vallourec	✓	✓	✓	ODS 5, ODS 7, ODS 8, ODS 12 (**)	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15
Villares Metals S.A.	✓	-	-	N/A	ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 15

(*) De acordo com informações de relatórios publicados em 2018

(**) De acordo com informações de relatórios publicados em 2019

N/A dado que as empresas não são signatárias do Pacto Global

7.2 Aço Verde do Brasil

A usina integrada Aço Verde do Brasil foi inaugurada em 2015 como parte do Grupo Ferroeste. Sua usina é localizada em Açailândia, no Maranhão, e possui capacidade total de produção de 600 mil toneladas de aço por ano, sendo composta por uma Aciaria LD Integrada e por um setor de Laminação. Seus principais produtos comercializados são Fio Máquina, Vergalhão CA 50, Tarugo, Ferro-Gusa, Gases do Ar e Energia (Grupo Ferroeste, 2018). Para a produção de ferro-gusa, o minério de ferro é adquirido da Vale e o carvão vegetal é de produção própria.

O aço que produzem é denominado aço verde por ser produzido 100% com energia renovável e sem a utilização de combustíveis fósseis, gerando uma pegada zero carbono. Isso é feito a partir do uso de carvão vegetal sustentável e de gases do processo. O conceito da existência do Grupo Ferroeste é o da verticalização da produção do aço verde, com investimentos no setor florestal a partir de reflorestamento, que leva à preservação de recursos naturais, redução de custos e uso mais eficiente de matérias-primas, e na usina de produção de aços longos. A redução de resíduos sólidos e gasosos é feita através de três tecnologias: planta de moagem de escória de alto-forno, cogeração de energia através do funcionamento de termoelétrica com gás de alto-forno e sistema de injeção de finos do carvão (PCI).

Como conceito da empresa, além de visar ser referência no setor de aços longos, sua missão foca no desenvolvimento de soluções que viabilizem o uso da matriz energética renovável, de forma ética e sustentável. É explicitado seu compromisso com o meio ambiente e com constantes investimentos em tecnologias que o impactem positivamente (Aço Verde do Brasil, 2019).

Com relação aos ODS, pode-se relacionar o uso de carvão vegetal com as metas 7.2 e 9.4, a prática de reflorestamento para produção de carvão vegetal com as metas 6.6 e 15.2, a usina de forma integrada com a meta 9.4 e o uso de tecnologias de redução de resíduos sólidos e gasosos com as metas 9.4, 12.2, 12.4 e 12.5. Somente a meta 9.4, que é medida a partir da quantidade de CO_2 emitida pela indústria, pode ser de fato inferida, visto que o processo produtivo da AVB tem pegada zero carbono. O avanço relativo em relação às metas relacionadas depende de dados fornecidos pela empresa, e como a

AVB não disponibiliza nenhum Relatório de Sustentabilidade e as informações no seu site não entram em tanto detalhe, não se pode inferir esse avanço.

7.3 Aperam South America

A Aperam South America é uma empresa siderúrgica brasileira produtora de aços planos, parte do grupo Aperam, com escritório em Belo Horizonte (MG) e usina siderúrgica em Timóteo (MG). Ela foi fundada em 1944 com o nome ACESITA, passando a ser conhecida como ArcelorMittal Timóteo no período de 2007 a 2010, e se tornando Aperam South America em 2011 ao passar a fazer parte do grupo Aperam. Em seus valores, a empresa explicita a busca por soluções sustentáveis dentro do seu contexto de ser líder, ambiciosa e audaciosa.

A Aperam South America é produtora integrada de Aços Planos Inoxidáveis, Aços Planos Elétricos de grão orientado (GO) e de grão não-orientado (GNO), e Aços Planos Especiais de Carbono, com médio ou alto teor de Carbono, ou ligados. Os Aços Inoxidáveis e Especiais de Carbono atendem aos mais diversos setores da indústria, enquanto os Aços Elétricos ao setor de Energia, como para núcleos de transformadores de força e distribuição de energia e núcleos de motores elétricos. Sua usina possui capacidade instalada de 900 mil toneladas de aço líquido, com uma planta industrial composta por Redução com dois Altos-Fornos de carvão vegetal, Aciaria LD, Lingotamento Contínuo, Laminação a Quente, Laminação a Frio, e Acabamento.

A empresa busca produção com desenvolvimento sustentável. Em 2011, foi criado um Comitê de Sustentabilidade para tratar sobre processos, decisões e resultados. É feita uma reunião trimestral para análise e acompanhamentos dos impactos da empresa quanto a sustentabilidade. A empresa ainda afirma que suas ações seguem o Princípio do Triple Bottom Line: economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo (Aperam South America, 2020). Além de outros certificados relacionados à qualidade e produto, a Aperam, desde 2013, conta com um Sistema de Gestão Ambiental certificado pela norma ISO 14001.

Subsidiária do grupo, a Aperam BioEnergia produz e comercializa carvão vegetal, madeira, mudas e sementes, provenientes de florestas renováveis de eucalipto em MG. Eles possuem o maior alto-forno para produção de carvão. A subsidiária também possui

seis Unidades de Produção de Energia Renovável (UPERs), com duas delas contando com um queimador de gases, que reduz as emissões. É da Aperam BioEnergia a precedência do carvão vegetal utilizado na etapa de Redução da Aperam South America. Com o uso de carvão vegetal somente, em substituição do carvão mineral, a Aperam evita a emissão de 700 mil toneladas de CO_2 no ar ao ano. Além disso, para cada tonelada de ferro-gusa produzido, 2,9 toneladas de CO_2 são resgatadas do ambiente.

Com relação ao uso da água, a empresa obtém sua água da bacia do Rio Piracicaba, e reciclou 93,7% dela em 2018. Após a estação de tratamento, que leva a água para padrão hídrico de curso Classe 2, ou seja, próprio para nadar e pescar, a água é devolvida ao rio. É feito monitoramento da qualidade da água dos efluentes industriais em dois pontos no rio. Com relação à qualidade do ar, há uma rede automática de monitoramento do mesmo a partir de quatro estações meteorológicas no município da usina. Em 2018, a usina apresentou uma intensidade de 231 gramas de poeira emitidas por tonelada de metal produzido, valor acima do objetivo do Grupo Aperam (211 g/t), porém significativamente inferior ao seu resultado no ano de 2017 (425 g/t), indicando melhora na usina.

A usina considera os princípios 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) em seus negócios, realizando, por exemplo, a transformação e venda de coprodutos da usina. De forma a melhorar a Eficiência Energética, a usina realiza melhor aproveitamento do Gás de Alto-Forno, utilizando 90% do GAF ao invés de gás natural em outros pontos, atualização de tecnologias, entre outros. Com relação a indicadores, sua intensidade energética em 2018 foi de 5,9 MWh consumidos por tonelada de metal produzido, valor acima do objetivo do Grupo Aperam (3,5 MWh/t) e do resultado do ano de 2017 (5,7 MWh/t).

Em seu Relatório de Sustentabilidade publicado em 2018, a Aperam pontuou e explicou as mais diversas ações que estão sendo tomadas em todas suas localidades ao redor do mundo nos quesitos de emissões de carbono, energia, emissões de poeira e ar, água, qualidade da água, e reciclagem da água (Aperam, 2019). Em relatório de acompanhamento enviado à ONU, a empresa afirma estar contribuindo para os objetivos ODS 3, ODS 5, ODS 6, ODS 7, ODS 9, ODS 12, ODS 13 e ODS 16.

A partir de avaliação do Relatório de Sustentabilidade e das informações do *site*, com relação aos objetivos de interesse, pode-se relacionar o uso de carvão vegetal com as metas 7.2 e 9.4, a prática de reflorestamento para produção de carvão vegetal da subsidiária com as metas 6.6 e 15.2, a usina de forma integrada com a meta 9.4, o uso de tecnologias de redução de resíduos sólidos e gasosos com as metas 9.4, 12.2, 12.4 e 12.5, sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, a reutilização dos gases siderúrgicos para cogeração de energia elétrica com as metas 7.2, 7.3, 9.4, 12.2, 12.4 e 12.5, seus relatórios e inventários com as metas 6.6 e 12.4 e alta taxa de reaproveitamento de água do processo produtivo com as metas 6.3 e 6.4.

7.4 ArcelorMittal Brasil

A ArcelorMittal Brasil é a maior produtora de aço do Brasil e faz parte do Grupo ArcelorMittal, que está presente em mais de 60 países. Suas plantas industriais estão localizadas em seis estados: MG, SP, RJ, ES, SC e MS. A ArcelorMittal Brasil produz aços planos e longos para atender aos setores de Agronegócio, Automotivo, Construção Civil, Coprodutos, Exportação, Indústria e Mineração. Possui capacidade instalada de 12,5 milhões de toneladas de aço bruto por ano e de 7,1 milhões de toneladas de minério de ferro por ano.

Nas unidades de Juiz de Fora, Piracicaba, Barra Mansa e Resende tem-se uma rota semi integrada que utilizada principalmente sucata metálica como insumo. Em Monlevarde e Tubarão tem-se usinas integradas, que consomem sucata metálica em menor escala.

Com relação à cultura da empresa, seus valores incluem Liderança, Qualidade e Sustentabilidade, esta última como um pensamento estratégico para aumentar a competitividade e prosperar em uma sociedade que busca por uma economia mais circular e com mais baixo carbono (ArcelorMittal Brasil, 2020). A empresa segue 10 Diretrizes do Desenvolvimento Sustentável (DDS), que foram estabelecidos a partir dos 17 ODS (Figura 17).

Figura 17 – As 10 Diretrizes do Desenvolvimento Sustentável do Grupo ArcelorMittal

Fonte: (ArcelorMittal, 2020)

Para cada uma dessas diretrizes, a empresa mapeou o desafio, a ação que deve ser tomada e que já está tomando, e o potencial de valor que são capazes. Os temas mais interessantes aqui são as diretrizes 2 a 6. No caso de produtos (Diretriz 2) e infraestrutura (Diretriz 3), foi desenvolvida uma Ferramenta de Inovação Sustentável, para analisar como cada nova pesquisa pode contribuir para um desenvolvimento sustentável. No caso de recursos (Diretriz 4), estão buscando alcançar zero resíduos em aterros, gerar menos resíduos na produção, melhorar a qualidade da sucata de aço para reciclagem, bem como buscando desenvolver produtos que possam ser reutilizados ao invés de reciclados. No caso de Ar, Terra e Água (Diretriz 5), estão trabalhando para melhorar as emissões e em avaliações ambientais. No caso de Energia (Diretriz 6), buscam tecnologias para converter o CO_2 gerado em produto de alto valor.

A ArcelorMittal Brasil possui certificações da ISO 14001 em suas unidades produtivas. A partir do Sistema de Gestão Ambiental, estabelecido por essa ISO, e com orientação das suas Diretrizes, a empresa realiza a sua gestão ambiental. Devido a seus esforços, a empresa conquistou, pela sétima vez em 2019, o prêmio de empresa mais sustentável do setor de Siderurgia e Mineração do Guia Exame de Sustentabilidade, que realiza o maior levantamento de sustentabilidade corporativa brasileira.

Em seu Relatório de Sustentabilidade de 2018, a ArcelorMittal Brasil apresenta suas ações e resultados dos esforços feitos para cada DDS. Em 2018 foi anunciado um

investimento da ordem de R$574 milhões na usina de Tubarão (ES), que contará com a instalação de 49 fornos mais eficientes e de menor impacto ambiental na Coqueria da usina, e com um sistema de despoeiramento do basculamento da escória para controle maior das emissões. Para a Mina do Andrade (MG), um investimento de R$ 115,7 milhões levará a novas técnicas de filtragem, e também um processo de circuito de minério a úmido que gerará reaproveitamento de 90% da água empregada na atividade (ArcelorMittal, 2019).

Com relação à Energia, um estudo está sendo conduzido para ver o adequação das unidades de Tubarão e de Juiz de Fora para a norma ISO 50001. A empresa já possui um Plano Diretor de Eficiência Energética, que inclui iniciativas de recuperação de calor, que levou à redução do consumo de 98,6 mil gigajoules (GJ). Na matriz energética da empresa, 3,7% da energia consumida é proveniente de combustíveis de fontes renováveis. Esse valor tem aumentado a cada ano (6,9 milhões GJ em 2018 contra 5,0 milhões GJ em 2017), principalmente devido ao aumento do uso de carvão vegetal.

Com relação a Emissões, é feito monitoramento das emissões das fontes mais significativas – no caso, NOx, SOx, compostos orgânicos voláteis (COV) e material particulado (MP) – para mitigar possíveis impactos. As emissões brutas de CO_2 aumentaram de 2016 a 2018, o que foi justificado pela adição de novas usinas na base de cálculo. Na unidade de Monlevade, a instalação de um novo sistema de despoeiramento secundário na Aciaria foi responsável por um ganho de 80% de capacidade na vazão de processamento do ar, reduzindo significativamente os índices de emissão de particulados.

Com relação à Água, a partir do Plano Diretor de Águas (PDA) de cada unidade foi possível reciclar e reutilizar 98% da água. Na usina de Tubarão, um projeto para dessalinização da água do mar para uso na unidade está em andamento desde janeiro/2019.

Com relação à Economia Circular, um programa de gerenciamento de resíduos está em andamento na Mina do Andrade para promover reciclagem e reutilização de resíduos, de forma a diminuir os materiais encaminhados a aterros. As taxas de reutilização, reciclagem, recuperação (incluindo recuperação de energia) para resíduos

perigosos e não perigosos aumentou de 2017 para 2018. Um aumento na destinação de resíduos não perigosos para aterros foi justificado pela aquisição de novas plantas. Além de reciclagem, pensa-se também na geração de coprodutos que possam ser comercializados. De forma geral para a empresa, para cada tonelada de aço fabricada, 0,6 toneladas de resíduos são gerados. Parte desses resíduos são comercializados: Alcatrão de Hulha – proveniente da Coqueria, Alienáveis (ou sucatas), Borra de ALSI, de Galvalume e de Zinco – proveniente da borra dos potes específicos para cada, utilizados na linha de Galvanização, Escória de Alto-Forno, Lama de Alto-Forno e Óxido de Ferro.

O Relatório de Sustentabilidade do grupo é bem completo, indicando, por exemplo, os investimentos feitos e planejados, indicadores monitorados, programas em desenvolvimento em suas unidades, certificações e resultados obtidos, como visto nos parágrafos acima para setores de interesse desse projeto final. Cabe frisar que sua gestão ambiental é pautada nas Diretrizes de Desenvolvimento Sustentável, provenientes dos ODS, tornando seu planejamento direcionado para o que foi estabelecido pela ONU.

Com relação aos objetivos de interesse, pode-se relacionar o uso de carvão vegetal com as metas 7.2 e 9.4, a prática de reflorestamento para produção de carvão vegetal da unidade BioFlorestas com as metas 6.6 e 15.2, as usinas integradas com a meta 9.4, o uso de tecnologias de redução de resíduos sólidos e gasosos com as metas 9.4, 12.2, 12.4 e 12.5, sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, suas ações alinhadas com seu Plano Diretor de Eficiência Energética com as metas 7.2, 7.3 e 9.4, e suas ações alinhadas com seu Plano Diretor de Águas com as metas 6.3, 6.4 e 6.6.

7.5 Companhia Siderúrgica Nacional – CSN

A CSN, complexo siderúrgico integrado, foi fundada em 1941 como a primeira produtora integrada de aço plano do Brasil, com sua privatização ocorrendo em 1993. Atualmente o Grupo é controlado pela Vicunha Aços S.A., além de estar nas bolsas de Valores de SP e de NY, além de ter outros acionistas. O Grupo CSN se encontra em 18 estados do País, na Alemanha e em Portugal, e atua em cinco setores: siderurgia, mineração, logística, cimento e energia. Devido a suas diferentes empresas e frentes de atuação, suas ações são integradas e é possível obter benefícios e eficiência em toda sua

cadeia produtiva. De fato, está em sua missão atuar de forma integrada e inovadora, de forma a gerar desenvolvimento de maneira sustentável.

