

ISABELA DO REGO MONTEIRO RAMIRO

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL
APLICADOS À INDÚSTRIA SIDERÚRGICA: ANÁLISE DO
SETOR BRASILEIRO E PROPOSTA DE ÍNDICE DE
DESEMPENHO AMBIENTAL**

São Paulo

2011

Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais da
Escola Politécnica da USP

ISABELA DO REGO MONTEIRO RAMIRO

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL
APLICADOS À INDÚSTRIA SIDERÚRGICA: ANÁLISE DO
SETOR BRASILEIRO E PROPOSTA DE ÍNDICE DE
DESEMPENHO AMBIENTAL**

Trabalho de Formatura apresentado
à Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo.

Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais

Orientador: Prof. Dr. Guilherme F.B.
Lenz e Silva

São Paulo

2011

DEDALUS - Acervo - EPMT



31800007578

FICHA CATALOGRÁFICA

Ramiro, Isabela do Rego Monteiro

Indicadores de sustentabilidade ambiental aplicados à siderurgia: análise do setor brasileiro e proposta de Índice de Desempenho Ambiental / I.R.M. Ramiro. -- São Paulo, 2011.
152 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

1. Sustentabilidade 2. Indicadores ambientais 3. Siderurgia - Brasil I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais II. t.

Agradecimentos

Às mulheres da minha vida, Maria Ruth, Claudia e Luiza, avó, mãe e irmã, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim.

Aos amigos que sempre me incentivaram e sempre tiveram muita paciência durante os momentos difíceis da jornada.

Ao Prof. Dr. Guilherme F. B. Lenz e Silva que aceitou me orientar em um trabalho tão desafiador e gratificante.

Resumo

O presente trabalho apresenta alguns conceitos de sustentabilidade (econômica, social e ambiental) e desenvolvimento sustentável, afim de contextualizar a importância crescente do uso de indicadores ambientais.

Um dos objetivos do trabalho é **apresentar** os principais indicadores de sustentabilidade propostos por organizações e entidades como o GRI e o WorldSteel para avaliar o desempenho empresarial nas dimensões social, econômica e ambiental.

O trabalho tem seu foco principal nos indicadores de **desempenho ambiental** e a forma com que eles evoluem no setor de siderurgia. Alguns indicadores são destacados como mais relevantes para a indústria do aço, levando-se em conta os impactos ambientais negativos dessa atividade.

Um estudo de caso é realizado com o intuito de analisar alguns indicadores publicados por 8 usinas siderúrgicas integradas localizadas no Brasil. São elas: Aperam, ArellorMittal Monlevade, ArcelorMittal Tubarão, Companhia Siderúrgica Nacional (Presidente Vargas), Gerdau (Açominas), Usiminas Cubatão, Usiminas Ipatinga e Vallourec & Mannesman (Barreiro).

Além disso, o presente trabalho propõe a criação de um Índice Geral que seja capaz de compilar os indicadores de desempenho ambiental relevantes para o setor e, assim, permita a comparação do desempenho ambiental das diferentes usinas integradas que operam no Brasil.

Lista de Gráficos

Gráfico 4.1 – Produção mundial de aço bruto (10^6 t)

Gráfico 4.2 – Maiores produtores mundiais de aço bruto (produção em 10^6 t)

Gráfico 4.3 – Distribuição da produção mundial de aço bruto por país

Gráfico 4.4 – Evolução dos 9 primeiros países no ranking dos maiores produtores de aço bruto do mundo (10^6 t)

Gráfico 4.5 – Países com os maiores índices de consumo per capita de aço bruto (consumo em kg/hab)

Gráfico 4.6 – Evolução da produção brasileira de aço bruto

Gráfico 4.7 – Evolução da participação do Brasil na produção latino americana de aço bruto (produção em 10^6 t)

Gráfico 4.8 – Evolução da participação da América Latina e do Brasil na produção mundial de aço bruto

Gráfico 4.9 – Estados brasileiros produtores de aço bruto (produção em 10^3 t)

Gráfico 4.10 – Distribuição percentual da produção brasileira de aço por estado

Gráfico 5.1 – Produção anual de aço bruto das usinas (10^3 t)

Gráfico 5.2 – Produção Brasileira anual de aço bruto (10^3 t) e participação das usinas consideradas no estudo

Gráfico 5.3 – Consumo específico de energia (GJ/tab)

Gráficos 5.4 – Consumo específico de energia (GJ/tab) por usina

Gráficos 5.5 – Consumo específico de energia (GJ/tab) por ano

Gráfico 5.6 – Consumo específico de energia elétrica (kWh/tab) por usina

Gráficos 5.7 – Consumo específico de energia elétrica por usina (kWh/tab)

Gráfico 5.8 – Participação dos processos de coqueificação e sinterização no consumo total de energia das usinas - 2010

Gráfico 5.9 – Participação dos processos que acontecem nos altos-fornos no consumo total de energia das usinas - 2010

Gráfico 5.10 – Participação dos processos de aciaria no consumo total de energia das usinas - 2010

Gráfico 5.11 – Participação dos processos de laminação no consumo total de energia das usinas - 2010

Gráfico 5.12 – Participação média de cada processo no consumo total de energia de usinas integradas - 2010

Gráfico 5.13 – Matriz Energética Brasileira - 2010

Gráfico 5.14 – Matriz Brasileira de Energia Elétrica - 2010

Gráficos 5.15 – Matriz energética por usina - 2010

Gráfico 5.16 – Consumo específico de ferro gusa na fabricação de aço (kg/tab)

Gráficos 5.17 – Consumo específico de ferro-gusa por usina (kg/tab)

Gráficos 5.18 – Consumo específico de ferro gusa por ano

Gráfico 5.19 – Consumo específico de oxigênio por usina (Nm³/tab)

Gráfico 5.20 – Consumo específico de nitrogênio por usina (Nm³/tab)

Gráfico 5.21 – Consumo específico de argônio por usina (Nm³/tab)

Gráficos 5.22 – Consumo específico de gases criogênicos por usina (Nm³/tab)

Gráficos 5.23 – Consumo específico de combustíveis no alto-forno (*"fuel rate"*) (Kg/tonelada de ferro gusa)

Gráficos 5.24 – Consumo específico de coque no alto-forno (*"coke rate"*) (Kg/tonelada de ferro gusa)

Gráfico 5.25 – Consumo específico de finos de carvão (Kg/tonelada de ferro gusa)

Gráficos 5.26 – Consumo específico de combustíveis no alto-forno (Kg/tonelada de ferro-gusa)

Gráfico 5.27 – Consumo específico média de combustíveis no alto-forno das usinas analisadas (Kg/tonelada de ferro-gusa)

Gráfico 5.28 – Consumo específico de água doce captada (m^3 /tab)

Gráficos 5.29 – Consumo específico de água doce captada por usina (m^3 /tab)

Gráfico 5.30 – índice de Recirculação de Água (%) por usina

Gráficos 5.31 – Evolução dos Índices de Recirculação de Água das usinas analisadas

Gráficos 5.32 – Índice de Recirculação de Água por ano

Gráficos 5.33 – Índice de Aproveitamento Global de Gases nas usinas analisadas

Gráficos 5.34 – Evolução do índice de Aproveitamento Global de Gases (%) por usina

Gráficos 5.35 – Índice de Aproveitamento Global de Gases das usinas analisadas por ano

Gráfico 5.36 – Ranking dos índices Gerais por usina

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Diagrama representativo dos níveis hierárquicos da sustentabilidade.
Modelo esferas concêntricas. Adaptado de McKenzie [1]

Figura 2.2 – Diagrama representativo dos níveis hierárquicos da sustentabilidade.
Modelo esferas excêntricas. Adaptado de McKenzie [1]

Figura 2.3 – Principais eventos de discussão de temas relacionados a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

Figura 4.1 – Ciclo de vida do aço (Adaptado de IABR [30])

Figura 4.2 – Fluxo Simplificado de produção do aço (Adaptado de IABR[30])

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – ISE - Distribuição Setorial das Empresas - %

Tabela 3.1 – Indicadores de Desempenho Econômico propostos pelo GRI

Tabela 3.2 – Indicadores de Desempenho Social propostos pelo GRI

Tabela 3.3 – Indicadores de Responsabilidade pelo Produto propostos pelo GRI

Tabela 3.4 – Indicadores de Práticas Trabalhistas e Trabalho Decente propostos pelo GRI

Tabela 3.5 – Indicadores de Direitos Humanos propostos pelo GRI

Tabela 3.6 – Indicadores de Desempenho Ambiental propostos pelo GRI

Tabela 3.7 - Quadro geral – Indicadores GRI

Tabela 5.1 – Indicadores de desempenho ambiental propostos pelo GRI selecionados para a indústria siderúrgica

Tabela 5.2 – Relação entre os indicadores analisados (SBEGU 2011) e os propostos pelo GRI e pela WSA

Tabela 5.3 – Proporção no consumo de gases criogênicos da usina Aperam - 2010

Tabela 5.4 – Consumo aproximado de gases criogênicos da usina Aperam

Tabela 5.5 – Cobrança pelo uso da água no Brasil - 2005

Tabela 5.6 – Indicadores divulgados pelas usinas siderúrgicas analisadas

Tabela 5.7 – Média dos indicadores para o período de 2006 a 2010

Tabela 5.8 – Intervalos utilizados para a normalização dos indicadores

Tabela 5.9 – Valores normalizados

Tabela 5.10 – Ranking do Índice Geral por usina

SUMÁRIO

1.	Introdução	3
2.	Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável	4
2.1	Sustentabilidade e suas vertentes	5
2.1.1	Sustentabilidade Fraca.....	7
2.1.2	Sustentabilidade Forte.....	9
2.1.3	Sustentabilidade Social.....	10
2.1.4	Sustentabilidade Econômica.....	11
2.1.5	Sustentabilidade Ambiental.....	12
2.1.6	Sustentabilidade empresarial – TBL e ISE.....	12
2.2	Desenvolvimento Sustentável	16
2.3	Evolução dos conceitos Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável – Eventos importantes	18
3.	INDICADORES.....	25
3.1	GRI – Global Reporting Initiative	27
3.1.1	GRI - Indicadores de Desempenho Econômico (EC)	28
3.1.2	GRI - Indicadores de Desempenho Social (SO)	30
3.1.3	GRI - Indicadores de Responsabilidade pelo Produto (PR).....	31
3.1.4	GRI - Indicadores de Práticas Trabalhistas e Trabalho Decente (LA).....	33
3.1.5	GRI - Indicadores de Direitos Humanos (HR).....	35
3.1.6	GRI - Indicadores de Desempenho Ambiental (EN).....	37
3.2	World Steel Association	64
3.2.1	Indicadores de Sustentabilidade – World Steel Association	66
4.	Siderurgia e sustentabilidade	72
4.1	O aço	72
4.2	Siderurgia	73
4.3	Sustentabilidade na Siderurgia	75
4.4	Panorama mundial.....	77
4.5	Panorama Brasileiro.....	81
5.	Estudo de caso – Indústria Siderúrgica Brasileira – Sistemas Integrados.....	84
5.1	Introdução	84
5.2	Indicadores analisados.....	88

5.3 Análise dos dados	90
5.4 Compilação dos dados – Índice Geral.....	138
6. Conclusão.....	145
7. Bibliografia	148

1. Introdução

Com o aumento das preocupações e discussões em torno do tema sustentabilidade, algumas indústrias tem se esforçado em desenvolver iniciativas para diminuir os impactos ambientais, sociais e econômicos negativos decorrentes de suas atividades.

Dentre os setores industriais, a siderurgia se destaca entre aqueles que causam grandes impactos ao meio ambiente por utilizar uma grande quantidade de recursos naturais e energia em seus processos, além de fontes não renováveis de energia.

Ao mesmo tempo em que os produtores de aço se empenham no desenvolvimento de estratégias que tornem seus processos mais sustentáveis e eficientes, alguns indicadores de desempenho são publicados por eles para que o desempenho ambiental da organização seja acompanhado por todas as partes interessadas no negócio, clientes, acionistas, colaboradores, entre outros.

O presente trabalho busca analisar alguns indicadores propostos para medir o desempenho ambiental de organizações, destacando os mais relevantes para o setor siderúrgico.

Além disso, propõe-se a criação de um Índice Geral permitindo a compilação dos indicadores mais relevantes para a indústria do aço e a comparação das usinas brasileiras quanto a sustentabilidade ambiental de seus processos. As dificuldades e limitações do índice proposto são também apresentadas.

2. Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

Atualmente, é muito comum encontrar referências em que os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável sejam usados com o mesmo significado. No entanto, é importante que se esclareça que existe diferença entre o sentido das duas expressões, e que a mesma deve se fazer entender por todos, tanto pessoas como organizações, a fim de evitar que os termos sejam utilizados de forma inadequada.

Enquanto que o termo “sustentabilidade” foi mencionado pela primeira vez em 1974, na chamada Declaração de Cocoyoc, o termo “desenvolvimento sustentável” nasceu na década de 1980, quando foi publicado o Relatório de Brundtland (também conhecido como “Nosso Futuro Comum”), durante a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD)[1].

O crescimento da preocupação com a degradação do meio-ambiente, as mudanças climáticas em ritmo acelerado e a globalização são fatores que contribuem para que os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável estejam cada vez mais presentes, tanto nas discussões que tangem a sociedade como um todo, quanto na agenda estratégica da maioria, para não dizer a totalidade, das organizações, entidades e instituições. Talvez por isso, por essa ansiedade com a qual a questão ambiental é tratada é que os termos sofrem uma vulgarização, e são comumente usados para designar toda e qualquer ação que seja benéfica ao meio-ambiente ou que evite a sua degradação.

Os próximos capítulos deste trabalho destinam-se a aprofundar os estudos sobre cada um destes conceitos, bem como sua evolução no tempo e suas diferentes interpretações por grupos políticos, sociais ou econômicos.

2.1 Sustentabilidade e suas vertentes

O termo sustentabilidade, por si só, define um sistema, que por sua vez pode ser um empreendimento, uma comunidade ou até mesmo o planeta Terra, capaz de se sustentar, se manter, com seus próprios recursos, durante um determinado espaço de tempo. Ou seja, uma comunidade é considerada sustentável se a mesma puder sobreviver com aqueles recursos que possui ou que produz, por um certo período.

Existem divergências na literatura quanto à data em que teria surgido o conceito de sustentabilidade. Segundo MCKENZIE [1], o conceito teria surgido na década de 60 em decorrência da preocupação com a degradação do meio ambiente e da falta de uma política de gestão de recursos naturais. Nesse momento, uma das principais razões apontadas como causa da degradação acelerada do meio-ambiente era a pobreza e a má distribuição da renda.

Por outro lado, outras fontes indicam que o conceito nasceu na década de 70 [2,3], durante a primeira conferência da ONU a qual teve a questão ambiental como tema principal, e aconteceu em Estocolmo. Durante esta conferência, no ano de 1972, que é considerada por muitos como o ponta-pé inicial para a discussão da preservação do meio-ambiente e para a disseminação das consequências trazidas pela degradação ambiental, foi publicada a chamada “Declaração de Estocolmo” que se traduziu em um Plano de Ação que possuía diretrizes e princípios de preservação ambiental os quais deveriam ser adotados pela comunidade internacional como um todo.

Após a Conferência de Estocolmo, diversas outras reuniões internacionais aconteceram, e conforme o tempo passava, o conceito de “sustentabilidade” evoluía e se modificava, até que chegasse a ser o que é hoje.

Atualmente, em contrapartida ao que muitos acreditam, a sustentabilidade deixou de ser um termo ligado somente a questão ambiental. As chamadas Sustentabilidade econômica e Sustentabilidade social passaram a ser também muito discutidas.

Além disso, também se desenvolveram diversas teorias em torno de um mesmo conceito de sustentabilidade. Correntes político-econômicas distintas utilizavam-se de teorias conforme lhes parecesse mais conveniente. É o caso da Economia Neoclássica que foi responsável pelo aparecimento do conceito conhecido hoje como “sustentabilidade fraca” e da Economia Ecológica que, em contrapartida, criou o conceito de “sustentabilidade forte” [3]. Em seu livro “Weak versus strong Sustainability” o autor **Eric Neumayer** [4] apresenta uma discussão sobre dois paradigmas opostos em torno de um mesmo conceito, a sustentabilidade.

A seguir, são apresentados com maior profundidade os conceitos de Sustentabilidade ambiental, econômica e social, bem como as teorias da Sustentabilidade Forte e Fraca. As dimensões ambiental, social e econômica serão retomadas mais adiante, quando são apresentados alguns indicadores para cada uma delas.

2.1.1 Sustentabilidade Fraca

Este conceito, apoiado principalmente por correntes de Economia Neoclássica, a quantidade de capital é colocada como característica fundamental na composição do conceito de sustentabilidade. Ou seja, é através da manutenção do capital global que seria possível tornar a sustentabilidade viável [2].

Ainda segundo essa teoria, o capital global é constituído pela soma do capital natural e do capital humano. O conceito de capital natural, segundo MIKHAILOVA [3], também chamado de “capital ecológico”, somente recebeu a devida importância recentemente, e, mesmo assim, ainda não existe um consenso claro quanto ao seu significado ou um conhecimento profundo dos métodos mais apropriados para a sua avaliação. Por outro lado, existem alguns autores que definem o capital natural como todos os recursos encontrados na natureza, sejam eles renováveis ou não renováveis.

Existem algumas definições para o conceito de capital natural. Uma delas afirma que o capital natural é o estoque que permite o fluxo de recursos naturais [5].

Dessa forma, pode-se também definir o capital humano como tudo aquilo que não é capital natural, ou seja, tudo aquilo que o homem transforma, fabrica, produz ou modifica.

Segundo a teoria da Sustentabilidade Fraca, para que um sistema seja considerado sustentável ele não precisa necessariamente preservar, conservar ou até mesmo evitar desperdícios de seus recursos naturais, uma vez que, pela equação mostrada abaixo, o capital humano pode compensar a falta de capital natural a fim de que o capital global mantenha-se sempre o mesmo.

$$\text{Capital Global} = \text{Capital Natural} + \text{Capital Humano}$$

Ainda pela equação acima, pode-se concluir que segundo a Teoria da Sustentabilidade fraca, não existe incompatibilidade entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais, uma vez que a degradação

do meio-ambiente poderia ser substituída pelo capital gerado pela atividade humana, como o capital intelectual, tecnológico e financeiro. [2]

Um dos pontos mais polêmicos desta teoria reside no princípio da substitutividade, tomado como base para a argumentação central da mesma de que o capital natural seria totalmente substituído pelo humano na busca pela manutenção do capital global. Para que o princípio da substitutividade fosse aceito em sua plenitude, seria preciso que o substituto, ou seja, o capital gerado pelo homem, exercesse a mesma função que o recurso anterior, ou seja, o capital natural. No entanto, segundo Vivien [6], a idéia de substituição do capital natural pelo capital humano é, na essência, incorreta.

Em um de seus artigos, “*Viewpoint: Weak versus Strong Sustainability*”, o autor Robert Ayres [7] destaca um caso de sustentabilidade fraca aplicada na prática. Trata-se de uma pequena ilha no Pacífico chamada Nauru, onde, no começo do século XX foi descoberto o maior depósito de fosfato do mundo. Desde então, a exploração irresponsável e desenfreada do minério vem sendo crítica para o meio ambiente da ilha, que na década de 1990 já encontrava mais de 80% do seu território devastado. Durante os 90 primeiros anos de exploração de fosfato, os habitantes de Nauru atingiram uma alta renda *per capita*. No entanto, o desenvolvimento não se deu de forma sustentável, o que se desdobrou em uma situação de pobreza e degradação dos recursos naturais que ali existiam, assim que os negócios derivados da venda de fosfato começaram a declinar. O autor [8] destaca esse caso como um exemplo de que a sustentabilidade fraca, cuja lógica foi seguida em Nauru, está bem próxima de situações de devastação completa do meio ambiente e que o capital natural, definitivamente, não pode ser plenamente substituído pelo capital humano.

2.1.2 Sustentabilidade Forte

Em contrapartida à graduação fraca, economistas ecológicos defendem o conceito de Sustentabilidade Forte. Segundo **E. Neumayer** (2004) [4], é muito mais difícil e complexo o processo de definição do conceito de sustentabilidade forte do que o de sustentabilidade fraca. Isso porque, ainda segundo **Neumayer**, muitos estudiosos dão sua própria opinião sobre o que deveria ser a chamada Sustentabilidade Forte. No entanto, o autor considera razoável dizer que a sustentabilidade forte se apóia na idéia de que o capital natural é insubstituível, tanto como um produtor de bens de consumo quanto como um provedor direto de utilidade.

Segundo **BREKKE** [8], a Sustentabilidade Forte deverá ser atingida através da conservação do estoque de capital humano, da capacidade tecnológica, dos recursos naturais e da qualidade do meio ambiente. A maior motivação para essa idéia deriva do reconhecimento de que os recursos naturais são essenciais não somente à produção de bens de consumo, mas, principalmente, ao desenvolvimento econômico.

Existe ainda o conceito da **Sustentabilidade muito forte**, defendido por ecologistas extremistas, que pregam a preservação de todo e qualquer componente ou subsistema natural, ou seja, todas as espécies de seres vivos e todos os recursos naturais. No entanto, esse tipo de abordagem contrasta com o conceito de desenvolvimento utilizado hoje no mundo todo, no qual os recursos naturais são o principal insumo. [7]

2.1.3 Sustentabilidade Social

Diferentes definições para o conceito de sustentabilidade social são encontradas na literatura. MCKENZIE [1] mostra, em um de seus artigos, uma definição de trabalho para o conceito discutido.

"A life-enhancing condition within communities and a process within communities that can achieve that condition."

Ou seja, de acordo com essa definição, a sustentabilidade social seria não apenas uma condição de melhoria de vida dentro da uma comunidade, mas também um processo estruturado que permita que essa condição seja atingida.

Além disso, alguns aspectos são destacados como pontos fundamentais para que um sistema ou uma sociedade seja considerada socialmente sustentável. São eles (lista não exaustiva)[1]:

- Igualdade no acesso aos serviços públicos básicos (saúde, educação, transporte, lazer, habitação);
- Desenvolvimento de um sistema que permita que aspectos positivos de diferentes culturas sejam conservados e protegidos;
- Igualdade na participação política de todos os cidadãos, não somente em procedimentos eleitorais;
- Desenvolvimento que permita que a preocupação com a sustentabilidade social seja repassada às próximas gerações, bem como um senso de responsabilidade comunitária que permita que esse sistema seja mantido.

No entanto, ao longo de seu artigo, MCKENZIE [1] discute a existência de diversos obstáculos comumente encontrados na hora de definir a sustentabilidade social. Um desses obstáculos se constitui na necessidade da obtenção de uma definição em nível local e não global como normalmente se imagina. Ou seja, para cada região, comunidade ou subsistema, a sustentabilidade social deve ser definida de forma diferenciada, a fim de contemplar aspectos específicos, característicos e peculiares de uma sociedade. O autor aponta ainda a dificuldade de se definir a sustentabilidade

social como um campo de estudo independente, i.e., sem que se faça relação entre este conceito e as esferas ambientais e econômicas

Ainda de acordo com Stephen McKenzie[1], apesar de muitas vezes aparecer representada de forma igualitária, o papel desempenhado pela sustentabilidade social raramente é equivalente àquele desempenhado pela sustentabilidade ambiental e pela econômica. O mesmo problema é citado em diversas outras literaturas, como o **GRI (Global Reporting Initiative) [9]** o qual afirmou que, ao contrário dos indicadores ambientais, a performance social das empresas é reportada pelas organizações de forma não freqüente e inconsistente. Uma das razões comumente apontadas para a negligência da sustentabilidade social é o fato de que, entre as três dimensões, essa é a mais difícil de ser mensurada, quantificada, analisada.

2.1.4 Sustentabilidade Econômica

O termo sustentabilidade econômica é geralmente utilizado para se referir a estratégias que possibilitam a utilização responsável e eficiente dos recursos disponíveis visando benefícios de longo prazo. Na maioria dos casos, a sustentabilidade econômica é medida em termos monetários. [9]

No caso de uma empresa, por exemplo, a sustentabilidade econômica viria com a utilização dos recursos de forma a possibilitar o crescimento contínuo do negócio durante um determinado período de tempo, durante o qual o negócio continuaria dando retorno aos seus acionistas.

A maior parte dos indicadores de sustentabilidade econômica trata do valor gerado e distribuído pela empresa, ou seja, como uma organização distribui entre seus *stakeholders* o valor gerado por ela.

2.1.5 Sustentabilidade Ambiental

A dimensão ambiental do conceito de sustentabilidade é a mais discutida e disseminada mundialmente. Para a maioria das pessoas, a simples menção do termo sustentabilidade já designa uma conotação ambiental para qualquer que seja o assunto. No entanto, é importante que a dimensão ambiental seja separada das outras para evitar que a parte sócio-econômica da sustentabilidade seja deixada de lado.

A sustentabilidade ambiental trata dos recursos naturais como um todo, e do uso correto dos mesmos para evitar o seu esgotamento. O tema vem se tornando cada vez mais presente nas agendas estratégicas de todo o tipo de organizações e instituições, e a preocupação com a questão ambiental hoje funciona quase como um selo de confiança, que acaba por aumentar a competitividade das corporações que se engajam nesta causa.

2.1.6 Sustentabilidade empresarial – TBL e ISE

Desenvolvida em 1997 pelo economista e ambientalista JOHN ELKINGTON [10], a expressão “Triple Bottom Line” tornou-se um modelo mundialmente aceito para descrever o modo como as corporações reportam suas preocupações com o meio-ambiente, a sociedade e a economia. Ultimamente, o termo tem sido muito comumente usado em discussões sobre sustentabilidade, reforçando a idéia de que é impossível se chegar à sustentabilidade ambiental, social ou econômica separadamente, sem que se tenha atingido um nível mínimo de sustentabilidade nessas três dimensões simultaneamente.[1]

A interrelação entre esses conceitos é normalmente vista através de dois modelos.[1]

O primeiro modelo, representado pela **figura 2.1**, consiste de três esferas concêntricas e parte do princípio que tanto a esfera econômica quanto a social são dependentes do meio ambiente, ou seja, da esfera maior.

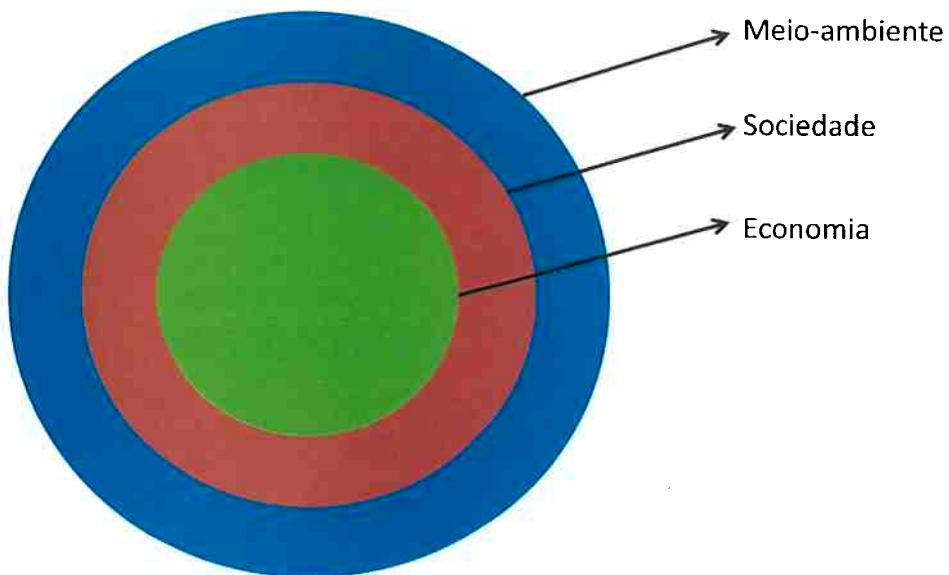


Figura 2.1 – Diagrama representativo dos níveis hierárquicos da sustentabilidade.

Modelo esferas concêntricas. Adaptado de McKenzie [1].

Já o segundo modelo, mais recente, representado pela **figura 2.2**, consiste, por sua vez, de três esferas excêntricas que se interceptam, e é conhecido como “*overlapping circles*”. O modelo parte do princípio que cada uma das três dimensões do TBL deve ser representada de forma igualitária, e que nenhuma delas depende totalmente da outra, como mostrava o primeiro modelo.

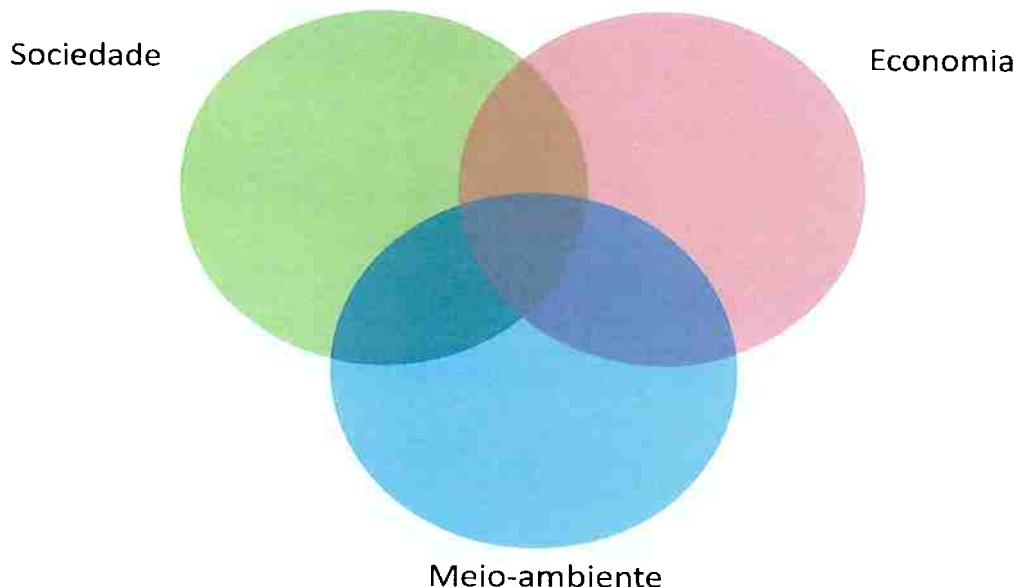


Figura 2.2 – Diagrama representativo dos níveis hierárquicos da sustentabilidade.

Modelo esferas excêntricas. Adaptado de McKenzie [1].

2.1.6.1 Índice de Sustentabilidade Empresarial – ISE

Criado em 2005, o ISE é resultado de um trabalho em conjunto entre a BM&FBOVESPA e um grupo de entidades (Associações e ONGs). O índice tem como um de seus objetivos principais estimular boas práticas entre as empresas.

Além disso, o índice também serve como um guia para aqueles investidores que desejam concentrar seus investimentos em empresas engajadas sócio-ambientalmente, seja por acreditarem que essas empresas têm mais chance de sucesso (menos passivos judiciais) ou por engajamento e comprometimento pessoal.**[11]**

Para que a carteira do índice seja formada, são enviados questionários que englobam diferentes aspectos de sustentabilidade (social, econômica e ambiental) às empresas que contém as 200 ações mais bem negociadas na bolsa, ou seja, aquelas com a maior liquidez. Dentre essas empresas, são selecionadas as mais bem colocadas. A carteira do índice não deve conter mais do que 40 empresas, e a representatividade de cada setor não deve ultrapassar 15%. A tabela 2.1 mostra como estão distribuídas as empresas que formam a carteira do ISE em relação ao setor atuante. Observa-se um destaque para o setor de Siderurgia e Metalurgia que atingiu o valor máximo permitido por setor.

Tabela 2.1 – ISE - Distribuição Setorial das Empresas - %.