A CSN possui três unidades fabris, sendo elas a Usina Presidente Vargas – UPV, em Volta Redonda (RJ), a CSN Paraná (PR) e CSN Porto Real (RJ). Integrada ao processo siderúrgico está a unidade de mineração de Arcos (MG), que fornece fundentes para a UPV, recebe e processa os rejeitos do processo de britagem dos fundentes em uma planta de espessamento de polpa e os decanta em baias, e vende finos de dolomitos e de calcário calcítico.

A siderúrgica UPV possui capacidade anual de produção de 5,8 milhões de toneladas de aço, e sua capacidade de produção de ferro gusa é de 12,8 mil toneladas por dia. Seu processo possui, principalmente, as unidades de Coqueria, Sinterização, Aciaria, Lingotamento Contínuo, Laminação a quente e Laminação a frio. A CSN Paraná é uma unidade de laminação e revestimento, com capacidade de produção de 130 mil t de galvanizados com zinco puro e galvanizados com liga de zinco e alumínio, e 150 mil t de bobinas a quente decapadas. A CSN Porto Real produz aços galvanizados com liga Fe-Zn e aço galvanizado minimizado. A CSN é a maior fornecedora da América de aço para embalagens. Os produtos da CSN Paraná e CSN Porto Real são direcionados para a indústria da linha branca (engloba os eletrodomésticos não-portáteis) e automobilística, respectivamente.

Em mais detalhes, o processo de produção da siderúrgica engloba duas linhas, uma para Aços Planos e outra para Aços Longos. Inicialmente tem-se o preparo do sínter, do coque a partir do carvão mineral, carvão pulverizado e da pelota. A linha de Aços Planos conta com um Alto-forno na etapa de Redução, uma Aciaria LD, Lingotamento Contínuo, Laminação a quente e a frio, Aplicação de revestimento e termina no setor de Embalagem e Logística. Já a linha de Aços Longos se inicia com uma Aciaria Elétrica com EAF e forno-panela, Lingotamento Contínuo, Trem de Laminação, Linha de Barras e Rolos para definição do tamanho e propriedades mecânicas da barras retas e de rolos, finalizando com o setor de Embalagem e Logística (CSN, 2018). Os produtos siderúrgicos atendem ao setor Automotivo, Construção Civil, Embalagens, Linha Branca, Fabricante do Equipamento Original (*original equipment manufacturer*, OEM), Distribuição e Exportação.

A integração do seu complexo siderúrgico é vista com a integração com as outras empresas do Grupo. A **CSN Mineração S.A.** possui plantas em MG que abastecem as siderúrgicas, e também possui a ferrovia consorciada **MRS Logística S.A.**, que atende as usinas siderúrgica do Sudeste. Com a **CSN Energia** tem-se uma Central Termelétrica com capacidade instalada de 235,2 MW que utiliza os gases residuais da produção siderúrgica como combustível, e a Turbina de Recuperação de Topo (TRT), com capacidade instalada de 21 MW e que utiliza a pressão de saída do gás do alto-forno 3 para geração de energia. Ambas estão instaladas na UPV.

Além das duas empresas anteriores, tem-se a **Prada Distribuição**, que fabrica e distribui aços planos e longos produzidos a partir de laminados a quente, laminados a frio, zincados por imersão, aço pré-pintado e folhas metálicas. Seus produtos são bobinas, chapas, rolos, *blanks*, tiras, telhas, tubos de aço, perfis estruturais, *steel deck*, folhas metálicas, perfis laminados, vergalhões e outros. Há também a **Lusosider Aços Planos S.A.**, indústria siderúrgica em Portugal, que além de fabricar outros produtos, comercializa folhas de flandres produzidas no Brasil pela CSN.

A CSN conta com um Sistema de Gestão Ambiental certificado pela norma ISO 14001 na UPV, CSN Porto Real, CSN Paraná, Prada Distribuição, Casa de Pedra, Mina de Bocaina e TECON. Outras unidades estão em processo de implantação da certificação. Possuem uma Política Ambiental que busca sustentabilidade do negócio, melhoria contínua inclusive na área ambiental, proteção ao meio ambiente, respeito à legislação, entre outros.

A CSN publica um inventário de emissões de gases de efeito estufa de acordo com as diretrizes do *GHG Protocol*, tendo recebido selo Ouro do mesmo pelo seu reporte e submissão à verificação externa. Além disso, mapeia todas as emissões de sua cadeia produtiva, possuindo certificado ABNT da Pegada de Carbono para a sua Bobina Laminada à Quente. Também reporta sua gestão de mudanças climáticas e água do *Carbon Disclosure Project* (CDP). Além disso, recebeu o certificado Climate Action Certificate da Associação Mundial do Aço (*World Steel Association*) por seu programa de coleta e análise de indicadores. Outro certificado recebido foi por parte de uma cliente da CSN, a Whirlpool, que concedeu o certificado do "Programa de Auditoria e Certificação da Cadeia do Aço" por seu compromisso socioambiental na unidade CSN Arcos e em sua mina em MG (CSN, 2018).

A integração do complexo siderúrgico resulta em uma série de aumentos da eficiência de todo o processo siderúrgico. A existência de duas usinas hidrelétricas do grupo e a reutilização dos gases siderúrgicos para cogeração de energia elétrica podem ser associadas às metas 7.2, 7.3, 9.4, 12.2, 12.4 e 12.5, a fabricação de cimento com a utilização da escória do alto-forno, um dos coprodutos, com a meta 12.5, a integração do complexo siderúrgico com as metas 9.4 e 15.2, seu relatórios e inventários com as metas 6.6 e 12.4, e sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas.

7.6 Companhia Siderúrgica do Pecém – CSP

A Companhia Siderúrgica do Pecém é uma joint venture formada em 2008 pela mineradora Vale e pelas sul-coreanas Dongkuk, maior compradora mundial de placas de aço, e Posco, uma das maiores siderúrgicas do mundo. A CSP é uma usina integrada que está localizada no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), no Ceará, e possui capacidade total instalada de 3 milhões de toneladas de placas de aço por ano. Suas operações foram iniciadas em 2017. Seus produtos são placas de aço de médio, baixo e ultra baixo carbono, placas de aço HSLA, placas de aço API e placas de aço peritético. Com seus produtos, a empresa atende os segmentos da Indústria Naval, Óleo e Gás, Automotivo e Construção Civil.

Em sua missão, a CSP busca produzir aço de forma segura, competitiva e sustentável, visando consolidar a empresa como referência mundial em segurança, qualidade, custo, desenvolvimento tecnológico e sustentável na produção de aço. Em seu Sistema de Gestão, explicita a proteção do meio ambiente a partir de uma operação sustentável durante todo o ciclo de vida das suas atividades, além de buscar identificar, eliminar, controlar ou mitigar riscos do seu negócio ao meio ambiente (CSP, 2020).

O processo produtivo da CSP conta com uma área de Coqueria, Sinterização, Alto-forno, Aciaria LD, Refino secundário, Lingotamento contínuo para produção de placas e corte das placas para comercialização.

Em seu processo produtivo são gerados nove principais coprodutos: gases siderúrgicos, escórias de aciaria e alto-forno, agregados siderúrgicos com alto teor de silício, argilas siderúrgicas, pó de coque, alcatrão de hulha bruto, óleo leve BTX,

enxofre líquido e inservíveis. Com isso, 97% dos resíduos sólidos gerados são reaproveitados, porcentagem acima da média do setor no Brasil, de 95%.

Todos os gases siderúrgicos gerados no processo produtivo, principalmente os gases de coqueria, alto-forno e de aciaria, são aproveitados após remoção de impurezas e de substâncias indesejadas tanto para geração de eletricidade, quanto como combustível nas áreas de produção. De fato, a CSP é autossuficiente em energia elétrica a partir da sua própria termelétrica, que tem capacidade de 218 MW/h, enquanto seu consumo é de 200 MW/h. Com relação às escórias, elas passam por um tratamento denominado Baosteel Slag Short Flow (BSSF), em que a escória líquida da aciaria é inclinada em um tambor rotativo, no qual ela é resfriada com jatos de água, granulada e separada magneticamente. A escória gerada tem qualidade superior à tradicional, e também é destinada para a indústria de cimento. Ademais, o alcatrão de hulha bruto é reciclado na empresa ou, como todos os demais coprodutos, vendido como insumos para outras empresas (CSP, 2020).

A CSP possui três certificados de regularidade de reposição florestal, dois de 2013 onde estão instaladas a Estação Ecológica do Pecém e Lagoa do Bolso e um de 2015 para uma área interna da CSP. O reflorestamento feito pela empresa cobriu uma área de 412 hectares, e fez uso de 320 mil mudas. Outra ação relacionada ao meio ambiente é seu Plano Racional de Resgate de Fauna e Flora, que coletou sementes, plantou mudas, preservou espécies de fauna, resgatou animais e preservou espécies de flora.

Além dos certificados anteriores, ela teve em 2017 seu Sistema de Gestão Ambiental certificado de acordo com a norma ISO 14001 (CSP, 2020). Seu Sistema de Gestão Ambiental conta com monitoramento da qualidade ambiental da região no seu entorno, com monitoramento de oito indicadores: Efluentes, Água Superficial, Água Subterrânea, Emissões, Sedimento, Solo, Nível de Ruído e Qualidade do Ar. O monitoramento de Emissões Atmosféricas e os de Efluentes Hídricos são feitos continuamente, e permitem acompanhar, respectivamente, os níveis de material particulado, SO_2, NOx, O_2 e vazão, e a concentração de poluentes nos efluentes das saídas das estações de tratamento dos processos e final.

Com relação aos ODS, pode-se relacionar sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, o reaproveitamento de 97% dos resíduos sólidos gerados com as

metas 9.4 e 12.5, sua autossuficiência em energia elétrica e venda do excesso com a meta 7.3, o tratamento BSSF para escórias com a meta 9.4, o reflorestamento e preservação da fauna e flora no entorno com a meta 6.6, e o monitoramento dos oito indicadores ambientais com as metas 6.2, 6.6 e 12.4.

7.7 Gerdau

A Gerdau é produtora de aços planos, aços longos, aços longos especiais, aço cortado e dobrado, peças de aço forjado e minério de ferro. Foi fundada em 1901 em Porto Alegre (RS), e a produção de aço começou em 1948 na mesma cidade. Em 1992 iniciou-se a produção de aços especiais, em 2009 a produção própria de minério de ferro, e em 2013 a produção de aços planos no Brasil. Atualmente seus produtos atendem aos setores de Construção Civil, Indústria, Automotivo, Energia eólica, Óleo e gás, Açúcar e álcool, Agropecuário, Máquinas e Utilidades, Naval e Semiacabados. Sua capacidade instalada no mundo é de 21,7 milhões de toneladas de aço por ano e 17,5 milhões de toneladas de laminados por ano. Não foram encontradas informações discriminando a capacidade no País.

Com relação a certificações ambientais, a Gerdau possui certificação do seu Sistema de Gestão Ambiental pela ISO 14001 nas unidades de Aço Norte, Cosigua, Ouro branco, Araçariguama, Barão de Cocais, Cotia, Riograndense, Divinópolis, Cearense, Cumbica, São José dos Campos, Charqueadas, Mogi das Cruzes e Pindamonhangaba.

A Gerdau adota em suas ações o conceito de Economia Circular, de forma a reutilizar, reparar ou reciclar seus produtos ou parte deles. Isso é visto na área de Coprodutos, Reciclagem e Renováveis. Em seu Relato Integrado 2018, a empresa especifica suas ações e resultados (Gerdau, 2019).

Na área de Coprodutos, a empresa reaproveitou, em 2018, 77% dos seus produtos ao redor do mundo, gerando uma receita de R$ 302 milhões. Os coprodutos gerados são utilizados principalmente como fertilizantes na Agricultura, para fabricação de cerâmicas, cimentos e concretos na Construção Civil, na produção de artefatos de concreto e em processos de drenagens na Pavimentação, e como Combustível. Internamente, o agregado siderúrgico gerado na produção do aço é utilizado na

pavimentação de acessos internos. Além disso, nas usinas integradas da Gerdau, 92% dos gases gerados no processo de fabricação do aço foram reaproveitados para produção de energia elétrica e térmica para as próprias plantas.

Em busca por inovação e sustentabilidade, foi desenvolvida uma matéria prima alternativa, *biocoke*, na Usina Ouro Branco (MG). O *biocoke* é um coque metalúrgico produzido com a adição de carvão vegetal, em substituição de parte do carvão mineral, o que reduz a emissão de GEE.

Na área de Reciclagem, pode-se destacar que a Gerdau é a maior recicladora de sucata ferrosa da América Latina ao utilizar mais de 12 milhões de toneladas de sucata em produtos de aço. Em 2018, a sucata ferrosa foi a principal matéria-prima para 73% do aço produzido na empresa. A utilização da sucata ferrosa reduz o consumo de energia e de emissões de CO_2 na produção do aço, uma vez que reciclar uma tonelada de sucata de aço poupa a emissão de 1,5 toneladas de GEE, o consumo de 740kg de coque e 120kg de calcário. Pode-se também pontuar que 97,7% da água utilizada na produção é recirculada, aumentando a eficiência energética das unidades.

Na área de Renováveis, algumas unidades da empresa utilizam carvão vegetal proveniente de florestas plantadas ao invés de carbono em seus altos-fornos. O uso de carvão vegetal, biomassa renovável, diversifica a matriz energética e contribui para a redução de GEE.

Além disso, a partir de investimento de R$ 254 milhões para a proteção do meio ambiente, obteve-se 85,3 mil hectares de reservas legais ou de preservação permanente, 14 mil hectares de matas conservadas e 8,3 milhões de mudas plantadas, além de oferecida capacitação em educação ambiental para seus funcionários.

A Gerdau é signatária do Pacto Global desde 2019, e ainda não teve oportunidade de entregar um Comunicado de Progresso, previsto para 2020. De acordo com as informações divulgadas em seu Relato Integrado de 2018, pode-se relacionar o uso de carvão vegetal como parte da matriz energética da empresa com as metas 7.2 e 9.4, produção de carvão vegetal em Minas Gerais com as metas 6.6 e 15.2, a usina de forma integrada com a meta 9.4, sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, o reaproveitamento de 97% dos resíduos sólidos gerados com as metas 9.4 e 12.5, o

reaproveitamento de 97,7% da água do processo produtivo com as metas 6.3 e 6.4, o fato de ser a maior recicladora de sucata ferrosa com as metas 12.2, 12.4 e 12.5, e o desenvolvimento do *biocoke* com a meta 12.5.

7.8 SINOBRAS

A SINOBRAS é uma usina integrada localizada em Marabá (PA) com início de operação em 2008, sendo a primeira das regiões Norte e Nordeste. A empresa é parte do Grupo Aço Cearense, e possui capacidade produtiva de 380 mil toneladas de aço. Seus principais produtos em aços longos são Vergalhões SI50 e SI60, Treliças, Tela, Tela coluna e Arame recozido, que atendem ao setor de construção civil. Em sua missão, a SINOBRAS explicita seu desejo de atuar no mercado do aço de forma sustentável, com dinamismo e excelência.

A empresa é a maior recicladora do Norte e Nordeste do País, com aço proveniente de 70% de sucata e 30% de ferro-gusa líquido. Carvão vegetal é utilizado no processo e é proveniente das plantações de eucalipto da SINOBRAS Florestal, empresa do mesmo grupo que a SINOBRAS. Seu processo conta com as etapas de Sinterização, Alto-Forno, Aciaria Elétrica com Forno Elétrico a Arco e Forno Panela, Lingotamento Contínuo, Laminação, Trefila e finaliza com a Logística de entrega (SINOBRAS, 2012).

Com relação ao processo siderúrgico, na etapa de Sinterização, são reutilizados os coprodutos da produção de aço para a produção de sínter. Na unidade de altos fornos, são reaproveitados os gases gerados, a uma taxa de 9 milhões Nm^3 por mês, e utilizados na laminação dos tarugos de aço. Na etapa de Aciaria, as partículas sólidas geradas são capturadas por um sistema de despoeiramento com capacidade de 300 mil Nm^3 por hora. Além disso, recicla-se toda a água usada no processo a partir de uma Estação de Tratamento de Água e duas Estações de Tratamento de Esgoto, com uma taxa de reaproveitamento de 98,35% (SINOBRAS). Pode-se também mencionar a área Florestal, que preserva 40% da área florestal, além de produzir carvão vegetal suficiente para ser autossuficiente nesse biorredutor para o processo operacional. O último Relatório de Sustentabilidade divulgado pela empresa, que poderia confirmar esses

dados de forma atual, porém, foi divulgado em 2013, e está, portanto, desatualizado (SINOBRAS, 2012; SINOBRAS, 2013).

A empresa está em um processo de investimento de US$ 200 milhões, desde 2015, de forma a aumentar sua capacidade produtiva para 800 mil toneladas de aço laminado por ano. O projeto de expansão SINOBRAS Fase 2 inclui a extensão da linha de produção da Laminação e Trefila, o aumento do beneficiamento da sucata para 170 mil toneladas/ano com a aquisição de uma fragmentadora de sucata, e a construção de uma nova subestação de energia de 230 kV para ser sua fonte de energia (SINOBRAS). A fragmentadora de sucata, Shredder, é capaz de remover até 18% de impurezas e reduzir o consumo de energia elétrica. Os dois primeiros objetivos do projeto de expansão foram atingidos em 2015 (SINOBRAS, 2015).

A SINOBRAS e as outras empresas do Grupo Aço Cearense ajuizaram pedido de recuperação judicial em 4 de maio de 2017 com o objetivo de realizar uma reestruturação financeira da empresa devido a desafios decorrentes da crise econômica no País. Porém, a empresa garantiu continuidade no investimento do aprimoramento dos processos internos, a produção e entrega, isto é, todas as atividades ainda estão em funcionamento (Ernst & Young, 2018). Sua atual situação de recuperação judicial desde 2017 pode explicar a ausência de Relatórios de Sustentabilidade mais recentes, a falta de atualização do site com seus valores de produção atuais e também o informativo do andamento do projeto de expansão da usina.

Assim, de acordo com as últimas informações disponibilizadas em 2015, pode-se relacionar as ações tomadas com as metas dos ODS. Pode-se relacionar o uso de carvão vegetal como parte da matriz energética da empresa com as metas 7.2 e 9.4, a adoção da fragmentadora de sucata com a meta 12.5, a alta taxa de reaproveitamento de água do processo produtivo com as metas 6.3 e 6.4, a usina de forma integrada com a meta 9.4, e o sistema de despoeiramento com as metas 12.4 e 12.5, e o reflorestamento e preservação ambiental da SINOBRAS Florestal com a meta 15.2.

7.9 Ternium

A Ternium é uma siderúrgica argentina que opera uma usina siderúrgica integrada localizada em Santa Cruz, Rio de Janeiro, desde 2017. Sua usina possui 2 Altos-Fornos

e tem capacidade produtiva de 5 milhões de toneladas de placas de aço por ano e de 5,3 milhões de toneladas de ferro-gusa por ano. São desenvolvidos e produzidos mais de 200 tipos de aços, atendendo os setores Automotivo, Óleo e Gás, Maquinário, Linha Branca, Naval e Energia.

A empresa gera uma série de coprodutos, que podem ser utilizados internamente ou comercializados, inserindo-se assim no contexto de economia circular. Internamente, usa-se Pó da Aciaria e Carepa de Lingotamento na Sinterização e Fração metálica na Aciaria. Seus coprodutos comercializados são: Agregado Siderúrgico, Lama de Alto-Forno, Escória de Alto-Forno, FGD – Cal hidratada e Finos de cal. A reutilização de 474 mil toneladas de coprodutos internamente gerou uma economia de US$ 100 milhões para a empresa.

A empresa possui duas rotas tecnológicas para produção de aço, com uma Aciaria LD e uma Aciaria Elétrica. A Aciaria LD responde por 63% da produção, a Aciaria Elétrica com minério de ferro reduzido e sucata metálica por 30% da produção, e Aciaria Elétrica com somente sucata metálica por 7% da produção. Dessa forma, emitiu, em 2018, 1,7 toneladas de CO_2 por tonelada de ferro líquido, emissão próxima à média de 1,8 dada pela Worldsteel no mesmo ano.

Em seu processo produtivo, a Ternium Brasil possui melhorias e eficiência na Coqueria, na Sinterização, na Aciaria e na geração de energia. Com certificação ISO 50001 desde 2017 por sua gestão eficiente de energia, a Ternium Brasil possui uma unidade termelétrica capaz de produzir toda a eletricidade necessária para seu complexo industrial, com capacidade de 490MW. Dessa produção, 200 MW são vendidos. Na termelétrica, há aproveitamento de gases gerados no processo produtivo e vapores gerados na Coqueria, a partir de duas turbinas a gás e uma turbina a vapor. Gases gerados na produção também são reutilizados na própria Aciaria, na sinterização e nos regeneradores dos altos-fornos. Além disso, os altos-fornos da etapa de Redução possuem baixa emissão de CO_2.

Outra inovação no uso de gases está no uso de biometano proveniente do aterro sanitário de Seropédica (RJ) para substituir mais de 30% do gás natural utilizado na produção. De fato, a Ternium é a primeira siderúrgica brasileira a utilizar biometano.

Como a empresa busca diminuir suas emissões de GEE, a Ternium aderiu em 2008 ao *Worldsteel Climate Action Recognition Program*, que preza pela redução da pegada de carbono das empresas. Em 2018, foi eleita a campeã de sustentabilidade pela *Worldsteel Association* (Ternium, 2020).

Em 2014 foi aprovada uma Política Ambiental e Energética, que detalha os princípios e objetivos para um desenvolvimento sustentável da empresa. A Ternium Brasil possui certificação ISO 14001 do seus Sistema de Gestão Ambiental. A empresa conta com 160 hectares de mangue na Baía de Sepetiba mantidos e protegidos e recicla 540 mil toneladas de aço por ano.

Com relação à água, a Ternium recircula em seus sistemas de resfriamento 97% da água utilizada, e possui duas estações de tratamento de água dentro da planta para tratar a água captada para as operações e consumo humano, e uma estação de tratamento para todos os efluentes gerados no seu processo produtivo. Com relação ao ar, a empresa controla suas emissões e possui filtros e sistemas de controle instalados em todos seus equipamentos.

A Ternium é signatária do Pacto Global desde 2019, e ainda não teve oportunidade de entregar um Comunicado de Progresso, previsto para 2020. De acordo com as informações divulgadas em seu Relatório de Sustentabilidade de 2018, pode-se relacionar a usina de forma integrada com a meta 9.4, sua certificação ISO 50001 com as metas 7.2, 7.3, 12.2, 12.4 e 12.5, sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, o reaproveitamento de 474 mil toneladas de coprodutos com as metas 9.4 e 12.5, o reaproveitamento de 97% da água do processo produtivo com as metas 6.3 e 6.4, sua reciclagem de sucata metálica com as metas 12.2, 12.4 e 12.5, sua autossuficiência em energia elétrica e venda do excesso com a meta 7.3, o uso de gás metano em substituição a parte do gás natural com a meta 7.2 e sua proteção de área de mangue com a meta 15.2.

7.10 Usiminas

A Usiminas, Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A., é uma empresa brasileira fundada em 1956 em Belo Horizonte (MG), que produz e comercializa placas, chapas grossas, laminados a quente, laminados a frio, eletrogalvanizados e galvanizados por

imersão a quente. Suas usinas siderúrgicas integradas estão localizadas em Ipatinga (MG) e Cubatão (SP). A Usiminas também tem outras unidades: Mineração, fornecendo minério de ferro a partir de minas em MG, Mecânica, fornecendo bens de capital, e Soluções, oferecendo produtos e serviços. A Usiminas atende os setores Automotivo, Construção Civil, Distribuição, Energia, Linha Branca, Naval, Óleo e Gás, e Máquinas e Equipamentos. Em sua visão, a Usiminas explicita sua busca por ser referência na indústria do aço com geração de resultados sustentáveis.

A Usiminas possui certificação ISO 14001 do seu Sistema de Gestão Ambiental. De acordo com seu Relatório de Sustentabilidade de 2018, a empresa investiu em R$ 91 milhões em diversos projetos ambientais. A Usiminas conta com 19 mil mudas plantadas em 2017 em seu programa Áreas Verdes, recuperou 935 nascentes e reciclou 1,87 milhões de toneladas de aço em 2017. Em seu relatório são monitoradas as emissões atmosféricas diretas e indiretas, o uso da água e a geração, reciclagem interna e tratamento de resíduos. Com relação à água, a Usiminas recircula em seus sistemas de resfriamento 96% da água utilizada. Além disso, o agregado siderúrgico proveniente da Aciaria é destinado para pavimentação de estradas da região.

Atualmente estão com um pedido aberto para um Sistema de Disposição de Rejeitos em unidade de Mineração em MG, de forma a aprimorar a destinação dos rejeitos produtivos do minério de ferro. Por esse sistema, os rejeitos serão enviados para uma Planta de Filtragem para espessamento dos mesmos, que serão levados por meio de correia transportadora para uma pilha intermediária de rejeitos, que depois será espalhada e compactada. A água originada do processo de filtragem será recirculada para a área de flotação. Além dessa melhoria ambiental, está sendo realizado um trabalho de monitoramento de suas barragens por uma consultoria, de forma a dar mais segurança à disposição de rejeitos.

O Relatório de Sustentabilidade da Usiminas de 2018 não faz comparações de evolução com relação a anos anteriores. A partir dos dados disponíveis, pode-se relacionar sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, a reciclagem de 1,87 milhão de toneladas de aço em 2017 com as metas 9.4 e 12.5, o reaproveitamento de 96% da água do processo produtivo com as metas 6.3 e 6.4, a reciclagem de rejeitos existentes, a reutilização de agregados siderúrgicos e o novo Sistema de Disposição de

Rejeitos em andamento com a meta 12.5 e suas ações do programa Áreas Verdes com a meta 15.2.

7.11 Vallourec

Vallourec é uma siderúrgica francesa fundada em 1952 como Companhia Mannesmann e que se encontra no Brasil em sete localidades. As unidades são divididas em Vallourec Soluções Tubulares do Brasil, com usinas em Barreiro e Jeceaba (MG) que produzem tubos de aço sem costura, Vallourec Florestal, responsável pela produção de carvão vegetal em Curvelo (MG) que abastece as usinas, Vallourec Mineração, que fornece minério de ferro internamente a partir de mina em Pau Branco (MG), Vallourec Transportes e Serviços (VTS) em Rio das Ostras (RJ), Tubos Soldados Atlântico (TSA), que oferece revestimentos para tubos, e Fundação Sidertube, entidade sem fins lucrativos que apoia os funcionários.

A Vallourec oferece soluções tubulares para a indústria de Óleo e Gás – para as etapas de exploração e produção, transporte e distribuição e processamento de hidrocarbonetos, soluções para a indústria Automotiva, Mecânica, Máquinas e Equipamentos, Construção civil e Infraestrutura, soluções para o mercado de Energias Limpas e de Baixo Carbono, principalmente de Biomassa e Energia Eólica, e soluções exclusivas SMART (Vallourec, 2020).

De acordo com seu Relatório de Sustentabilidade 2017-2018 (Vallourec, 2019), em 2018 foram produzidas 769 mil toneladas de aço, 677 mil toneladas de tubos, 4,69 milhões de toneladas de minério, 288 mil toneladas de carvão e 1,3 mil toneladas de pelotas, valores superiores em todos os produtos em comparação com o resultado de 2017.

Após estudos em 2017-2018, decidiu-se por utilizar o carvão vegetal como principal fonte energética no *mix* de combustíveis para a queima das pelotas no processo de Pelotização da usina de Jeceaba. O *mix* de combustíveis passou de 75% de gás natural e 25% de coque de petróleo para 54% de carvão vegetal, 23% de gás natural e 23% de coque de petróleo.

Em sua Carta de Desenvolvimento Sustentável, a empresa explicita sua busca por produzir produtos competitivos e inovadores, protegendo o meio ambiente e utilizando racionalmente os recursos naturais. Um desses produtos é o Tubo verde, feito 100% a partir de carvão vegetal proveniente das florestas plantadas pela Vallourec Florestal e de minério de ferro da Vallourec Mineração.

Com relação a Efluentes, a Vallourec Mineração possui o conceito de Barragem de Rejeito Zero, em que 100% do resíduo minerário, antes direcionado para a Barragem Cachoeirinha, passou a ser empilhado a seco em novembro de 2015. A barragem foi desativada e esvaziada no mesmo ano. Com a disposição de rejeitos na forma de empilhamento a seco, há mais segurança para as operações e para o meio ambiente. Para fazê-lo, é feita filtragem do rejeito para retirada de água até que ele possua menos de 18% de umidade, de forma a não ter risco de instabilidade e ruptura quando disposto. Parte desse rejeito final é utilizado como matéria-prima para construção civil, e outra parte disposta em pilhas de estéril e revegetada.

Com relação às emissões de GEE, a unidade Barreiro teve aumento percentual devido ao aumento do uso de gás natural em substituição ao gás de alto-forno, enquanto a unidade Jeceaba apresentou diminuição percentual devido à utilização de fino de carvão vegetal em substituição ao gás natural. De forma geral, as emissões de GEE de escopo 1 aumentaram de 2017 a 2018, e as de escopo 2 diminuíram. As informações foram coletadas a partir de duas estações de monitoramento automáticas de qualidade do ar instaladas em Contagem e Belo Horizonte (MG).

Com relação à água, a unidade Barreiro apresentou recirculação de 98,5% da água utilizada, e a unidade Jeceaba 98,3%. Além disso, é feito monitoramento da qualidade da água em 16 pontos de cursos de água da região da Vallourec Florestal, com uma porcentagem de recirculação de 24% em 2018 para essa empresa. Esse é um valor visto em outras empresas do setor de produção de carvão vegetal.

Com relação a certificados dos temas eficiência energética e meio ambiente, há certificação do Sistema de Gestão de Energia pela ISO 50001 das unidades de Barreiro e Jeceaba e certificação do Sistema de Gestão Ambiental pela ISO 14001 das unidades de Barreiro, Jeceaba, Florestal, TSA, Vallourec ES e Mineração.

Em seu último Comunicado ao Progresso apresentado à ONU por ser membro do Pacto Global, a Vallourec afirmou estar contribuindo para os ODS 5, ODS 7, ODS 8 e ODS 12. De acordo com as informações divulgadas em seu Relatório de Sustentabilidade 2017-2018, pode-se relacionar o uso de carvão vegetal como parte da matriz energética da empresa com as metas 7.2 e 9.4, a produção de carvão vegetal pela Vallourec Florestal com as metas 6.6 e 15.2, as usinas de forma integrada com a meta 9.4, sua certificação ISO 50001 com as metas 7.2, 7.3, 12.2, 12.4 e 12.5, sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, a disposição de rejeitos pela forma de empilhamento a seco com a meta 12.4, utilização de fino de carvão vegetal em substituição ao gás natural com a meta 7.2, a recirculação de 98,4% da água na média de suas usinas com as metas 6.3 e 6.4, o uso de mais de 50% de carvão vegetal em seu *mix* de combustíveis com a meta 7.2 e a produção de seu tubo verde com a meta 9.4.