Setor	Anterior = 30	Atual = 34
Água e Saneamento	1,29	2,93
Alimentos Processados	2,87	9,84
Construção e Engenharia	0	0,41
Energia Elétrica	18,85	15
Intermediários Financeiros	54,69	14,4
Madeira e Papel	1,92	6,45
Máquinas e Equipamentos	0	0,41
Material de Transporte	2,99	5,15
Previdência e Seguros	0	1,37
Produtos de Uso Pessoal e Limpeza	1,09	4,65
Químicos	0,56	2,28
Saúde	0,91	2,54
Serviços Financeiros Diversos	0	0,62
Siderurgia e Metalurgia	8,08	15
Telefonia Fixa	5,2	9,79
Telefonia Móvel	1,54	9,17

As organizações que tem seu nome ligado a um índice de sustentabilidade negociado em uma das mais importantes bolsas de valores do mundo, como é o caso da Bovespa, gozam de vantagens como o reconhecimento pelo mercado como empresa que atua com responsabilidade social corporativa e preocupa-se com o impacto ambiental das suas atividades. Todos esses fatores contribuem para o aumento da competitividade e o aumento da fatia de mercado atingida por cada uma dessas empresas, uma vez que o consumo consciente, ou seja, a busca por produtos e serviços sustentáveis vem crescendo cada vez mais. [12]

2.2 Desenvolvimento Sustentável

Na década de 1970, pouco se falava sobre a preservação do meio ambiente pois a grande parte dos economistas acreditava que iria entrar no “século dourado” através do progresso tecnológico, o que provavelmente compensaria a necessidade básica por recursos naturais [3].

No entanto, tão logo se começou a perceber que os problemas ambientais já haviam atingido tal grau de intensidade, que agora representavam um verdadeiro desafio para o desenvolvimento e para a própria sobrevivência da humanidade [3].

Durante muito tempo, após a origem do ambientalismo, o pensamento ecológico dominou o cenário mundial das discussões sobre o meio ambiente. Era comum se falar em fazer uma escolha entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental. Todavia, o que de fato aconteceu foi que os conceitos de desenvolvimento e meio ambiente deixaram de ser considerados como duas realidades antagônicas para serem entendidos como dois conceitos que são complementares entre si.

Na década de 70, um novo conceito de desenvolvimento surgiu, com o intuito de estabelecer estratégias ambientais que pudessem permitir um desenvolvimento sócio-econômico mais igualitário. Esse conceito ficou conhecido como Eco-desenvolvimento. [13]

Apresentada por **MONTIBELLER FILHO** [14], uma definição para o conceito de ecodesenvolvimento criada por Ignacy Sach na década de 70, afirma que:

“Trata-se do desenvolvimento endógeno e dependente de suas próprias forças, tendo por objetivo responder à problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio.”

Surgia, então, o primeiro conceito que permitia a inclusão tanto da dimensão social quanto da dimensão ambiental como parte do processo de desenvolvimento.

Mais tarde, em 1987, surge com a publicação do Relatório “Nosso Futuro Comum” pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a primeira definição para o conceito de desenvolvimento sustentável:

“Desenvolvimento Sustentável é aquele que busca as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades.”

Desde o seu surgimento no final da década de 1980, o conceito vem ganhando espaço nas discussões mundiais que permeiam a questão ambiental e também sofrendo alterações em seu significado principal.

Durante a Cúpula Mundial da ONU, em 2002, também conhecida como Rio+10, foi apresentada uma nova definição para o termo Desenvolvimento Sustentável, que apresenta de forma mais concreta o objetivo propriamente dito do desenvolvimento atual (melhoria da qualidade de vida de todos os habitantes do planeta) bem como destaca o fator que poderia limitar tal desenvolvimento (o uso de recursos naturais além da capacidade da Terra). [3]

“O Desenvolvimento Sustentável procura a melhoria da qualidade de vida de todo os habitantes do mundo sem aumentar o uso de recursos naturais além da capacidade da Terra”

Algumas outras definições para o conceito de Desenvolvimento Sustentável são apresentadas por BARONI [15] em seu trabalho intitulado “Ambigüidades e deficiências do conceito de Desenvolvimento Sustentável”, publicado em 1992, 5 anos após o surgimento do conceito original. A principal crítica da autora é quanto à ausência de uma definição unânime, mundialmente aceita, fato que leva à banalização do termo, muitas vezes utilizado e interpretado por organizações e instituições da forma como mais lhes for conveniente.

2.3 Evolução dos conceitos Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável – Eventos importantes

Alguns eventos marcam a evolução da preocupação com o meio-ambiente, bem como o surgimento e evolução do conceito de sustentabilidade.

Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano (1972)

Sediada na Suécia, mais conhecida como Conferência de Estocolmo, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano é considerada um marco histórico político internacional por ter sido a primeira Conferência global voltada para o tema meio ambiente. Dela participaram 113 países, 250 organizações não governamentais e organismos da ONU [16]. O seu acontecimento foi fator decisivo para o surgimento de políticas de proteção e gerenciamento ambiental, alertando as nações quanto à relevância do assunto. A importância deste evento é tal, que algumas das questões levantadas durante o mesmo, continuam até hoje sendo discutidas no âmbito internacional, e, mais ainda, continuam influenciando a atuação de organizações e instituições no que diz respeito às políticas ambientais.

Segundo LE PRESTRE [17] havia na época 4 principais fatores que influenciaram a decisão da ONU de realizar uma conferência focada na questão ambiental. São eles:

- Aumento da cooperação científica nos anos 60, da qual decorreram inúmeras preocupações, como as mudanças climáticas e os problemas da quantidade e da qualidade das águas disponíveis;
- Aumento da publicidade dos problemas ambientais, causado especialmente pela ocorrência de certas catástrofes, eis que seus efeitos foram visíveis (a modificação de paisagens, por exemplo, foi um evento que mobilizou o público);
- Crescimento econômico acelerado que provocou uma profunda transformação das sociedades e de seus modos de vida, especialmente pelo êxodo rural;

- Descoberta, por parte da comunidade científica, de diversos outros problemas que não poderiam ser resolvidos de outra forma que não a cooperação internacional.

Como um dos resultados dessa Conferência, foi a elaboração da Declaração das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, na qual destacam-se 7 pontos principais e 26 princípios referentes a comportamentos e responsabilidades objetivando nortear decisões relativas à questão ambiental. Dentre os 7 pontos principais citados na Declaração estão [17]:

- A forte relação de dependência entre a qualidade da vida humana e a qualidade do meio ambiente;
- A preocupação com a degradação do meio ambiente, bem como os fatores considerados responsáveis pelos danos ambientais, apontando inclusive, a desigualdade social como um dos causadores dos problemas ambientais.

Além da Declaração, também foi votado na Conferência de Estocolmo um Plano de Ação para o Meio Ambiente composto por 109 recomendações, centradas em três tipos de políticas:

- Relativas à avaliação do meio ambiente;
- Gestão do meio ambiente;
- Relacionadas às medidas de apoio.

Essas iniciativas discutidas durante a Conferência evidenciam a importância do evento para a evolução da preocupação com o meio ambiente. Além disso, uma das contribuições mais relevantes da Conferência de Estocolmo foi o ponta-pé inicial para o desenvolvimento do chamado Direito Internacional do Meio Ambiente.

Relatório Brundtland (“Nosso Futuro Comum”)

Publicado no ano de 1987, e elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, o Relatório Brundtland, mas conhecido como “Nosso Futuro Comum” apresenta uma definição inovadora para o conceito de

desenvolvimento, que dá origem ao conceito de Desenvolvimento Sustentável, amplamente discutido até hoje pela comunidade internacional:[18]

“Processo que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.”

O Relatório apresenta uma incompatibilidade entre o Desenvolvimento Sustentável e os padrões de produção e consumo, trazendo à tona a necessidade de estabelecer uma nova relação entre ser humano e meio ambiente. No entanto, essa teoria não sugere a estagnação do desenvolvimento econômico, mas sim a conciliação entre o mesmo e as questões ambientais e sociais.

Dentre os problemas enfatizados no documento, estão o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio. Além disso, o relatório destaca que a velocidade na qual estão ocorrendo as mudanças é maior do que a capacidade das disciplinas científicas de avaliar os estragos e propor soluções. Como a Declaração resultante da Conferência de Estocolmo, o Relatório de Brundtland também apresentou uma lista de ações a serem tomadas, bem como metas a serem cumpridas pelas nações. Figuram entre as medidas propostas no relatório, a diminuição do consumo de energia e o desenvolvimento de tecnologias que permitam o uso de fontes de energia renováveis. [18]

Rio – 92

Realizada em junho de 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (também conhecida como Eco 92, Rio 92 ou Cúpula da Terra) tinha como objetivo desenvolver mecanismos que fossem capazes de diminuir ou eliminar a enorme diferença que havia entre o desenvolvimento do sul e do norte do planeta, mas preservando os recursos naturais da Terra.[19]

Reunindo 108 chefes de Estado, a idéia da Conferência era introduzir o conceito de Desenvolvimento Sustentável bem como um modelo de crescimento econômico mais adequado ao equilíbrio ecológico. A Rio-92 baseou-se nas premissas lançadas pela ONU na Conferência de Estocolmo, 1972, citada nos tópicos anteriores. [19]

Durante a Conferência, surgiram alguns acordos, dentre eles:

- **Convenção de Clima** – Documento que proponha a volta das emissões de gás carbônico aos níveis de 1990. Assinado por 153 países, incluindo os EUA
- **Convenção da Biodiversidade** – cuja meta era a proteção das espécies do planeta. Estabelecia mecanismos para que países tivessem acesso pago às florestas e fontes de biodiversidade. Os EUA não assinaram esse acordo.
- **Agenda 21** – um dos mais importantes da Conferência, o documento contém 2.500 recomendações para implantar a sustentabilidade, sugerindo ações ambientais para os anos subsequentes.

O Protocolo de Kyoto, a ser detalhado nos próximos tópicos deste capítulo, pode ser considerado um dos principais efeitos da Rio-92, já que foi fruto de uma reunião dos signatários da Convenção do Clima, que, como descrito acima, foi firmada durante a Conferência de 1992.

Protocolo de Kyoto (1997)

Negociado em dezembro de 1997 na cidade de Kyoto, Japão, o Protocolo de Kyoto ressaltou para o mundo inteiro a necessidade de diminuir a quantidade de emissões de gases causadores do efeito estufa. Trata-se de um acordo vinculante legal sob o qual alguns países industrializados se comprometem a reduzir suas emissões de gases efeito estufa tendo como padrão os níveis de gases emitidos em 1990, sendo que cada país teria sua meta específica, variando entre 0 e 10% a menos do que o valor padrão. Segundo o site www.kyotoprotocol.com, sem o Protocolo, essa meta representaria uma redução de 29% nos níveis esperados para 2010. Os países que assinaram o protocolo tem 5 anos, período entre 2008 e 2012, para atingir as metas estabelecidas. [21]

Para garantir que os objetivos sejam alcançados, o Protocolo de Kyoto oferece alguns mecanismos aos países assinantes [21]. São eles:

Mercado de carbono: esse mecanismo permite que os países que tem cotas de emissões a mais, ou seja, que não emitem a quantidade de gases efeito

estufa permitida pelo acordo, vendam essas cotas aos países que emitem mais do que o que lhes é permitido pelo Protocolo. Dessa forma, uma nova *commodity* é criada, na forma de redução de emissões ou captura dos chamados gases efeito estufa.

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): esse mecanismo permite que países participantes do Protocolo de Kyoto, que possuam metas de emissões a atingir, desenvolvam projetos de redução de emissão de gases efeito estufa em outros países. Dessa forma, a quantidade de emissão de GEE poupada por tais projetos poderá reverter em créditos para que o país consiga atingir sua meta.

Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (2002)

Também conhecida como Rio+10, por ter acontecido 10 anos depois da Rio-92, a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável reuniu em Joanesburgo, África do Sul, representantes de governos de mais de 150 países, além de grandes empresas e ONGs. [20]

O objetivo principal da Conferência era rever as metas propostas pela Agenda 21 (Rio-92) e direcionar ações às áreas que requerem maior esforço para a implementação de melhorias.

COP 13 (2007)

A Conferência que aconteceu em Bali, Indonésia, contou com mais de 10.000 participantes, entre eles representantes de mais de 180 países, organizações não governamentais e organizações intergovernamentais.

O evento culminou na adoção do chamado Roteiro de Bali (tradução do inglês “*The Bali Road Map*”). O documento consiste em diversas prospecções de decisões e cenários que representam os vários caminhos que são essenciais para atingir um controle do clima mundial [22].

O Roteiro de Bali inclui ainda o chamado Plano de Ação de Bali (tradução do inglês “*The Bali Action Plan*”) no qual é traçado um novo rumo para o processo de negociações destinadas a combater as alterações climáticas [22].

A Conferência em questão também teve como um de seus objetivos a discussão de um novo acordo que pudesse substituir o Protocolo de Kyoto a partir do ano de 2012, que é quando a primeira fase do tratado chega ao fim.

COP 17

A décima sétima Conferência das Nações Unidas para Mudanças Climáticas acontecerá entre os dias 28 de novembro e 9 de dezembro de 2011 em Durban, África do Sul. O evento reunirá representantes de governos e organizacionais não governamentais, além de receber também representantes da sociedade civil. [23]

As discussões da COP 17 (“Conference of the Parties”) serão feitas em torno da implementação do Protocolo de Kyoto e do Plano de Ação de Bali. [23]

Rio +20

Também conhecida como Rio+20, a Conferência da Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável acontecerá no Brasil, em junho de 2012, e marcará o 20º aniversário da Rio-92 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento). A ideia é que o evento culmine na publicação de um documento focado na questão do desenvolvimento sustentável. [24]

Um dos principais temas que serão discutidos na conferência é a chamada economia verde, juntamente com a erradicação da pobreza e o desenvolvimento de um *framework* para o desenvolvimento sustentável. [24]

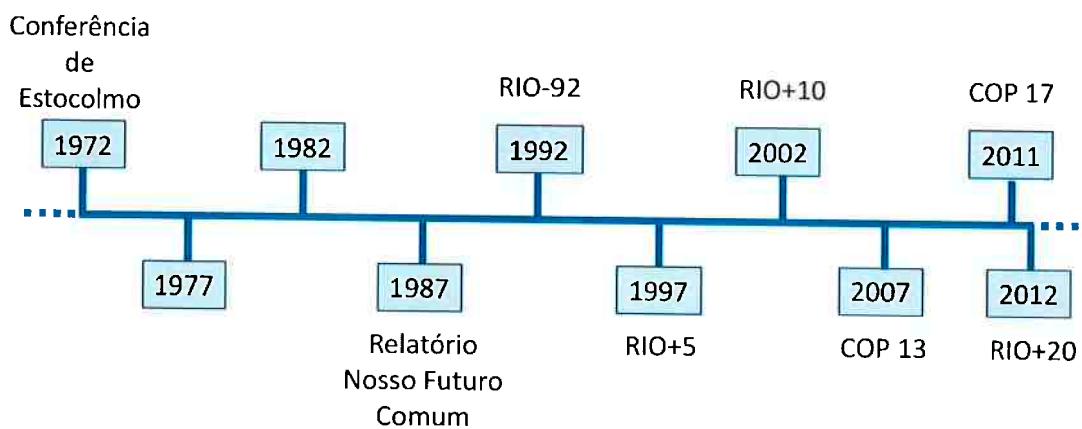


Figura 2.3 – Principais eventos de discussão de temas relacionados a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

3. INDICADORES

Um indicador é um instrumento que fornece uma informação sobre um assunto ou tema de relevância, ou ainda que torna perceptível um fenômeno que não é fácil ou imediatamente detectável. Além de mais quantitativos do que figuras ou palavras, os indicadores também fornecem informações de um modo mais simples e compreensível. Em um contexto maior, os indicadores tornam-se importantes ferramentas de comunicação e instrumentos fundamentais nos processos de tomada de decisão.**[25]**

A fim de facilitar o seu uso e seu entendimento, as métricas e os modelos utilizados na construção de um indicador, bem como na quantificação de seu valor, devem ser muito bem definidas e explicitadas. Isso porque uma das características mais importantes de um indicador, e também sua principal vantagem, é a sua comparabilidade, ou seja, ele pode ser facilmente comparado com valores análogos. **[25]**

Daí a importância dos processos e métricas de cálculo definidos e padronizados, pois, a não ser que os valores comparados tenham sido calculados da mesma forma, partindo das mesmas premissas e utilizando os mesmos modelos, o resultado da análise comparativa de indicadores não seria confiável.

Um exemplo de indicador muito conhecido e utilizado é o PIB (Produto Interno Bruto) que representa a soma, em valores monetários, de todos os bens e serviços finais produzidos em uma determinada região. Se cada região calculasse o PIB de uma forma diferente, ele perderia sua característica de comparabilidade, e por consequência, perderia também seu significado.

De acordo com **HAMOND [25]** os indicadores devem ter duas características, fundamentais para que seu objetivo (principalmente de comunicação) seja alcançado:

- **Quantificar** informações para que seu significado seja facilmente entendido
- **Simplificar** informações sobre fenômenos complexos para que a comunicação seja melhorada

O uso de indicadores também preenche o propósito social de melhorar a comunicação, ou seja, de tornar informações e dados complexos acessíveis e compreensíveis à população como um todo. Os indicadores também se tornam presentes, e importantes, no cotidiano da sociedade, ao passo que permitem a disseminação de dados sobre a efetividade de políticas públicas e ações sócio-ambientais desenvolvidas pelo governo, por exemplo.

Algumas outras características podem ser consideradas fundamentais para que um indicador tenha sucesso [25]. São elas:

- **Foco nos usuários** – os indicadores devem ser úteis à audiência para a qual eles foram desenvolvidos, quer seja no conteúdo, quer seja na forma como eles são apresentados
- **Politicamente relevante** – os indicadores devem ser pertinentes às preocupações políticas e sociais do ambiente nos quais os mesmos serão utilizados
- **Altamente agregado** – os indicadores devem englobar diversos aspectos, mas o índice final deve ser pequeno, em números, e facilmente captado pelo público alvo

Os indicadores podem ser utilizados em diferentes níveis (local, regional, nacional, mundial, etc.) e com diferentes propósitos. Podem ser econômicos, financeiros, ambientais, científicos, entre outros.

3.1 GRI – Global Reporting Initiative

A GRI (*Global Reporting Initiative*) é uma organização que trabalha para produzir um *framework*, ou seja, um guia, para a realização e publicação de relatórios de sustentabilidade.

Fundada em 1997, a *Global Reporting Initiative* conta com uma rede de participantes em mais de 30 países, o que possibilita que as diretrizes dos relatórios sejam discutidas e adequadas para que suas práticas estejam disseminadas no mundo todo. [26]

Os relatórios de sustentabilidade que seguem as práticas e os indicadores sugeridos pelo GRI podem ser utilizados para demonstrar o comprometimento de uma determinada organização com as questões ambientais, sociais e econômicas que permeiam seus negócios.

Além disso, a GRI também publica algumas práticas e indicadores específicos para determinados países ou setores da indústria como Aeroportos, Utilidades Elétricas, Construção, Serviços Financeiros, Processamento de Alimentos e Mineração e Metalurgia. O primeiro projeto da GRI para publicar diretrizes específicas para uma região geográfica está sendo desenvolvido no Brasil e tem como objetivo incluir nos relatórios de sustentabilidade produzidos no país alguns aspectos especialmente relevantes para a realidade sócio-ambiental e econômica brasileira.

A seguir serão apresentados os indicadores econômicos sociais e ambientais que fazem parte do *framework* da GRI, e que, de acordo com a organização, deveriam estar presentes em um relatório de sustentabilidade.

Os indicadores apresentados pela GRI são classificados como essenciais ou *adicionais*, sendo que a diferença entre eles está no fato de que os indicadores essenciais são geralmente aplicados a todos os tipos de organização e devem estar presentes nos relatórios que seguirem as práticas da GRI, enquanto que os indicadores adicionais poderão ou não se aplicar a determinadas situações, regiões, negócios ou indústrias.

3.1.1 GRI - Indicadores de Desempenho Econômico (EC)

O desempenho econômico de uma empresa é freqüentemente reportado através de seus relatórios anuais e demonstrações financeiras. No entanto, o que normalmente não é publicado é a forma com que as atividades da organização contribuem para a formação de sistemas econômicos mais sustentáveis. É justamente para isso que a GRI procura padronizar os aspectos e informações econômicas apresentadas em um relatório de sustentabilidade.

[26]

A GRI classifica os indicadores econômicos em 3 grupos, ou aspectos. São eles:

- **Desempenho econômico** (EC1 até EC4) – Impactos diretos das atividades desenvolvidas pela organização, bem como o valor econômico adicionado por essas atividades;
- **Presença no mercado** (EC5 até EC7) – Interações entre organizações de um determinado mercado;
- **Impactos econômicos indiretos** (EC8 e EC9) – Impactos indiretos, ou seja, resultantes das atividades econômicas desenvolvidas pela organização.

A sigla EC que denomina os indicadores vem do inglês “*economic*”, econômico em português, que designa a classe dos indicadores.

A divulgação desses indicadores econômicos tem como objetivo ilustrar o fluxo de capital entre todas as partes interessadas e também representar os impactos econômicos significativos decorrentes direta ou indiretamente das atividades de uma organização.

A GRI define localidades de operação importante como sendo a região em que a organização possui um número relevante de funcionários, receitas, custos e produção.

Tabela 3.1 – Indicadores de Desempenho Econômico propostos pelo GRI.

Indicador	Descrição	Categoria
EC1	Valor econômico direto gerado e distribuído, incluindo receitas, custos operacionais, remuneração de empregados, doações e outros investimentos na comunidade, lucros acumulados e pagamentos para provedores de capital e governos	Essencial
EC2	Implicações financeiras e outros riscos e oportunidades para as atividades da organização em decorrência de mudanças climáticas	Essencial
EC3	Cobertura das obrigações do plano de pensão de benefício definido que a organização oferece	Essencial
EC4	Ajuda financeira significativa recebida do governo	Essencial
EC5	Variação da proporção do salário mais baixo comparado ao salário-mínimo local em unidade operacionais importantes	Adicional
EC6	Políticas, práticas e proporção de gastos com fornecedores locais em unidades operacionais importantes	Essencial
EC7	Procedimentos para contratação local e proporção de membros da alta gerência e trabalhadores recrutados na comunidade local em unidade operacional importante	Essencial
EC8	Desenvolvimento e impacto de investimentos em infraestrutura e serviços oferecidos, principalmente para benefício público, por meio de engajamento comercial, em espécie ou atividades “ <i>pro bono</i> ” (trabalho voluntário não remunerado)	Essencial
EC9	Identificação e descrição de impactos econômicos indiretos significativos, incluindo a extensão dos impactos	Adicional

3.1.2 GRI - Indicadores de Desempenho Social (SO)

As interações entre uma determinada organização e o ambiente social e de mercado a sua volta, assim como a abordagem utilizada para lidar com os diferentes grupos sociais, como, por exemplo, comunidades vizinhas, representam um componente importante em seu nível de sustentabilidade.

Os indicadores de desempenho social da GRI estão focados em como a organização se relaciona com a sociedade e quais os impactos que suas operações tem nas comunidades. Além disso, os indicadores tipo SO também procuram avaliar como uma determinada organização interage com outras instituições sociais.

Temas como suborno, corrupção, envolvimento em políticas públicas, práticas de monopólio, cumprimento de legislações e regulamentos além dos ambientais e trabalhistas. [26]

A sigla SO que denomina os indicadores vem do inglês “social”, “social” em português, que designa a classe dos indicadores.

Tabela 3.2 – Indicadores de Desempenho Social propostos pelo GRI.

Indicador	Descrição	Categoria
SO1	Natureza, escopo e eficácia de quaisquer programas e práticas para avaliar e gerir os impactos das operações nas comunidades, incluindo a entrada, operação e saída	Essencial
SO2	Percentual e número total de unidades de negócios submetidas a avaliações de riscos relacionados a corrupção	Essencial
SO3	Percentual de empregados treinados nas políticas e procedimentos anticorrupção da organização	Essencial
SO4	Medidas tomadas em resposta a casos de corrupção	Essencial
SO5	Posições quanto a políticas públicas e participação na elaboração de políticas públicas e “lobbies”	Essencial
SO6	Valor total de contribuições financeiras e em espécie para partidos políticos, políticos ou instituições relacionadas	Adicional
SO7	Número total de ações judiciais por concorrência desleal, práticas de truste e monopólio e seus resultados	Adicional
SO8	Valor monetário de multas significativas e número total de sanções não-monetárias resultantes da não conformidade com leis e regulamentos	Essencial

3.1.3 GRI - Indicadores de Responsabilidade pelo Produto (PR)

O conjunto de indicadores de responsabilidade pelo produto aborda os efeitos da gestão de produtos e serviços em clientes e usuários.

É esperado que as organizações tenham cuidado na elaboração de seus produtos e serviços de forma a garantir que os mesmos não apresentem riscos ou perigos indesejados para a saúde e segurança do usuário.

A comunicação sobre o produto ou serviço deve sempre levar em consideração as necessidades de informações do público alvo e também seus direitos à privacidade.

A sigla PR que denomina os indicadores vem do inglês “*product responsibility*”, “responsabilidade pelo produto” em português, que designa a classe dos indicadores. [26]

Tabela 3.3 – Indicadores de Responsabilidade pelo Produto propostos pelo GRI.

Indicador	Descrição	Categoria
PR1	Fases do ciclo de vida de produtos e serviços em que os impactos na saúde e segurança são avaliados visando melhoria, e o percentual de produtos e serviços sujeitos a esses procedimentos	Essencial
PR2	Número total de casos de não-conformidade com regulamentos e códigos voluntários relacionados aos impactos causado por produtos e serviços na saúde e segurança durante o ciclo de vida, discriminados por tipo de resultado	Adicional
PR3	Tipo de informação sobre produtos e serviços exigida por procedimentos de rotulagem, e o percentual de produtos e serviços sujeitos a tais exigências	Essencial
PR4	Número total de casos de não-conformidade com regulamentos e códigos voluntários relacionados a informações e rotulagem de produtos e serviços, discriminados por tipo de resultado	Adicional
PR5	Práticas relacionadas à satisfação do cliente, incluindo resultados de pesquisas que medem essa satisfação	Adicional
PR6	Programas de adesão às leis, normas e códigos voluntários relacionados a comunicações de marketing, incluindo publicidade, promoção e patrocínio	Essencial
PR7	Número total de casos de não-conformidade com regulamentos e códigos voluntários relativos a comunicações de marketing, incluindo publicidade, promoção e patrocínio, por tipo de resultado	Adicional
PR8	Número total de reclamações comprovadas relativas a violação de privacidade e perda de dados de clientes	Adicional
PR9	Valor monetário de multas significativas por não-conformidade com leis e regulamentos relativos ao fornecimento e uso de produtos e serviços	Essencial

3.1.4 GRI - Indicadores de Práticas Trabalhistas e Trabalho Decente (LA)

A estrutura dos indicadores de práticas trabalhistas está baseada no conceito de trabalho decente, que por sua vez está estruturado dentro de um contexto de globalização justa que visa tanto o crescimento econômico como a equidade por meio de uma combinação de objetivos sociais e econômicos. A Agenda do Trabalho Decente da OIT é composta por 4 elementos: emprego, diálogo, direitos e proteção.

O conjunto de indicadores LA começa com a divulgação sobre o escopo e a diversidade do público interno da organização relatora, enfatizando os aspectos da distribuição por gênero e faixa etária. [26]

Os indicadores de práticas trabalhistas e trabalho decente são classificados em 5 aspectos. São eles:

- **Emprego** (LA1 até LA3) – Análise geral do quadro de funcionários de uma organização por gênero, faixa etária, região, bem como dos benefícios oferecidos a eles;
- **Relações entre os trabalhadores e a governança** (LA4 e LA5) – Análise da abordagem de diálogo entre a organização e seus empregados e do grau de organização dos empregados em órgãos representativos;
- **Segurança e saúde no trabalho** (LA6 até LA9) – Discussão de aspectos como a proteção física e o bem-estar das pessoas no local de trabalho, bem como análise do escopo dos programas de saúde e segurança desenvolvidos pela organização;
- **Treinamento e educação** (LA10 até LA12) – Análise do apoio oferecido pela organização aos seus empregados para o desenvolvimento de competências e potencial pessoal;
- **Diversidade e igualdade de oportunidades** (LA13 e LA14) – Análise das contribuições por parte da organização visando o amplo objetivo social de diversidade e igualdade de tratamento.

A sigla LA que denomina os indicadores vem do inglês “labor”, “trabalho” em português, que designa a classe dos indicadores.

Tabela 3.4 – Indicadores de Práticas Trabalhistas e Trabalho Decente propostos pelo GRI.

Indicador	Descrição	Categoria
LA1	Total de trabalhadores por tipo de emprego, contrato de trabalho e região	Essencial
LA2	Número total e taxa de rotatividade de empregados por faixa etária, gênero e região	Essencial
LA3	Benefícios oferecidos a empregados de tempo integral que não são oferecidos a empregados temporários ou em regime de meio período, discriminado pelas principais operações	Adicional
LA4	Percentual de empregados abrangidos por acordos de negociação coletiva	Essencial
LA5	Prazo mínimo para notificação com antecedência referente a mudanças operacionais, incluindo se esse procedimento está especificado em acordos de negociação coletiva	Essencial
LA6	Percentual dos empregados representados em comitês formais de segurança e saúde, compostos por gestores e trabalhadores, que ajudam no monitoramento e aconselhamento sobre programas de segurança e saúde ocupacional	Adicional
LA7	Taxas de lesões, doenças ocupacionais, dias perdidos, absenteísmo e óbitos relacionados ao trabalho, por região	Essencial
LA8	Programas de educação, treinamento, aconselhamento, prevenção e controle de riscos em andamento para dar assistência a empregados, seus familiares ou membros da comunidade com relação a doenças graves	Essencial
LA9	Temas relativos a segurança e saúde cobertos por acordos formais com sindicatos	Adicional
LA10	Média de horas de treinamento por ano, por empregado, discriminados por categoria funcional	Essencial
LA11	Programas para gestão de competências e apredizagem contínua que apóiam a continuidade da empregabilidade dos funcionários e para gerenciar o fim da carreira	Adicional
LA12	Percentual de empregados que recebem regularmente análises de desempenho e de desenvolvimento de carreira	Adicional
LA13	Composição dos grupos responsáveis pela governança corporativa e discriminação de empregados por categoria e discriminação de empregados por categoria, de acordo com gênero, faixa etária, minorias e outros indicadores de diversidade	Essencial
LA14	Proporção de salário base entre homens e mulheres, por categoria funcional	Essencial

3.1.5 GRI - Indicadores de Direitos Humanos (HR)

Os indicadores HR estão focados em representar a forma com que uma organização mantém e respeita os direitos básicos do ser humano. Esses produzem divulgações sobre os impactos e atividades que uma organização tem nos direitos humanos de todos os envolvidos em seus negócios.

Os indicadores de direitos humanos estão baseados em normas internacionalmente reconhecidas e, principalmente, na Declaração Universal dos Direitos Humanos das Nações Unidas e na Declaração da OIT (Organização Internacional do Trabalho) sobre os Princípios e Direitos Fundamentais do Trabalho, publicada em 1988.

Um dos objetivos dos indicadores HR é fornecer medidas comparáveis de resultados e, para isso, os mesmos estão focados principalmente nos casos de direitos humanos fundamentais. [26]

A categoria de indicadores de direitos humanos está divida em 7 aspectos. São eles:

- Práticas de investimento e de processos de compra (HR1 até HR3) – Análise da integração dos direitos humanos nas relações externas de negócio da organização;
- Não discriminação (HR4) – Conceito relacionado a aspectos básicos de direitos humanos;
- Liberdade de associação e negociação coletiva (HR5)
- Trabalho infantil (HR6)
- Trabalho forçado ou análogo ao escravo (HR7)
- Práticas de segurança (HR8)
- Direito indígenas (HR9) – Conceito relacionado a aspectos básicos de direito humanos.

A sigla HR que denomina os indicadores vem do inglês “human rights”, “direitos humanos” em português, que designa a classe dos indicadores.

Tabela 3.5 – Indicadores de Direitos Humanos propostos pelo GRI.