7.12 Villares Metals S.A.

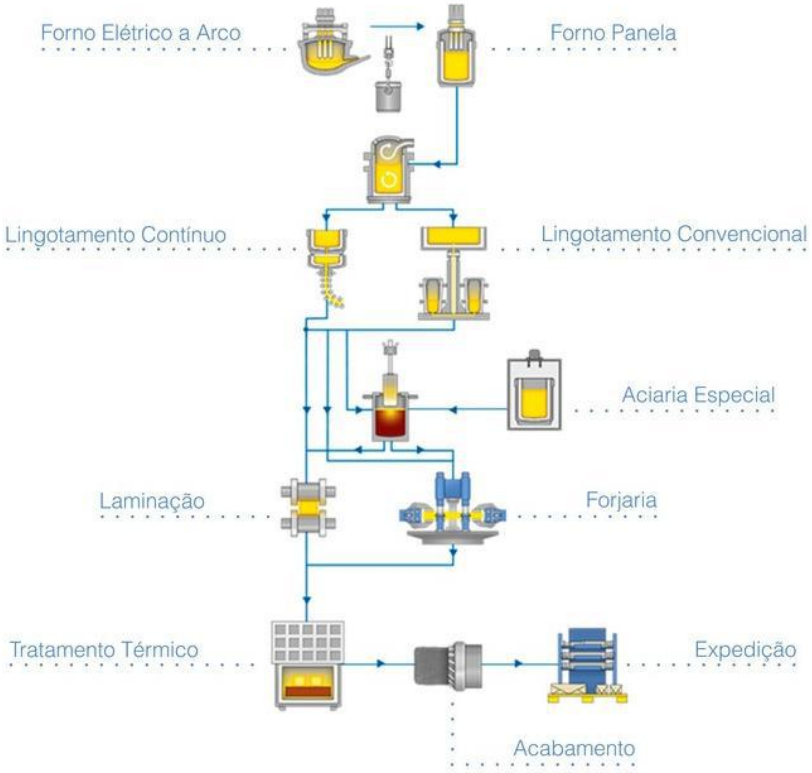
A Villares Metals S.A. surgiu como Aço Villares S.A. em 1944 em São Caetano do Sul, São Paulo. Atualmente é uma empresa do Grupo Voestalpine, dentro da divisão de aços especiais. Sua usina matriz é localizada em Sumaré, SP, com centros de serviços e soluções em Sumaré (SP), Joinville (SC), Vespasiano (MG) e Flores da Cunha (RS) e um centro de exportação em Rotterdam (Holanda). Seus segmentos de atuação são Açúcar e Etanol, Aeronáutico, Automotivo, Bens de Capital, Ferramental, Geração de Energia, Médico, Óleo e Gás, Química e Petroquímica, e Trefilação e Solda.

Os produtos da Villares Metals podem ser divididos em Aços Ferramenta para Trabalho a Quente, Aços Ferramenta para Trabalho a Frio, Aços Ferramenta para Moldes Plásticos, Aços Rápidos, Aços Válvula para Motores de Combustão Interna, Aços Inoxidáveis, Ligas Especiais, e Peças Forjadas(Villares Metals, 2013).

Seu processo produtivo é o de uma usina semi-integrada, com uma Aciaria Convencional com Aciaria Elétrica, Refino Secundário com Forno Panela, Tratamento a Vácuo, sistema de Lingotamento Contínuo e Convencional. Também possui uma Aciaria Especial para produção de produtos com melhor qualidade final, contando com Fusão por Indução a Vácuo (*vacuum induced melting*, VIM), Refusão por Escória Eletrocondutora (ESR) e Refusão à Vácuo (VAR). Após a Aciaria há a Laminação e

Forjaria, seguidas de etapa de Tratamento Térmico e Acabamento (Figura 18). A Forjaria da Villares Metals possui fornos de aquecimento a gás natural com baixo consumo específico e capacidade de carregamento até 115 toneladas.

Figura 18 – Processo produtivo da Villares Metals S.A.



Fonte: (Villares Metals, 2020)

Em sua missão, a Villares Metals explicita que as soluções que busca prover em aços, ligas especiais e serviços devem ser feita de forma sustentável. De fato, a siderúrgica conquistou em 2007 a certificação de seu Sistema de Gestão Ambiental de acordo com a norma ISO 14001 e desde 2013 foi aprovada a implementação e certificação do seu Sistema de Gestão de Energia (SGE) de acordo com a norma ISO 50001. Para isso, a empresa possui uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) desde 2006.

Em 2016 foi produzida uma Política de Meio Ambiente e Energética, em que a empresa expõe seu objetivo estratégico de harmonizar suas atividades, produtos e serviços de forma sustentável com o meio ambiente, buscando maior eficiência energética. Seus princípios fundamentais são: Atender às legislações, normas e outros

requisitos ambientais e de eficiência energética aplicáveis; Considerar os aspectos ambientais e de desempenho energético nas decisões do negócio; Prevenir os impactos ambientais principalmente relacionados a emissões atmosféricas, ruídos, efluentes e resíduos; Usar racionalmente os recursos naturais; Desenvolver permanentemente a proteção ambiental e a eficiência energética em todos os níveis da organização; Informar as partes interessadas sobre as atividades em proteção ambiental e eficiência energética; Conscientizar e envolver os colaboradores (Villares Metals, 2016).

Apesar da sua Política de Meio Ambiente e Energética e suas certificações, a siderúrgica não apresenta um relatório de sustentabilidade que confirme números e desempenho no setor. Assim, a partir das informações disponibilizadas, pode-se relacionar a busca pelo uso racional de recursos naturais e o reuso da água com as metas 6.4 e 6.6, sua certificação ISO 50001 com as metas 7.2, 7.3, 12.2, 12.4 e 12.5, sua certificação ISO 14001 com as dez metas selecionadas, e o desenvolvimento de soluções para resíduos gerados e coleta seletiva com a meta 12.5. A meta 15.2 é menos aplicável, uma vez que a usina é semi integrada e não atua diretamente na produção de carvão e nem na etapa de Redução de minério de ferro.

CAPÍTULO 8 – SIDERÚRGICAS E AS ATIVIDADES DE INOVAÇÃO

No capítulo anterior foram exploradas as tecnologias e práticas que as indústrias que atuam no País adotam, relacionando-as com metas selecionadas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Neste capítulo busca-se fazer uma prospecção das tecnologias que estão sendo desenvolvidas pelas siderúrgicas e que resultem em melhorias no processo ou produto, melhorias essas que conduzam as empresas a favor dos ODS.

8.1 Relação entre Pesquisa e Desenvolvimento, Inovação e Patentes

De forma geral, tem-se que o desenvolvimento econômico de qualquer nação tem sua base fundamental em Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I), de acordo com o ex-presidente da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), Marcos Cintra. Segundo dados de 2017 do *Levy Economics Institute*, o aumento de 1% nos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) gera um crescimento de 9,2% no PIB dos países (FINEP, 2017).

Atualmente o Brasil investe 1,27% do PIB em P&D, com pouco menos da metade proveniente do setor privado. O Brasil está em 13º no ranking mundial de produção científica (CWTS Leiden Ranking), porém ocupa o 66º lugar no ranking de inovação mundial (Global Innovation Index, 2019). Isso mostra que apesar do investimento em institutos de pesquisa, o conhecimento científico e tecnológico não está sendo transformado em inovação. O ambiente econômico e de negócios instável do País muitas vezes não leva à segurança necessária para realização de investimentos em P&D no país (FINEP, 2017). Transformar o conhecimento científico em inovação é diminuir cada vez mais a distância das empresas do País com relação à compra ou importação de tecnologias estrangeiras.

A atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é essencial para a sobrevivência das empresas. Aquelas que investem em P&D têm maiores chances de sucesso por buscarem estar à frente de seus concorrentes, seja por desenvolverem novos produtos ou processos, por aprimorarem produtos ou processos existentes, ou por identificar novas oportunidades de negócios (ABGI Group, 2017).

Em um mundo globalizado e capitalista, aqueles que atuam no mercado precisam estar constantemente à procura de oportunidades para aumentar a vantagem competitiva da empresa a partir da sua diferenciação com relação aos concorrentes. De acordo com o pensamento Schumpeteriano (Zucoloto & Toneto Junior, 2005), a base da economia capitalista é esse processo contínuo de introdução e difusão de inovações. Um indicador de inovação tecnológica muito utilizado é o número de registros de patentes de um país, por ser de fácil acesso e mensuração.

Um estudo (Andreassi, Motta, Macedo, & Sbragia, 2000) buscou correlacionar as despesas em inovação feitas por empresas brasileiras com o número de patentes depositadas no País. As despesas foram divididas em quatro áreas: Despesas com P&D, Despesas com serviços tecnológicos – atividades que suportam a execução dos trabalhos de P&D, Despesas com aquisição de tecnologia e Despesas com engenharia não rotineira – atividades de engenharia diretamente relacionadas com o processo inovador. Viu-se que, para empresas de grande porte, há uma correlação positiva entre o aumento das despesas com inovação e o número de patentes depositadas, exceto no caso de despesas com aquisição de tecnologia, que justamente mostra a dependência externa. Enfatiza-se grande porte para as empresas uma vez que suas estruturas internas de inovação já possuem processos mais estruturados. Além disso, em empresas dos setores Químico e Petroquímico e Metal-Mecânico, a apropriação de tecnologia por meio de patentes é altamente valorizada.

Uma vez que a empresa desenvolva um produto ou processo que seja uma atividade inventiva, seja nova e que possua aplicação industrial[1], ela pode escolher por aplicar por uma Patente de Invenção (PI). A aplicação de uma PI no País é feita através de depósito de pedido de patente em um escritório de patentes nacional, que no Brasil é o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Com validade de 20 anos a partir da data de depósito, a patente é um título de propriedade temporária sobre uma invenção

[1]O Manual para o Depositante de Patentes do INPI (SAESP/DIRPA/INPI, 2015) detalha os três requisitos de patenteabilidade citados. Uma invenção apresenta atividade inventiva quando ela não decorre de maneira evidente ou óbvia do estado da técnica para um técnico no assunto. Uma invenção é nova quando não há nenhuma divulgação sua publicamente. Uma invenção possui aplicação industrial quando podem ser produzidos ou utilizados em qualquer tipo de indústria.

concedido pelo Estado para os requerentes da patente. Ela permite ao detentor da patente o direito de impedir terceiros de produzir, usar, vender ou importar produto descrito em sua patente ou o produto obtido pelo processo patenteado (INPI, 2019).

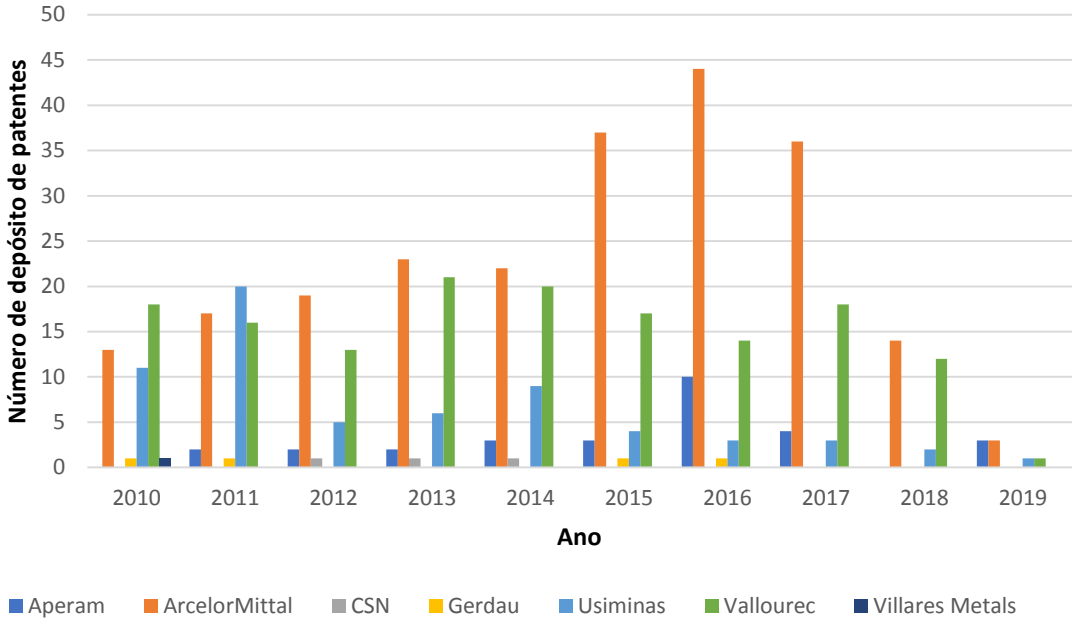
Uma vez que um processo ou produto é protegido, também são protegidos os investimentos utilizados para desenvolvimento da tecnologia pelo inventor. Dessa forma, o inventor é incentivado a continuar suas pesquisas. Além disso, o sistema de patentes também beneficia o mercado, uma vez incentiva o desenvolvimento de tecnologias alternativas pelos outros *players* do mercado (INPI, 2019).

8.2 Patentes de Invenção depositadas no INPI por Siderúrgicas presentes no Brasil

De forma a focar nas inovações que são desenvolvidas e contam com proteção no território nacional, realizou-se uma busca na base de dados do INPI. O INPI é uma entidade de administração pública vinculada ao Ministério da Economia, e tem como papel proteger eficientemente a propriedade industrial. As patentes de inovação e outras formas de propriedade industrial concedidas pelo INPI são protegidas por tempo determinado no Brasil, como visto no início desse capítulo.

Para essa busca, foram avaliadas todas as patentes depositadas nos últimos dez anos pelas doze empresas selecionadas no Capítulo 7 –(Figura 19). Neste período, **479 patentes** foram depositadas no Brasil. Vê-se que o número de depósitos diminuiu em 2018 e 2019 com relação a 2017. Esse comportamento, porém, pode não refletir a realidade, haja vista que há um período de 18 meses entre o depósito de uma patente e a sua publicação, correspondente ao tempo de sigilo de uma patente. Inclusive, por esse motivo algumas patentes mais recentes, que ainda não tiveram suas informações disponíveis, podem abordar temas de interesse, mas não puderam ser discutidas neste trabalho.

Figura 19 – Evolução temporal dos depósitos de patentes das empresas siderúrgicas no Brasil, no período de 2010 a 2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INPI, 2020)

A busca por patentes mostrou uma série de patentes que são incrementos aos produtos, seja por serem produtos novos ou com novas propriedades, que agregam valor aos mesmos quando comercializados. Esses incrementos, porém, poucas vezes implicam diretamente em um avanço para um produto mais sustentável.

Também foram vistas inovações que implicam em aumento de produtividade, seja por módulos de transporte de partes entre uma etapa e outra do processo, ou por formas mais rápida de carregamento do produto final em vagões para transporte. Essas inovações contribuem para o aumento da eficiência do processo, porém não são inovações verdes em si, e, portanto, não foram consideradas.

Após filtragem manual pelos títulos e resumos, foram encontradas **24 patentes** que mostram avanços para os ODS. A relação do número de patentes por empresa é apresentada na Tabela 15. Aqui, foram considerados somente avanços em processo e produto dentro da usina siderúrgica e no processo de produção das matérias primas, sem considerar etapas de logística antes e depois das etapas de redução, refino, lingotamento e laminação.

Tabela 15 – Relação entre o número de patentes depositadas e o número de patentes relevantes ao estudo por empresa nos últimos 10 anos

#	Depositante	Número de Patentes Depositadas	Número de Patentes Depositadas Relevantes
1	**Aço Verde do Brasil**	0	-
2	**Aperam**	29	2
3	**ArcelorMittal Brasil**	228	14
4	**CSN**	3	0
5	**CSP**	0	-
6	**Gerdau S.A.**	4	2
7	**SINOBRAS**	0	-
8	**Ternium**	0	-
9	**Usiminas**	64	5
10	**Vallourec**	150	1
11	**Villares Metals S.A.**	1	0
	Total	**479**	**24**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INPI, 2020)

A seguir, serão apresentados comentários dos resultados da busca. Das empresas estudadas, Aço Verde do Brasil, CSP e SINBORAS não possuem nenhuma patente depositada em toda a base de dados.

Das 29 patentes depositadas pela Aperam no período, 2 foram consideradas interessantes devido à sua aplicação na etapa de produção de carvão vegetal. As demais patenteiam tiras, folhas ou faixas de metal e métodos de produção (Waerckerle, Baudin, Helbert, Hubert, & Batonnet, 2016).

A ArcelorMittal possui 228 patentes depositadas no país, tanto por sua divisão nacional quanto pela matriz. As patentes abordam, principalmente, métodos de fabricação de chapas e placas de aço e composição das mesmas(Hassani, Jun, & Fonstein, 2015) e peças para veículos ou motores de automóveis (Viaux, Ditner, & Allaire, 2014). Nas patentes de processo são especificados, por exemplo, os parâmetros da etapa de conformação mecânica, como a produção de folha de aço após laminação, recozimento e resfriamento (Song, Pottore, & Fonstein, 2013). Apesar de ser novo processo como um todo, o benefício do produto da invenção, isto é, da folha de aço com características específicas, é principalmente comercial.

A CSN possui diversas patentes depositadas, porém são anteriores ao período analisado, e as depositadas após 2009 são sobre produto laminado ou um dispositivo para conter vazamentos. Seria interessante ver o comportamento do número de depósitos por ano pela empresa nesse período anterior.

Das 4 patentes depositadas pela Gerdau, duas são de interesse por abordarem processos na aciaria, tanto por produção de um coproduto com rejeitos da aciaria, quanto por diminuição do conteúdo de cloro em poeiras, levando a menor custo de tratamento dessa poeira. As outras duas são relacionadas à logística, não pertinente neste trabalho.

A Ternium possui somente uma patente depositada no INPI, porém fora do período e do tema analisado. Também foram pesquisadas as patentes depositadas pelo Grupo Techint, criador da Ternium em 2005. As patentes encontradas também estão fora do período analisado.

As patentes da Usiminas são, em maioria, relacionadas a instrumentos de manipulação e transporte de produtos, de forma a garantir maior segurança ao operador ou automatizar essa etapa (Oliveira, Barbosa, Santos, Tomaz, & Costa, 2011) (Alves & Moraes, 2011). As patentes de interesse são relacionadas ao tratamento da sucata para produto e lama com menor teor de zinco, à melhora das propriedades da escória para obter um coproduto com melhores propriedades e aplicação, amostragem de gases de alto-forno e melhora da etapa de desgaseificação a vácuo, levando à economia de combustível fóssil utilizado nesses dois processos. A desgaseificação a vácuo (refino secundário) é usada para remover o hidrogênio presente no aço para a fabricação de lingotes de aço grandes, trilhos, rolamentos e outros aços de alta qualidade (Aciaria News, 2012).

As patentes depositadas pela Vallourec abordam principalmente conexões roscadas (Sugino & Ugai, 2017), aços com propriedades melhoradas (Fuchsmann, Koschlig, Subanovic, & Bendick, 2017), métodos para produção de tubo sem costura (Schmidt & Gercekoglu, 2015) e testes não-destrutivos (Lazzari, 2018). No período e tema analisados, há uma patente de interesse, relacionada a um reator para utilização de carvão vegetal, este que é utilizado como biorredutor no alto-forno.

A siderúrgica Villares Metals S.A. possui somente uma patente depositada no período, relacionada a uma nova composição de aço (Barbosa & Mesquita, 2010).

As patentes podem ser divididas pela etapa do processo produtivo em que se encontram as tecnologias: Preparo de Matéria Prima, Redução, Refino e Lingotamento e Laminação. A etapa de preparo de matéria prima foi dividida em tecnologias para carvão vegetal e tecnologias de outras matérias primas – sucata metálica e carvão mineral, de forma a explicitar o desenvolvimento de novas tecnologias que apoiam uma matéria prima de fonte renovável. A maioria das patentes de interesse são justamente para tecnologias de produção de carvão vegetal ou aproveitamento dos gases do processo de queima do carvão (Figura 20).

Figura 20 – Número de patentes encontradas relacionadas a cada etapa do processo siderúrgico

Fonte: Elaboração própria

Relacionando empresas e etapas do processo, vê-se que a Aperam e a Vallourec estão investindo somente na etapa de Tecnologias para Carvão Vegetal. Essa etapa também é o principal focos dos investimentos da ArcelorMittal, empresa que mais foca no desenvolvimento de tecnologias limpas. A ArcelorMittal também investe nas etapas de Redução, Lingotamento e Laminação, e em Tecnologias para Carvão Mineral. A Gerdau investe somente no tratamento de resíduos da Aciaria, enquanto a Usiminas desenvolve soluções para Tratamento de Sucatas e Carvão Vegetal principalmente, além de uma solução para Refino Secundário e para tratamento de resíduos da etapa de Redução.

Na Tabela 16 são apresentados os títulos, data de depósito e número de pedido das patentes depositadas pelas empresas, em ordem alfabética. O mesmo código de cores apresentado na Figura 20 é utilizado na tabela de forma a identificar a etapa do processo que cada uma aborda. Para melhor compreensão das inovações protegidas, também são apresentados os resumos das patentes no Apêndice A1 – Resumo das patentes depositadas.

.

Tabela 16 – Compilado das patentes depositadas no INPI pelas siderúrgicas de interesse

#	Depositante	Número do Pedido	Título	Data do Depósito
1	APERAM BIOENERGIA (BR/MG)	BR 10 2017 027392 0	FORNO PARA CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA COPA PLANA	19/12/2017
2	APERAM BIOENERGIA (BR/MG)	BR 10 2016 024929 5 A2	COMBUSTOR DE GASES PROVENIENTES DA PIRÓLISE DA MADEIRA	25/10/2016
3	ARCELORMITTAL (LU)	BR 11 2018 003013 9 A2	MÉTODO PARA COLETAR CAREPA DE LAMINAÇÃO, LAMINADOR A QUENTE E MÉTODO PARA READAPTAR UM LAMINADOR A QUENTE	06/09/2016
4	ARCELORMITTAL BRASIL S.A (BR/ES)	BR 10 2016 010777 6 A2	PROCESSO PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORÍDRICO EM DECAPAGEM DE BOBINAS DE AÇO	12/05/2016
5	ARCELORMITTAL (LU)	BR 11 2017 023339 8 A2	MÉTODOS PARA O TRATAMENTO DE LODO E PARA RECICLAGEM E INSTALAÇÃO	04/05/2016
6	ARCELORMITTAL (LU)	BR 11 2017 024334 2 A2	MÉTODO PARA DETERMINAR UMA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE UMA PORÇÃO DE ESCÓRIA, MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE AÇO E INSTALAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE UMA PORÇÃO DE ESCÓRIA	11/05/2015
7	Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	PI 1106452-8 A2	CO-GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR APROVEITAMENTO DO POTENCIAL TÉRMICO DE GASES DE CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA	19/10/2011
8	Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	PI 1106456-0 A2	PROCESSO E EQUIPAMENTOS DE QUEIMA DE GASES DE CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA COM APROVEITAMENTO DO POTENCIAL TÉRMICO PARA PRÉ-SECAGEM DE MADEIRA E CO-GEREÇÃO ELÉTRICA	19/10/2011
9	Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	PI 1106457-9 A2	INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO EM CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL	19/10/2011
10	Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	PI 1106459-5 A2	PROCESSO E EQUIPAMENTO PARA MELHORIA DE LOGÍSTICA E DE QUALIDADE DE CARVÃO VEGETAL	19/10/2011
11	ARCELORMITTAL MAIZIERES RESEARCH SA (FR)	BR 11 2013 008023 0 B1	USINA DE COQUE E PROCESSO DE CONTROLE DE USINA DE COQUE	05/10/2011
12	Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	PI 1106430-7 A2	PROCESSO E EQUIPAMENTOS PARA SECAGEM DE MADEIRA PARA CARBONIZAÇÃO	29/09/2011

13	Arcelormittal Brasil S/A (BR/ES)	PI 1102478-0 A2	ESTAÇÃO DE MISTURA DE GASES PARA LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE	19/05/2011
14	ArcelorMittal Inox Brasil S.A. (BR/MG)	PI 1011112-3 A2	UTILIZAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL EM ALTO-FORNO A COQUE	07/12/2010
15	Arcelormittal Bioflorestas Ltda. (BR/MG)	PI 1001805-0 A2	SISTEMA E EQUIPAMENTOS REDUTORES DO TEMPO DE RESFRIAMENTO DE FORNOS PRODUTORES DE CARVÃO VEGETAL.	11/06/2010
16	ARCELORMITTAL INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, S.L. (ES)	BR 11 2012 021585 0 A2 26/02/2010	APARELHO E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE GÁS DE EXAUSTÃO.	26/02/2010
17	GERDAU S.A. (BR/RJ)	BR 10 2016 030153 0 A2	PRODUTO DE ACIARIA, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CIMENTÍCIO E CIMENTO	21/12/2016
18	GERDAU AÇOS LONGOS S.A. (BR/RS) / UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (BR/RS)	BR 10 2015 015251 5	PROCESSO PARA REDUÇÃO DO TEOR DE CLORO EM POEIRAS DE ACIARIA.	24/06/2015
19	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A. - USIMINAS (BR/MG) / MG ÓXIDOS MINERAÇÃO LTDA (BR/MG)	BR 10 2018 001924 4 A2	PRODUTO PARA OTIMIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ESCÓRIA DE ALTO-FORNO E PROCESSO DE OBTENÇÃO DE PRODUTO PARA OTIMIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ESCÓRIA DE ALTO-FORNO	29/01/2018
20	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS - USIMINAS (BR/MG)	BR 10 2014 027249 6 A2	EQUIPAMENTO PARA A OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE AÇO DENTRO DA CÂMARA DE VÁCUO DO DESGASEIFICADOR RH	31/10/2014
21	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A. - USIMINAS (BR/MG)	PI 1103960-4 A8	FORNO ROTATIVO PARA REMOÇÃO E COLETA DE ZINCO DE SUCATAS DE AÇO GALVANIZADO E PROCESSO PARA REMOÇÃO E COLETA DO ZINCO UTILIZANDO O REFERIDO FORNO	04/08/2011
22	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS - USIMINAS (BR/MG)	PI 1103968-0 A2	EQUIPAMENTO PARA REMOÇÃO DE ZINCO DE SUCATA DE AÇO	04/08/2011
23	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS - USIMINAS (BR/MG)	PI 1003342-4 A2	SISTEMA E LANÇA COLETORA PARA REALIZAR AMOSTAGEM DE GASES RESULTANTES DA QUEIMA DO CARVÃO	24/09/2010
24	VALLOUREC TUBOS DO BRASIL S.A. (BR/MG)	BR 10 2017 021185 1 A2	PROCESSO E REATOR PARA PRODUÇÃO CONTÍNUA DE CARVÃO VEGETAL	02/10/2017

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (INPI, 2020)

CAPÍTULO 9 – CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi possível avaliar a relação das siderúrgicas que atuam no Brasil com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável aplicados a essa indústria, bem como encontrar as inovações que estão em desenvolvimento por essas empresas nos últimos dez anos.

Como visto, a ONU identificou, em 2015, a necessidade do desenvolvimento sustentável nos âmbitos econômico, social e ambiental. A partir dos 17 objetivos e 169 metas globais definidos na Agenda 2030, pôde-se destacar os objetivos 6 (Água Potável e Saneamento), 7 (Energia Limpa e Acessível), 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e 15 (Vida Terrestre) como passíveis de atuação direta pelas indústrias siderúrgicas. Dentro desses objetivos, dez metas foram selecionadas (6.3, 6.4, 6.6, 7.2, 7.3, 9.4, 12.2, 12.4, 12.5 e 15.2).

Com relação à associação de siderúrgicas ao Pacto Global da ONU, vê-se que há um movimento de aumento do número de novas empresas siderúrgicas. Desse universo, das 127 metalúrgicas já associadas, 10 atuam no País, sendo 5 siderúrgicas. Dessas, tanto a Gerdau quanto a Ternium participam há menos de um ano, portanto ainda não emitiram nenhum COP, diferente de Aperam, ArcelorMittal e Vallourec.

A partir das informações disponíveis em seus devidos *sites*, viu-se que Aperam, ArcelorMittal, CSN, Gerdau, Ternium, Usiminas e Vallourec possuem Relatórios de Sustentabilidade informativos e que abordam várias esferas do negócio nos últimos anos. Por outro lado, a AVB, a CSP e a Villares Metals não disponibilizam Relatórios de Sustentabilidade. Cabe apontar que o último relatório publicado pela SINOBRAS foi referente a 2013, portanto pouco representativo dos dias atuais.

Uma das ações que demonstra o comprometimento das organizações com meio ambiente e eficiência energética é ter um Sistema de Gestão Ambiental e/ou um Sistema de Gestão de Energia, certificados pela ISO 14001 e ISO 50001, respectivamente. Assim, as empresas associadas possuem sistemas de melhoria contínua que seguem a padrões de qualidade internacional. Além disso, é de interesse de empresas que sejam

certificadas que elas reportem seu progresso. As empresas Aperam, ArcelorMittal, CSN, CSP, Gerdau, Ternium, Usiminas, Vallourec e Villares Metals possuem um Sistema de Gestão Ambiental certificado pela ISO 14001, enquanto somente as empresas Ternium, Vallourec e Villares Metals apresentam um Sistema de Gestão de Energia certificado pela ISO 50001. Está em estudo a adequação de duas unidades da ArcelorMittal à norma ISO 50001. Das empresas estudadas, duas, a AVB e a SINOBRAS, não possuem nenhuma das duas certificações. Pode-se relacionar o comprometimento com questões ambientais e de energia a essas certificações, uma vez que as duas empresas que não possuem nenhuma das duas certificações, tampouco possuem relatórios de sustentabilidade recentes ou não possuem.

Além das certificações, foram identificadas uma série de atitudes que são favoráveis ao meio ambiente. A AVB produz aço verde, isto é, feito 100% com energia renovável e sem a utilização de combustíveis fósseis, levando a uma pegada de zero carbono. A Aperam possui o maior alto-forno para produção de carvão vegetal, além de seis Unidades de Produção de Energia Renovável. Sua usina aproveita 90% de GAF ao invés de gás natural em outros pontos do processo. A ArcelorMittal, empresa mais sustentável de seu setor em 2019 segundo o Guia Exame de Sustentabilidade, segues as 10 DDS e possui um programa de gerenciamento de resíduos a partir do qual uma série de coprodutos são produzidos e comercializados.

A CSN possui uma série de certificados internacionais devido ao seu controle de emissões de gases do efeito estufa. Pode-se ressaltar sua Central Termelétrica e sua Turbina de Recuperação de Topo para geração de energia. A CSP é autossuficiente em energia elétrica, faz reaproveitamento dos gases siderúrgicos e utiliza um tratamento específico na escória para adicionar qualidade e valor comercial. Assim, como a CSP, a Ternium é autossuficiente em energia, e, além disso, comercializa uma série de coprodutos gerados.

Com relação à sucata, aponta-se a Gerdau como maior recicladora de sucata ferrosa da América Latina. Além disso, algumas de suas unidades utilizam carvão vegetal em seus altos-fornos, foi desenvolvido o *biocoke* e possui uma alta taxa de reaproveitamento dos coprodutos. Na SINOBRAS, é possível destacar seu sistema de reaproveitamento de gases siderúrgicos e seu sistema de despoeiramento. A Usiminas reaproveita agregado siderúrgico da Aciaria e está desenvolvendo um Sistema de

Disposição de Rejeitos em sua unidade de Mineração. A Vallourec aumentou significativamente a porcentagem de carvão vegetal em seu *mix* de combustíveis, produz tubo verde, feito 100% a partir de carvão vegetal plantado por sua unidade Florestal, utiliza o conceito de Barragem de Rejeito Zero em sua unidade Mineração e possui uma porcentagem altíssima para o setor em questão de recirculação de água utilizada. Por fim, a Villares Metals desenvolve soluções para seus resíduos gerados e faz reuso da água de processo.