Indicador	Descrição	Categoría
HR1	Percentual e número total de contratos de investimento significativos que incluem cláusulas referentes a direitos humanos ou que foram submetidos a avaliações referentes a direitos humanos	Essencial
HR2	Percentual de empresas contratadas e fornecedores críticos que foram submetidos a avaliações referentes a direitos humanos e as medidas tomadas	Essencial
HR3	Total de horas de treinamento para empregados em políticas e procedimentos relativos a aspectos de direitos humanos relevantes para as operações, incluindo o percentual de empregados que recebeu treinamento	Adicional
HR4	Número total de casos de discriminação e as medidas tomadas	Essencial
HR5	Operações identificadas em que o direito de exercer a liberdade de associação e a negociação coletiva pode estar correndo risco significativo e as medidas tomadas para apoiar esse direito	Essencial
HR6	Operações identificadas como de risco significativo de ocorrência de trabalho infantil e as medidas tomadas para contribuir para a abolição do trabalho infantil	Essencial
HR7	Operações identificadas como de risco significativo de ocorrência de trabalho forçado ou análogo ao escravo e as medidas para contribuir para a erradicação do trabalho forçado ou análogo ao escravo	Essencial
HR8	Percentual do pessoal de segurança submetido a treinamento nas políticas ou procedimentos da organização relativos a aspectos de direitos humanos que sejam relevantes às operações	Adicional
HR9	Número total de casos de violação de direitos dos povos indígenas e medidas tomadas	Adicional

3.1.6 GRI - Indicadores de Desempenho Ambiental (EN)

Os indicadores ambientais da GRI foram estruturados de forma a refletir os insumos, produções e tipos de impacto que uma organização gera no meio ambiente.

Dessa forma, são analisados os efluentes, resíduos e emissões decorrentes da produção, que por sua vez utiliza-se de três tipos básicos de insumo: energia, água e materiais. [26]

Os indicadores ambientais propostos pela *Global Reporting Initiative* estão classificados conforme o aspecto principal tratado pelos mesmos. Dessa forma, tem-se 9 grupos, são eles:

- **Materiais** (EN1 e EN2)
- **Energia** (EN3 até EN7)
- **Água** (EN8 até EN10)
- **Biodiversidade** (EN11 até EN15)
- **Emissões, efluentes e resíduos** (EN16 até EN25)
- **Produtos e Serviços** (EN26 e EN27)
- **Conformidade** (EN28)
- **Transporte** (EN29)
- **Geral** (EN30)

A sigla EN que denomina os indicadores vem do inglês “environment”, “meio ambiente” em português, que designa a classe dos indicadores.

Tabela 3.6 – Indicadores de Desempenho Ambiental propostos pelo GRI.

Indicador	Descrição	Categoria
EN1	Materiais usados por peso ou volume	Essencial
EN2	Percentual dos materiais usados provenientes de reciclagem	Essencial
EN3	Consumo de energia direta discriminado por fonte de energia primária	Essencial
EN4	Consumo de energia indireta discriminado por fonte de energia primária	Essencial
EN5	Energia economizada devido a melhorias em conservação e eficiência	Adicional
EN6	Iniciativas para fornecer produtos e serviços com baixo consumo de energia, ou que usem energia gerada por recursos renováveis, e a redução na necessidade de energia resultante dessas iniciativas	Adicional
EN7	Iniciativas para reduzir o consumo de energia indireta e as reduções obtidas	Adicional
EN8	Total de retirada de água por fonte	Essencial
EN9	Fontes hídricas significativamente afetadas por retirada de água	Adicional
EN10	Percentual e volume total de água reciclada e reutilizada	Adicional
EN11	Localização e tamanho da área possuída, arrendada ou administrada dentro de áreas protegidas, ou adjacente a elas, e áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas	Essencial
EN12	Descrição de impactos significativos na biodiversidade de atividades, produtos e serviços em áreas protegidas e em áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas	Essencial
EN13	Habitats protegidos ou restaurados	Adicional
EN14	Estratégias, medidas em vigor e planos futuros para a gestão de impactos na biodiversidade	Adicional
EN15	Número de espécies na Lista Vermelha da IUCN (União Internacional pela Conservação da Natureza) e em listas nacionais de conservação com habitats em áreas afetadas por operações, discriminadas por nível de risco de extinção	Adicional
EN16	Total de emissões diretas e indiretas de gases causadores do efeito estufa, por peso	Essencial
EN17	Outras emissões indiretas relevantes de gases causadores do efeito estufa, por peso	Essencial
EN18	Iniciativas para reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa e as reduções obtidas	Adicional
EN19	Emissões de substâncias destruidoras da camada de ozônio, por peso	Essencial
EN20	NO _x , SO _x e outras emissões atmosféricas significativas, por tipo e peso	Essencial
EN21	Descarte total de água, por qualidade e destinação	Essencial
EN22	Peso total de resíduos, por tipo e método de disposição	Essencial

Indicador	Descrição	Categoría
EN23	Número e volume total de derramamentos significativos Peso de resíduos transportados, importados, exportados ou tratados considerados perigosos nos termos da Convenção de Basileia - Anexos I, II, III e VIII, e percentual de carregamentos de resíduos transportados internacionalmente	Essencial
EN24	Identificação, tamanho, status de proteção e índice de biodiversidade de corpos d'água e habitats relacionados significativamente afetados por descartes de água e drenagem realizados pela organização relatora	Adicional
EN25	Iniciativas para mitigar os impactos ambientais de produtos e serviços e a extensão da redução desses impactos	Adicional
EN26	Percentual de produtos e suas embalagens recuperados em relação ao total de produtos vendidos, por categoria de produtos	Essencial
EN27	Valor monetário de multas significativas e número total de sanções não-monetárias resultantes da não conformidade com leis e regulamentos ambientais	Essencial
EN28	Impactos ambientais significativos do transporte de produtos e outros bens e materiais utilizados nas operações da organização, bem como do transporte dos trabalhadores	Essencial
EN29	Total de Investimentos e gastos em proteção ambiental, por tipo	Adicional
EN30		Adicional

EN1 – Materiais usados por peso ou volume

Esse indicador reflete os esforços da organização para reduzir a intensidade dos materiais e aumentar a eficiência da economia. Além do aspecto ambiental, o consumo de materiais está diretamente relacionado com o custo operacional do negócio. Sendo assim, o monitoramento e rastreamento do consumo de material na organização facilitam além do controle da eficiência, o controle do custo do produto final.

A GRI define “materiais diretos” como aqueles que estarão presentes no produto final e “materiais não renováveis” como aqueles que não se renovam em períodos curtos de tempo (metais, gás, petróleo, etc.).

A compilação do EN1 deverá ser feita através de algumas ações:

- Identificação do total de materiais usados, tanto os materiais adquiridos de fornecedores externos quanto aqueles obtidos internamente;
- Identificação de materiais não renováveis e materiais diretos usados, nas unidades de peso ou volume;
- Apresentação do peso ou volume total dos materiais não renováveis e dos materiais diretos usados.

EN2 – Percentual dos materiais usados provenientes de reciclagem

O EN2 procura avaliar a utilização de materiais reciclados por parte da organização, uma vez que a utilização dos mesmos contribui para a diminuição da demanda por recursos virgens, diminuindo a exploração dos recursos naturais.

Do ponto de vista financeiro, a utilização de materiais reciclados torna-se também interessante na medida em que os mesmos podem custar menos, influenciando o custo operacional de forma positiva.

A organização que desejar apresentar um indicador como esse em seu relatório de sustentabilidade deverá:

- Identificar o peso ou volume total de materiais utilizados (EN1);

- Identificar o peso ou volume dos insumos reciclados utilizados. Nesse passo, caso seja necessária uma estimativa, a organização deverá explicitar os métodos utilizados;
- Apresentar o percentual de materiais reciclados através da fórmula

$$EN2 = \frac{\text{Total de insumos reciclados utilizados}}{\text{Insumos totais utilizados}} \times 100$$

EN3 – Consumo de energia direta discriminado por fonte de energia primária

Esse indicador revela a capacidade da organização de usar eficientemente a energia. A pegada ambiental da organização, ou seja, o impacto que ela causa no ambiente, está diretamente ligada a sua escolha por fontes de energia.

Na esfera financeira, a escolha das fontes de energia também é essencial devido às flutuações de preço e abastecimento do insumo. O indicador deverá ser apresentado da seguinte forma:

- Identificação de todas as fontes de energia primária compradas pela organização para seu próprio consumo;
- Identificação da quantidade de energia primária (em Joules) que a organização adquire (produzindo, extraíndo, cultivando, colhendo ou convertendo a partir de outras formas);
- Identificação da quantidade de energia primária (em Joules) que a organização exporta para fora de seus limites;
- Calcular o consumo total de energia (em Joules), de acordo com a equação abaixo

Consumo Total de Energia

$$\begin{aligned} &= \text{Energia primária direta comprada} + \text{Energia primária direta} \\ &\quad - \text{Energia primária direta vendida} \end{aligned}$$

- Relatar o consumo total de energia direta (em Joules) por fonte primária renovável;

- Relatar o consumo total de energia direta (em Joules) por fonte primária não renovável.

EN4 – Consumo de energia indireta discriminado por fonte de energia primária

Os esforços que uma organização faz para gerir os impactos ambientais resultantes de suas atividades produtivas podem ser avaliados pela quantidade de energia consumida indiretamente por ela. Essa energia pode ser proveniente de compra de eletricidade, calor ou vapor.

A compilação correta do indicador deverá ser feita através dos seguintes passos:

- Identificação da quantidade de energia indireta (em Joules) comprada e consumida de fontes externas à organização, sejam as fontes renováveis (solar, eólica, geotérmica, hidrelétrica, biomassa, hidrogênio) ou não renováveis (eletricidade, vapor, energia nuclear, etc.);
- Identificação da quantidade de combustíveis primários consumidos para produzir energia indireta com base no total de energia comprada de fornecedores externos (EN3);
- Apresentar o total de energia indireta usada por fontes renováveis e não renováveis em termos de energia intermediária.

EN5 – Energia economizada devido a melhorias em conservação e eficiência

Esse indicador é capaz de demonstrar os resultados dos esforços de uma organização para melhorar a sua eficiência energética por meio de melhorias tecnológicas e outras iniciativas.

A melhoria da eficiência energética de uma organização tem impacto direto nos custos operacionais e diminui a dependência da mesma por fontes não renováveis no futuro.

Para apresentar o EN5 em seu relatório de sustentabilidade a empresa deverá:

- Identificar o total de energia economizada devida a esforços na redução do consumo de energia e aumento da eficiência energética. Reduções no consumo de energia devido a diminuição da capacidade produtiva ou terceirização não deverão ser consideradas;
- Apresentar o total de energia economizada (em Joules). Considerar reduções no consumo de energia devido a redesenho dos processos, conversão ou “retrofitting” de equipamentos ou mudanças no comportamento dos funcionários.

EN6 – Iniciativas para fornecer produtos e serviços com baixo consumo de energia, ou que usem energia gerada por recursos renováveis

Produtos que consomem pouca energia durante o uso, além de diminuírem os impactos ambientais, podem ainda representar vantagem competitiva para a organização que o produz, tanto pela diferenciação do produto quanto pela reputação.

Para compilar o indicador, a organização deverá:

- Relatar todas as iniciativas existentes para reduzir as necessidades de energia do produto ou serviço;
- Quantificar as reduções nas necessidades de energia de produtos e serviços.

EN7 – Iniciativas para reduzir o consumo de energia indireta e as reduções obtidas

Esse indicador aborda a economia de energia obtida no consumo de energia indireta das atividades da organização

O consumo de energia indireta ocorre na compra de materiais e componentes ou serviços como viagem, transporte de empregados e produção terceirizada. Esse consumo pode ser substancialmente reduzido quando monitorado de forma eficaz, por exemplo, adotando a utilização de vídeo-conferências em substituição a viagens.

Para a correta compilação do EN7, a organização deverá:

- Excluir o consumo de energia indireta relacionado à compra de energia intermediária;
- Identificar o consumo relevante de energia nas seguintes áreas:
 - Uso de materiais com consumo alto de energia;
 - Produção terceirizada;
 - Viagens de negócios;
 - Transporte de empregados.
- Relatar iniciativas para reduzir o consumo de energia indireta;
- Quantificar a redução do consumo indireto de energia;

EN8 – Total de retirada de água por fonte

A divulgação do total de água utilizada pelas atividades de uma organização, bem como as fontes, contribui para um entendimento dos impactos e riscos associados à atividade produtiva em questão.

Os custos operacionais de um organização também podem ser consideravelmente reduzidos se houver um monitoramento do consumo de água por fonte e iniciativas que tornem esse consumo mais sustentável.

O EN8 poderá ser compilado pela organização relatora da seguinte forma:

- Identificar o total de água utilizada pela organização, seja ela retirada de qualquer fonte diretamente pela organização ou por intermediários como companhias de abastecimento;
- Relatar o volume total de água retirada (m^3/ano), ou seja, a soma de toda a água levada para a organização oriunda de todas as fontes e para quaisquer usos, discriminado pelas seguintes fontes:
 - Água de superfície (áreas úmidas, rios, lagos, oceanos);
 - Água subterrânea;
 - Água de chuva diretamente coletada e armazenada pela organização relatora;
 - Efluentes de outra organização;
 - Abastecimento municipal de água ou outras empresas de abastecimento de água.

EN9 – Fontes hídricas significativamente afetadas por retirada de água

Esse indicador mede a magnitude dos impactos resultantes do uso da água pela organização relatora. As retiradas de um sistema de água podem afetar o meio ambiente de diversas formas como, por exemplo, comprometer a capacidade de um ecossistema desempenhar suas funções.

A compilação desse indicador deverá conter os seguintes aspectos:

- Identificar fontes de água significativamente afetadas pela retirada de água por parte da organização relatora. Para que uma retirada de água seja considerada significativa, a mesma deve atender a um ou mais dos seguintes critérios:
 - Retiradas que respondem por 5% ou mais do volume médio anual de um determinado corpo d'água;
 - Retiradas de corpos d'água que são considerados por especialistas como particularmente sensíveis (devido ao seu tamanho, função ou situação considerados de sistemas raros, ameaçados ou sob risco);

- Quaisquer retiradas de áreas proclamadas nacional ou internacionalmente como de preservação, independente da quantidade retirada.
- Apresentar o número total de fontes de água significativamente afetadas, discriminadas por tipo, de acordo com os critérios acima, indicando:
 - Tamanho da fonte de água (m^3);
 - Se a fonte é ou não designada como área protegida;
 - Valor da biodiversidade (ex.: número de espécies protegidas)

EN10 – Percentual e volume total de água reciclada e reutilizada

Além de poder resultar em uma redução nos custos operacionais da organização, a reutilização da água também é uma medida da eficiência dos processos da mesma, e, poderá contribuir para os objetivos locais ou nacionais de gestão de abastecimento de água.

Esse indicador deverá ser apresentado pela organização relatora seguindo os seguintes passos:

- Incluir tanto a água que é tratada antes da reutilização como aquela que não é;
- Calcular o volume de água reciclada ou reutilizada com base na demanda de água atendida ao invés de retiradas adicionais;
- Relatar o volume total de água reciclada ou reutilizada (m^3/ano) e também como percentual do volume total de retirada de água (EN8).

EN11 – Localização e tamanho da área possuída, arrendada ou administrada dentro de áreas protegidas, ou adjacentes a elas, e áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas

O monitoramento das atividades que são desenvolvidas em áreas protegidas, ou adjacentes a elas, é importante na medida em que a organização poderá, dessa forma, identificar e compreender alguns riscos e impactos associados à biodiversidade.

A gestão inadequada desses riscos poderá resultar em danos à organização, tanto na reputação quanto em passivos ambientais ou perda de licença de operação.

Para apresentar o EN11 em seu relatório de sustentabilidade a organização deverá:

- Identificar todas as unidades operacionais próprias, arrendadas ou administradas, localizadas dentro de áreas legalmente protegidas, que contenham essas áreas ou que sejam adjacentes a elas, bem como áreas não protegidas, mas com alto índice de biodiversidade;
- Relatar algumas informações sobre cada uma das unidades operacionais identificadas:
 - Localização geográfica;
 - Solo subsuperficial e/ou subterrâneo próprio, arrendado ou administrado pela organização;
 - Posição em relação à área (dentro, adjacente, etc.);
 - Tipo de operação;
 - Tamanho da unidade operacional;
 - Valor da biodiversidade, caracterizado por:
 - Ecossistema terrestre, marinho ou de água doce;
 - Classificação pelo estado de conservação segundo organizações reguladoras.

EN12 – Descrição de impactos significativos na biodiversidade de atividades, produtos e serviços em áreas protegidas e em áreas de alto índice de biodiversidade fora das áreas protegidas

Esse indicador fornece informações sobre os impactos significativos causados pelas atividades da organização nas áreas descritas no EN11. Além disso, o EN12 também serve como base para o desenvolvimento de uma estratégia para mitigar esses impactos.

A GRI define impactos significativos como aqueles que poderão afetar adversamente, direta ou indiretamente, a integridade de uma área geográfica, mudando suas características, estrutura e funções ecológicas.

Para a correta compilação desse indicador, serão necessários os seguintes passos:

- Identificar os impactos significativos na biodiversidade associados as atividades, produtos e serviços da organização (incluindo impactos diretos e indiretos);
- Apresentar a natureza dos impactos diretos e indiretos significativos na biodiversidade em relação a um ou mais dos seguintes aspectos:
 - Construção ou uso de fábricas, minas e infraestrutura de transporte;
 - Poluição;
 - Introdução de espécies invasoras, agentes patogênicos ou organismos nocivos;
 - Redução de espécies;
 - Conversão de habitat;
 - Mudanças em processos ecológicos fora do nível natural de variação.
- Apresentar os impactos diretos e indiretos, positivos ou negativos, segundo os seguintes critérios:
 - Espécies afetadas;
 - Extensão das áreas impactadas;
 - Duração dos impactos;
 - Reversibilidade ou irreversibilidade dos impactos.

EN13 – “Habitats” protegidos ou restaurados

Esse indicador procura medir as ações realizadas por uma determinada organização para prevenir ou reparar os riscos e impactos associados a sua atividade (EN12).

Para que a organização relatora apresente o EN13 em seu relatório de sustentabilidade, ela deverá:

- As áreas que ainda não estiverem com as operações ativas poderão ser incluídas nesse relatório se forem:
 - Áreas restauradas, ou seja, usadas durante atividade operacionais ou por elas afetadas, e onde medidas de mitigação e reparação já foram aplicadas com sucesso;
 - Áreas protegidas, ou seja, que são protegidas de qualquer dano durante as atividades operacionais onde o meio ambiente permanece em seu estado original.
- Avaliar a situação da área com base na sua situação ao fim do período coberto pelo relatório;
- Relatar o tamanho e a localização de todas as áreas de habitat protegido e/ou restaurado e se o resultado das medidas de restauração foi aprovado por especialistas externos;
- Apresentar, quando houver, parcerias com terceiros que visem proteger ou restaurar áreas de habitat diferentes daquelas que a organização atuou com medidas de restauração.

EN14 – Estratégias, medidas em vigor e planos futuros para a gestão de impactos na biodiversidade

Esse indicador permite que todos os “*stakeholders*” da organização relatora possam acompanhar e analisar as medidas restauradoras que estão sendo ou já foram aplicadas. O sucesso das medidas implantadas na prevenção, mitigação e restauração de impactos e riscos à biodiversidade impacta diretamente na reputação da organização, e, consequentemente, no desempenho de seus negócios.

Para publicar esse indicador, a organização deverá:

- Salientar regulamentos nacionais que influenciaram de alguma forma as estratégias adotadas;
- Apresentar a estratégia da organização para a política de gestão da biodiversidade, incluindo o estabelecimento de metas e objetivos, elaboração de relatórios públicos e metodologia para determinação da exposição da biodiversidade a riscos;
- Apresentar as ações em andamento para gerir os impactos identificados em EN11 e EN12 bem como planos para ações futuras.

EN15 – Número de espécies na Lista Vermelha da IUCN e em listas nacionais de conservação com habitats em áreas afetadas por operações, discriminadas por nível de risco de extinção

Esse indicador permite que a organização identifique onde as suas atividades podem colocar em risco espécies em extinção, tanto da flora quanto da fauna, e, assim, traçar estratégias e ações para evitar esse tipo de dano.

A lista da IUCN pode servir de apoio para essa análise, bem como listas nacionais de conservação de espécies.

Para a compilação adequada do EN15, são necessárias as seguintes informações:

- Localização geográfica dos habitats afetados pelas operações da organização que contenham espécies identificadas na lista da IUCN ou em listas nacionais;
- Apresentar o número de espécies nos habitats afetados, classificando cada uma como criticamente ameaçada, ameaçada, vulnerável, quase ameaçada ou mínimo de preocupação.

EN16 – Total de emissões diretas e indiretas de gases causadores do efeito estufa, por peso

Uma das principais causas das mudanças climáticas é a emissão de gases efeito estufa. Diversas iniciativas foram desenvolvidas para discutir o assunto, dentre elas a UNFCCC (*United Nations Framework on Climate Change Convention*) e o Protocolo de Kyoto.

Além de controlar o volume de gases lançados na atmosfera, alguns programas nacionais e internacionais visam também a recompensa por essa redução. Esse indicador permite analisar a quantidade de gases efeito estufa emitida, bem como avaliar possíveis implicações dos sistemas de tributação e comércio nos custos da organização.

A GRI define:

- **Emissões diretas:** provenientes de fontes que são propriedade da organização ou controladas por ela.
- **Emissões indiretas:** resultantes das atividades da organização relatora mas geradas em fontes que são propriedade de outra organização.
- **Equivalente de CO₂:** é a medida usada para comparar as emissões de gases efeito estufa (GEE) com base em seu potencial de aquecimento global (GWP “*Global Warming Potential*”). O equivalente de CO₂ é obtido multiplicando-se a tonelagem de gás pelo seu respectivo GWP.

A correta compilação desse indicador depende de alguns aspectos que deverão ser levantados pela organização relatora. São eles:

- Indicação do padrão usado para calcular o volume de emissão de gases efeito estufa por fonte. No caso de estimativas, a base em que os dados foram obtidos deverá também ser indicada;
- Identificação das emissões diretas de GEE de todas as fontes de propriedade da organização ou por ela controladas, incluindo geração de eletricidade, beneficiamento físico-químico, transporte de materiais, entre outras;
- Identificação das emissões indiretas de GEE resultantes da geração de eletricidade, calor ou vapor comprados (EN4);

- Apresentar o total de emissões de GEE como a soma das emissões diretas e indiretas em toneladas equivalentes de CO₂.

EN17 – Outras emissões indiretas relevantes de gases causadores do efeito estufa, por peso

Em alguns casos as emissões indiretas de GEE de uma organização são consideravelmente maiores que as emissões diretas. Um profundo conhecimento sobre esse sistema permite que a organização possa traçar estratégias de redução de emissão.

Para esse indicador, não serão consideradas emissões indiretas de eletricidade, calor ou vapor, uma vez que essas já foram consideradas no EN16.

Para que o EN17 seja publicado em seu relatório de sustentabilidade, a organização deverá:

- Identificar todas as emissões de GEE resultante de uso indireto de energia;
- Identificar quais atividades da organização resultam em emissões diretas e avaliar suas quantidades;
- Definir a relevância dessas emissões de acordo com os seguintes critérios:
 - Tamanho em relação a outras atividade que geram emissões diretas ou indiretas de GEE relacionadas a energia (EN16);
 - O quanto críticas elas são consideradas pelos “stakeholders”;
 - Qual o potencial de redução por meio de medidas tomadas pela organização.
- Apresentar a soma de emissões indiretas de GEE, em toneladas equivalentes de CO₂

EN18 – Iniciativas para reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa e as reduções obtidas

Em conjunto com o EN16 e o EN17, esse indicador pode ser usado para estabelecer e monitorar metas de redução de emissões de GEE.

Para que ele seja corretamente apresentado, a organização deverá:

- Identificar as reduções de emissões de todas as fontes de propriedade da organização ou por ela controladas (EN16) e resultantes do uso de energia indireta em atividades da mesma (EN17);
- Fazer distinção entre as reduções obrigatórias e as voluntárias;
- Relatar as iniciativas para redução de emissões de gases de efeito estufa;
- Quantificar as reduções de emissões de GEE atingidas durante o período coberto pelo relatório (toneladas equivalentes de CO₂).

EN19 – Emissões de substâncias destruidoras da camada de ozônio, por peso

Responsável pela filtração de grande parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol, a camada de ozônio tem papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Por isso, as emissões das substâncias destruidoras da camada de ozônio (SDO) devem ser monitoradas e controladas.

Os resultados apresentados por uma organização referentes à redução nas emissões de SDO podem indicar seu nível de liderança em tecnologia e comprometimento com a questão ambiental.

Substâncias destruidoras da camada de ozônio contidas em produtos ou emitidas durante seu uso e disposição não são abrangidas nesse indicador.

A organização que desejar apresentar o EN18 em seu relatório de sustentabilidade deverá:

- Identificar as emissões de SDO segundo as equações abaixo

$$\text{Emissões} = \text{Produção} + \text{Importações} - \text{Exportações de Substâncias}$$

Produção

- = *Substâncias Produzidas – Substâncias Destruídas por Tecnologia*
- *Substâncias usadas totalmente como feedstock na fabricação de outras substâncias químicas*

- Apresentar as emissões de SDOs específicas em toneladas e toneladas equivalentes de CFC-11 (análogo ao equivalente de CO₂ mas tomando como base o poder de destruição da camada de ozônio da substância CFC-11)

EN20 – NOx, SOx e outras emissões atmosféricas significativas, por tipo e peso

Poluentes atmosféricos causam diversos danos ao ecossistema e à saúde das pessoas e é por isso que um correto monitoramento de todas as emissões resultantes das atividades de uma organização é essencial para que a mesma tenha, além de uma boa reputação e imagem, menos custos com possíveis multas ambientais.

A correta compilação desse indicador depende dos seguintes fatores:

- Identificação de todas as emissões atmosféricas e cálculo do peso;
- Indicar a metodologia utilizada no cálculo das emissões (medição direta, cálculo baseado em dados default, estimativa, etc.);
- Relatar o peso das emissões atmosféricas significativas (em Kg), ou seja, aquelas reguladas por convenções internacionais ou regulamentos nacionais, para cada uma das seguintes categorias:
 - NOx;
 - SOx;
 - Poluentes Orgânicos Persistentes (POP);
 - Compostos Orgânicos Voláteis (VOC);
 - Poluentes Atmosféricos Perigosos (HAP);
 - Emissões de chaminé e fugitivas;
 - Material Particulado (PM);
 - Outras (identificadas em regulamentos).

EN21 – Descarte total de água, por qualidade e destinação

O volume e a qualidade da água descartada por uma organização estão diretamente relacionados com o impacto ambiental e com os custos operacionais. O descarte de água não tratada pode afetar negativamente o ecossistema adjacente à unidade operacional, o que pode se desdobrar em problemas no abastecimento de água das comunidades vizinhas.

O descarte de efluentes ou água de processo em uma estação de tratamento não apenas reduz os níveis de poluição, mas também pode diminuir os custos financeiros da organização e o risco de uma ação normativa por não conformidade com a legislação ambiental.

Para que a organização compile o EN21, ela deverá:

- Identificar os descartes planejados e não planejados de água por destinação e indicar como ela é tratada;
- Relatar o volume total dos descartes planejados e não planejados de água (m^3/ano), discriminado por:
 - Destinação;
 - Método de tratamento;
 - Se foi reutilizada por outra organização.
- Relatar a qualidade da água, em termos de volumes totais de efluentes, de acordo com parâmetros escolhidos dependendo dos produtos, serviços e operações da organização.

EN22 – Peso total de resíduos, por tipo e método de disposição

Dados sobre a geração de resíduos podem indicar o comprometimento da organização com as questões ambientais, bem como possíveis melhorias na eficiência e produtividade dos processos. Do ponto de vista financeiro, o controle dos resíduos impacta diretamente nos custos operacionais de uma organização.

Além da quantidade de resíduos resultantes de uma determinada atividade produtiva, também é importante saber onde serão dispostos esses resíduos de forma a minimizar os riscos e impactos negativos decorrentes dessa ação.

A compilação do EN22 é feita da seguinte forma:

- Identificação da quantidade de resíduos gerada pelas operações da organização e classificação dos mesmos em resíduos perigosos e não perigosos, de acordo com a legislação vigente;
- Estimar o peso dos resíduos, no caso de ausência de dados, e explicitar o método utilizado;
- Apresentar a quantidade total de resíduos por tipo (perigosos e não perigosos) para cada um dos métodos de disposição:
 - Compostagem;
 - Reutilização;
 - Reciclagem;
 - Recuperação;
 - Incineração;
 - Aterro sanitário;
 - Injeção subterrânea de resíduos;
 - Armazenamento no local;
 - Outros.
- Relatar o processo de escolha e determinação do método (determinado diretamente pela organização, defaults organizacionais da empresa responsável pela destinação dos resíduos, entre outros).

EN23 – Número e volume total de derramamentos significativos

Derramamentos de substâncias químicas, óleos e combustíveis podem ter impactos gravíssimos no entorno das operações de uma organização, afetando o solo, a água, o ar, a biodiversidade e a saúde da população vizinha.

Os esforços para evitar derramamentos e as ações corretivas para reparar ou mitigar os danos causados devem ser monitorados para que diminuam-se os riscos de passivos ambientais e danos à reputação da organização.

A GRI define derramamento como uma descarga acidental de uma substância perigosa que pode afetar a saúde humana, a terra, a vegetação, corpos d'água e o lençol freático.

Para publicar esse indicador em seu relatório de sustentabilidade a organização deverá:

- Identificar todos os derramamentos significativos registrados, bem como o volume desses derramamentos;
- Apresentar o número total e o volume total dos derramamentos;
- Apresentar informações adicionais sobre os derramamentos que foram relatados na demonstração financeira, como localização do acidente, substância derramada, entre outros;
- Relatar os impactos dos derramamentos.

EN24 – Peso de resíduos transportados, importados, exportados ou tratados considerados perigosos nos termos da Convenção de Basileia – Anexos I, II, III, VIII, e percentual de carregamento de resíduos transportados internacionalmente

A gestão de resíduos perigosos é uma importante área de preocupação para muitas organizações. O transporte inadequado de resíduos perigosos, especialmente para países que carecem de infraestrutura e regulamentação nacional para lidar com tais resíduos, pode resultar em danos à saúde humana e ao meio ambiente.

A correta compilação desse indicador deverá ser feita da seguinte maneira:

- Identificação dos resíduos perigosos transportados pela organização ou em nome dela, discriminados por destinação;
- Conversão dos volumes em peso e apresentar os valores finais, juntamente com a metodologia usada na conversão.
- Apresentação dos seguintes dados, em toneladas:
 - Peso total dos resíduos perigosos transportados;
 - Peso total dos resíduos perigosos importados;

- Peso total dos resíduos perigosos exportados;
- Peso total dos resíduos perigosos tratados.

EN25 – Identificação, tamanho, status de proteção e índice de biodiversidade de corpos d’água e habitats relacionados significativamente afetados por descartes de água e drenagem realizados pela organização relatora

Esse indicador fornece uma contrapartida qualitativa para indicadores quantitativos de descartes de água que ajuda a descrever o impacto desses descartes. Descartes e drenagem de água podem ter um impacto significativo na disponibilidade de recursos hídricos e a identificação de corpos d’água afetados fornece uma oportunidade para desenvolvimento de estratégias para enfrentar e minimizar os riscos associados.

A correta apresentação desse indicador exige que a organização:

- Identifique os corpos d’água significativamente afetados pelos descartes de água da organização, segundo os critérios usados no EN9;
- Apresentação dos corpos d’água significativamente afetados por descartes de água, incluindo informações como tamanho do corpo d’água (m^3), se a fonte é ou não designada área protegida e o número de espécies protegidas.

EN26 – Iniciativas para mitigar os impactos ambientais de produtos e serviços e a extensão da redução desses impactos

Para alguns setores, os impactos de produtos e serviços durante a sua fase de uso e ao término de sua vida útil podem ter importância igual ou maior do que na fase de produção. A relevância desses impactos é consequência tanto do projeto do produto quanto do comportamento do consumidor.

Esse indicador avalia ações que a organização relatora realiza para reduzir os impactos ambientais negativos e aumentar os positivos no que se refere à concepção e entrega de seus produtos.

O indicador em questão não inclui os impactos na biodiversidade (EN12) e nem aqueles decorrentes de recuperação de produtos (EN27).

Para publicar o EN26, a organização deverá:

- Descrever as iniciativas realizadas visando mitigar os impactos ambientais mais significativos de grupos de produtos ou serviços em relação aos seguintes critérios:
 - Uso de materiais;
 - Uso de água;
 - Emissões;
 - Efluentes;
 - Poluição sonora;
 - Resíduos.
- Relatar quantitativamente até que ponto os impactos foram mitigados.