Além do publicado em seus *sites*, foi visto, a partir de pesquisa por patentes depositadas no INPI, que das empresas estudadas, ArcelorMittal e Vallourec são as que mais depositaram patentes a partir de 2010. Essas são 2 das 5 siderúrgicas que fazem parte do Pacto Global e atuam no país. As empresas AVB, CSP, SINBORAS e Ternium não possuem patentes depositadas no período. CSN e Villares Metals depositaram patentes, porém elas não tem relação com desenvolvimento sustentável. Com relação às inovações vistas, das 24 patentes, 9 foram relacionadas a tecnologias para carvão vegetal e 5 à etapa de Redução. As etapas de Refino, Lingotamento e Laminação possuem menos patentes relacionadas.

As duas patentes depositadas pela Aperam referem-se a Tecnologias para Carvão Vegetal, condizente com ter investido no maior alto-forno para carvão da América Latina. As duas patentes depositadas pela Gerdau se relacionam com tratamento de resíduos e coprodutos, o que está de acordo com seu alto aproveitamento de coprodutos. Algumas patentes da Usiminas tratam de reaproveitamento de sucata da Aciaria, ação que é explorada em seu Relatório de Sustentabilidade. A patente de interesse da Vallourec é relacionada à Carvão Vegetal, o que está de acordo com seus investimentos na produção de tubo verde. Por fim, a ArcelorMittal, maior depositante de patente entre as empresas selecionadas, é a que possui uma maior atuação nos DDS, produzindo inovação em quase todas as etapas do processo siderúrgico. De forma geral, estas inovações estão buscando descarbonizar o processo, com consequente redução das emissões de GEE.

Um futuro trabalho poderia explorar e associar o conceito de produção mais limpa (P+L) com as ações das empresas aqui estudadas. Essa estratégia técnica, econômica e ambiental é incorporada aos processos e produtos de forma a reduzir e não gerar emissões e resíduos, a obter eficiência no uso de matérias-primas, água e energia,

a reciclar ou reutilizar resíduos e emissões e a obter benefícios ambientais e econômicos. Há princípios e ferramentas da P+L capazes de gerar uma alta taxa de retorno na indústria siderúrgica, e investigá-los poderia apontar quais os melhores procedimentos e normas ambientais a serem adotados.

Como sugestão para trabalhos futuros em relação a patentes, pode ser feita pesquisa por patentes depositadas pelas empresas de interesse não somente no Brasil, utilizando bases de dados estrangeiras. Dessa forma, será possível ver o comportamento das empresas que se estabeleceram aqui no país em toda sua esfera de proteção à propriedade intelectual. Será possível fazer uma avaliação geográfica ao ver em qual território cada empresa tem preferência em depositar pedidos de patentes e em quais territórios estão sendo desenvolvidas tecnologias. No caso de haver um número elevado de depósitos no exterior e que não foram igualmente contemplados aqui, haveria uma sugestão de que o Brasil não é o foco para o uso dessas tecnologias. O interessante será ver quais patentes que não estão protegidas em território nacional tem potencial de ser explorada aqui, uma vez que estará livre para ser aplicada no país. Após essa análise territorial, uma avaliação qualitativa das tecnologias depositadas permitirá dizer quais os temas que estão sendo trabalhados - se estão sendo desenvolvidos novos materiais, novos objetos e maquinário, se estão aperfeiçoando tecnologias existentes, e mais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABGI Group. (20 de Junho de 2017). *Investir em P&D é caminho rumo à competitividade*. Fonte: https://brasil.abgi-group.com/radar-inovacao/noticias/investir-em-pd-e-caminho-rumo-a-competitividade/

ABNT. (21 de Agosto de 2018). *ISO 50001 acaba de ser atualizada*. Fonte: http://www.abnt.org.br/noticias/6037-iso-50001-acaba-de-ser-atualizada

Aciaria News. (13 de Dezembro de 2012). *Desgaseificadores a Vácuo - RH*. Fonte: http://aciarianews.blogspot.com/2012/12/desgaseificadores-vacuo-rh.html

Aço Verde do Brasil. (28 de Janeiro de 2019). *Aço Verde do Brasil - Vergalhão, Fio Máquina, Tarugo de Aço | AVB*. Fonte: https://avb.com.br/aco-verde-do-brasil/

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2008). Parte III: Fontes não-renováveis. In: *Atlas da Energia Elétrica do Brasil* (pp. 129-141). Brasília: Aneel.

Agência Nacional de Mineração. (2019). *Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas 2018.* Brasília: ANM.

Alves, A. M., & Moraes, A. O. (2011). *Patente Nº PI 1104003-3 A2*. Brasil.

Andrade, M. L., & Cunha, L. M. (2002). O setor siderúrgico. In: E. M. São Paulo, & J. Kalache Filho, *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social 50 anos: histórias setoriais* (pp. 21-47). Rio de Janeiro: Dba.

Andreassi, T., Motta, E., Macedo, P. B., & Sbragia, R. (2000). Relação entre inovação tecnológica e patentes: o caso brasileiro. *Revista de Administração v.35, n.1*, 63-71.

Aperam. (2019). *Sustainability Report 2018.*

Aperam South America. (2020). *Gestão Ambiental - Aperam*. Fonte: http://brasil.aperam.com/sustentabilidade/ser-sustentavel/gestao-ambiental/

ArcelorMittal. (2019). *Relatório de Sustentabiliade 2018.* Belo Horizonte.

ArcelorMittal. (2 de Fevereiro de 2020). *Sustentabilidade | ArcelorMittal*. Fonte: https://brasil.arcelormittal.com/sustentabilidade

ArcelorMittal Brasil. (2 de Janeiro de 2020). *Perfil | ArcelorMittal*. Fonte: https://brasil.arcelormittal.com/a-arcelormittal/perfil

Associação Brasileira de Construção Metálica. (2019). *Estatísticas da Construção Metálica.*

Barbosa, C. A., & Mesquita, R. A. (2010). *Patente Nº PI 1003185-5 A2*. Brasil.

Barral, C. E. (Abril de 2006). Efeito de parâmetros geométricos e operacionais sobre o comportamento do pó fluxante no molde de lingotamento contínuo de placas. *Dissertação de Mestrado*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia/ UFMG.

Business & Sustainable Development Commission. (2017). *Better Business, Better World.*

Carvalho, P. S., Mesquita, P. P., & Araújo, E. D. (2015). Sustentabilidade da siderurgia brasileira: eficiência energética, emissões e competitividade. In: *BNDES Setorial Siderurgia* (pp. 181-236). Rio de Janeiro: BNDES.

CGEE. (2010). Siderurgia no Brasil 2010-2025; subsídios para tomada de decisão. In: *Série Documentos Técnicos.* Brasília.

CGEE. (2015). *Modernização da produção de carvão vegetal no Brasil: subsídios para revisão do Plano Siderurgia.* Brasília.

Convaço. (2020). *REFORMA ALTO FORNO 1 E REGENERADORES 1, 2 E 3 – USIMINAS IPATINGA*. Fonte: https://convaco.com.br/reforma-alto-forno-1-e-regeneradores-1-2-e-3-usiminas-ipatinga/

CSN. (28 de Setembro de 2018). *Mudanças Climáticas CSN 2019 | Institucional* . Fonte: http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=61353&prSv=1

CSN. (13 de Agosto de 2018). *Siderurgia CSN 2019 | Institucional*. Fonte: http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=60937

CSN. (4 de Novembro de 2019). *MINÉRIO DE FERRO*. Fonte: http://www.mzweb.com.br/csn2016inst/web/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=61062&conta=45

CSP. (29 de Janeiro de 2020). *Certificações Meio Ambiente*. Fonte: https://www.cspecem.com/pt-br/meio-ambiente/

CSP. (29 de Janeiro de 2020). *Co-produtos | CSP*. Fonte: https://www.cspecem.com/pt-br/produtos/co-produtos/

CSP. (28 de Janeiro de 2020). *Visão, Missão e Valores - CSP*. Fonte: https://www.cspecem.com/pt-br/sobre-a-csp/visao-missao-e-valores/

edX. (22 de Outubro de 2018). *TenarisUniversity: STEEL101*. Fonte: https://courses.edx.org/courses/course-v1:TenarisUniversity+STEEL101x_1+2T2018

Ernst & Young. (2018). *Demonstrações contábeis Siderúrgica Norte Brasil S.A. - Em recuperação judicial.* Fortaleza.

Estadão. (19 de Dezembro de 2019). *Indicador de confiança da indústria do aço fica em 68,3% em dezembro*. Fonte: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/12/19/internas_economia,1109483/indicador-de-confianca-da-industria-do-aco-fica-em-68-3-em-dezembro.shtml

Estadão. (Outubro de 2019). Ranking Estadão Empresas Mais. *Empresas Mais*, 152-211. Fonte: https://publicacoes.estadao.com.br/empresasmais2019/ranking-1500/

FINEP. (13 de Setembro de 2017). *Investimento em P&D impacta 9% no crescimento econômico, diz presidente da Finep, na FGV*. Fonte: http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/5533-investimento-em-p-d-impacta-9-no-crescimento-economico-diz-presidente-da-finep-na-fgv

Fuchsmann, A., Koschlig, B., Subanovic, M., & Bendick, W. (2017). *Patente Nº BR 11 2019 000376 2.* Brasil.

Gerdau. (2019). *Relato Integrado 2018.* São Paulo.

Global Innovation Index. (2019). *The Global Innovation Index 2019 - 12th Edition.*

GRI & United Nations Global Compact. (2018). *Integrating the SDGs into Corporate Reporting: A Practical Guide.*

Grupo Ferroeste. (2018). *Grupo Ferroeste - Siderurgia, Combustíveis e Energia | Aço Verde do Basil*. Fonte: http://grupoferroeste.com.br/aco-verde-do-brasil/

Hassani, F., Jun, H., & Fonstein, N. (2015). *Patente Nº BR 11 2016 018119 0 A2.* Brasil.

INPI. (21 de Março de 2019). *Perguntas frequentes - Patente*. Fonte: http://www.inpi.gov.br/servicos/perguntas-frequentes-paginas-internas/perguntas-frequentes-patente#como_proteger_industrial

INPI. (30 de Janeiro de 2020). *Consulta à Base de Dados do INPI*. Fonte: https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp

Instituto Aço Brasil. (2019). *Anuário Estatístico.* Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil.

Instituto Aço Brasil. (Agosto de 2019). Folder Aço e Economia. Rio de Janeiro.

Instituto Aço Brasil. (21 de Janeiro de 2020). *Dados do Setor*. Fonte: https://institutoacobrasil.net.br/site/dados-do-setor/

International Energy Agency (IEA). (2016). *World Final Consumption*. Fonte: https://www.iea.org/Sankey/index.html#?c=World&s=Final%20consumption

International Energy Agency (IEA). (Maio de 2019). *Iron and steel - Tracking industry - Analysis - IEA*. Fonte: https://www.iea.org/reports/tracking-industry-2019/iron-and-steel

International Energy Agency (IEA). (17 de Julho de 2019). *Statistics Search: Balances*. Fonte: https://www.iea.org/statistics/

ISO. (Setembro de 2015). *ISO 14001:2015 Environmental management systems - Requirements with guidance for use*. Fonte: https://www.iso.org/standard/60857.html

ISO. (04 de Dezembro de 2019). *Committee 9. ISO Survey of certifications to management system standards - Full results*. Fonte: https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1

ISO. (15 de Julho de 2019). *ISO 50001 Energy management*. Fonte: https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html

ISO. (05 de Fevereiro de 2020). *ISO - Sustainable Development Goals*. Fonte: https://www.iso.org/sdgs.html

John, A. L. (2009). Melhorias no desempenho dos injetores supersônicos em operação em um forno elétrico a arco. *Dissertação de Mestrado*. Porto Alegre: Escola de Engenharia/ UFRGS.

Lazzari, O. (2018). *Patente Nº BR 11 2019 027217 8*. Brasil.

Mourão, M. B. (2007). Introdução à Siderurgia. *ABM*. São Paulo.

O Petróleo. (6 de Maio de 2019). *Diminuição do uso de carvão, mas importações ainda altas*. Fonte: O Petróleo: https://www.opetroleo.com.br/diminuicao-do-uso-de-carvao-mas-importacoes-ainda-altas/

Oliveira, B. A., Barbosa, D. Z., Santos, H. M., Tomaz, M. A., & Costa, R. S. (2011). *Patente Nº PI 1105860-9*. Brasil.

ONU. (13 de Outubro de 2015). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Fonte: https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf

ONU. (17 de Janeiro de 2020). *17 Objetivos para transformar nosso mundo | ONU Brasil*. Fonte: ONU Brasil: https://nacoesunidas.org/pos2015/

ONU. (21 de 01 de 2020). *Os 10 Princípios*. Fonte: Pacto Global: https://www.pactoglobal.org.br/10-principios

Pacto Global. (Fevereiro de 2019). *Cartilha Rede Brasil do Pacto Global.* Fonte: https://www.pactoglobal.org.br/assets/docs/cartilha_pacto_global.pdf

Paula, G. M. (2012). *Economia de baixo carbono: avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas: siderurgia: relatório final.* Ribeirão Preto: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Puga, F. P., Borça Junior, G. R., Carvalho, P. S., & Silva, M. M. (30 de Julho de 2010). Novos projetos siderúrgicos atenderão ao aumento da demanda até 2014. *Visão do Desenvolvimento n. 83*.

Ribeiro, P. C. (03 de Abril de 2017). *Factors for the success of ISO 50001*. Fonte: https://6elaee.aladee.org/webtree/submit/download.php?subId=328&final=yes

Rossi, D. (2014). Influência da proporção entre as vazões de oxigênio e gás natural do sistema de injeção na eficiência energética de um forno elétrico a arco. *Dissertação de Mestrado*. Porto Alegre: Escola de Engenharia/ UFRGS.

SAESP/DIRPA/INPI. (2015). *Manual para o Depositante de Patentes.*

Schmidt, T., & Gercekoglu, F. (2015). *Patente Nº BR 11 2016 019417 9.* Brasil.

Silva, E. R., Peliano, A. M., & Chaves, J. V. (2018). *AGENDA 2030 - ODS - Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.* Brasília.

Silva, E. R., Peliano, A. M., & Chaves, J. V. (20 de 01 de 2020). *Cadernos ODS*. Fonte: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34776

Silva, J. N. (2011). *Siderurgia.* Belém: IFPA.

Silva, R. R., Mathias, F. R., & Bajay, S. V. (2018). Potential energy efficiency improvements for the Brazilian iron and steel industry: Fuel and electricity conservation supply curves for integrated steel mills. *Energy*.

SINOBRAS. (2012). *Relatório de Sustentabilidade 2012.*

SINOBRAS. (2013). *Relatório de Sustentabilidade 2013.*

SINOBRAS. (2015). *Informativo da Siderúrgica Norte Brasil S.A. Nº 20.* Marabá.

SINOBRAS. (s.d.). *Novos Investimetnos*. Fonte: https://www.sinobras.com.br/index.php/institucional/novos-investimentos

SINOBRAS. (s.d.). *SINOBRAS, dinamismo e flexibilidade que superam desafios*. Fonte: https://www.sinobras.com.br/index.php/institucional

Song, R., Pottore, N., & Fonstein, N. (2013). *Patente Nº BR 11 2016 012424 3 B1*. Brasil.

Sugino, M., & Ugai, S. (2017). *Patente Nº BR 11 2019 013350 0 A2*. Brasil.

Ternium. (2019). *Sustainability Report 2018.*

Ternium. (2 de Fevereiro de 2020). *Ternium | Compromisso e respeito ao meio-ambiente*. Fonte: https://br.ternium.com/pt/sustentabilidade/meio-ambiente

U.S. Energy Information Administration. (2019). *International Energy Outlook 2019 with projections to 2050.*

United Nations Global Compact. (2019). *Progress Report 2019.* Nova Iorque.

United Nations Global Compact. (21 de Janeiro de 2020). *Our Participants | UN Global Compact*. Fonte: https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/participants

Vale. (29 de Dezembro de 2014). *Entenda como funciona o processo de pelotização em nossas usinas*. Fonte: http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/entenda-funciona-processo-pelotizacao-usinas.aspx

Vallourec. (2019). *Relatório de Sustentabilidade 2017/2018.*

Vallourec. (2 de Fevereiro de 2020). *Solutions*. Fonte: https://www.vallourec.com/en/brazil/Solutions

Venson, I. (2014). Notas de Aula de "Processos de Corte em Madeiras". *Ferro e Aço - Conceitos*. Curitiba: UFPR.

Viaux, I., Ditner, S., & Allaire, F. (2014). *Patente Nº BR 11 2017 005719 0 A2*. Brasil.

Villares Metals. (Janeiro de 2013). *Folder Catálogo Institucional.* Fonte: http://www.villaresmetals.com.br/division_stahl/content/download/28271/285702/file/Cat_Institucional_09.pdf

Villares Metals. (2016). *Política de Meio Ambiente e Energética.*

Villares Metals. (28 de Janeiro de 2020). *Produção - Villares Metals S.A. - Villares Metals*. Fonte: http://www.villaresmetals.com.br/villares/pt/Empresa/Producao

Waerckerle, T., Baudin, T., Helbert, A.-L., Hubert, O., & Batonnet, R. (2016). *Patente Nº BR 11 2018 001734 5 A2*. Brasil.

World Steel Association. (2010). *Steel Statistical Yearbook 2009.* Bruxelas.

World Steel Association. (2019). *Steel Statistical Yearbook 2019.* Bruxelas.

World Steel Association. (2019). *World Steel in Figures 2019.* Bruxelas.

Zucoloto, G. F., & Toneto Junior, R. (2005). Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados. *Revista de Economia Contemporânea*.

APÊNDICE A1 – RESUMO DAS PATENTES DEPOSITADAS

Tabela 17 – Relação das patentes depositadas no INPI pelas siderúrgicas de interesse, com resumo

1	**Depositante:** APERAM BIOENERGIA (BR/MG)	**Pedido:** BR 10 2017 027392 0	**Data do Depósito:** 19/12/2017
Título: FORNO PARA CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA COPA PLANA			
Resumo: Consiste em um forno com copa plana para carbonização de madeira, tem capacidade para 2000 metros cúbicos de madeira. É construído de concreto pré-moldado e chapas metálicas; sua altura permite a entrada de máquinas e equipamentos para fazer a carga de madeira e descarga de carvão; o teto (03) é de concreto pré-moldado e copa plana; as portas (01) são metálicas; chaminés (06) de manilhas de concreto; o piso (04) é de concreto e as paredes (07) são de concreto refratário.			

2	**Depositante:** APERAM BIOENERGIA (BR/MG)	**Pedido:** BR 10 2016 024929 5 A2	**Data do Depósito:** 25/10/2016
Título: COMBUSTOR DE GASES PROVENIENTES DA PIRÓLISE DA MADEIRA			
Resumo: Consiste em uma célula (01) para queima dos gases provenientes da pirólise da madeira, compreendido por dutos (04) (06) subterrâneos livres de oxigênio em seu interior. Os dutos (04) são responsáveis por conduzir os gases não combustos dos fornos de pirólise de madeira até a célula de queima (01). Esta, por sua vez, possui entrada controlada de oxigênio e os gases são expostos a altas temperaturas. Há uma chaminé (02) acoplada á estrutura da célula de queima (01) que é responsável pelo arraste dos gases gerados durante a o processo de pirólise da madeira. Os dois lados da célula de queima (01) possuem dutos (06) de alvenaria subterrâneos que conduzem os gases combustos de volta para os fornos de pirólise, com intuito de reduzir a umidade da madeira, realizando assim o processo de secagem da mesma.			

3	**Depositante:** ARCELORMITTAL (LU)	**Pedido:** BR 11 2018 003013 9 A2	**Data do Depósito:** 06/09/2016
Título: MÉTODO PARA COLETAR CAREPA DE LAMINAÇÃO, LAMINADOR A QUENTE E MÉTODO PARA READAPTAR UM LAMINADOR A QUENTE			
Resumo: Trata-se de um método para coletar carepa de laminação a partir de um laminador a quente. O laminador a quente inclui uma calha. O método inclui transportar partículas de carepa de laminação nas águas residuais, recuperar as águas residuais de uma calha do laminador a quente e separar as partículas de carepa de laminação das águas residuais com o uso de um separador. Um laminador a quente e um método para readaptar um laminador a quente também são fornecidos.			

4	**Depositante:** ARCELORMITTAL BRASIL S.A (BR/ES)	**Pedido:** BR 10 2016 010777 6 A2	**Data do Depósito:** 12/05/2016
Título: PROCESSO PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORÍDRICO EM DECAPAGEM DE BOBINAS DE AÇO			
Resumo: Redução de consumo de ácido em decapagem de bobinas de aço. - Aumento da Produtividade e da Qualidade em decapagem. O processo objeto desta Patente consiste no aumento da produção e produtividade em linhas de decapagem de bobinas de aço, com foco na operação, de forma automática, da drenagem dos banhos de ácidos já utilizados e realimentação de aço clorídrico para os tanques, obtendo em redução do consumo de ácido clorídrico de 30%, o que implicou no aumento da produção da linha de decapagem, com o consequente aumento de produtividade e na economia do consumo da energia utilizada, no presente caso, de gás natural na usina de regeneração do mesmo. É previsto um software que é alimentado previamente com os seguintes dados referentes à próxima bobina que entrará nos banhos: A. Código de laminação da bobina que é diretamente ligado a espessura de carepa de cada material, a qual, por sua vez é função da temperatura de laminação; B. Largura da bobina na entrada da linha; Espessura de entrada da bobina, o qual juntamente com a largura, determina a área a ser decapada.			

5	**Depositante:** ARCELORMITTAL (LU)	**Pedido:** BR 11 2017 023339 8 A2	**Data do Depósito:** 04/05/2016
Título: MÉTODOS PARA O TRATAMENTO DE LODO E PARA RECICLAGEM E INSTALAÇÃO			
Resumo: A presente invenção se refere a um método para o tratamento de lodo contendo o ferro e entre 4,5% a 12% em peso de zinco. Este método inclui uma etapa de lixiviação em que os agentes de lixiviação incluem o ácido clorídrico e cloreto, e em que o pH do lixiviado diretamente resultante desta etapa de lixiviação é ajustado a um valor estritamente inferior a 1,5. O método para a reciclagem e instalação de tratamento associado.			

6	**Depositante:** ARCELORMITTAL (LU)	**Pedido:** BR 11 2017 024334 2 A2	**Data do Depósito:** 11/05/2015
Título:	MÉTODO PARA DETERMINAR UMA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE UMA PORÇÃO DE ESCÓRIA, MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE AÇO E INSTALAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE UMA PORÇÃO DE ESCÓRIA		

Resumo:
Trata-se de um método para determinar uma composição química de uma porção de escória (5), sendo que o método compreende as etapas de: fornecer a porção de escória, sendo que a porção de escória tem uma superfície (S), coletar luz (L) refletida a partir da superfície com a utilização de um sistema óptico (10), obter um conjunto de dados a partir da luz coletada, sendo que o conjunto de dados pelo menos define uma matriz que contém valores representativos de uma intensidade de uma parte (LM, l) da luz coletada, em que cada parte é respectivamente coletada a partir de um dentre uma pluralidade de pontos (M) em um dentre uma pluralidade de comprimentos de onda, sendo que a matriz é indexada pelo menos através de: uma pluralidade de coordenadas de espaço da pluralidade de pontos, e uma pluralidade de parâmetros espectrais representativos da pluralidade de comprimentos de onda, condicionamento da matriz a fim de obter um conjunto reduzido de valores, e realização de um algoritmo matemático com a utilização do conjunto reduzido de valores a fim de obter a composição química. Instalação correspondente.

7	**Depositante:** Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	**Pedido:** PI 1106452-8 A2	**Data do Depósito:** 19/10/2011
Título:	CO-GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR APROVEITAMENTO DO POTENCIAL TÉRMICO DE GASES DE CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA		

Resumo:
Embora o processo de carbonização de madeira, para produção de carvão vegetal, produza 10 kg de gás por tonelada de madeira carbonizada e o poder calorífico deste gás seja de 900 kcal/kg e a produção brasileira de carvão vegetal seja de 12 milhões de toneladas/ano e a taxa de aproveitamento em "W/Kcal" é de $1,16x10^{-3}$W/Kcal, o que significa um potencial de geração elétrica de 10.800 MW/ano, o potencial térmico dos gases de carbonização de madeira, até hoje, no Brasil, é desperdiçado através da queima e lançamento na atmosfera, dos gases de combustão dos mesmos. O objeto desta Patente, "CO-GER~ÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR APROVEITAMENTO DO POTENCIAL TÉRMICO DE GASES DE CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA", utiliza o poder calorífico e o potencial térmico destes gases, que saem quentes dos fornos de carbonização de madeira, para gerar energia elétrica em turbinas que funcionam por expansão de gases quentes, no caso o ar atmosférico, aquecido, sob pressão, no interior de trocadores de calor pressurizados ou pela convencional geração de vapor em caldeiras acopladas a turbinas de geração elétrica a vapor. São os seguintes avanços no Estado da Técnica conseguidos por esta Patente: 1º. Geração e ou co-geração de energia elétrica por aproveitamento máximo do potencial térmico dos gases de carbonização de madeira; 2º. Obtenção de fornecimento de gás para geração de energia elétrica de forma contínua, para atendimento das necessidades das turbinas de geração elétrica, pela introdução de uma fornalha geradora de gases quentes, ou parcialmente queimados, para garantir a continuidade do fornecimento de gás, a qual opera com a queima de quaisquer biomassas, madeira, carvão vegetal e resíduos florestais, aumentando a produtividade do sistema de aproveitamento energético das florestas; 3º. Geração elétrica em turbinas convencionais a vapor; 4º. Geração elétrica em turbinas movidas por expansão de gases quentes.

8	**Depositante:**	Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	**Pedido:** PI 1106456-0 A2	**Data do Depósito:** 19/10/2011
Título:	PROCESSO E EQUIPAMENTOS DE QUEIMA DE GASES DE CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA COM APROVEITAMENTO DO POTENCIAL TÉRMICO PARA PRÉ-SECAGEM DE MADEIRA E CO-GEREÇÃO ELÉTRICA			

Resumo:

Campos desta Patente.. Carbonização de madeira; produção de carvão vegetal. Aproveitamento do potencial térmico dos gases de carbonização de madeira para pré-secagem de madeira e co-geração de energia elétrica. . Produtividade e economia de madeira em produção de carvão vegetal. São os seguintes avanços no Estado da Técnica conseguidos por esta Patente: 1. Aproveitamento do potencial térmico dos gases de carbonização de madeira para pré-secagem da mesma, o que gera os seguintes ganhos: a. Diminuição do consumo de madeira no interior dos fornos de carbonização de 10% para apenas 3%, em peso, da carga a ser carbonizada; b. Diminuição de uma duração de 2 ou 3 dias, em dependência da unidade da madeira a ser carbonizada, para apenas 1 dia, da fase de secagem da madeira a ser carbonizada no interior dos fornos, com aumento de produtividade e produção da planta; c. Obtenção de um processo de pré-secagem de madeira, por equipamentos próprios, ou diretamente dentro dos fornos de carbonização, que fornece madeira seca dentro de teores pré-determinados e fixos, de alto impacto na qualidade e homogeneidade final do carvão vegetal obtido; 2. Aproveitamento do potencial térmico dos gases de carbonização para a co-geração de energia elétrica; 3. Queima estequiométrica dos gases de carbonização de madeira de forma a lançar efluente gasosos na atmosfera compostos unicamente de dióxido de carbono e água, dentro dos melhores padrões de respeito ambiental.

9	**Depositante:**	Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	**Pedido:** PI 1106457-9 A2	**Data do Depósito:** 19/10/2011
Título:	INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO EM CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL			

Resumo:

Campos desta Patente. - Carbonização de madeira; produção de carvão vegetal. - Instrumentação e automação de processos para carbonização de madeira. - Aumento de produção, produtividade e de segurança do trabalho em plantas de carbonização de madeira. A presente patente descreve um sistema que permite a obtenção contínua de carvão vegetal dentro de padrões pré-estabelecidos, incrementos, por melhorias constantes, da produção e da produtividade, aperfeiçoamentos das técnicas de higiene e segurança do trabalho, acúmulo de saber gerencial e tecnológico, que coleta de sinais, pelos instrumentos localizados em vários locais dos equipamentos, processá-los por meio de software específico que gerencia e atua sobre mecanismos de autuação automática e gera avisos e alertas para a segurança e as operações manuais e ainda pelo fato de ser basicamente constituído de um ou mais fornos de carbonização (2), trocador de calor (3), queimador de gases de carbonização (4), termopares (5, 5A, 5B...5N) localizados nos pontos de controle significativos tais como topo, regiões centrais e base, ditos termopares conectados ao painel de controle (6) por cabeamento (7)..

10	**Depositante:** Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	**Pedido:** PI 1106459-5 A2	**Data do Depósito:** 19/10/2011
Título: PROCESSO E EQUIPAMENTO PARA MELHORIA DE LOGÍSTICA E DE QUALIDADE DE CARVÃO VEGETAL			
Resumo: O objeto desta Patente avança o Estado da Técnica por duas soluções inovadoras consubstanciadas por um novo processo e um novo equipamento para: 1 - fornecer carvão vegetal inteiramente adequado granulometricamente e sem cinzas e sílica para o imediato uso em altos fornos, dispensando processamentos deste insumo nos pátios das siderúrgicas; 2 - executa os processos de eliminação de tiços, peneiramento seletivo de granulometrias e eliminação de resíduos de altos teores de cinzas e sílica, com baixos investimentos em equipamentos e com grandes ganhos de escala de processo. O processo do objeto desta Patente consta de peneirar o carvão vegetal, previamente esfriado no pátio e livre de tiços, num "chute móvel com peneiras vibratórias" que é transportado por um pequeno trator até os vários pátios de carvão, onde a carga de carvão vegetal lhe é colocada pelas pás carregadeiras. Como resultado destas operações, o extrato granulometricamente em conformidade com as exigências do cliente interno, com dimensões acima de 9,52 mm, que se origina de seu peneiramento é descarregado sobre as carretas e os outros dois extratos - finos menores de 2 mm contendo sílica e cinzas e aquele cujas dimensões estão compreendidas entre 2 e 9,52 mm, denominado "muinja de carvão" - são colocados à parte nos pátios para oportunamente serem enviados aos seus destinos - a "muinha de carvão", em transporte próprio, vai para as usinas para, após ser moída, ser injetada nas ventaneiras e os resíduos vão ser vendidos, no próprio pátio da planta de carbonização, como adubo ou material energético para cerâmica e não mais vai e volta aos pátios das siderúrgicas com custos de manipulação e transporte.			

11	**Depositante:** ARCELORMITTAL MAIZIERES RESEARCH SA (FR)	**Pedido:** BR 11 2013 008023 0 B1	**Data do Depósito:** 05/10/2011
Título: USINA DE COQUE E PROCESSO DE CONTROLE DE USINA DE COQUE			
Resumo: A presente invenção refere-se a usina de coque (10 do tipo que compreende uma série de fornos de coque (2), cada forno (2) compreendendo um compartimento de coque dotado de portas laterais de descarregamento (3, 4) esse compartimento comunicando-se com um tubo de elevação (5)dotada de um conduto de evacuação dos gases de coque (7), os condutos de evacuação (7) de cada forno (2) desembocando em um cilindro de coleta (8), ele próprio ligado a um circuito de tratamento dos gases de coque (12, 13, 14), pelo menos um conduto de evacuação (7) de um desses fornos (2) compreendendo, além disso, meios de projeção (11) do líquido sob pressão sobre a parede desse conduto de evacuação (7) à contracorrente em relação ao sentido de escoamento dos gases, que deixam o compartimento, assim como um processo de controle dessa usina.			