EN27 – Percentual de produtos e suas embalagens recuperados em relação ao total de produtos vendidos, por categoria de produto

A disposição de produtos e suas embalagens ao término da fase de uso é um desafio ambiental em contínuo crescimento. Nesse contexto, o estabelecimento de sistemas efetivos de reciclagem e reutilização para fechar os ciclos de produtos pode contribuir para um aumento na eficiência de materiais e recursos.

O EN27 permite avaliar até que ponto os produtos, componentes ou materiais da organização relatora são coletados e convertidos com sucesso em materiais úteis para novos processos de produção.

- Identificar o volume de produtos e suas embalagens recuperados ao término de sua vida útil;

- Apresentar o percentual de produtos e suas embalagens recuperados por cada categoria de produto (produtos que compartilhem um conjunto de características comuns) durante o período coberto pelo relatório, de acordo com a equação a seguir:

$$\% \text{ de produtos recuperados} = \frac{\text{produtos e suas embalagens recuperados}}{\text{produtos vendidos}}$$

- Relatar a forma como esses dados foram obtidos e coletados.

EN28 – Valor monetário de multas significativas e número total de sanções não-monetárias resultantes da não conformidade com leis e regulamentos ambientais

Esse indicador permite avaliar a capacidade de gestão de uma organização para assegurar que suas operações obedeçam a certos parâmetros de desempenho.

A compilação desse indicador é relativamente simples e implica nas seguintes etapas:

- Identificação de sanções administrativas ou judiciais impostas à organização por descumprimento a leis ou regulamentos ambientais;
- Relatar multas significativas e sanções não monetárias em termos de valor monetário total de multas significativas, número de sanções não monetárias e processos movidos por meio de mecanismos de arbitragem.

EN29 – Impactos ambientais significativos do transporte de produtos e outros bens e materiais utilizados nas operações da organização, bem como do transporte dos trabalhadores

Os impactos ambientais decorrentes do sistema de transporte de uma organização têm efeitos diversos que vão desde o aquecimento global, passando pela poluição atmosférica e chegando a poluição sonora. Para

algumas empresas, em especial aquelas que possuem extensas redes de suprimento e distribuição, os impactos resultantes do sistema de transporte podem representar uma grande parcela de sua “pegada ambiental”, ou seja, dos impactos negativos causado no meio ambiente.

A relevância dessas emissões faz com que estratégias de gestão ambiental normalmente incluem práticas para avaliar os impactos causados pelo transporte de produtos, bens e materiais.

- Identificar os impactos ambientais dos meios de transporte, incluindo o uso de energia, emissões atmosféricas, efluentes, resíduos, poluição sonora e derramamentos;
- Relatar impactos ambientais do transporte usado para fins logísticos e do transporte do público interno;
- Indicar critérios e metodologias usados na determinação dos impactos significativos;
- Relatar ações de mitigação dos impactos identificados.

EN30 – Total de investimentos e gastos em proteção ambiental, por tipo

Esse indicador não considera despesas com multas por não conformidade com a legislação ambiental.

A GRI define despesas com proteção ambiental como aquelas feitas pela organização relatora visando prevenir, reduzir, controlar e documentar aspectos, impactos e perigos ambientais.

A correta apresentação desse indicador depende de:

- Identificação dos custos de disposição de resíduos, tratamento de emissões e de mitigação com base em despesas relacionadas aos seguinte itens:
 - Tratamento e disposição de resíduos;
 - Tratamento de emissões;
 - Despesas com compra e uso de certificados de emissão;

- Depreciação de equipamentos específicos e despesas com materiais e serviços de manutenção e operação, além das despesas com pessoal para essa finalidade;
- Seguro para responsabilidade ambiental;
- Custos de limpeza total, inclusive custos com remediação de derramamentos (EN23).
- Identificação dos custos de prevenção e gestão ambiental com base em despesas relacionadas aos seguintes itens:
 - Pessoal utilizado em educação e treinamento;
 - Serviços externos de gestão ambiental;
 - Certificação externa de sistemas de gestão;
 - Pessoal para atividades gerais de gestão ambiental;
 - Pesquisa e Desenvolvimento;
 - Despesas extras para instalação de tecnologias limpas;
 - Despesas extras em compras verdes;
 - Outros custos de gestão ambiental.
- Apresentação das despesas totais de proteção ambiental, discriminadas por:
 - Disposição de resíduos, tratamento de emissões e custos de remediação;
 - Custos de prevenção e gestão ambiental.

Tabela 3.7 - Quadro geral – Indicadores GRI.

Tema	Indicador	Categoria	Tema	Indicador	Categoria
Desempenho Econômico	EC1	Essencial	Práticas Trabalhistas e Trabalho Decente	LA1	Essencial
	EC2	Essencial		LA2	Essencial
	EC3	Essencial		LA3	Adicional
	EC4	Essencial		LA4	Essencial
	EC5	Adicional		LA5	Essencial
	EC6	Essencial		LA6	Adicional
	EC7	Essencial		LA7	Essencial
	EC8	Essencial		LA8	Essencial
	EC9	Adicional		LA9	Adicional
	EN1	Essencial		LA10	Essencial
Desempenho Ambiental	EN2	Essencial		LA11	Adicional
	EN3	Essencial		LA12	Adicional
	EN4	Essencial		LA13	Essencial
	EN5	Adicional		LA14	Essencial
	EN6	Adicional	Direitos Humanos	HR1	Essencial
	EN7	Adicional		HR2	Essencial
	EN8	Essencial		HR3	Adicional
	EN9	Adicional		HR4	Essencial
	EN10	Adicional		HR5	Essencial
	EN11	Essencial		HR6	Essencial
	EN12	Essencial		HR7	Essencial
	EN13	Adicional		HR8	Adicional
	EN14	Adicional		HR9	Adicional
	EN15	Adicional	Sociedade	SO1	Essencial
	EN16	Essencial		SO2	Essencial
	EN17	Essencial		SO3	Essencial
	EN18	Adicional		SO4	Essencial
	EN19	Essencial		SO5	Essencial
	EN20	Essencial		SO6	Adicional
	EN21	Essencial		SO7	Adicional
	EN22	Essencial		SO8	Essencial
	EN23	Essencial		PR1	Essencial
Responsabilidade pelo produto	EN24	Adicional		PR2	Adicional
	EN25	Adicional		PR3	Essencial
	EN26	Essencial		PR4	Adicional
	EN27	Essencial		PR5	Adicional
	EN28	Essencial		PR6	Essencial
	EN29	Adicional		PR7	Adicional
	EN30	Adicional		PR8	Adicional
				PR9	Essencial

3.2 World Steel Association

Fundada em 1967 com o nome de “International Iron and Steel Institute” (IISI), a “WorldSteel Association” é hoje uma associação que representa mais de 170 empresas produtoras de aço, associações nacionais e regionais da indústria siderúrgica e também institutos de pesquisa e desenvolvimento de aço. As companhias associadas à “WorldSteel Association” são responsáveis por aproximadamente 85% da produção mundial de aço. [27]

Política de Desenvolvimento Sustentável

Em 2002, a indústria global do aço trabalhou conjuntamente para a criação de uma política de desenvolvimento sustentável, desenvolvida a partir de declarações e princípios publicados anteriormente, nas décadas de 70 e 90.

As empresas associadas ao *World Steel Association* são comprometidas com uma visão onde o aço é valorizado por ser um importante fator na construção de um mundo sustentável. Abaixo estão listados os compromissos assumidos pelas empresas que participam da Política de Desenvolvimento Sustentável. [28]

Valor para os “*stakeholders*”

As empresas se comprometem a desenvolver seus negócios de uma forma eficiente e financeiramente sustentável para que o fornecimento de produtos e soluções de aço satisfaça as necessidades dos clientes e proporcionar valor aos “*stakeholders*”.

Proteção ambiental

As empresas se comprometem a aperfeiçoar a eco-eficiência de seus produtos através da análise de seus ciclos de vida, incluindo aumento na eficiência energética e na eficiência no uso de recursos naturais, não só durante a produção, mas também durante o uso do produto. As organizações produtoras de aço também estão comprometidas com a promoção de práticas de reciclagem e reutilização de produtos de aço.

Saúde e Segurança

Promover o bem-estar dos empregados da indústria do aço e fornecer a eles um ambiente de trabalho com condições adequadas de saúde e segurança também faz parte do compromisso das organizações produtoras de aço.

Comunidades locais

As empresas se comprometem a demonstrar responsabilidade social através da promoção e divulgação de valores e desenvolvimento de iniciativas que mostrem respeito às comunidades que, de alguma forma, se relacionam com as operações da organização.

Padrões éticos

As empresas estão também comprometidas em conduzir os seus negócios de acordo com os mais altos padrões éticos, tanto nas relações com empregados como na relação com fornecedores, clientes e as comunidades vizinhas.

Engajamento dos “*stakeholders*”

As empresas se comprometem a engajar os “*stakeholders*” e terceiros em diálogos construtivos a fim de ajudar a cumprir os objetivos para um desenvolvimento sustentável.

Divulgação e transparência

As empresas se comprometem a serem abertas e transparentes no que diz respeito à comunicação, e também a ajudar outras organizações da indústria do aço e da cadeia de fornecimentos e distribuição a implantarem práticas sustentáveis.

3.2.1 Indicadores de Sustentabilidade – World Steel Association

Os indicadores de sustentabilidade do WSA foram estabelecidos em 2002 e reportados pela primeira vez em 2005. Cada um dos 8 indicadores procura analisar um ou mais aspectos destacados na Política de Desenvolvimento Sustentável. [29]

Os indicadores estão divididos em 3 grupos, são eles:

- Sustentabilidade ambiental;
- Sustentabilidade social;
- Sustentabilidade econômica.

3.2.1.1 Sustentabilidade ambiental

1. Emissões de gases efeito estufa

O indicador de emissões de GEE para a indústria do aço inclui somente o gás CO₂, pois esse representa mais de 99% do total das emissões. Os valores considerados incluem as emissões resultantes diretamente do processo de produção do aço e também aquelas provenientes do consumo de energia.

O indicador trata apenas de sistemas integrados de produção de aço.

Para que sejam considerados os valores de emissões neste indicador, elas deverão se encaixar em pelo menos um dos “escopos” a seguir, como apresentado pelo WSA:

- **Escopo I:** Emissões diretas de CO₂ provenientes da produção de aço (ex.: produção de ferro-gusa, produção de coque, fornos de aquecimento);
- **Escopo II:** Emissões de CO₂ provenientes de outros processos (*upstream*) como compra de eletricidade ou vapor, particularmente para processos de lingotamento (“casting”), aquecimento (“reheating”) e produção de aço a partir de sucata;

- **Escopo III:** Outras emissões ou créditos relacionadas com a compra de produtos como, por exemplo, materiais pré-processados.

Os inputs necessários para o cálculo do indicador são:

- Emissões de CO₂ provenientes da produção de produtos intermediários;
- Emissões de CO₂ provenientes da produção de aço;
- Tonelagem de aço produzido.

A unidade do indicador é ton CO₂/ton aço produzido e o cálculo pode ser feito através da equação a seguir:

$$Emissão \text{ } específica \text{ } de \text{ } CO_2 = \frac{\text{Total} \text{ } de \text{ } emissão \text{ } de \text{ } CO_2}{\text{Toneladas} \text{ } de \text{ } aço \text{ } produzido}$$

2. Eficiência energética

Esse indicador apresenta a taxa de energia consumida por tonelagem de aço produzida. Assim como o indicador de emissões de GEE, o de eficiência energética trata apenas de sistemas integrados de produção de aço.

Para que ele seja corretamente calculado e apresentado, a empresa produtora de aço deve obter as seguintes informações, e, posteriormente, utilizar a fórmula descrita abaixo para calculá-lo:

- Energia consumida na produção de produtos intermediários;
- Energia consumida na produção de aço;
- Tonelagem de aço produzida e transformada em lingotes ou chapas.

$$\text{Eficiência Energética} = \frac{\text{Quantidade} \text{ } total \text{ } de \text{ } energia \text{ } consumida}{\text{Toneladas} \text{ } de \text{ } aço \text{ } produzidas}$$

O indicador deve ser apresentado em GJ/ton.

3. Eficiência no uso de matéria-prima

Esse indicador mede a quantidade de material não mandada para aterros ou incineração, seja dentro ou fora dos limites da empresa produtora de aço, por tonelagem de aço produzida.

Assim como os dois primeiros, a eficiência no uso de matéria-prima só considera os sistemas integrados de produção de aço.

Para este fim, escória não são consideradas descartes, a menos que essas sejam encaminhadas para aterros sanitários ou incineração, ou seja, escória que é reutilizada ou estocada não é considerada descarte.

Subprodutos são definidos como os resíduos que são reutilizados. Todos aqueles subprodutos que não são reutilizados, devem ser tidos como descartes.

Para que a empresa produtora de aço calcule e apresente corretamente este indicador, ela deve ter as seguintes informações, e, posteriormente, utilizar a fórmula descrita na abaixo para calculá-lo:

- Quantidade total de material descartada em aterros sanitários;
- Quantidade total de material enviado para processos de incineração;
- Quantidade total de subprodutos produzida.

$$Eficiência\ no\ uso\ de\ MP = \frac{aço\ bruto + subprodutos}{aço\ bruto + subproduto + descartes}$$

Onde:

$$\begin{aligned} Descartes &= \text{material enviado para aterros} \\ &\quad + \text{material enviado para incineração} \end{aligned}$$

O resultado deve ser apresentado em termos de porcentagem.

4. Sistemas de Gestão Ambiental (EMS)

Esse indicador mede a quantidade de funcionários de uma determinada empresa produtora de aço que trabalham em unidades certificadas por um sistema de gestão ambiental como a ISO 14.001 e a EMAS (EU Eco-Management and Audit Scheme).

Diferentemente dos 3 primeiros indicadores apresentados, esse não se limita somente aos sistemas integrados de produção de aço, mas a todas as unidades pertencentes a empresa em questão, excluindo-se as *joint ventures*.

O cálculo deste indicador deve ser feito com a fórmula representada a seguir:

$$EMS = \frac{\text{Funcionários que trabalham em unidades certificadas}}{\text{Total de funcionários}}$$

3.2.1.2 Sustentabilidade social

5. Taxa de freqüência de acidentes com afastamento

Um acidente com afastamento, neste caso, é definido com um acidente acontecido dentro do ambiente de trabalho que tem por consequência o afastamento do funcionário acidentado por um determinado período de tempo.

Esse indicador representa o número de acidentes com afastamento por milhão de horas trabalhadas e é baseado no número de horas trabalhadas por todos os funcionários da empresa, independente da unidade de trabalho (operacional ou não-operacional). Além disso, também são incluídas nesse indicador as horas trabalhadas por funcionários terceirizados que estejam alocados dentro das unidades da empresa relatora.

O cálculo deve ser feito da seguinte forma, como mostrado na equação abaixo:

$$TFACA = \frac{\text{Número de acidentes com afastamento} * 1.000.000}{\text{Número total de horas trabalhadas}}$$

6. Treinamento de funcionários

Esse indicador mede a quantidade de horas de treinamento que são dadas por funcionário em uma determinada empresa produtora de aço. Os treinamentos incluídos nesse indicador podem utilizar diversos métodos como aulas presenciais, materiais escritos, treinamentos *on-the-job*, entre outros.

Nesse caso, não serão incluídos os treinamentos dados a funcionários terceirizados.

Defini-se que um dia de treinamento é igual a 8 horas. Assim como o indicador da taxa de freqüência de acidentes com afastamento, este também inclui todas as unidades de uma determinada empresa, operacionais ou não-operacionais.

O cálculo do indicador deve ser feito com a fórmula representada na equação mostrada a seguir:

$$\text{Treinamento de funcionários} = \frac{\text{Total de dias de treinamento}}{\text{Número total de funcionários}}$$

3.2.1.3 Sustentabilidade econômica

7. Investimentos em novos produtos e processos (INPP)

Esse indicador mede a quantidade de investimentos feitos por uma determinada organização em capital e P&D (pesquisa e desenvolvimento). Esses investimentos devem estar baseados em gastos diretos da empresa e, também, devem ser incluídos no relatório referente ao ano em que foram feitos.

Investimentos em capital (CAPEX “*Capital Expenditure*”) incluem os recursos utilizados para aquisição ou benefício ativos como propriedades, equipamentos, unidades produtivas, entre outros.

Investimentos em P&D incluem recursos utilizados pela organização para desenvolvimento e descoberta de novos conhecimentos sobre produtos, processos e serviços que preencham as necessidades do mercado.

O cálculo do indicador deve incluir todas as unidades da organização relatora, incluindo as *joint ventures* que participam da consolidação de seus resultados financeiros.

$$INPP = \frac{(Investimentos\ em\ Capital) + (Investimentos\ em\ P\&D)}{Faturamento\ anual}$$

8. Valor distribuído (VD)

Esse indicador tem como objetivo quantificar o valor distribuído pela indústria do aço para a sociedade. Nele são incluídas contribuições diretas e indiretas, independente da estrutura político-financeira do país em questão.

Para o cálculo deste indicador, dois métodos são propostos:

- Cálculo da diferença entre o valor econômico gerado pela empresa e o valor econômico retido pela mesma;
- Soma direta de todo o valor distribuído.

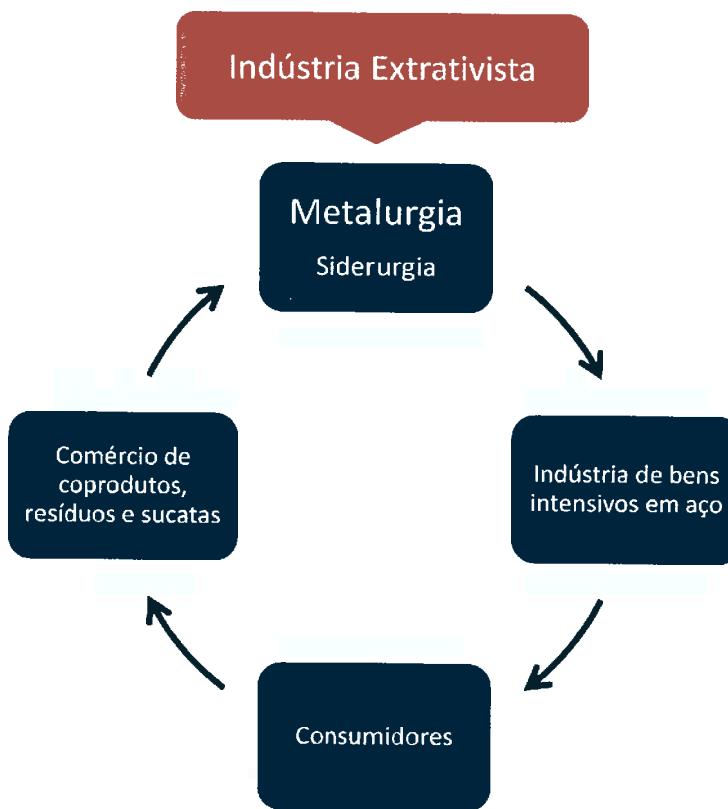
De acordo com o WorldSteel Association, os membros associados são solicitados a fornecer o indicador em ambos os métodos, se os dados estiverem disponíveis. Normalmente, os valores estarão bem próximos um do outro.

4. Siderurgia e sustentabilidade

4.1 O aço

O aço é, hoje, o material mais reciclado no mundo. Ao lado de sua alta durabilidade e resistência, a possibilidade de ser totalmente reciclado, sem perda de qualidade, é uma de suas principais características. [30]

O ciclo de vida do aço pode ser dividido em 5 etapas principais, sendo elas a indústria extrativista, metalurgia, indústria de bens duráveis intensivos em aço, consumo propriamente dito e comércio de resíduos e sucatas, como ilustra a figura a seguir.



Fonte: Relatório Anual de Sustentabilidade – Instituto Aço Brasil [28]

Figura 4.1 – Ciclo de vida do aço (Adaptado de IABr [30]).

4.2 Siderurgia

A siderurgia, ou seja, fabricação e tratamento do aço, pode ser dividida em 4 etapas, são elas:

- Preparação da carga
- Redução
- Refino e Lingotamento
- Laminação

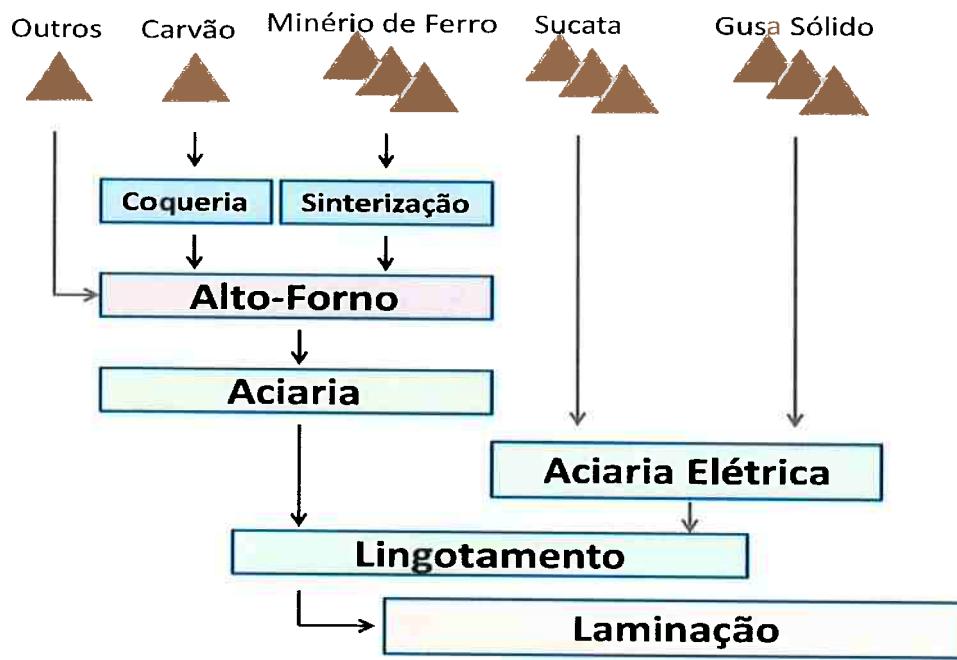
A primeira etapa, ou seja, a preparação da carga, constitui-se da produção do coque e do sínter que abastecerão os altos-fornos na etapa seguinte, de redução do minério.

Após o carregamento da carga preparada no alto-forno, a reação química entre o oxigênio soprado no equipamento e o carbono contido no coque gera calor e permite a fusão da carga metálica e a redução do minério de ferro. O produto resultante dessa etapa é o ferro gusa, uma liga de ferro carbono com teor de carbono elevado.

A próxima etapa constitui-se do refino da carga metálica, que pode ser proveniente do alto forno, no caso de gusa líquido, ou de fontes externas, no caso de sucata de aço ou gusa sólido, e no lingotamento do aço. Durante a etapa do refino do aço, o excesso de carbono é retirado junto com outras impurezas. [30]

A última etapa do processo é a laminação, que constitui no processamento dos semiacabados, ou seja, dos lingotes e blocos que resultam do lingamento, em produtos siderúrgicos como placas, chapas, perfis, etc.

A **figura 4.2** apresenta um fluxo simplificado da produção do aço, conforme as 4 etapas citadas acima.



Fonte: Relatório Anual de Sustentabilidade – Instituto Aço Brasil [28]

Figura 4.2 – Fluxo Simplificado de produção do aço (Adaptado de IABR[30]).

Essas etapas podem ocorrer todas na mesma usina, no caso do processo integrado, ou então podem acontecer em usinas diferentes, no caso do processo semi-integrado.

As usinas integradas fabricam o aço através da redução do minério de ferro, com o uso de coque ou carvão vegetal como fonte de energia e elemento redutor para o processo. Já nas usinas semi integradas o aço é produzido normalmente a partir de sucata, o que elimina a necessidade do processo de redução de minério de ferro. Além disso, é comum o uso de energia elétrica em usina semi-integradas, em oposição ao uso de carvão como é comum nos processos integrados.

4.3 Sustentabilidade na Siderurgia

Apesar de o aço ser considerado um material sustentável, na medida em que se apresenta de forma 100% reciclável, a atividade siderúrgica como um todo enfrenta diversos desafios quanto à preservação ambiental. O consumo de recursos não-renováveis (minério de ferro, carvão mineral, etc.) e renováveis (água, oxigênio, etc.), consumo de energia, emissão de gases causadores do efeito estufa e geração de resíduos são alguns dos maiores obstáculos do setor siderúrgico na busca por processos sustentáveis de fabricação do aço.

[31]

Um dos maiores problemas relativos à sustentabilidade do processo siderúrgico é a quantidade de gases efeito estufa, principalmente CO₂, gerados durante a produção do aço. No processo, o carbono é utilizado como gerador de energia e também como agente redutor do minério de ferro. Dessa forma, parte do carbono é incorporada aos produtos (ferro gusa e aço) e a outra parte é emitida da forma de gás carbônico.

A quantidade de resíduos gerados nos processos siderúrgicos também é motivo de mobilização por parte das empresas do setor que procuram formas de reutilizá-los e reciclá-los, evitando a disposição final dos mesmos em aterros sanitários ou incineração. Estima-se que para cada tonelada de aço bruto produzida são necessárias mais de 2 toneladas de matéria prima e insumos.

[31]

Os resíduos sólidos são gerados nas diversas etapas do processo de fabricação do aço como a redução do minério, o refino secundário e a laminação.

Alguns resíduos gerados são ricos em ferro e por isso podem ser reciclados. É o caso dos pós, finos, lamas e carepas, que contém 10%, 50%, 20% e 20% de ferro em sua composição, respectivamente. A maior parte dos pós, finos e carepas retornam ao processo de sinterização, enquanto que aproximadamente 6% das lamas são vendidas pela empresa fabricante de aço para outros setores industriais. [31]

Outro resíduo relevante gerado durante o processo siderúrgico é a escória. Estima-se que para tonelada de aço bruto produzida, 370kg de escória são gerados. No entanto, as escórias siderúrgicas são amplamente utilizadas por outros setores industriais, como a fabricação de cimento, e por isso são comercializadas após beneficiadas. [31]

São esses desafios que têm mobilizado os produtores de aço para o desenvolvimento de estratégias que possibilitem a mitigação dos impactos negativos sem comprometer o processo siderúrgico.

As questões sobre o consumo de energia e recursos naturais renováveis e não-renováveis serão retomadas nos próximos capítulos deste trabalho, onde serão analisados os indicadores relacionados a cada um desses temas.

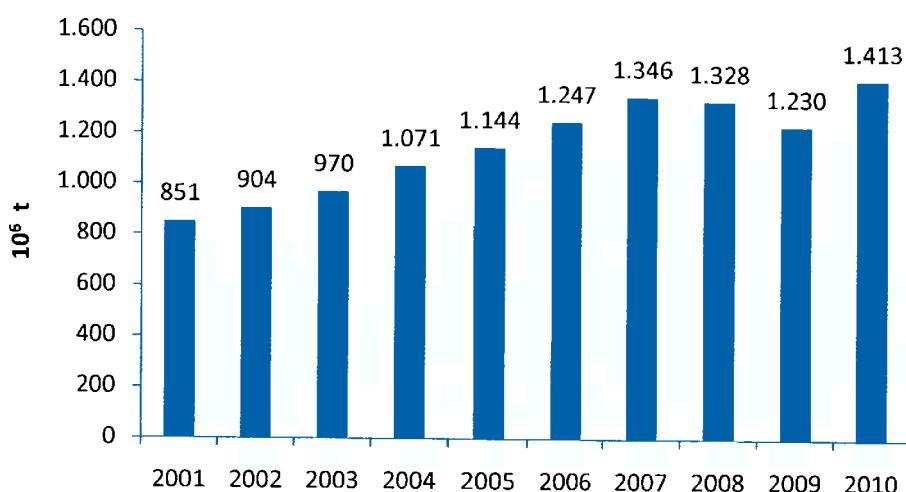
4.4 Panorama mundial

Apesar da concorrência com outros materiais como os plásticos e o alumínio, o aço permanece um material competitivo e dominante em diversos setores como a indústria naval, automotiva, aviação, entre outras.

A atividade siderúrgica é, tipicamente, relacionada ao grau de desenvolvimento econômico de um país. Fato esse que pode ser atribuído à importância do aço nos setores básicos de construção de infra-estrutura e nos demais segmentos da economia. [32]

Nos últimos 10 anos a produção do aço cresceu mais de 66%, passando de aproximadamente 850 milhões de toneladas em 2001 para 1.413 milhões de toneladas em 2011. [33]

O **gráfico 4.1** mostra a evolução da produção mundial de aço bruto desde 2001. Vale destacar a queda da produção observada em 2009 decorrente da crise econômica que atingiu o mundo todo no ano de 2008, fazendo com que muitas empresas produtoras de aço reduzissem a sua atividade.

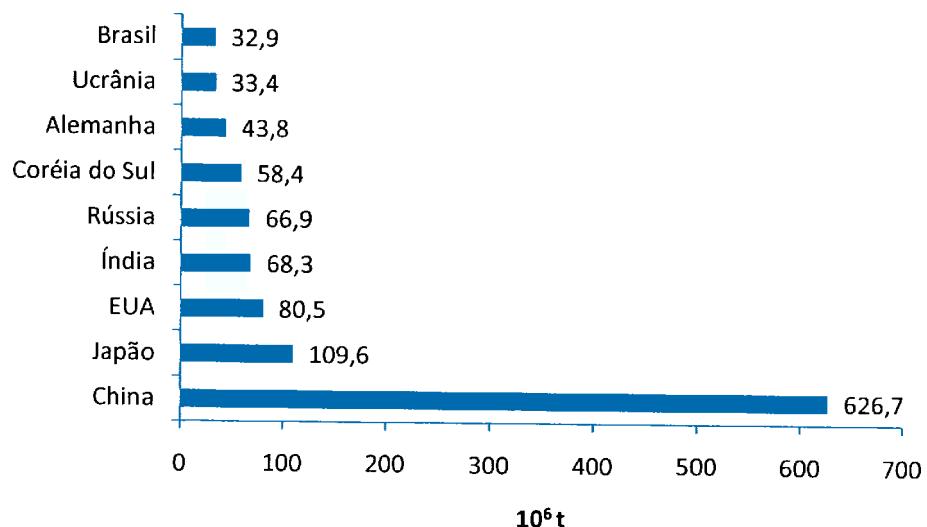


Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.1 – Produção mundial de aço bruto (10⁶ t).

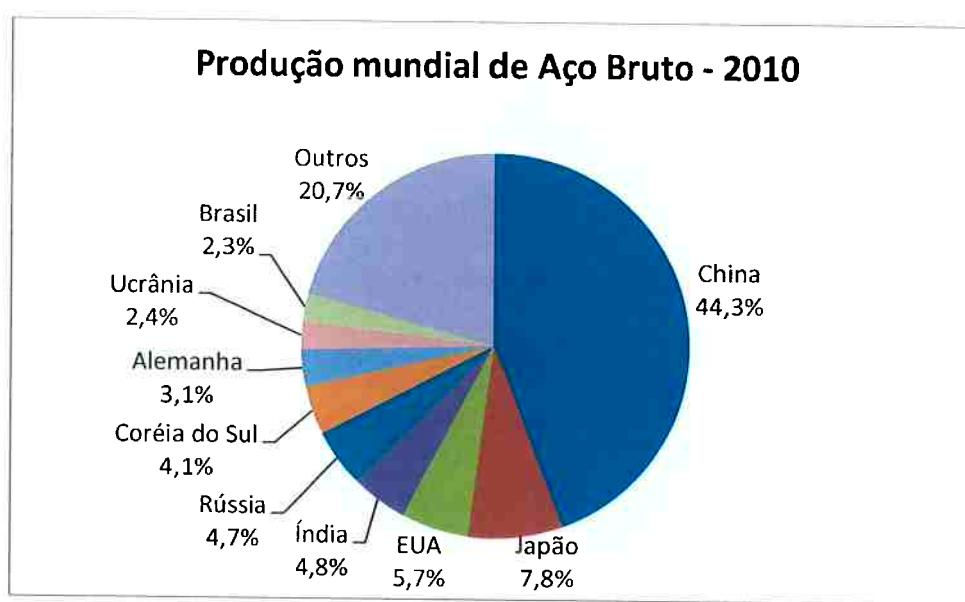
O Brasil ocupa a nona posição no ranking mundial dos maiores produtores de aço bruto, enquanto que as 3 primeiras posições vêm sendo ocupadas por 3 países há mais de uma década, China, Japão e EUA.

A China se situa no panorama mundial da indústria siderúrgica como o maior produtor de aço, posição que ocupa há mais de dez anos. Sua produção de aço bruto quase dobrou na última década, passando de 353,2 milhões de toneladas em 2001, o que representava aproximadamente 31% da produção mundial, para 626,7 milhões de toneladas em 2010, o que representa 44,3% da produção mundial.



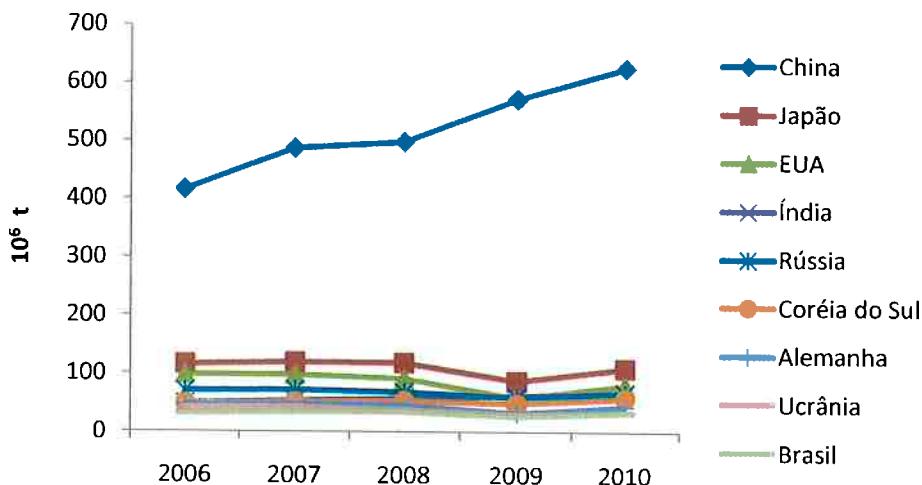
Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.2 – Maiores produtores mundiais de aço bruto (produção em 10⁶ t).



Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.3 – Distribuição da produção mundial de aço bruto por país.

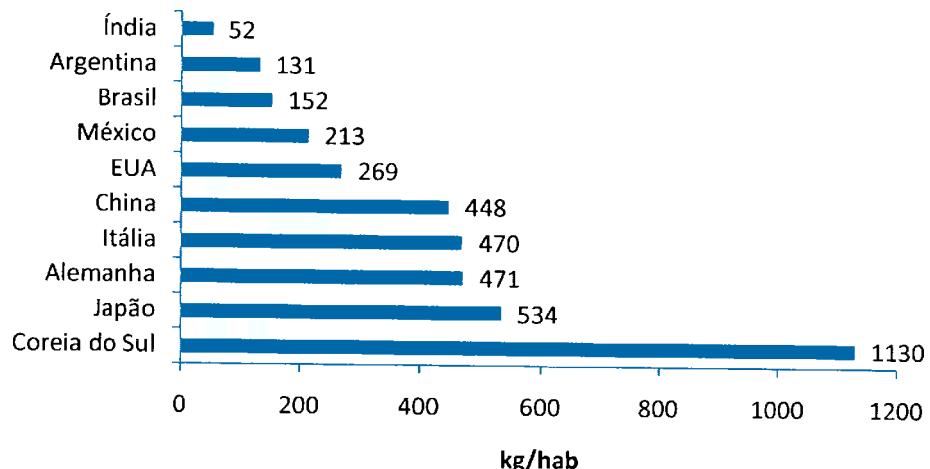


Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.4 – Evolução dos 9 primeiros países no ranking dos maiores produtores de aço bruto do mundo (10^6 t).

A análise do **gráfico 4.4** permite a observação de que, dentre os 9 maiores produtores mundiais de aço em 2010, a China e a Índia foram os únicos que não vivenciaram queda na produção no ano de 2009, pós crise econômica. Ao invés disso, a China aumentou sua produção em 15% no ano de 2008 e a Índia aumentou em 9%. Os países que tiveram sua atividade siderúrgica mais prejudicada em função da crise foram os EUA, Canadá, Romênia, Suécia e Bélgica que tiveram quedas de 36%, 37%, 42%, 44% e 48% respectivamente.

O consumo per capita de aço, ou seja, quantidade total de aço consumida em um país dividida pela quantidade de habitantes está representado no **gráfico 4.5**.



Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

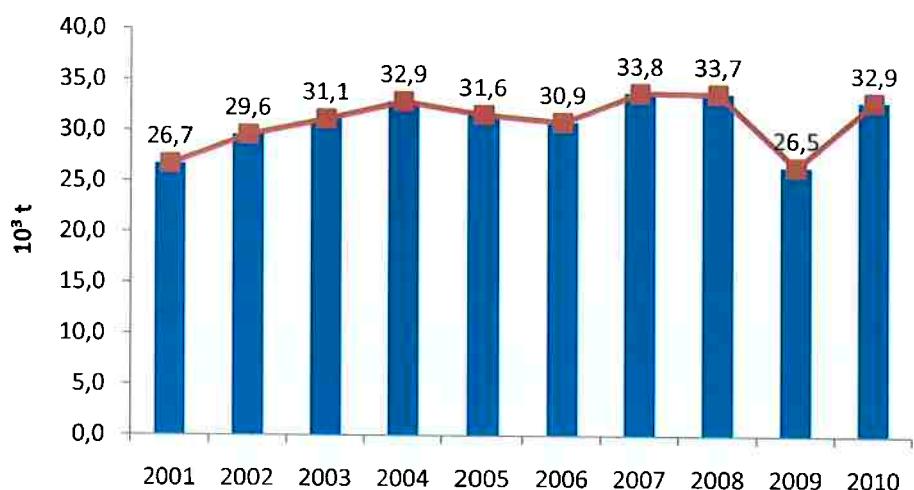
Gráfico 4.5 – Países com os maiores índices de consumo per capita de aço bruto (consumo em kg/hab).

De modo geral, o consumo per capita apresentou grande crescimento nos países em desenvolvimento no período entre 1999 e 2008. No caso do Brasil, o consumo de aço per capita aumentou 50,2%, passando de 90,4 kg/hab em 1999 para 135,8 kg/hab em 2008, e atingindo o valor de 152 kg/hab no ano de 2010, como mostra o **gráfico 4.5**. Por outro lado, diversos países desenvolvidos presenciaram uma variação pequena deste indicador, sendo que, em alguns casos, essa variação chegou a ser negativa, como ocorreu com os EUA, França e Reino Unido.

O consumo per capita de aço extremamente alto apresentado pela Coréia do Sul é resultado da grande quantidade de indústrias intensivas em aço que operam em seu território.

4.5 Panorama Brasileiro

A produção brasileira de aço sofreu os efeitos da crise econômica mundial em 2008, o que pode ser verificado no **gráfico 4.6** com a redução em aproximadamente 20% de sua produção anual. No entanto, 1 ano depois da crise o país parece estar se recuperando e já conseguiu retomar a produção para níveis bem próximos dos atingidos nos anos de 2007 e 2008.



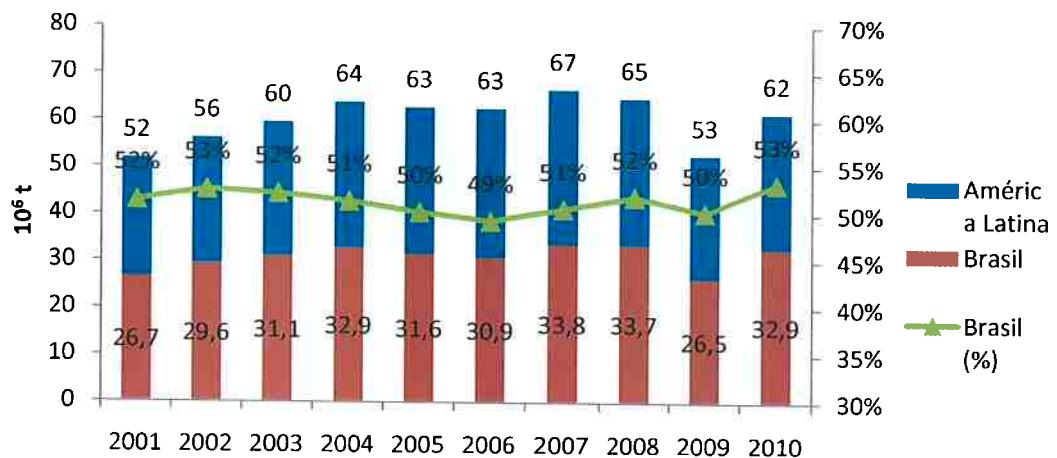
Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.6 – Evolução da produção brasileira de aço bruto.

Na indústria siderúrgica o Brasil possui grandes vantagens quando comparado à maioria dos países produtores de aço, principalmente por possuir uma das maiores reservas de minério de ferro de boa qualidade do mundo. [32]

O Brasil foi responsável por mais metade da produção de aço bruto da América Latina no ano de 2010, seguido pelo México que produziu o equivalente a 27,1% e a Argentina que ocupou a terceira posição com uma porcentagem de 8,8% do total produzido na região.

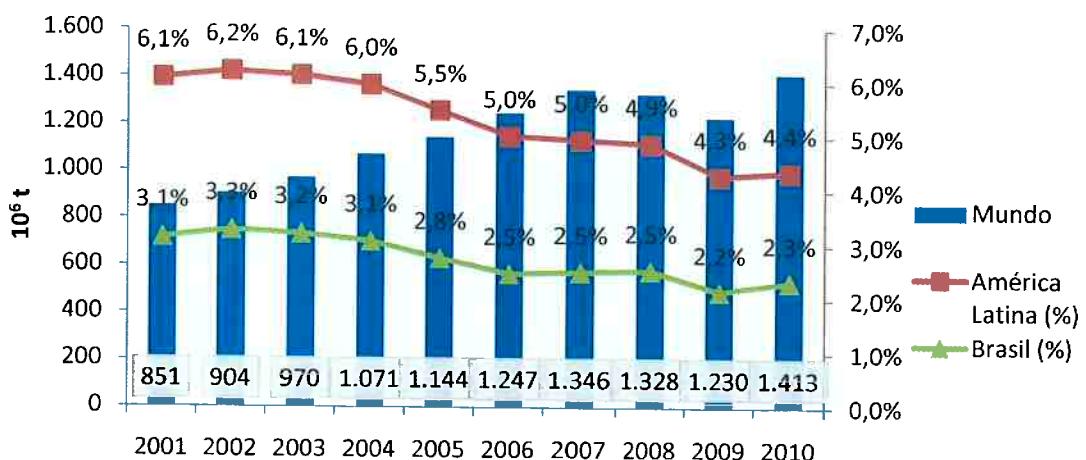
O **gráfico 4.7** mostra a evolução na participação do Brasil na produção de aço da América Latina, na última década. É possível observar que o valor não varia muito, ficando sempre em torno de 50%, atingindo o seu menor valor em 2006, quando ficou responsável por aproximadamente 49% do total de aço produzido.



Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.7 – Evolução da participação do Brasil na produção latino americana de aço bruto (produção em 10⁶ t).

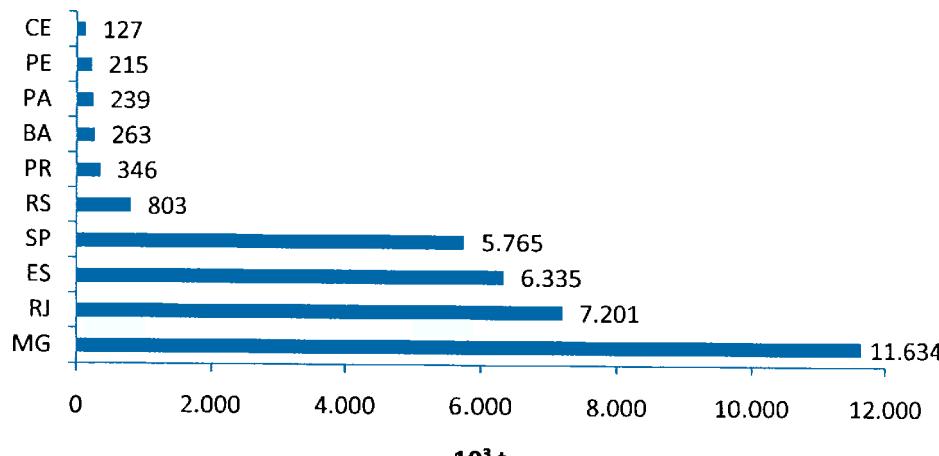
A América Latina, por sua vez, foi responsável por aproximadamente 4,4% da produção mundial de aço, sendo que esse valor já chegou a ser de 6,2% no ano de 2002. Percebe-se, ao analisar os dados apresentados no **gráficos 4.7 e 4.8** que a perda de participação da América Latina no total de aço produzido no mundo não se deve a uma redução da produção regional, mas sim a um aumento na produção mundial, impulsionado principalmente pelo crescimento econômico da China.



Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

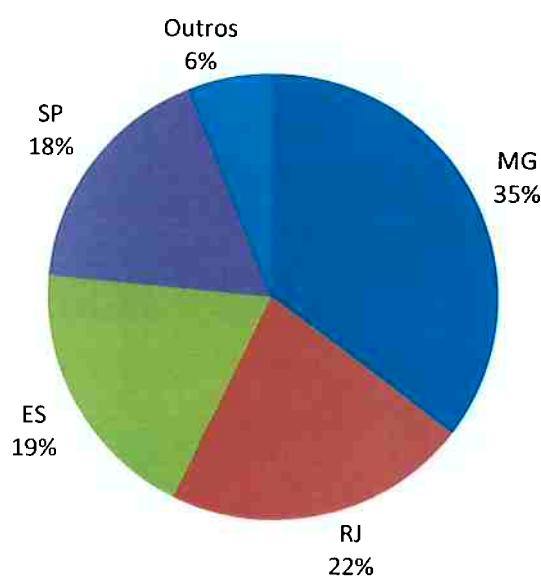
Gráfico 4.8 – Evolução da participação da América Latina e do Brasil na produção mundial de aço bruto.

No Brasil, a produção de aço está concentrada em poucos estados, sendo que 4 deles, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, são responsáveis por mais de 90% da produção nacional, como mostram os gráficos 4.9 e 4.10.



Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.9 – Estados brasileiros produtores de aço bruto (produção em 10³ t).



Fonte: Anuário Estatístico 2011 – IABr [33]

Gráfico 4.10 – Distribuição percentual da produção brasileira de aço por estado.

5. Estudo de caso – Indústria Siderúrgica Brasileira – Sistemas Integrados

5.1 Introdução

A ABM, Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, promove anualmente uma série de cursos, congressos e simpósios. A agenda de eventos ligados à questão da sustentabilidade ambiental é composta, entre outros, pelo Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades (SBEGU). Trata-se de um evento que acontece anualmente e chegou a sua 32^a edição no ano de 2011. Neste encontro, são discutidos temas ligados ao gerenciamento de energia, tratamento de águas e efluentes, aproveitamento e destinação de rejeitos, créditos de carbono, entre outros. [34]

Os dados analisados neste estudo de caso foram todos obtidos a partir do material apresentado no SBEGU de 2011. As empresas/usinas que apresentaram os balanços energéticos e de utilidades durante o evento e que, por consequência, serão analisadas no presente trabalho são:

- Aperam**

Antiga Acesita, fundada em 1944 em Minas Gerais na cidade de Timóteo, a Aperam é hoje a única usina integrada na América Latina que produz aços planos inoxidáveis e elétricos.[35] Em 2006 a Acesita foi incorporada pelo Grupo ArcelorMittal Brasil, dando origem à empresa conhecida como ArcelorMittal Inox Brasil, atualmente Aperam. [36]

Dentre os principais produtos fabricados pela usina estão os aços planos inoxidáveis, aços elétricos e aços ao carbono especiais. A Aperam conta com 2 altos fornos, além das unidades de aciaria e laminação. [35]

- ArcelorMittal Monlevade**

Fundada em 1917 em Minas Gerais na cidade de Sabará, inicialmente com o nome de Companhia Siderúrgica Mineira e posteriormente, após aporte de capital estrangeiro, sob o nome de Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, a atual ArcelorMittal Monlevade é a usina mais antiga do Brasil e faz parte da empresa ArcelorMittal Aços Longos.

Dentre os principais produtos fabricados pela unidade siderúrgica integrada estão os aços longos, laminados e trefilados, destacando-se os chamados fios máquina. [37]

A usina conta com unidades de sinterização, acaria, laminação e um alto forno.

- **ArcelorMittal Tubarão**

Ainda com o nome de CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão), a usina iniciou suas operações em 1983, na cidade de Tubarão, Espírito Santo. Em 2005 passou a fazer parte do grupo ArcelorMittal Brasil. [38]

Dentre os principais produtos fabricados na ArcelorMittal Tubarão estão aços longos, como placas e bobinas.

- **Companhia Siderúrgica Nacional - CSN Usina Presidente Vargas**

Localizada no município de Volta Redonda, Rio de Janeiro, a Usina Presidente Vargas conta com 3 altos-fornos, dentre os quais somente dois estão atualmente em operação, além de unidades de coqueria, sinterização, acaria, lingotamento contínuo, laminação, entre outras. [39]

- **Gerdau Açominas**

A Gerdau Açominas, antigamente apenas Açominas, iniciou suas operações em 1986 em Minas Gerais. O complexo ocupa uma área entre a Cidades de Ouro Branco e Congonhas. A usina foi a última do Brasil a ser privatizada, e tornou-se 100% propriedade da Gerdau no ano de 2007. [40]

Dentre os principais produtos fabricados pela usina estão tarugos, placas, blocos, perfis e fios-máquina.

- **Usiminas Cubatão**

Antiga COSIPA (Companhia Siderúrgica Paulista), fundada em 1953 na cidade de Cubatão, São Paulo, a Usina José Bonifácio de Andrada e Silva foi formalmente incorporada pelo sistema Usiminas em meados de 2005.

A usina conta com dois altos-fornos, além de unidades de coqueificação, sinterização, acaria, laminação. Dentre os principais produtos fabricados na usina estão chapas, placas e laminados, a frio e a quente. [41]

- **Usiminas Ipatinga**

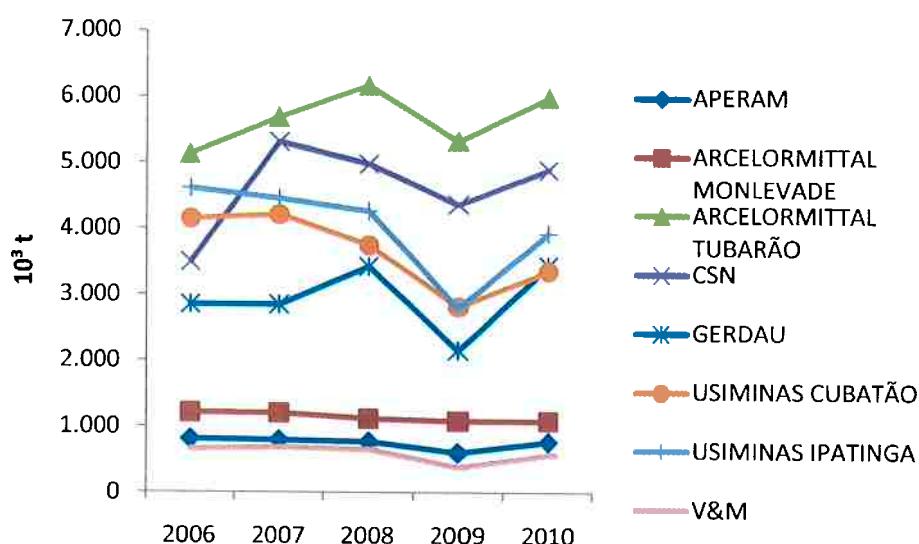
Antiga USIPA, fundada em 1953, teve o início de suas operações no ano de 1962. [42]

A unidade siderúrgica é composta por uma unidade de coqueria e uma de sinterização, 3 altos fornos, 2 unidades de aciaria com conversores LD, entre outras unidades industriais. Dentre os produtos fabricados na usina, destacam-se as tiras a quente e a frio. [43]

- **Vallourec & Mannesman Usina do Barreiro**

O complexo industrial da Usina do Barreiro, localizado em Belo Horizonte, é composto por dois altos-fornos, abastecidos com carvão vegetal, e unidades de aciaria, laminação, têmpera e revenimento, trefilaria, forja e planta de acabamento de tubos. [44]

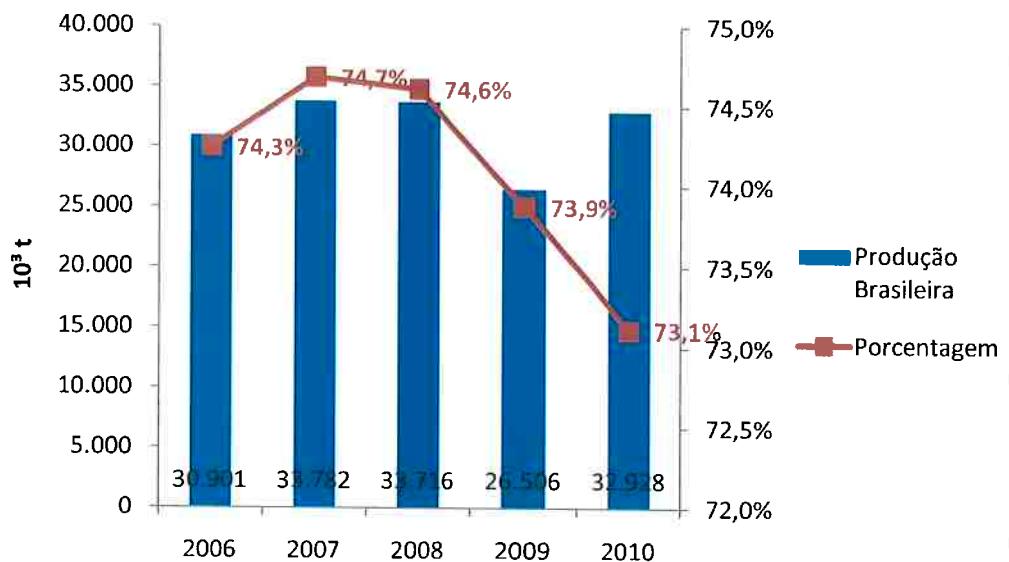
A produção anual de cada empresa está representada no **gráfico 5.1**. Deve-se ressaltar a recuperação das empresas no período pós-crise econômica de 2008, evidenciada pelo crescimento da produção no período entre os anos de 2009 e 2010.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.1 – Produção anual de aço bruto das usinas (10³ t).

Juntas, essas empresas representam aproximadamente 73% do total da produção anual brasileira de aço, como mostra o **gráfico 5.2** a seguir.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.2 – Produção Brasileira anual de aço bruto (10³ t) e participação das usinas consideradas no estudo .

5.2 Indicadores analisados

Após a análise do processo siderúrgico integrado e dos indicadores de desempenho ambiental propostos pelo GRI e pela WSA, foram destacados alguns indicadores que teriam maior relevância, levando em conta os impactos negativos causados pela indústria do aço. A **tabela 5.1** apresenta esses indicadores.

Tabela 5.1 – Indicadores de desempenho ambiental propostos pelo GRI selecionados para a indústria siderúrgica.

Indicador	Descrição
EN1	Materiais usados por peso ou volume
EN3	Consumo de energia primária direta discriminado por fonte de energia
EN8	Total de retirada de água por fonte
EN10	Percentual e volume total de água reciclada e reutilizada
EN16	Total de emissões diretas e indiretas de gases causadores do efeito estufa, por fonte
EN20	NOx, SOx e outras emissões atmosféricas significativas, por tipo e peso
EN22	Peso total de resíduos, por tipo e método de disposição

Os indicadores publicados pelas empresas participantes do SBEGU 2011 , os quais serão analisados na próxima seção deste capítulo, são:

- Consumo específico de energia;
- Consumo de energia por processo;
- Consumo específico de energia elétrica (comprada e gerada);
- Matriz Energética;
- Consumo específico de ferro gusa;
- Consumo específico de gases (oxigênio, nitrogênio, argônio);
- Consumo específico de combustíveis no AF (coque, finos de carvão, outros);

- Consumo específico de água doce captada;
- Índice de recirculação de água;
- Índice de aproveitamento global dos gases.

Os indicadores listados acima relacionam-se com aqueles propostos pelo GRI selecionados neste trabalho para a indústria siderurgia de acordo com a **tabela 5.2**.

Tabela 5.2 – Relação entre os indicadores analisados (SBEGU 2011) e os propostos pelo GRI e pela WSA.

GRI	WSA	SBEGU 2011
EN1	Eficiência no uso de matéria-prima	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo específico de ferro-gusa • Consumo específico de gases criogênicos • Consumo específico de combustíveis no alto-forno
EN3	Eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo específico de energia • Consumo específico de energia por processo • Consumo específico de energia elétrica
EN8		<ul style="list-style-type: none"> • Consumo específico de água doce captada
EN10		<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Recirculação de Água
EN16	Emissão de gases efeito estufa	
EN20		
EN22		

5.3 Análise dos dados

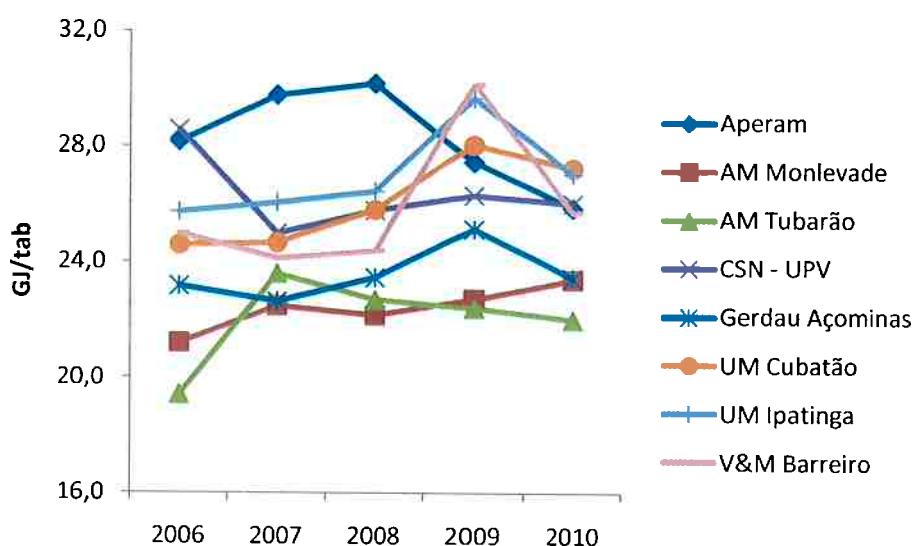
Consumo Específico de Energia

O consumo específico de energia para a produção de aço, ou seja, a quantidade de energia necessária para produzir uma unidade de produto físico, no caso, uma tonelada de aço bruto (tab), pode ser considerado um indicador de eficiência energética da indústria siderúrgica [32].

Esse indicador, por sua vez, é afetado por diversos fatores, dentre os quais se destacam:

- Processo utilizado para a produção do aço;
- Tipo e qualidade dos materiais e fontes energéticas utilizadas;
- Produtos produzidos.

Os dados abaixo apresentam o consumo específico de energia, em GJ/tab (GJ por tonelada de aço bruto), considerando fontes primárias (carvão mineral, gás natural, petróleo, etc) e secundárias (eletricidade) das empresas que participaram do SBEGU em 2011.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.3 – Consumo específico de energia (GJ/tab).

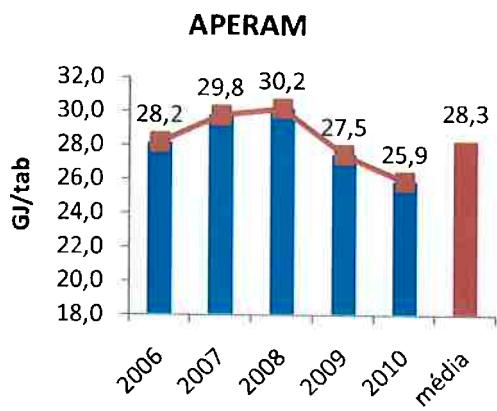


Gráfico 5.4 a

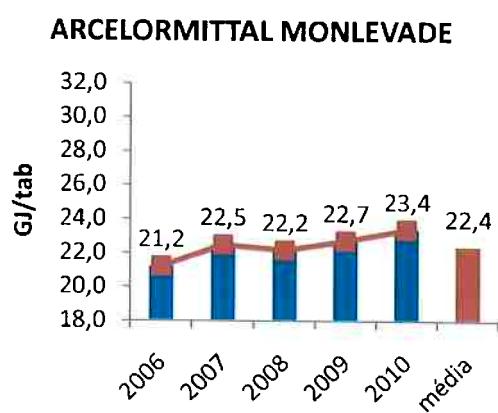


Gráfico 5.4 b

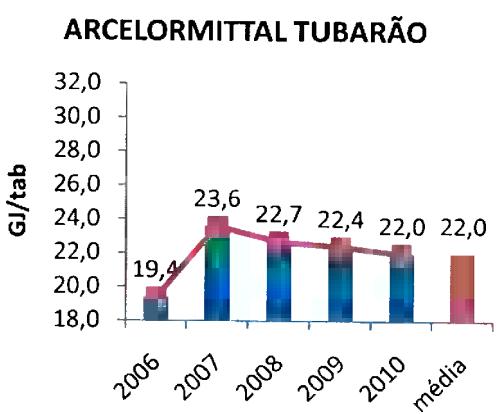


Gráfico 5.4 c

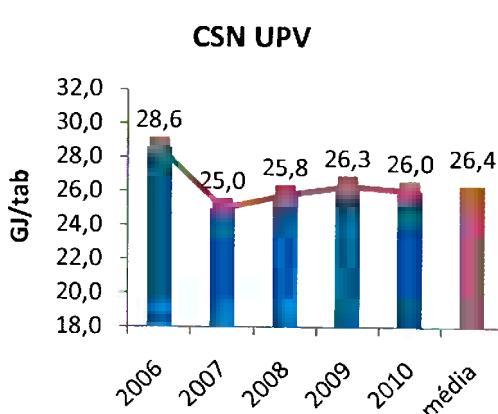


Gráfico 5.4 d

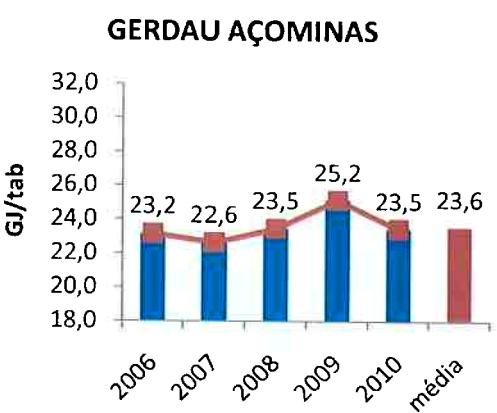


Gráfico 5.4 e

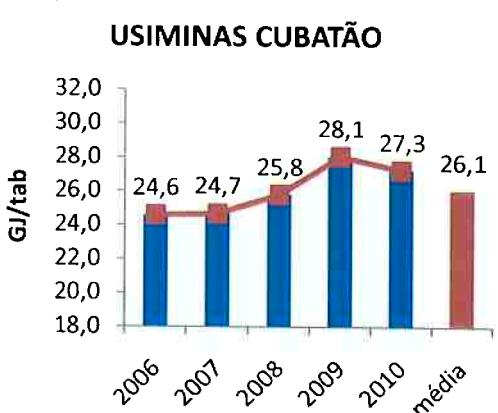


Gráfico 5.4 f

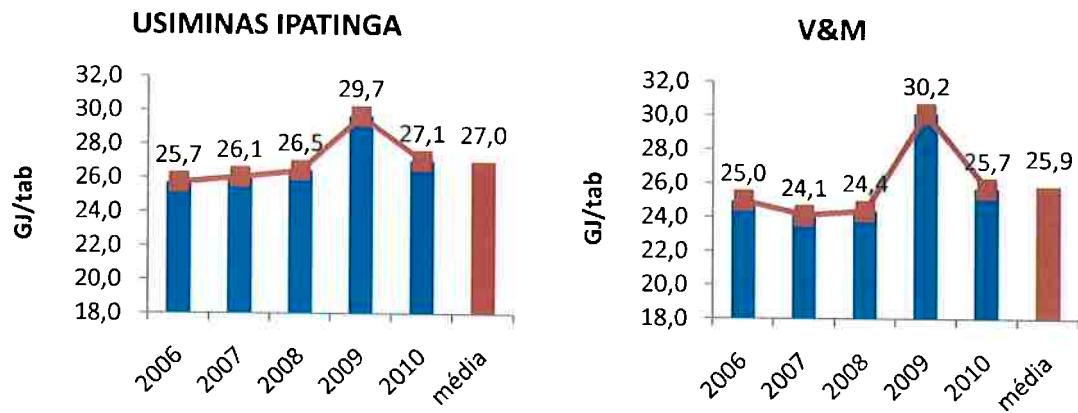


Gráfico 5.4 g

Gráfico 5.4 h

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.4 – Consumo específico de energia (GJ/tab) por usina.