12	**Depositante:**	Arcelormittal Bioenergia Ltda (BR/MG) / Arcelormittal Bioflorestas Ltda (BR/MG)	**Pedido:** PI 1106430-7 A2	**Data do Depósito:** 29/09/2011

Título: PROCESSO E EQUIPAMENTOS PARA SECAGEM DE MADEIRA PARA CARBONIZAÇÃO

Resumo:

Objeto desta Patente fazem avançar o Estado da Técnica de carbonização de madeira para fabricação de carvão vegetal, pela obtenção de madeira seca, em teor de umidade pré-determinada, através do emprego de inovador continente telescópico secador de madeira (1), com capacidade de secar 450 metros cúbicos de madeira, em 48 horas, demandando tempo de carga de apenas 4 horas e de descarga de apenas 3 horas. O uso de madeira seca homogeneamente, em teor pré-determinado, para carbonização permite a exatidão do processo de carbonização e garante carvão vegetal dentro de rígidos padrões de qualidade, além de diminuir o tempo total do ciclo de carbonização e economizar a madeira que deve ser queimada para iniciar o processo, elevando os índices de produção e produtividade das plantas de carbonização de madeira. Dentro do continente telescópico secador de madeira (1) é soprado um gás quente - entre 65<198> C e 85<198> C, feito com a mistura de ar e gás de carbonização de madeira, já queimado, portanto isento de metano, hidrogênio e monóxido de carbono, sendo assim, um gás não tóxico, nem inflamável ou explosivo. O PROCESSO E EQUIPAMENTOS PARA SECAGEM DE MADEIRA PARA CARBONIZAÇÃO, objeto desta Patente opera sem necessidade de se conhecer a umidade da madeira posta a secar, pois, através de sensores, enfiados em pedaços de madeira distribuídos por todo o interior do continente telescópico secador de madeira (1) que enviam sinais para um painel de controle, que opera sob o comando de um software específico, o controle do processo é feito automaticamente.

13	**Depositante:**	Arcelormittal Brasil S/A (BR/ES)	**Pedido:** PI 1102478-0 A2	**Data do Depósito:** 19/05/2011

Título: ESTAÇÃO DE MISTURA DE GASES PARA LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE

Resumo:

Trata-se de uma estação compreendida por três misturadoras capazes de misturar simultaneamente até quatro tipos de gases, sendo estes: Gás de Aciaria (LDG), Gás de Alto Forno (BFG), Gás de Coqueria (COG), e Gás Natural de Petroleo (GNP). O objetivo é fazer com que o gás resultante da mistura dos gases atenda às exigências dos fornos de laminação de chapas de aço, utilizados no setor siderúrgico. Além disso, a referida estação de mistura de gases consegue absorver grandes variações de demanda, que são consequência do processo de reaquecimento das chapas de aço em forno digital. A estação de mistura é compreendida por: três boosters equipados com inversores de frequência; duas estações de controle de Gás de Alto Forno (BFG); duas estações de controle de Gás de Coqueria (COG); duas estações de controle de Gás de Aciaria (LDG); urna estação de controle de Gás Natural de Petróleo (GNP); duas estações de controle de pressão de Mistura de Gases (MG); dois Headers de sucção de MG - (LDG + COG) e (BFG + COG); um Header d'e descarga de MG; controle de pressão mínima de sucção; controle de vazão minima; medidores de Índice de Wobbe (IW); sistema de controle de mistura; e, sistema de controle de pressão de descarga.

14	**Depositante:** ArcelorMittal Inox Brasil S.A. (BR/MG)	**Pedido:** PI 1011112-3 A2	**Data do Depósito:** 07/12/2010
Título: UTILIZAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL EM ALTO-FORNO A COQUE			
Resumo: A presente patente de invenção refere-se ao processo de utilização de pequenas quantidades de carvão vegetal em altos-fornos que utilizam o coque metalúrgico como principal fonte de carbono para o processo de fabricação de ferro gusa. O carvão vegetal é peneirado no stock house e carregado juntamente com a carga metálica, preferencialmente na região próxima ao centro do reator. Antes do abastecimento do silo do alto-forno, o carvão vegetal é peneirado previamente 2 vezes. O objetivo do peneiramento é de classificar o carvão vegetal na faixa especificada e retirar qualquer presença de tiço no carvão (pedaços de madeira não carbonizadas com tamanho).			

15	**Depositante:** Arcelormittal Bioflorestas Ltda. (BR/MG)	**Pedido:** PI 1001805-0 A2	**Data do Depósito:** 11/06/2010
Título: SISTEMA E EQUIPAMENTOS REDUTORES DO TEMPO DE RESFRIAMENTO DE FORNOS PRODUTORES DE CARVÃO VEGETAL.			
Resumo: Objeto desta Patente, consiste num sistema eficaz de aumentar a velocidade de resfriamento do carvão vegetal, imediatamente após o encerramento da fase de carbonização, com o carvão ainda dentro dos fornos, pelo uso de trocadores de calor, aplicando ar atmosférico para resfriar os gases aquecidos, em sistema de recirculação, de forma a: 1 - diminuir de 13 para 9 dias o tempo total do processo de carbonização de madeira e resfriamento do carvão, o que significa uma redução de 30% do tempo total do processo, 2 - aumentar 45% a capacidade de produção dos fornos em comparação com o mesmo período, sem a inovação objeto desta Patente, 3 - eliminar totalmente o consumo de água, 4 - economizar capital em equipamentos porque o dispositivo trocador de calor ar/gás atende a um conjunto de 4 fornos, refrigerando, simultaneamente, 2 fornos a cada ciclo, 5 - economizar capital em equipamentos porque o dispositivo trocador de calor ar/gás é móvel e de fácil conexão, de forma que pode haver menos destes equipamentos do que conjuntos de 4 fornos. A Figura 1 ilustra, esquematicamente, em vista superior e diagonal, a estrutura operacional do SISTEMA E EQUIPAMENTOS REDUTORES DO TEMPO DE RESFRIAMENTO DE FORNOS PRODUTORES DE CARVÃO VEGETAL aplicada a um conjunto de 4 fornos de carvão, cujo núcleo inovador consiste em um trocador de calor ar/gás (1); mostra, também, os dutos de aspiração de gás (2) que se conectam às partes centrais e superiores (2A), dos fornos (F1, F2, F3, F4) e os dutos de inserção de gás (3) que se conectam, ao mesmo tempo, às partes extremas e médias (3A, 3B) dos fornos (Fi, F2, F3, F4), de forma que a circulação dos gases resfriados, no interior destes fornos é feita no sentido das partes centrais e superiores dos mesmos para suas partes extremas e médias.			

16	**Depositante:** ARCELORMITTAL INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, S.L. (ES)	**Pedido:** BR 11 2012 021585 0 A2	**Data do Depósito:** 26/02/2010
Título: APARELHO E MÉTODO PARA TRATAMENTO DE GÁS DE EXAUSTÃO.			
Resumo: É apresentado um método e aparelho para tratamento de um gás de exaustão. Uma série de filtros e unidades de condicionamento é usada para separar e extrair várias substâncias do gás de exaustão, tipicamente originário de um processo industrial. Em uma modalidade exemplificativa, um filtro de ciclone, um filho de cerâmica, um filtro manga e um par de condicionadores de gás são usados para separar e extrair inicialmente poeira rica em ferro de um gás de exaustão e, então, extrair zinco do gás.			

17	**Depositante:** GERDAU S.A. (BR/RJ)	**Pedido:** BR 10 2016 030153 0 A2	**Data do Depósito:** 21/12/2016
Título: PRODUTO DE ACIARIA, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CIMENTÍCIO E CIMENTO			
Resumo: A presente invenção se refere a um novo produto cimentício, produzido a partir da aditivação de escória de aciaria, para obtenção de material com propriedades adequadas ao seu uso na substituição parcial ou total do clínquer, para a produção de diferentes tipos de cimento. O processo, também objeto desta invenção, objetiva adaptar as propriedades da escória de aciaria, através de tratamento termoquímico, inclusive e preferencialmente, mas não somente, ainda no pote de escória líquida de aciaria, aproveitando o aporte térmico do processamento do aço, de maneira a promover a formação de maior quantidade de alita (composto fundamental para incremento da pozolanicidade), em condições controladas. Após a aditivação, preferencialmente, mas não exclusivamente, a escória de aciaria aditivada é submetida a resfriamento brusco, cominuição e concentração, para estabilizar a fração de alita, para liberar as fases presentes e para remover o excesso de eventuais contaminantes, como o ferro metálico.			

18	**Depositante:** GERDAU AÇOS LONGOS S.A. (BR/RS) / UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (BR/RS)	**Pedido:** BR 10 2015 015251 5 A2	**Data do Depósito:** 24/06/2015
Título: PROCESSO PARA REDUÇÃO DO TEOR DE CLORO EM POEIRAS DE ACIARIA.			
Resumo: A presente invenção descreve um processo para redução do teor de cloro de poeiras de aciaria mediante lixiviação aquosa de pelotas especialmente preparadas. O processo é executado em duas etapas: primeiramente são preparadas as pelotas especiais, com poeiras de aciaria e aglomerante à base de óxido ou hidróxido de cálcio. Estas pelotas são confeccionadas de modo a possuir resistência a processos de lixiviação aquosos ou com soluções de natureza compatível com a composição das pelotas. Numa segunda etapa, após a confecção das pelotas e cura adequada, estas são submetidas a um processo de lixiviação em leito fixo, mediante aplicação de várias técnicas. O processo de lixiviação pode ser conduzido em vários estágios, obtendo-se uma alta taxa de redução do teor de cloro (acima de 90%), com baixo consumo de solução lixiviante. O produto final são pelotas com teor de cloro reduzido, aptas a serem destinadas a outros processos de reciclagem ou ao coprocessamento, dentre outras aplicações.			

19	**Depositante:**	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A. - USIMINAS (BR/MG) / MG ÓXIDOS MINERAÇÃO LTDA (BR/MG)	**Pedido:** BR 10 2018 001924 4 A2	**Data do Depósito:** 29/01/2018
Título:	PRODUTO PARA OTIMIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ESCÓRIA DE ALTO-FORNO E PROCESSO DE OBTENÇÃO DE PRODUTO PARA OTIMIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DA ESCÓRIA DE ALTO-FORNO			
Resumo: A presente invenção se insere no campo técnico da produção siderúrgica e refere-se, mais precisamente, à produção do ferro gusa destinado à fabricação de aço, tendo como principal objetivo a obtenção de uma matéria-prima como fonte de MgO (óxido de magnésio) nos processos de sinterização de minérios, produção de gusa em reatores tipos altos-fornos, pelotização e processo de briquetagem a frio. Portanto um dos principais objetivos da presente invenção é prover um produto para otimização das propriedades da escória de alto-forno que, basicamente, consiste na utilização da carbonato de magnésio (MgCO3) ? como fonte de MgO na siderurgia, em substituição ao emprego do serpentinito, do dunito e, principalmente, da dolomita, para a fabricação de sínter, pelotas e briquetes ou ser usado diretamente em alto-forno.				

20	**Depositante:**	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS - USIMINAS (BR/MG)	**Pedido:** BR 10 2014 027249 6 A2	**Data do Depósito:** 31/10/2014
Título:	EQUIPAMENTO PARA A OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE AÇO DENTRO DA CÂMARA DE VÁCUO DO DESGASEIFICADOR RH			
Resumo: A presente invenção se refere a um equipamento para a otimização do fluxo de aço dentro da câmara de vácuo do desgaseificador RH compreendendo uma rampa defletora (12) no fundo da câmara de vácuo (1) entre as duas pernas do vaso (3 e 4) do desgaseificador RH.				

21	**Depositante:**	USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS S.A. - USIMINAS (BR/MG)	**Pedido:** PI 1103960-4 A8	**Data do Depósito:** 04/08/2011
Título:	FORNO ROTATIVO PARA REMOÇÃO E COLETA DE ZINCO DE SUCATAS DE AÇO GALVANIZADO E PROCESSO PARA REMOÇÃO E COLETA DO ZINCO UTILIZANDO O REFERIDO FORNO			
Resumo: O presente pedido de patente de invenção refere-se a um forno rotativo para remoção e coleta de zinco de sucatas de aço galvanizado por meio de um tratamento térmico e o processo para remoção e coleta do zinco utilizando o referido forno. Esse equipamento visa a obtenção de sucatas com concentração de zinco reduzida e, portanto, mais adequadas para o uso em processos de aciarias de altos-fornos. Após o processo, a contaminação das lamas de aciaria é até 70% menor, o que facilita o seu reaproveitamento, além do reaproveitamento do zinco e seu óxido.				

22	**Depositante:** USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS - USIMINAS (BR/MG)	**Pedido:** PI 1103968-0 A2	**Data do Depósito:** 04/08/2011
Título: EQUIPAMENTO PARA REMOÇÃO DE ZINCO DE SUCATA DE AÇO			
Resumo: A presente invenção refere-se a um equipamento para remoção de Zn de sucatas de aço, em escala piloto. O equipamento possibilita a separação e, quando necessário, coleta do Zn presente no revestimento de sucatas galvanizadas utilizando ataque ácido. Esse sistema visa também a obtenção de sucatas mais adequadas para serem usadas nos processos de aciaria e altos-fornos minimizando a contaminação das lamas de aciaria e facilitando o reaproveitamento das mesmas, além do reaproveitamento do ZN.			

23	**Depositante:** USINAS SIDERÚRGICAS DE MINAS GERAIS - USIMINAS (BR/MG)	**Pedido:** PI 1003342-4 A2	**Data do Depósito:** 24/09/2010
Título: SISTEMA E LANÇA COLETORA PARA REALIZAR AMOSTAGEM DE GASES RESULTANTES DA QUEIMA DO CARVÃO			
Resumo: A presente invenção se refere a um sistema para realizar a amostragem de gases resultantes da queima do carvão e das possíveis partículas não queimadas no interior das ventaneiras (10) de AF. Através deste sistema são feitas amostragens dos gases com a finalidade de verificar a eficiência e avaliar a queima do carvão injetado no alto-forno e consequentemente desenvolver melhorias no processo. A presente invenção descreve também uma lança (1) para a coleta de gás para realização de tal amostragem.			

24	**Depositante:** VALLOUREC TUBOS DO BRASIL S.A. (BR/MG)	**Pedido:** BR 10 2017 021185 1 A2	**Data do Depósito:** 02/10/2017
Título: PROCESSO E REATOR PARA PRODUÇÃO CONTÍNUA DE CARVÃO VEGETAL			
Resumo: A presente invenção refere-se a um sistema para produção contínua de carvão vegetal em um reator vertical tendo uma zona de carregamento (1) de topo e uma zona de secagem (2) concêntricas, uma zona de carbonização (3), uma zona de resfriamento (4) e uma zona de descarga (5), bem como a um método de reaproveitamento energético de gases de carbonização para produção contínua desse carvão, o qual compreende extrair gás de carbonização do topo da zona de secagem (2) do reator (R) e subdividi-lo pelo menos em uma massa de gás recirculante e uma massa de gás de aquecimento e uma parte restante de gás que excede a energia necessária no processo para a geração de energia elétrica; realizar a combustão da massa de gás de aquecimento em um gerador de gases quentes (11); injetar a massa de gás recirculante em um recuperador de calor (9); injetar a massa de gás de aquecimento após a combustão sobre o recuperador de calor (9), para aquecimento indireto da massa de gás recirculante; e reinjetar a massa de gás recirculante aquecida pelo recuperador de calor (9) na base da zona de carbonização (3) do reator (R).			

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de: (INPI, 2020)