É possível observar, através da análise do **gráfico 5.3** e dos **gráficos 5.4** que a maior parte das usinas apresentou uma queda no consumo específico de energia no período de 2010 em relação ao ano de 2009, com a exceção da ArcelorMittal Monlevade, que, mesmo não reduzindo seu consumo específico de energia neste período, continua tendo um dos índices mais baixos do setor.

Um dos fatores que pode ser apontado como uma razão para essa queda no consumo específico de energia é a retomada da produção, que, em todas as usinas analisadas foi reduzida em função da crise econômica no ano de 2009, conforme observado nos **gráficos 5.4**.

Os **gráficos 5.5** apresentam os índices de consumo específico de energia que as usinas analisadas apresentaram nos últimos 5 anos, além da média anual para o mesmo.

Assim como o consumo específico de energia por usina, a média anual das mesmas também apresenta queda entre os anos de 2009 e 2010. Nesse caso, a média do índice passou de 26,5 GJ/tab para 25,1 GJ/tab, apresentando uma redução de pouco mais de 5%, conforme ilustrado nos **gráficos 5.5 d e 5.5 e**.

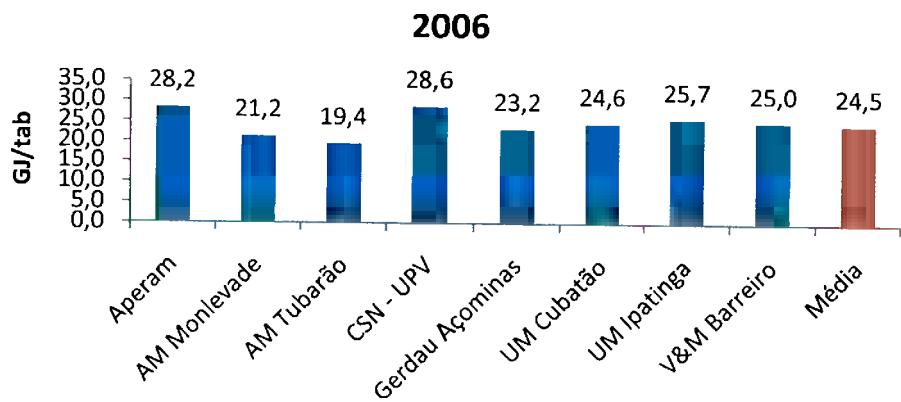


Gráfico 5.5 a

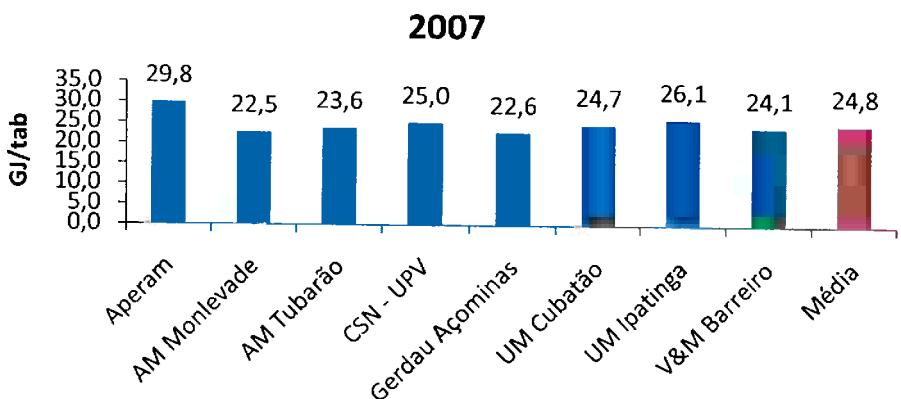


Gráfico 5.5 b

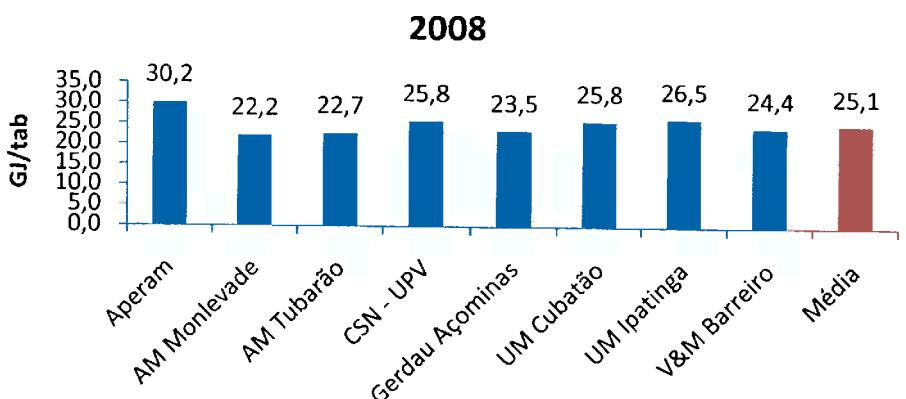


Gráfico 5.5 c

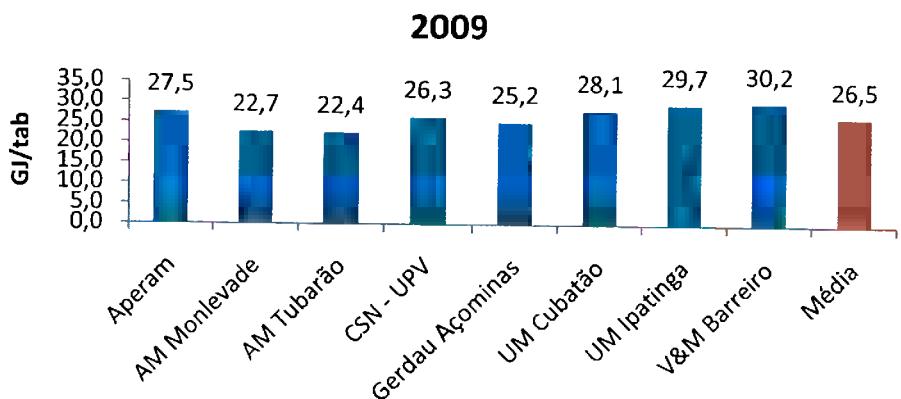


Gráfico 5.5 d

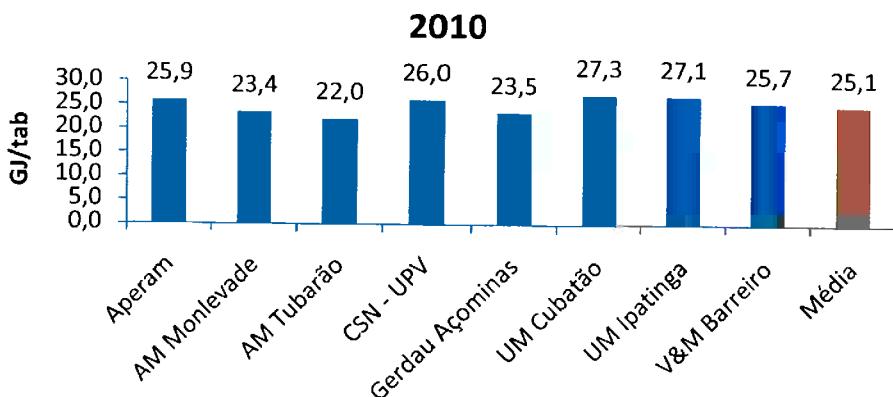


Gráfico 5.5 e

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.5 – Consumo específico de energia (GJ/tab) por ano.

A análise dos gráficos 5.5 a-e permite observar que tanto as usinas ArcelorMittal Monlevade e Tubarão quanto a Gerdau Açominas obtiveram índices melhores que a média em todos os anos, sendo que os menores índices foram sempre da ArcelorMittal, variando entre Monlevade e Tubarão.

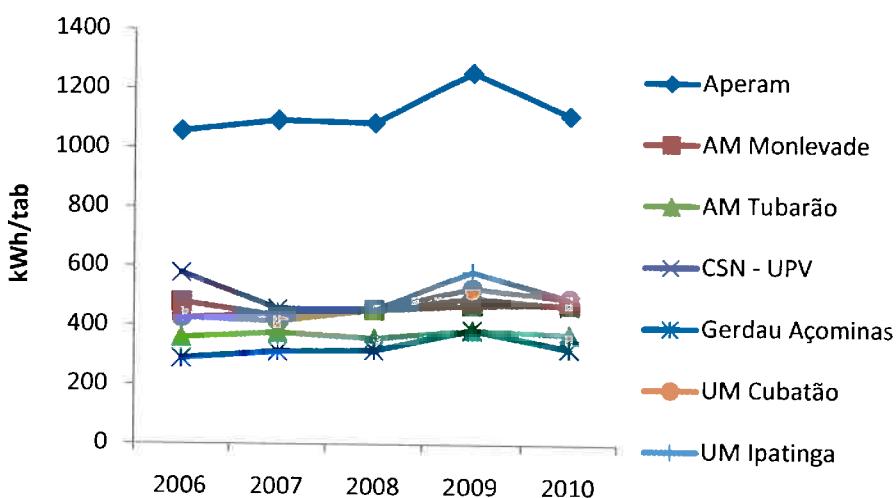
O consumo de energia constitui uma parcela importante no custo final do produto vendido. Estima-se que essa parcela varie entre 20% e 40% do custo total do aço fabricado, dependendo do país em questão [45]. Mais um motivo para que as empresas produtoras de aço estejam sempre buscando formas de

diminuir o consumo específico de energia, aumentando assim a eficiência dos processos.

Consumo Específico de Energia Elétrica

Da mesma forma como o consumo específico de energia, o consumo específico de energia elétrica também pode ser considerado um indicador de desempenho da empresa. Trata-se da quantidade de energia elétrica utilizada para produzir uma unidade de produto físico, no caso, uma tonelada de aço bruto (tab).

Uma usina siderúrgica pode produzir eletricidade através de diversas formas, utilizando as mais variadas fontes. Algumas das fontes utilizadas para a geração interna de energia no setor siderúrgico são: gás natural, GAF (Gás de Alto Forno), GCO (Gás de Coqueria), GAC (Gás de Aciaria), óleo combustível e hidráulica, sendo que a produção de energia a partir de fonte hidráulica normalmente se dá através de participações de usinas siderúrgicas em consórcios de geração hidroelétrica [32]. A utilização de gases industriais (GAF, GCO, GAC) para geração de eletricidade será retomada mais adiante, quando se analisam os índices de aproveitamento global de gases.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.6 – Consumo específico de energia elétrica (kWh/tab) por usina.

A Aperam, como já foi citado anteriormente, produz aços inoxidáveis e aços especiais, fato que pode explicar o alto consumo de energia elétrica

apresentado pela usina. Segundo dados da literatura [46], o consumo de energia elétrica para fabricação de aços inox é maior que o consumo para produção de aços carbono.

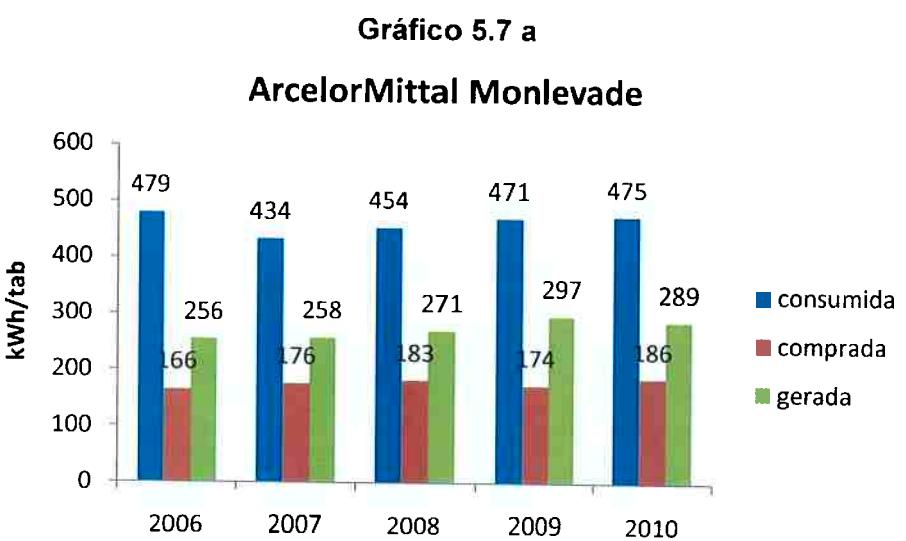
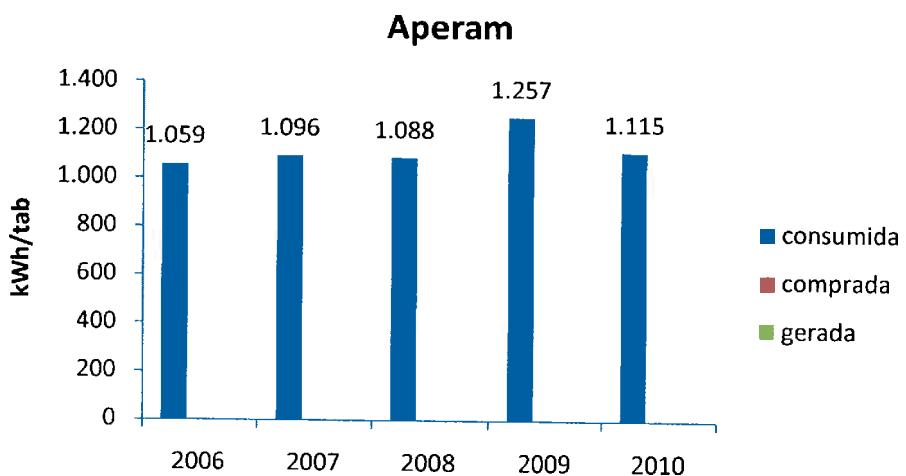


Gráfico 5.7 b

ArcelorMittal Tubarão

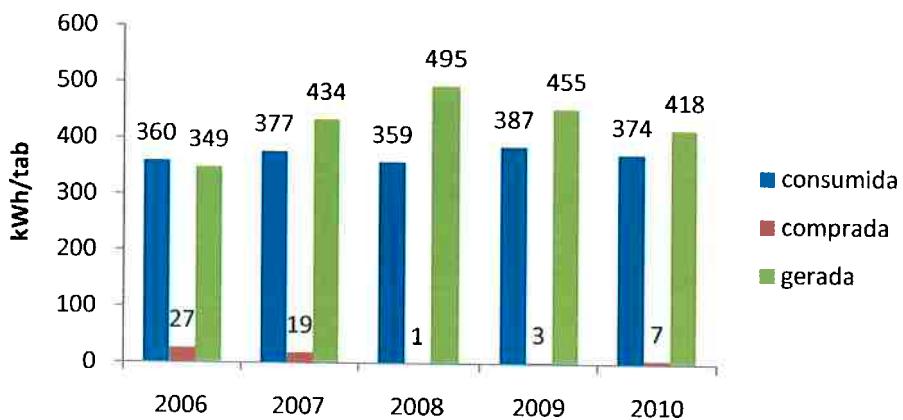


Gráfico 5.7 c

CSN - UPV

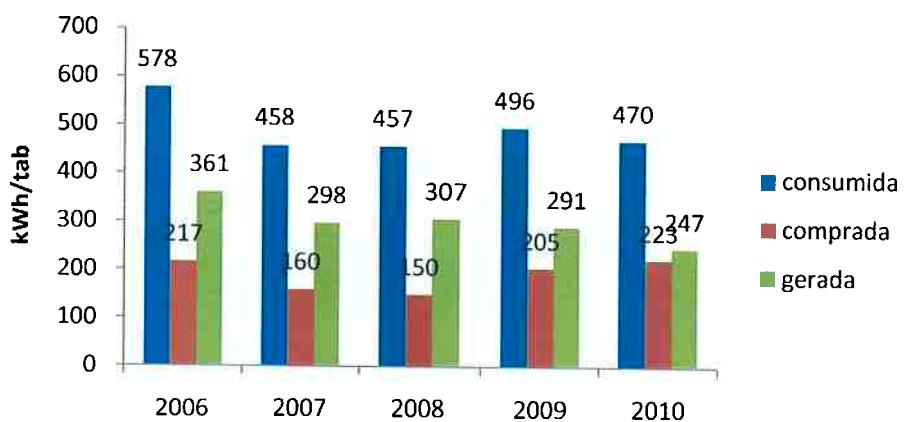


Gráfico 5.7 d

Gerdau Açominas

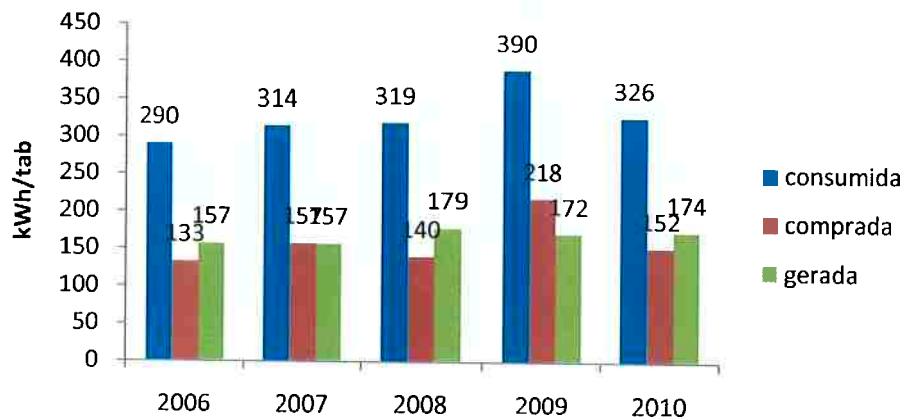


Gráfico 5.7 e

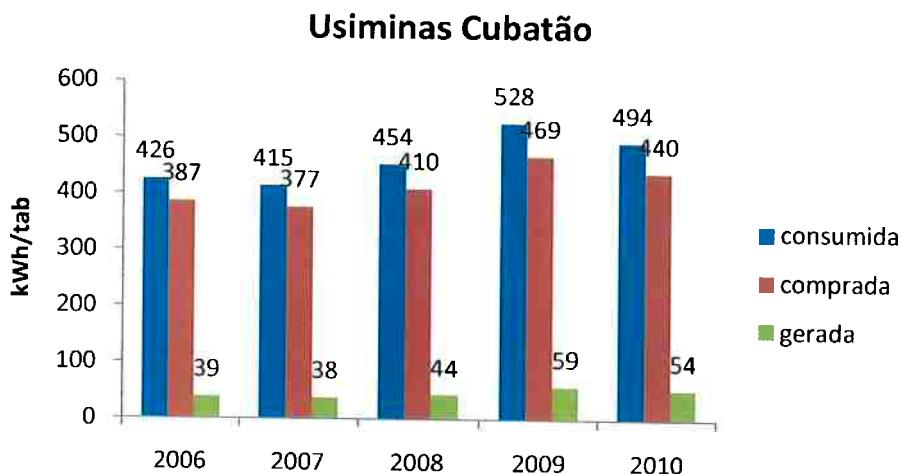


Gráfico 5.7 f

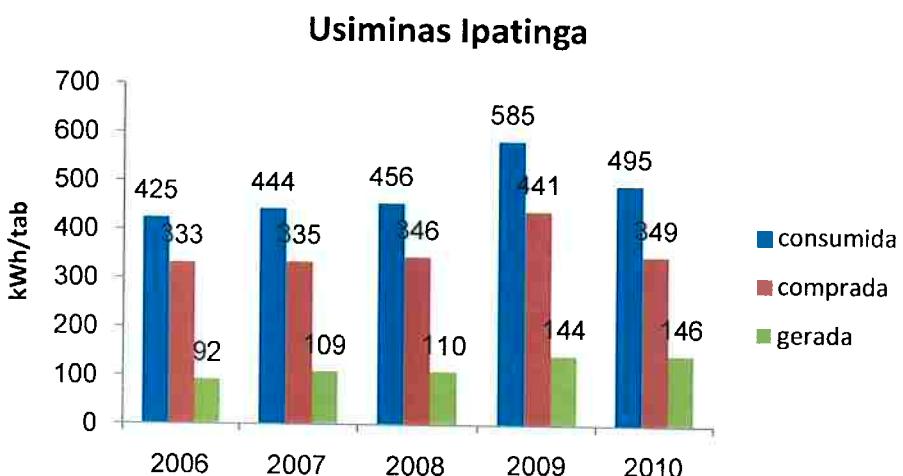


Gráfico 5.7 g

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.7 – Consumo específico de energia elétrica por usina (kWh/tab).

De acordo com dados divulgados pela Aperam [54], aproximadamente 60% do total de energia elétrica utilizada na usina é destinada aos processos de fabricação e laminação dos aços inox e especiais, sendo que aproximadamente 50% desse valor é utilizado nos conversores AODL (*Argon Oxygen Descarburization by Lance*) e MRPL (*Metal Refining Process by Lance*).

A análise dos gráficos permite concluir que existe uma tendência crescente das usinas siderúrgicas de gerar energia internamente. Todas as usinas

apresentaram um aumento na quantidade de energia elétrica gerada internamente no período de 2006 a 2010, com exceção da CSN. A Aperam, por sua vez, não divulgou dados relacionados à geração interna de eletricidade.

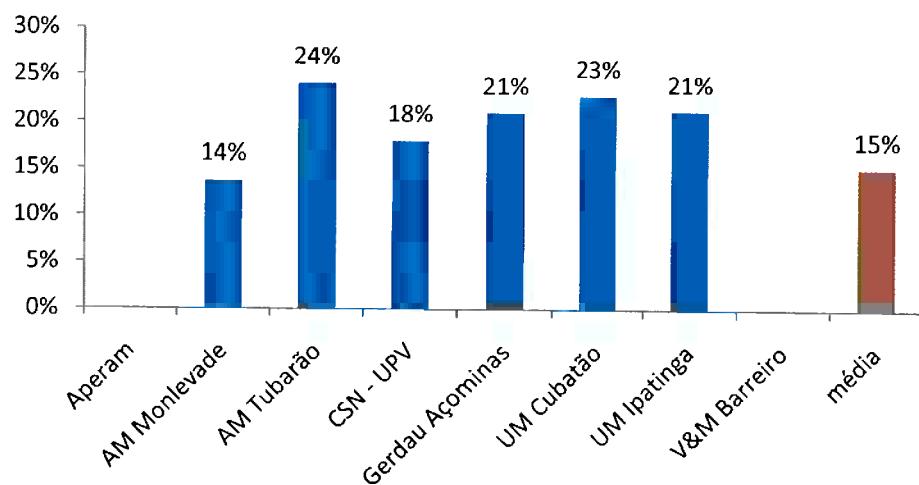
A geração interna de energia é proveitosa tanto na dimensão econômica, na medida em que diminui os gastos com fontes externas, quanto na dimensão ambiental, na medida em que diminui a utilização de recursos naturais não renováveis.

Consumo de energia por processo

O processo siderúrgico pode ser dividido basicamente em 4 etapas, como foi dito anteriormente. São elas:

- Preparação da carga (coque e sinter);
- Produção do ferro-gusa (Redução em Alto-Forno);
- Aciaria;
- Laminação.

Os **gráficos 5.8 a 5.11** mostram a participação das diferentes etapas do processo de fabricação do aço no consumo total de energia da usina.

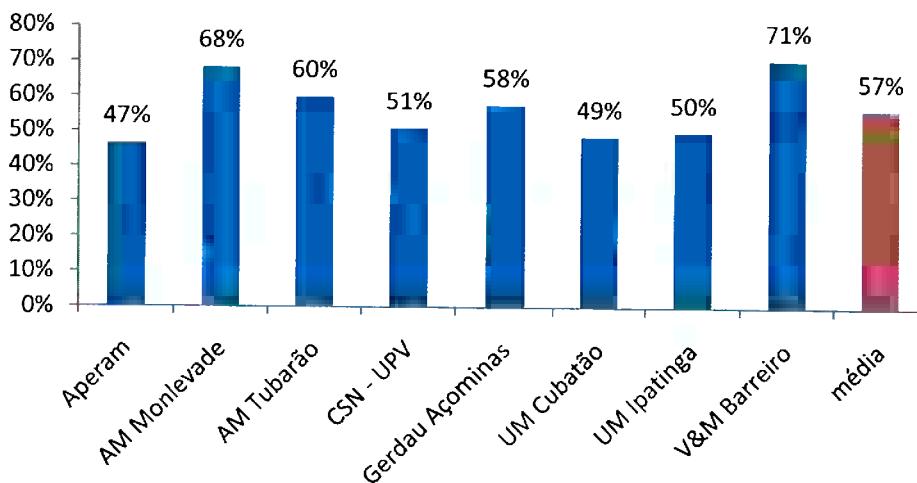


Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.8 – Participação dos processos de coqueificação e sinterização no consumo total de energia das usinas – 2010.

De acordo com os dados publicados pelas empresas, as fontes de energia com maior participação nos processos de preparação da carga são o coque e o carvão mineral. Deve-se ressaltar que as duas usinas que tem o carvão vegetal como uma de suas principais fontes de energia não possuem unidades de coqueificação nem sinterização, são elas Aperam e V&M. No caso da V&M, a matéria prima para a redução nos altos fornos é o minério granulado proveniente da unidade de mineração do Grupo V&M.

Além do carvão mineral e do coque, outras fontes de energia também têm participação relevante nos processos de preparação da carga para os altos fornos. São elas: eletricidade, coque de petróleo, gases industriais (GAF, GCO, GAC), nitrogênio, ar comprimido, dentre outras.

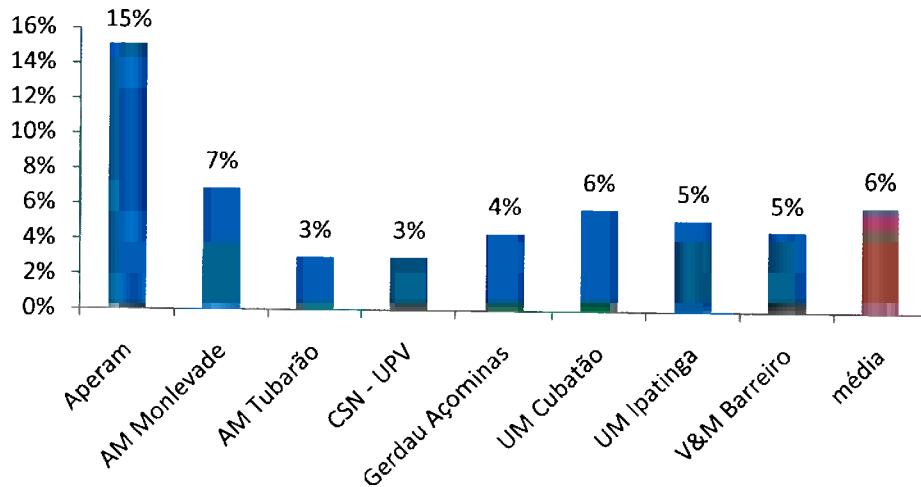


Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.9 – Participação dos processos que acontecem nos altos-fornos no consumo total de energia das usinas – 2010.

No processo de produção do ferro gusa em altos fornos, a principal fonte de energia é coque e o carvão vegetal. Além disso, também são utilizadas fontes energéticas como gases industriais, finos de carvão, gás natural, gases criogênicos, dentre outras. O baixo consumo relativo de energia no alto forno da Aperam é devido ao alto consumo de energia nas etapas de transformação dos aços inoxidável e especiais (aciaria e laminação), que, como dito anteriormente, necessitam de mais energia do que a transformação do aço carbono. Os gráficos a seguir confirmam esse fato, na medida em que mostram

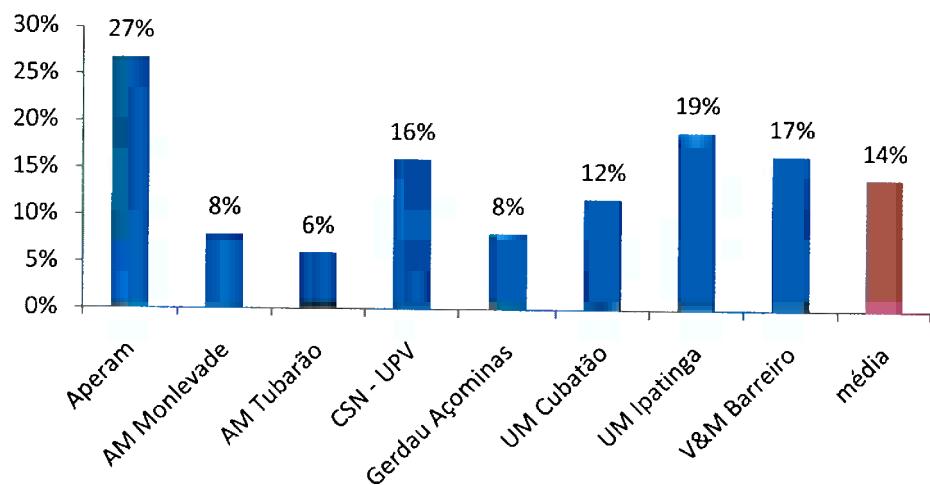
o maior consumo relativo de energia da Aperam nos processos de aciaria e laminação.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.10 – Participação dos processos de aciaria no consumo total de energia das usinas – 2010.

Nos processos de aciaria, as fontes energéticas mais utilizadas são: eletricidade, oxigênio e nitrogênio. No entanto, além destas, também utilizam-se outras fontes para o refino secundário do aço como GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), gusa sólido, gases industriais (GAF, GCO), vapor, dentre outras.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.11 – Participação dos processos de laminação no consumo total de energia das usinas – 2010.

Na etapa de laminação, estão incluídas diversos processos como laminação a quente, laminação a frio, laminação de chapas, laminação de tiras, entre outras. As principais fontes energéticas utilizadas nesses processos são: eletricidade, ar comprimido, nitrogênio e gases industriais.

A análise dos **gráficos 5.8, a 5.11** mostra que o processo que mais consome energia em uma usina siderúrgica integrada é a produção do ferro-gusa no alto forno. Por outro lado, na maioria dos casos analisados, com exceção da Aperam pelo fato de produzir aços inoxidáveis e especiais, o processo em que menos energia é consumida é a aciaria. O **gráfico 5.12** mostra, em média, como é distribuído o consumo de energia em uma usina siderúrgica integrada, levando em conta os dados apresentados nos **gráficos 5.8, a 5.11**.

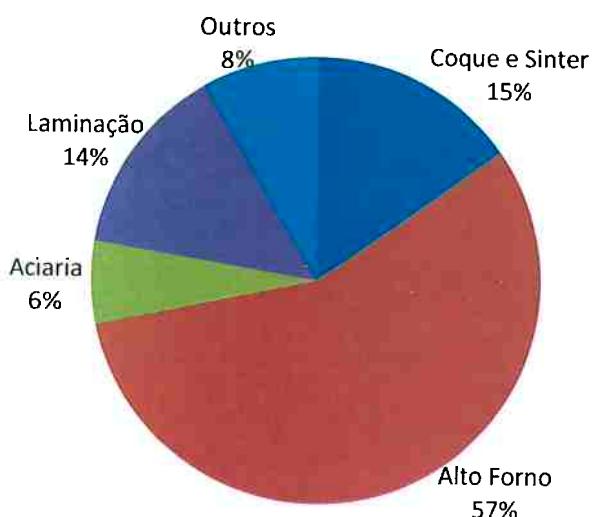
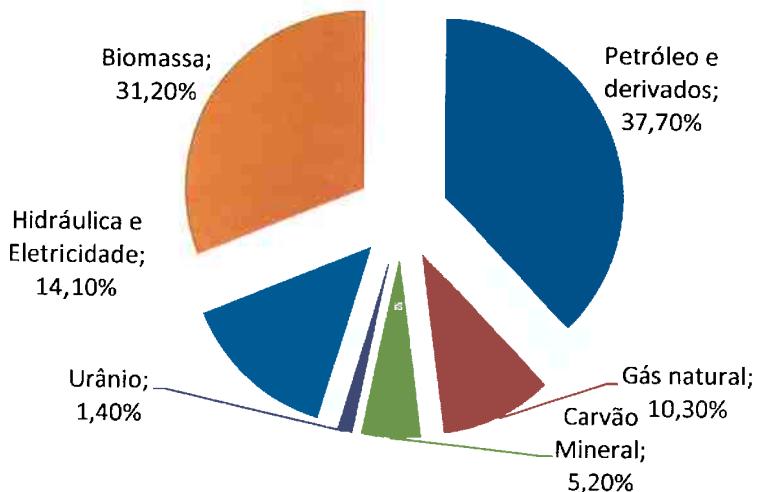


Gráfico 5.12 – Participação média de cada processo no consumo total de energia de usinas integradas – 2010.

Na média, as usinas analisadas consomem pouco menos de 60% do total de energia nos processos no alto forno, sendo que a preparação da carga para esse processo, ou seja, a coqueificação e sinterização, fica em segundo lugar com 15%, seguida dos processos de laminação e aciaria.

Matriz Energética

O Brasil é hoje referência mundial no uso de fontes renováveis para geração de energia. De acordo com o Ministério Brasileiro de Minas e Energia (MME), em 2010, a matriz energética brasileira teve cerca de 45% de sua totalidade proveniente de fontes renováveis, enquanto que a mesma média para os países que compõem a OECD, Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento, não passa do 7,3% [47].

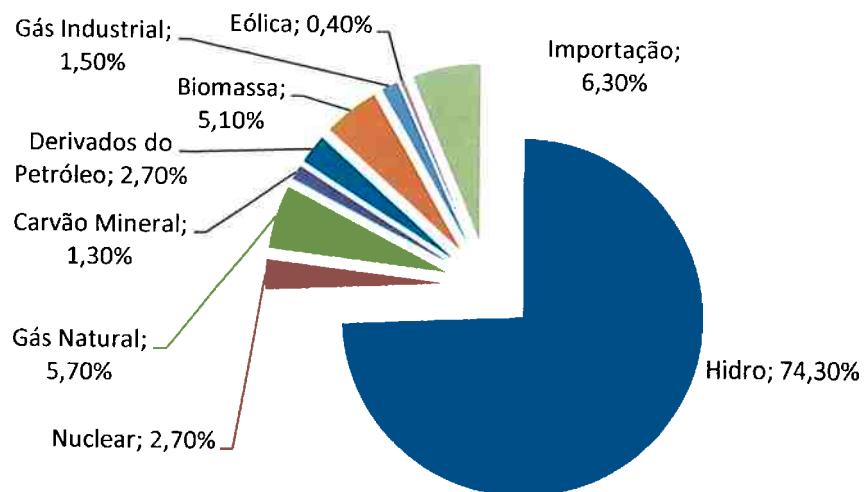


Fonte: Energia em 2010 – MME [47]

Gráfico 5.13 – Matriz Energética Brasileira – 2010.

No Brasil, 57% da energia gerada por biomassa é proveniente de produtos da cana, enquanto que o carvão vegetal responde por 30%. Os 13% restantes são provenientes de fontes diversas, não explicitadas pelo MME [47].

Já no caso da energia elétrica, em 2010, o Brasil utilizou fontes renováveis para a geração de mais de 85% do total de eletricidade consumida no país, enquanto que a mesma média para os países da OECD foi de 16,6%.



Fonte: Energia em 2010 – MME [47]

Gráfico 5.14 – Matriz Brasileira de Energia Elétrica – 2010.

No entanto, apesar da grande quantidade de energia gerada por fontes renováveis que consta na matriz energética brasileira, o setor siderúrgico ainda é muito dependente de fontes não renováveis para a geração da energia necessária em seus processos. Segundo o IABr, cerca de 70% da produção brasileira de aço utiliza o coque como elemento redutor [48].

As fontes de energia utilizadas na produção do aço dependem fortemente da rota tecnológica, ou seja, do processo utilizado. No caso de um processo integrado, por exemplo, a utilização de fontes de energia como o coque e o carvão vegetal seria muito mais expressiva do que em um processo semi-integrado, no qual a energia elétrica possui maior relevância.

Os gráficos apresentados a seguir (**Gráficos 5.15**) representam de forma simplificada a matriz energética de cada uma das usinas analisadas, ou seja, as principais fontes de energia utilizadas por cada uma dela no processo de produção do aço.

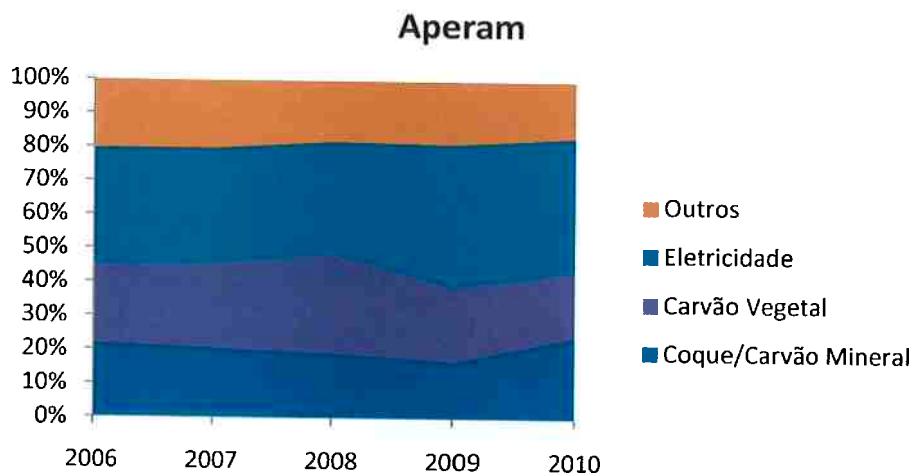


Gráfico 5.15 a

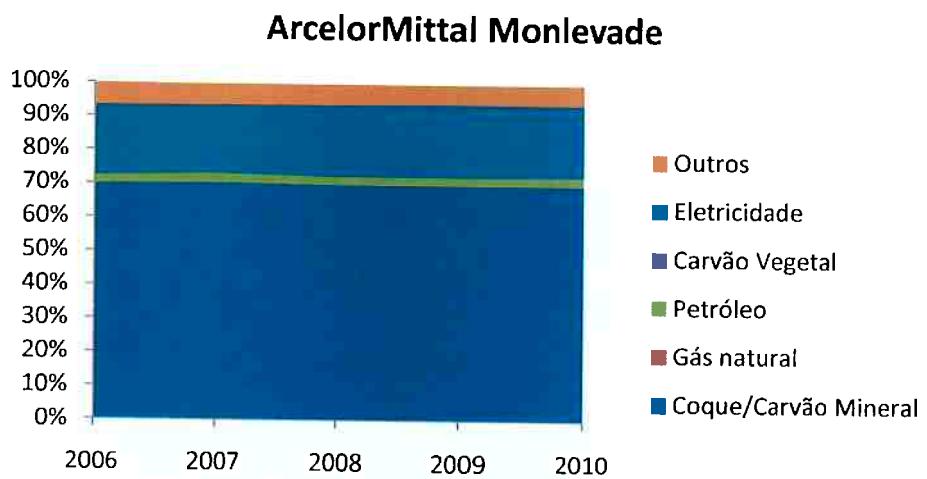


Gráfico 5.15 b

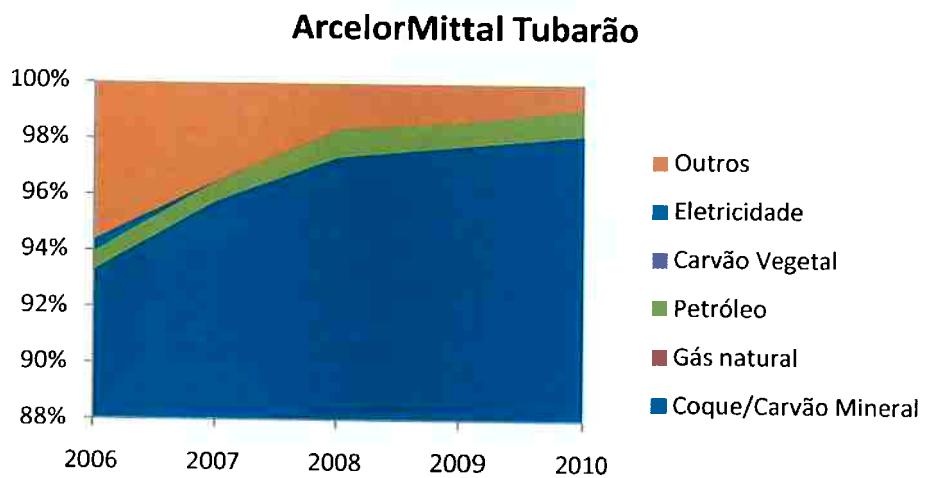


Gráfico 5.15 c

CSN - UPV

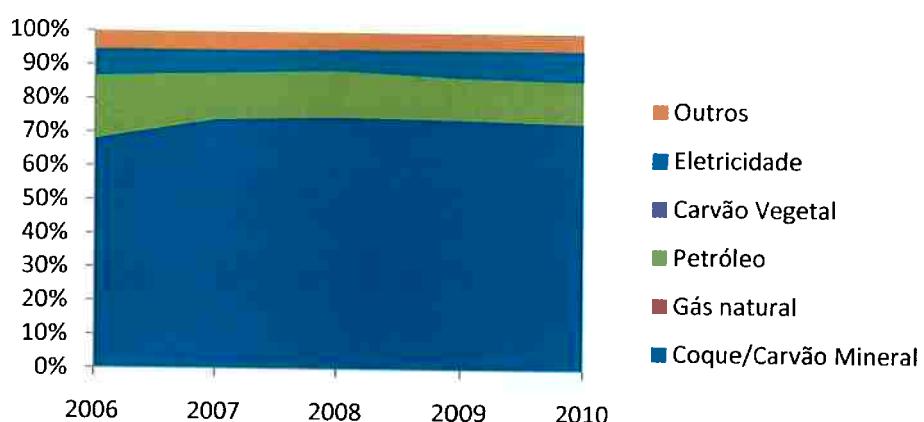


Gráfico 5.15 d

Gerdau Açominas

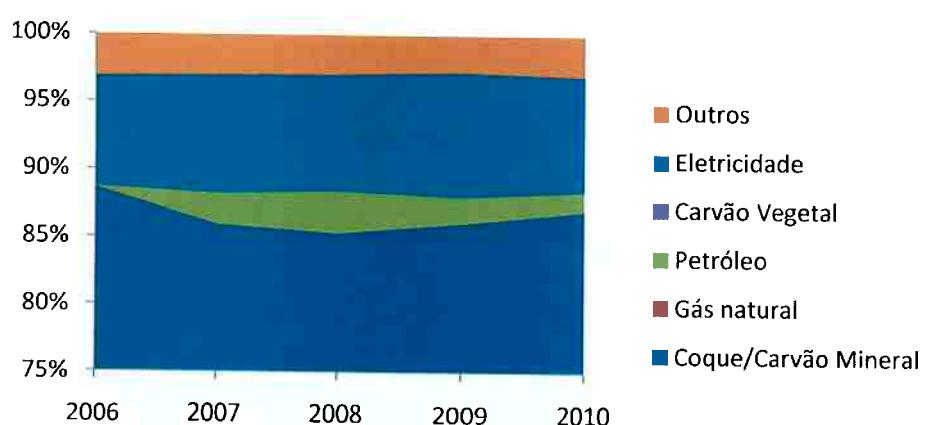


Gráfico 5.15 e

Usiminas Cubatão

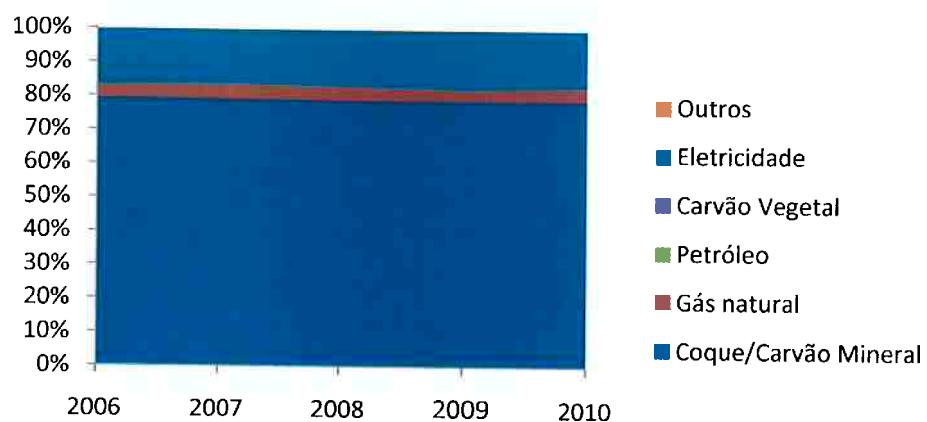


Gráfico 5.15 f

Usiminas Ipatinga

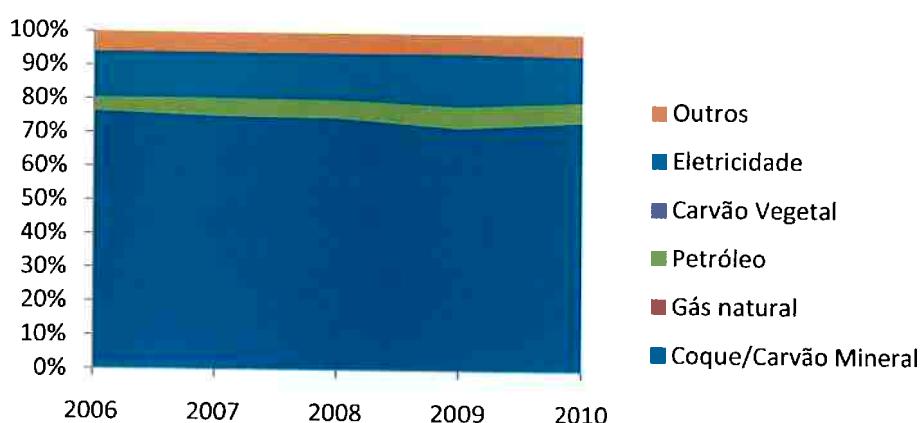


Gráfico 5.15 g

V&M

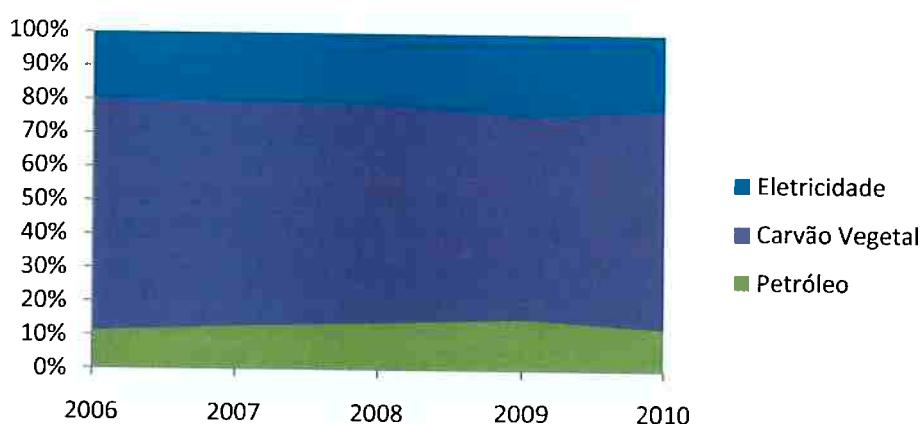


Gráfico 5.15 h

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.15 – Matriz energética por usina - 2010.

A categoria “outros” no **Gráfico 5.15 a** engloba as fontes de petróleo e seus derivados, além de gases criogênicos, óleos combustíveis e gás natural.

A diminuição da participação do coque na matriz energética da Aperam no período entre 2009 e 2010 deve-se ao fato de que o alto-forno 2 da usina, alimentado com o combustível, ficou parado durante 5 meses em 2009 em função da crise econômica mundial. A parada do equipamento resultou em uma redução de aproximadamente 20% no consumo específico de energia proveniente do coque, que passou de 5,8 GJ/tab para 4,7 GJ/tab. Em 2010 o

alto forno voltou a operar, o que justifica o crescimento da participação do coque na matriz da usina.

O aumento significativo na proporção de coque e carvão mineral na matriz energética da ArcelorMittal Tubarão, observado no **Gráfico 5.15 c** deve-se ao início da operação da Coqueria Sol, em 2007.

Dentre os combustíveis derivados do petróleo utilizados pela Gerdau Açominas, apresentados no **Gráfico 5.15 e** está o coque de petróleo, subproduto da destilação do petróleo, que, em 2010, representou aproximadamente 1,5% da matriz energética da usina. O coque de petróleo utilizado na Açominas é quase todo proveniente da REGAP (Refinaria Gabriel Passos) da Petrobrás, localizada em Betim, MG [49].

As usinas de Cubatão e Ipatinga também utilizam o coque de petróleo em suas unidades de coqueria. A fonte energética de petróleo e derivados não está visível no **gráfico 5.15 g** pois representa aproximadamente 0,1% da matriz energética da usina.

A análise dos **gráficos 5.15** permite concluir que a grande maioria das empresas analisadas, consequentemente a maior parte do aço produzida no país, ainda é muito dependente de fontes de energia não renováveis como o carvão mineral, o gás natural e o petróleo.

Em todas as empresas analisadas, com exceção da Aperam e da V&M, que utilizam quantidades consideráveis de carvão vegetal em suas usinas integradas, o carvão mineral e o coque representavam, em 2010, mais da metade da matriz energética, chegando a atingir o valor de 98% da totalidade de fontes utilizadas pela ArcelorMittal Tubarão nos anos de 2009 e 2010.

Além de carvão mineral, gás natural, petróleo e seus derivados, carvão vegetal e eletricidade, as usinas também utilizam em seus processos gases criogênicos para a geração de energia, como oxigênio, nitrogênio e argônio. Nos capítulos subseqüentes do presente trabalho serão analisados os valores de consumo específico para esses gases combustíveis.

Dentre as fontes renováveis de energia mais utilizadas pelo setor siderúrgico encontram-se a hidráulica e o carvão vegetal. Já dentre as fontes não renováveis mais utilizadas na siderurgia estão o carvão mineral, coque, gás natural, petróleo e seus derivados.

Uma das alternativas que vem sendo bastante discutida para aumentar a participação de fontes renováveis de energia nos processos siderúrgicos e, consequentemente, diminuir os impactos ambientais negativos causados pelo setor, é a utilização do carvão vegetal.

Se, por um lado, sabe-se que a substituição do coque (produzido a partir do carvão mineral) por carvão vegetal diminuiria consideravelmente a quantidade de CO₂ emitida por tonelada de aço produzido, sabe-se também que existem diferentes fatores que dificultam essa substituição, como por exemplo, a inviabilidade do uso de carvão vegetal em um alto-forno de grande porte devido às suas propriedades mecânicas, como a baixa resistência.

Outro fator importante a ser considerado nessa discussão é a procedência do carvão vegetal que seria usado nos processos siderúrgicos. Existe hoje uma preocupação especial em assegurar a origem do insumo, para que práticas ilegais como o desmatamento de florestas sejam evitadas.

Além disso, a substituição total do coque pelo carvão vegetal (utilizado na fabricação de 5% do total de aço produzido no país) causaria um grande aumento na demanda desse insumo, demandando extensas áreas para que o mesmo pudesse ser produzido. [50]

Consumo específico de Ferro-Gusa (kg/tab)

Assim como o consumo específico de energia, o consumo específico de matéria prima também é tratado como um indicador de desempenho e eficiência de uma empresa.

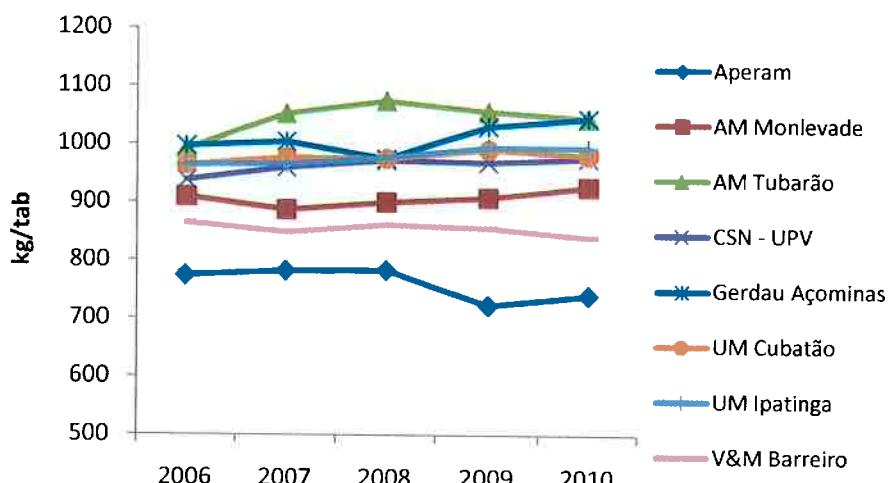
Existe atualmente um esforço contínuo das empresas produtoras de aço para reduzir a quantidade de matéria prima consumida, e, assim, aumentar cada vez mais a eficiência de seus processos.

Dentre as iniciativas adotadas pelas empresas brasileiras de siderurgia estão:

- Reciclagem de sucata gerada interna (sucata de processo) e externamente (sucata de obsolescência);
- Reutilização de resíduos e co-produtos gerados no processo, como por exemplo, escórias, finos, pós e lamas.

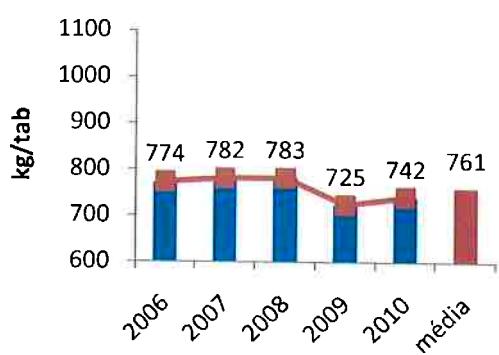
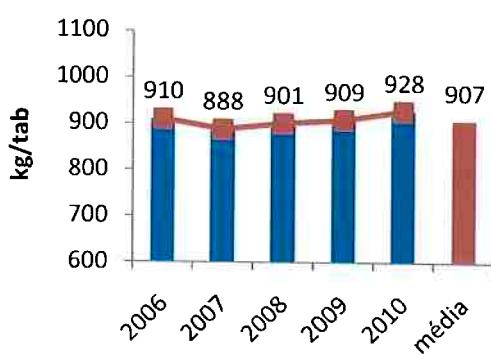
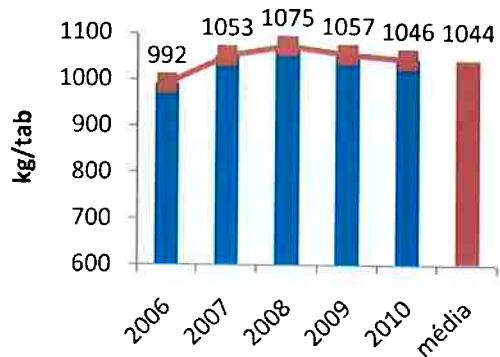
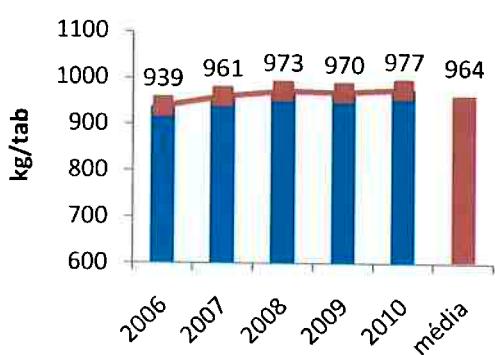
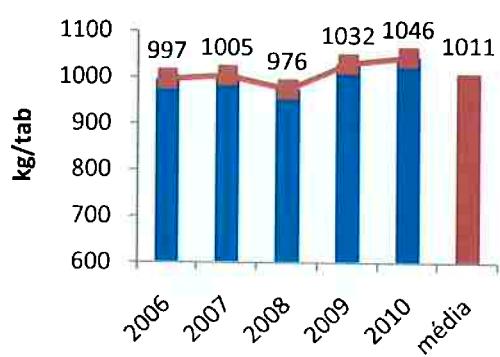
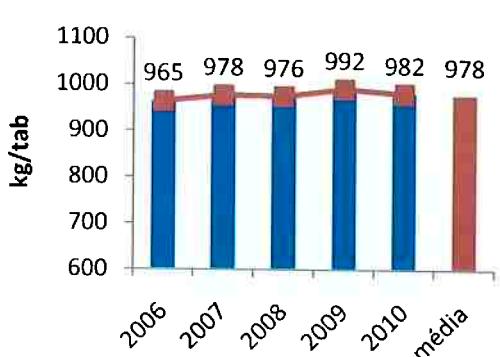
A reciclagem de sucata afeta diretamente na quantidade de ferro gusa utilizada na produção de uma tonelada de aço bruto. Isso porque, quanto maior a quantidade de sucata utilizada no processo de produção do aço, menor será a necessidade do uso de ferro gusa.

O **gráfico 5.16** apresenta os valores de consumo específico de ferro gusa nas usinas analisadas. Os **gráficos 5.17**, por sua vez mostram a evolução do consumo específico de ferro gusa para cada uma das unidades siderúrgicas.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.16 – Consumo específico de ferro gusa na fabricação de aço (kg/tab).

Aperam**Gráfico 5.17 a****ArcelorMittal Monlevade****Gráfico 5.17 b****ArcelorMittal Tubarão****Gráfico 5.17 c****CSN - UPV****Gráfico 5.17 d****Gerdau Açominas****Gráfico 5.17 e****Usiminas Cubatão****Gráfico 5.17 f**

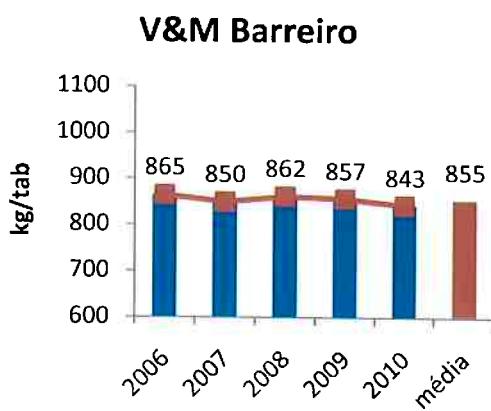
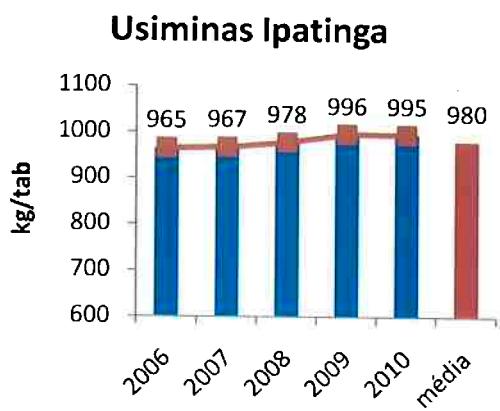


Gráfico 5.17 g

Gráfico 5.17 h

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.17 – Consumo específico de ferro-gusa por usina (kg/tab).

O gusa utilizado nas usinas siderúrgicas pode ser de dois tipos: sólido e líquido. O gusa líquido é proveniente dos altos fornos e o gusa sólido, geralmente é comprado. Usa-se o gusa sólido nos processos de aciaria para aumentar o aporte energético no equipamento, ou também para compensar algum desvio de temperatura ou composição do ferro gusa proveniente do alto forno.

Os **gráficos 5.8** representam os índices de consumo específico de ferro gusa de cada uma das empresas analisadas, anualmente, bem como a média desses índices.

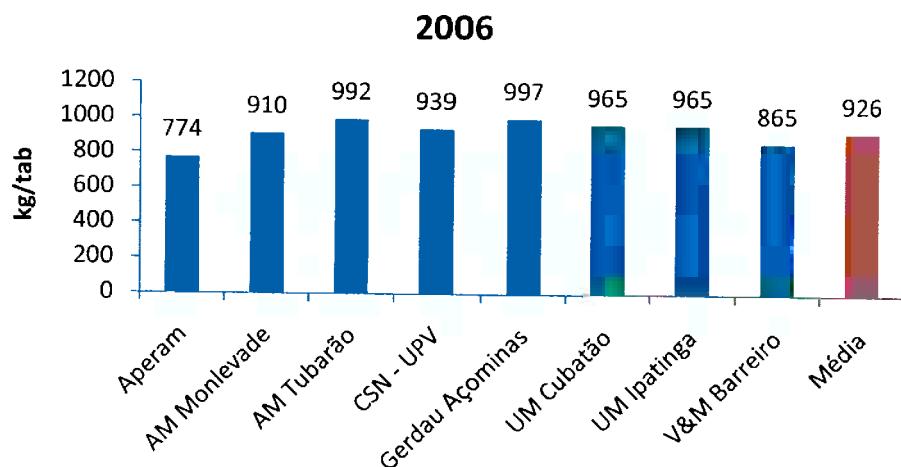


Gráfico 5.18 a

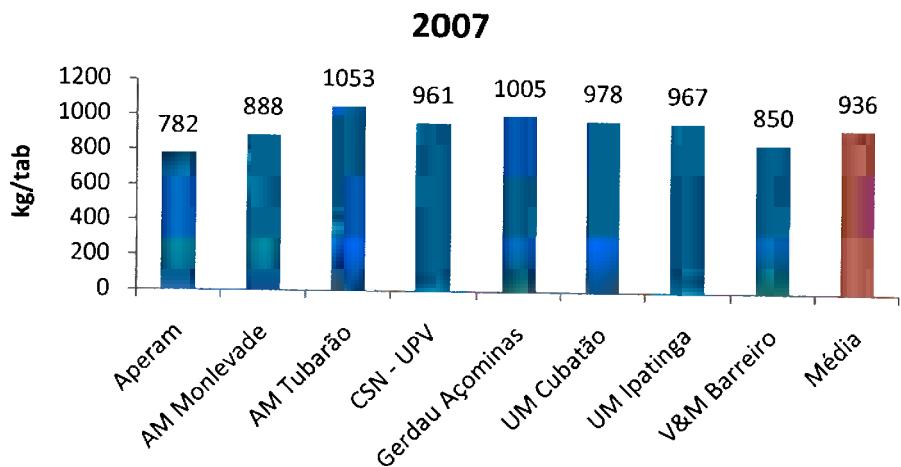


Gráfico 5.18 b

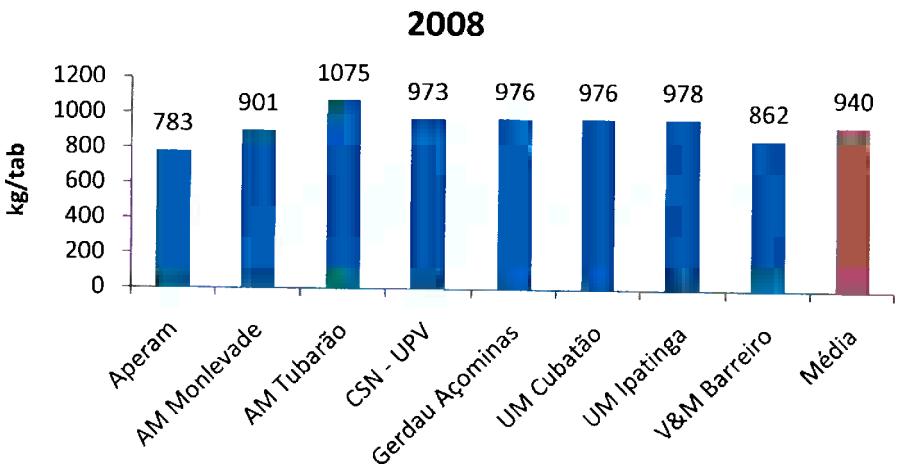


Gráfico 5.18 c

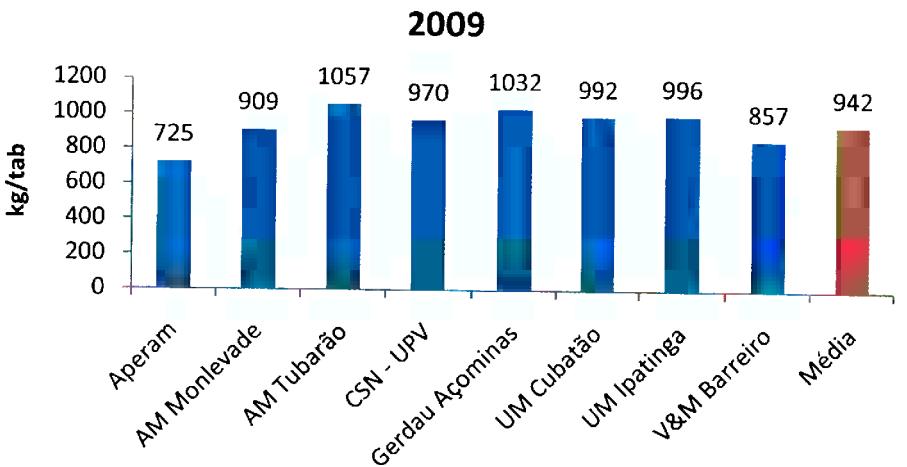


Gráfico 5.18 d

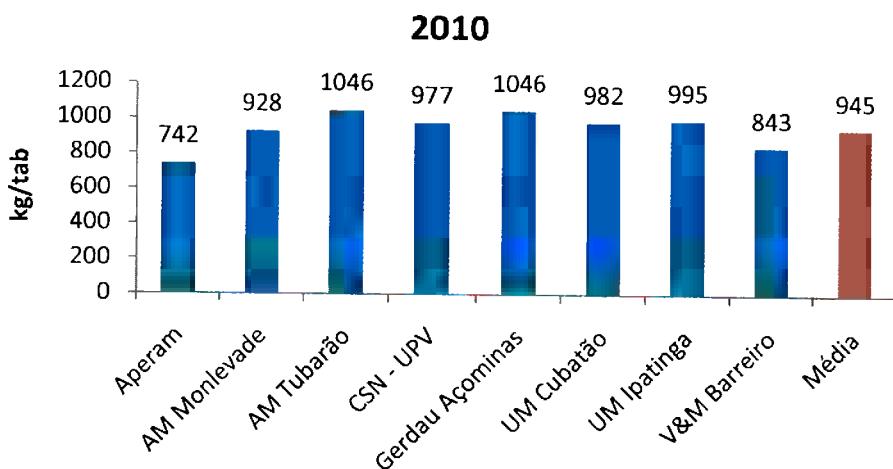


Gráfico 5.18 e

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

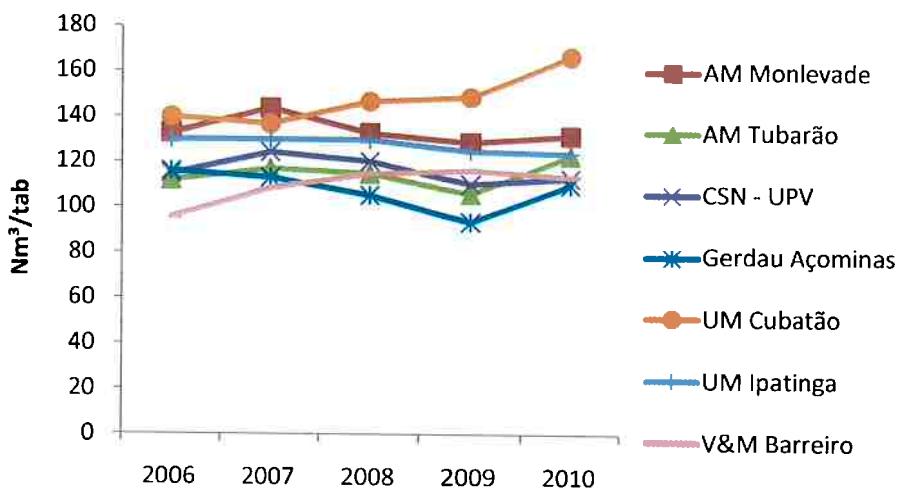
Gráficos 5.18 – Consumo específico de ferro gusa por ano.

As usinas da Aperam, ArcelorMittal Monlevade e V&M (Usina Barreiro) obtiveram índices menores que a média em todos os anos, desde 2006, sendo que o menor consumo específico de ferro gusa foi sempre da Aperam.

Consumo Específico de Gases Criogênicos

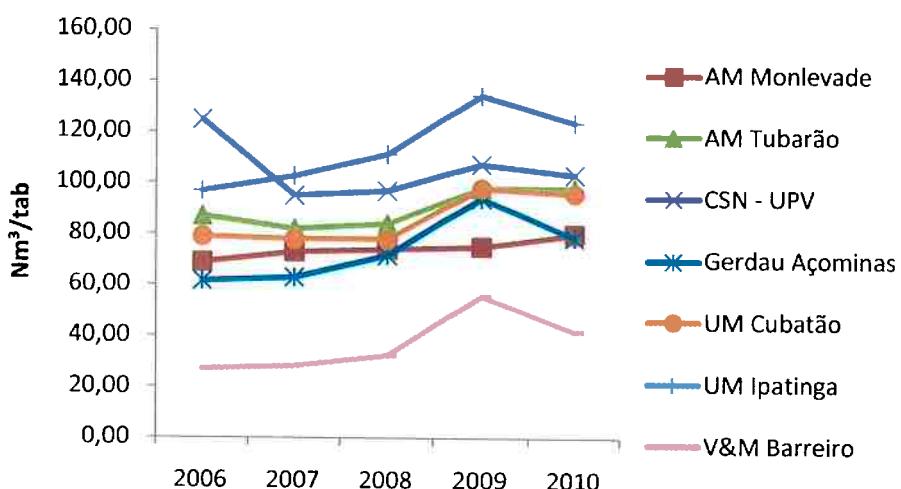
Os gases criogênicos (oxigênio, nitrogênio e argônio) são utilizados para a geração de energia nos processos siderúrgicos.

Os **gráficos 5.19, 5.20 e 5.21** apresentam os valores de consumo específico de oxigênio, nitrogênio e argônio, respectivamente, para as usinas analisadas.



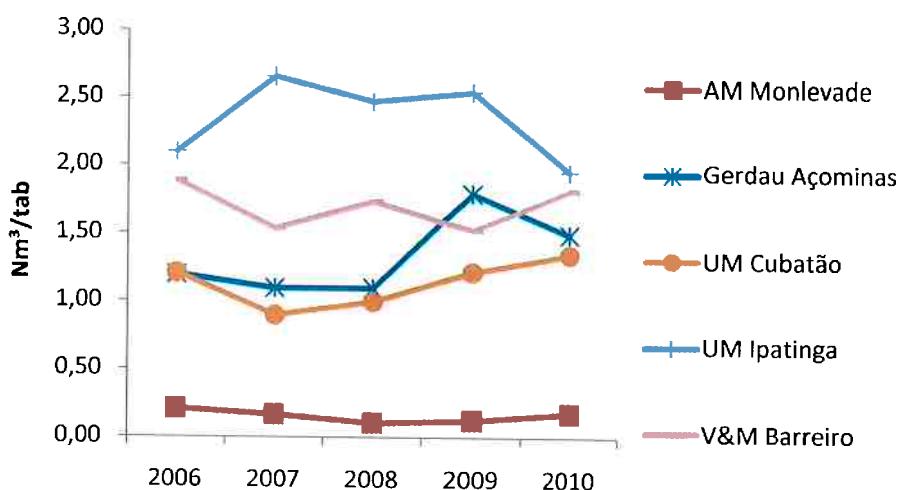
Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.19 – Consumo específico de oxigênio por usina (Nm³/tab).



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.20 – Consumo específico de nitrogênio por usina (Nm³/tab).



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.21 – Consumo específico de argônio por usina (Nm³/tab).

A Aperam não divulgou os dados de consumo específico de gases criogênicos discriminados por tipo para o período de 2006 a 2009, apenas divulgou a evolução no consumo de “gases do ar”. Dessa forma, para a presente análise, utilizaremos a proporção de gases do ar (oxigênio, nitrogênio e argônio) consumidas em 2010, para os demais anos.

Tabela 5.3 – Proporção no consumo de gases criogênicos da usina Aperam – 2010.

	Consumo (Nm ³)	Proporção
Oxigênio	9.925.286	1,000
Nitrogênio	9.649.143	0,972
Argônio	1.019.597	0,103

Tabela 5.4 – Consumo aproximado de gases criogênicos da usina Aperam.

	2006	2007	2008	2009	2010
Consumo total (Nm ³ /tab)	283	291	262	288	259
Oxigênio	136,4	140,2	126,3	138,8	124,8
Nitrogênio	132,6	136,3	122,8	134,9	121,4
Argônio	14,0	14,4	13,0	14,3	12,8

Aperam

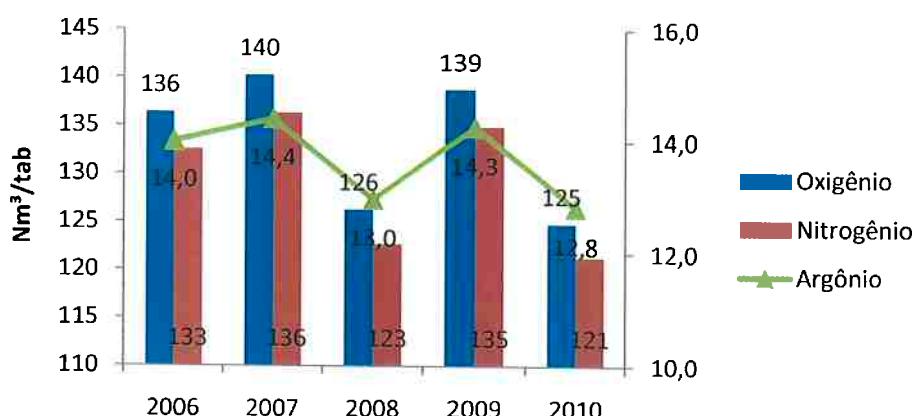


Gráfico 5.22 a

ArcelorMittal Monlevade

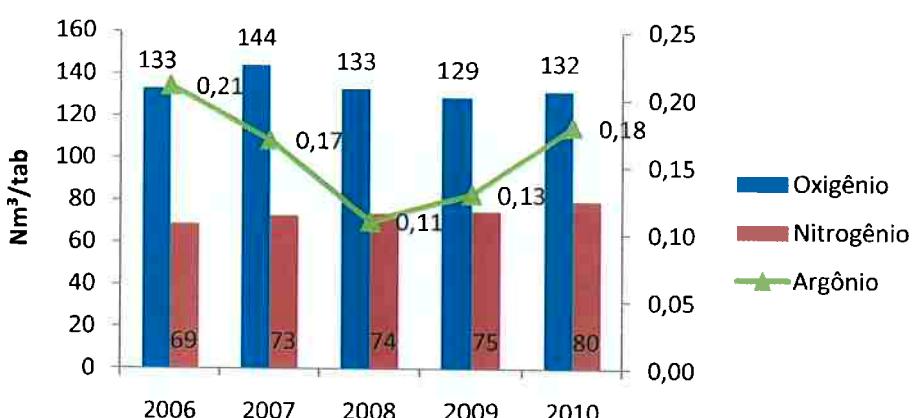


Gráfico 5.22 b

ArcelorMittal Tubarão

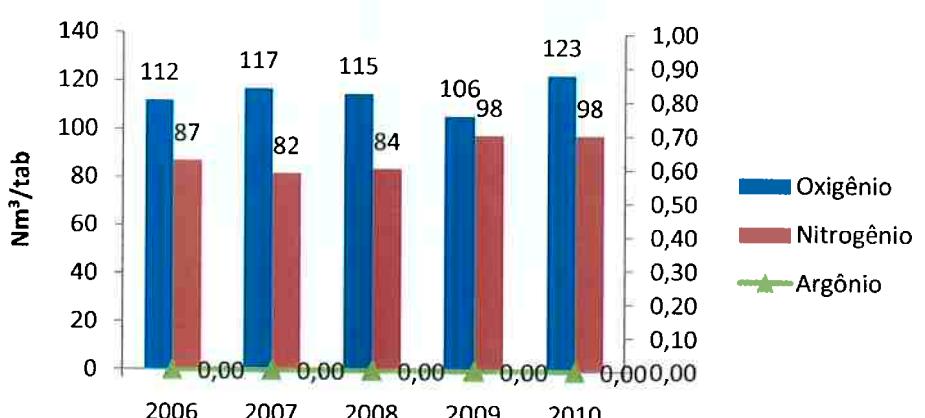


Gráfico 5.22 c

CSN - UPV

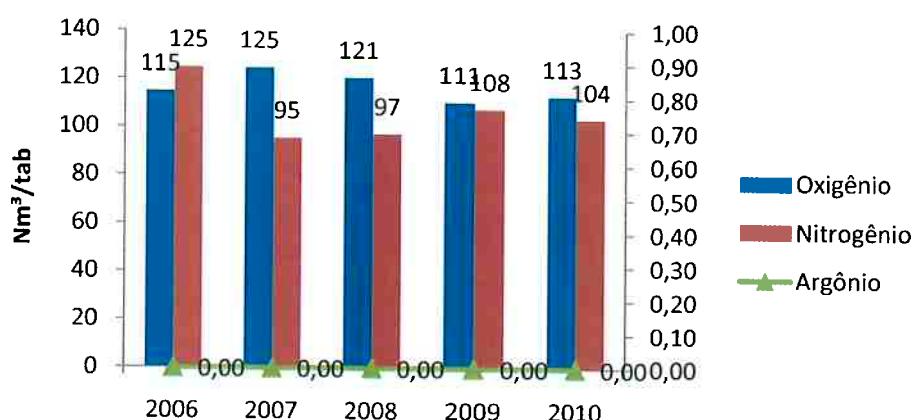


Gráfico 5.22 d

Gerdau Açominas

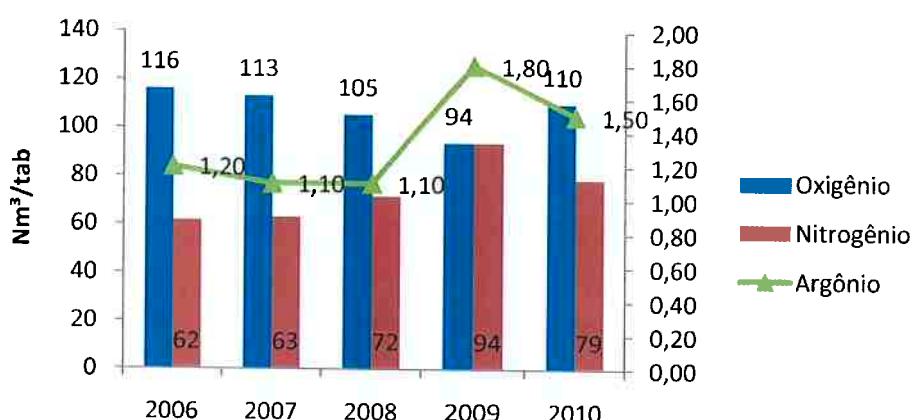


Gráfico 5.22 e

Usiminas Cubatão

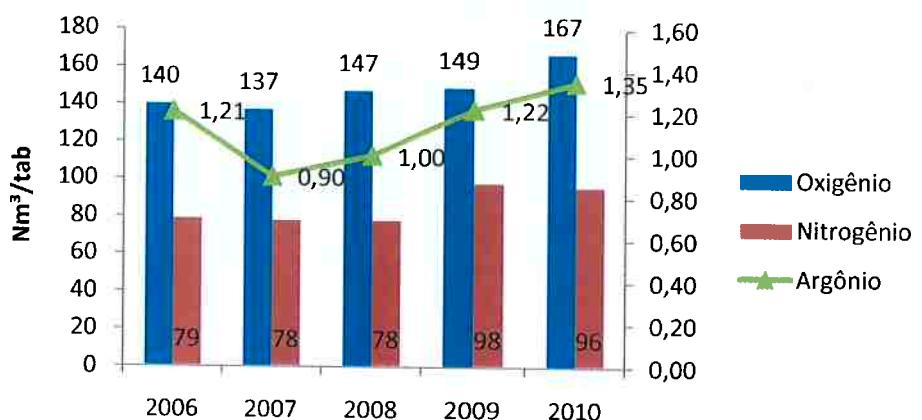


Gráfico 5.22 f

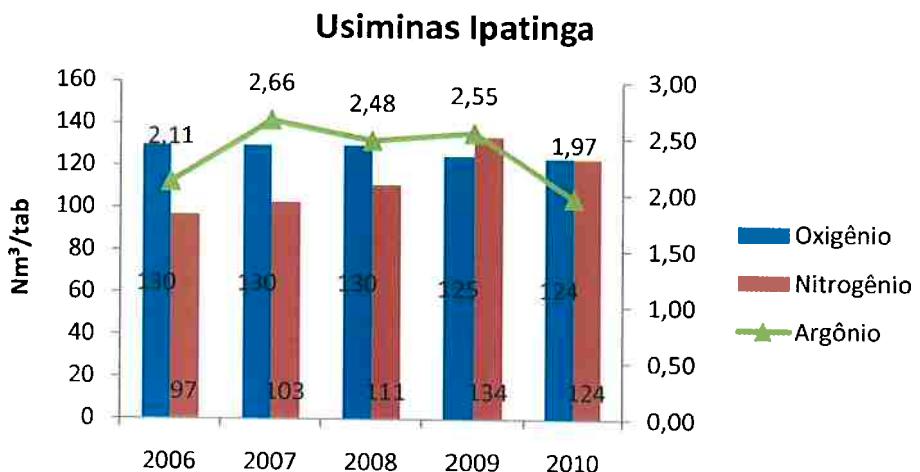


Gráfico 5.22 g

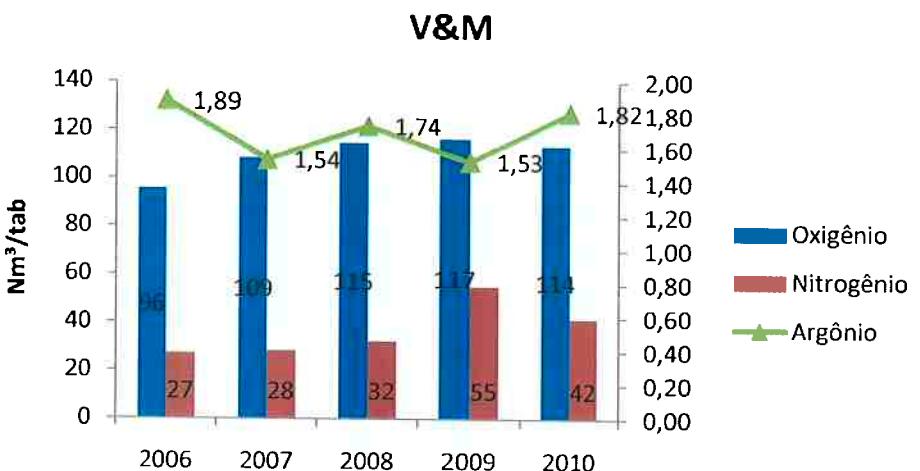


Gráfico 5.22 h

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.22 – Consumo específico de gases criogênicos por usina (Nm³/tab).

Os níveis de consumo de argônio da usina Aperam são extremamente altos quando comparados aos das outras usinas devido à produção de aços inoxidáveis e especiais. Cerca de 90% do total de argônio consumido na siderúrgica em 2010 foi utilizado nas unidades de aciaria inox e silício.

Consumo Específico de Combustíveis no Alto Forno

No processo de redução do minério de ferro para a produção de ferro-gusa em altos fornos, são utilizadas algumas matérias-primas que, geralmente, podem ser agrupadas em 3 categorias [51]. São elas:

- Carga Metálica – Minério de ferro, sinter e pelota;
- Combustível – Coque, carvão vegetal, gás natural, entre outros;
- Fundentes – Calcário, dolomita e quartzo.

No caso dos carvões e do coque, além da função de combustível, os mesmos também desempenham a função de redutor, com o carbono associando-se ao oxigênio que, com a alta temperatura, se desprende do minério de ferro, obtendo-se assim o chamado ferro gusa.

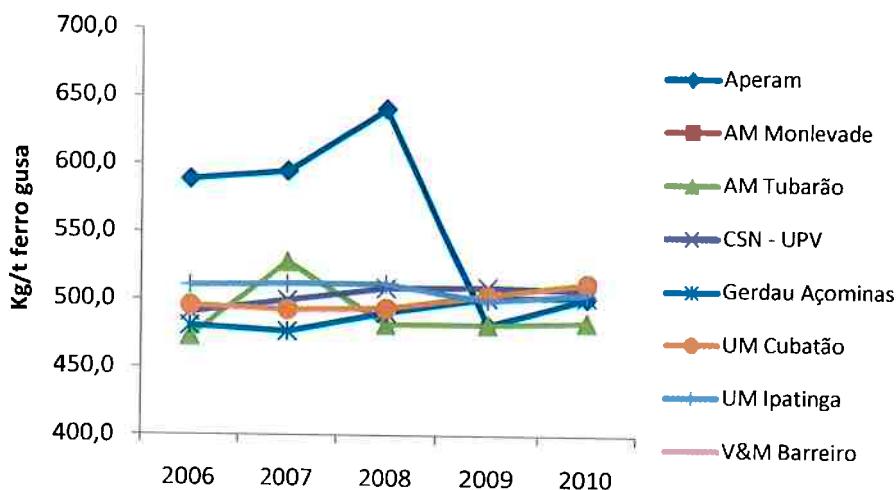
A composição da carga que deverá ser introduzida no alto forno varia de acordo com o tipo de equipamento e com a própria matéria prima utilizada.

Existe uma grande movimentação por parte das empresas produtoras de aço para diminuir a taxa de combustíveis (“fuel rate”) utilizada no alto forno, ou seja, diminuir a quantidade de carvão mineral, coque (“coke rate”) ou gás natural necessária para a produção de uma unidade de produto físico, no caso, uma tonelada de ferro gusa, aumentando assim a eficiência energética do processo.

Uma das alternativas bastante disseminadas entre os produtores de aço para a diminuição do *coke rate* é a utilização da ICP, injeção de carvão pulverizado (PCI – *Pulverized Coal Injection*). Uma das variáveis que estimularam um grande crescimento na utilização da injeção de carvão pulverizado nos altos fornos na década de 80 foi a redução do custo de produção do gusa, pela substituição de insumos como o óleo combustível, que na época da crise do petróleo, teve seu preço aumentado de 12 para 356 USD/barril. Em 2008, mais de 400 altos fornos já utilizavam a técnica de ICP [52].

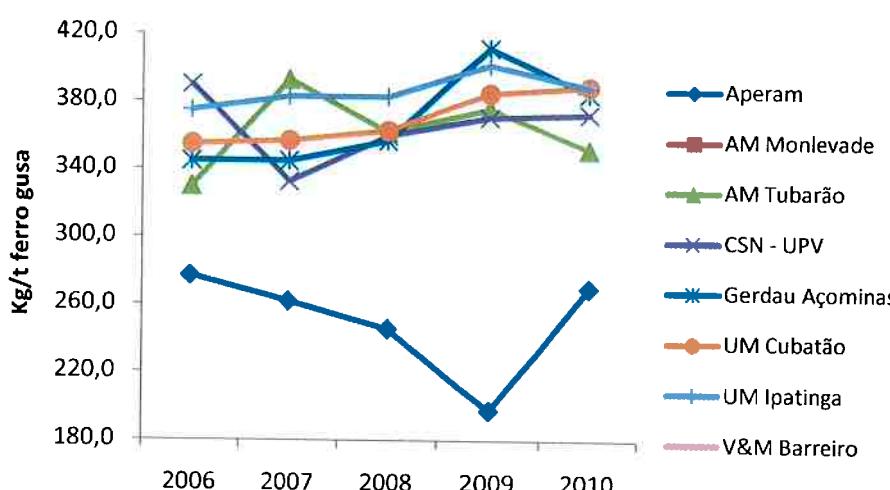
Os **gráficos 5.23 a 5.25** apresentam os valores de *fuel rate*, ou seja, a quantidade em kg de combustíveis necessária para produzir uma tonelada de ferro gusa no alto forno, “*coke rate*”, ou seja, a quantidade de coque utilizada para produzir uma tonelada de ferro gusa, também no alto forno, e, finalmente,

a PCR (*Pulverized Coal Rate*) que é a quantidade de carvão pulverizado injetado no alto forno para cada tonelada de ferro gusa produzida.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.23 – Consumo específico de combustíveis no alto-forno (“fuel rate”) (Kg/tonelada de ferro gusa).

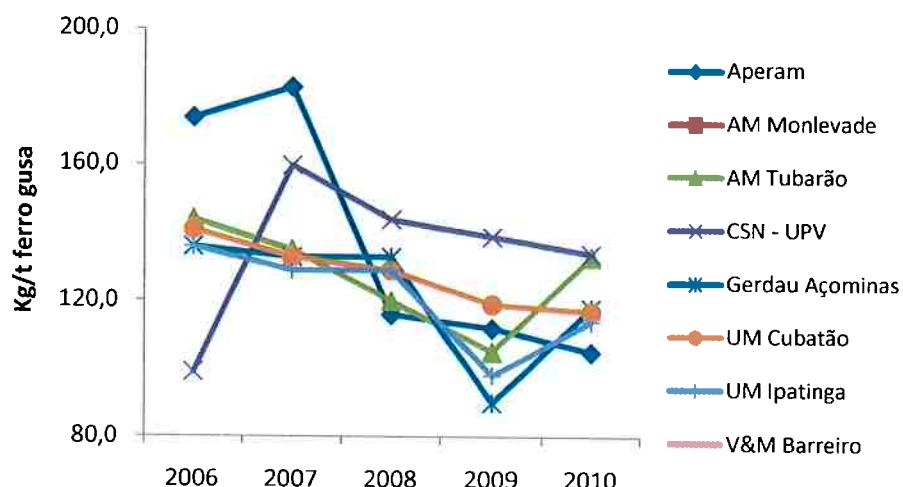


Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.24 – Consumo específico de coque no alto-forno (“coke rate”) (Kg/tonelada de ferro gusa).

A queda no “coke-rate” da Aperam, observada entre os anos de 2008 e 2009 se deve ao fato de que o alto forno 2 do complexo, abastecido com coque,

ficou parado durante 5 meses em 2009 por conta da crise econômica mundial, como mencionado anteriormente na análise da matriz energética da usina.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.25 – Consumo específico de finos de carvão (Kg/tonelada de ferro gusa).

A ArcelorMittal Monlevade e a V&M não divulgaram dados sobre o consumo específico de combustíveis nos altos fornos e por isso não serão consideradas nesta análise.

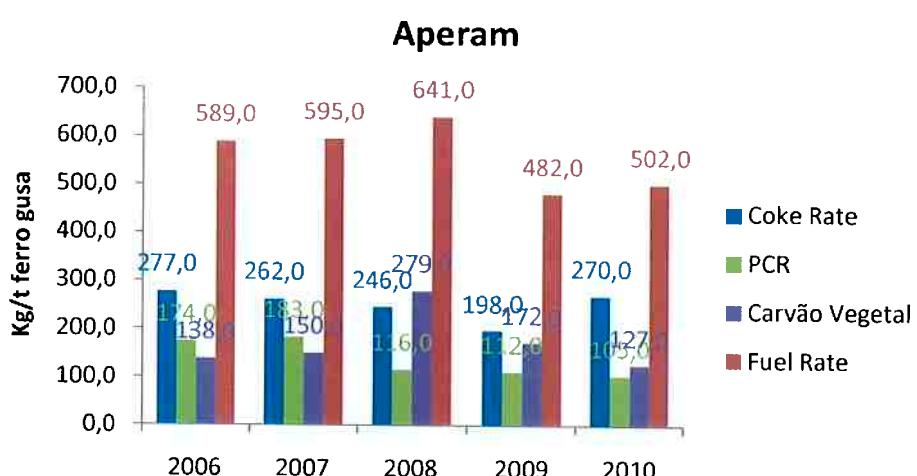


Gráfico 5.26 a

ArcelorMittal Tubarão

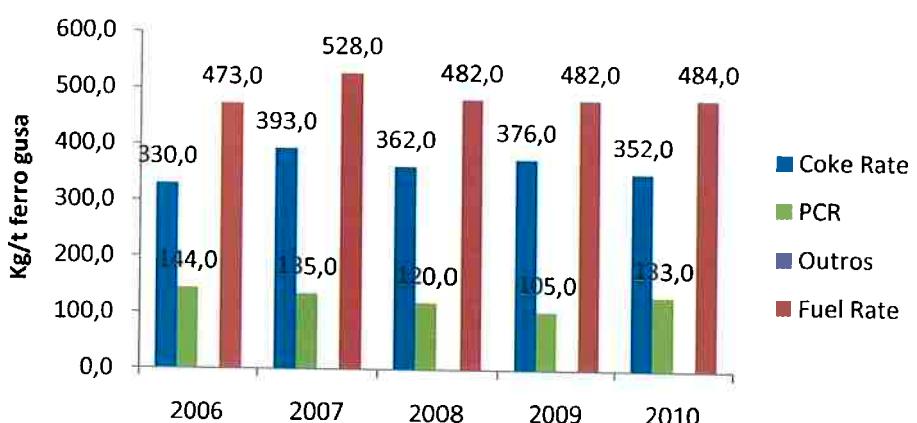


Gráfico 5.26 b

CSN - UPV

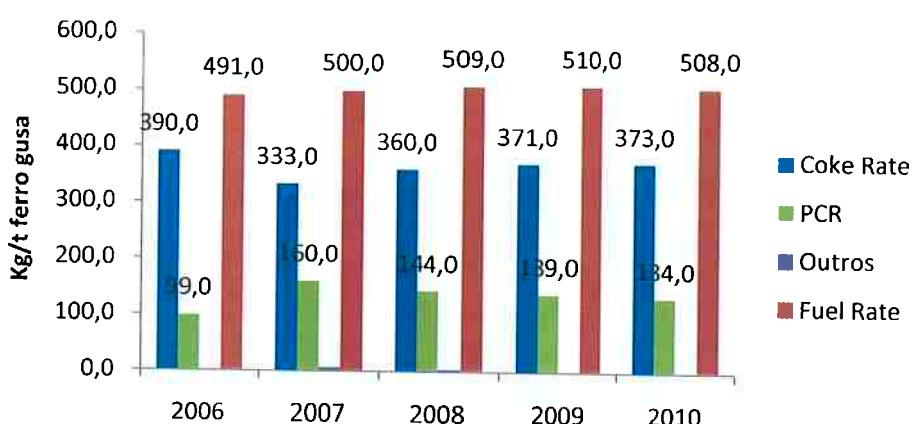


Gráfico 5.26 c

Gerdau Açominas

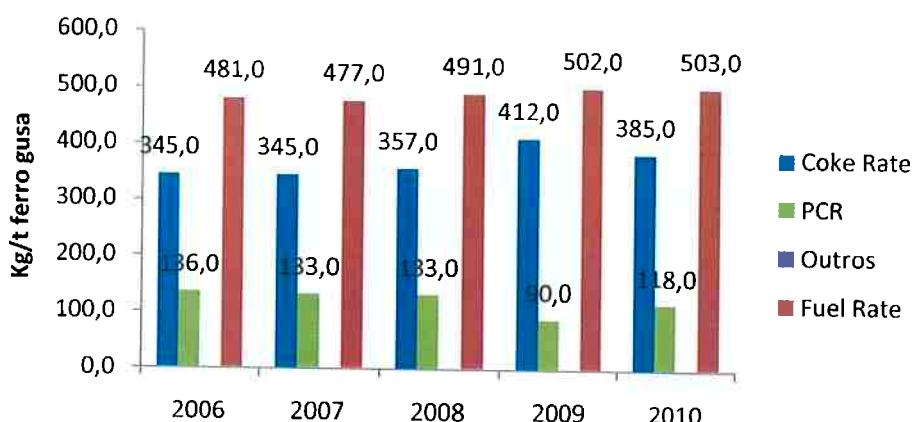


Gráfico 5.26 d

Usiminas Cubatão

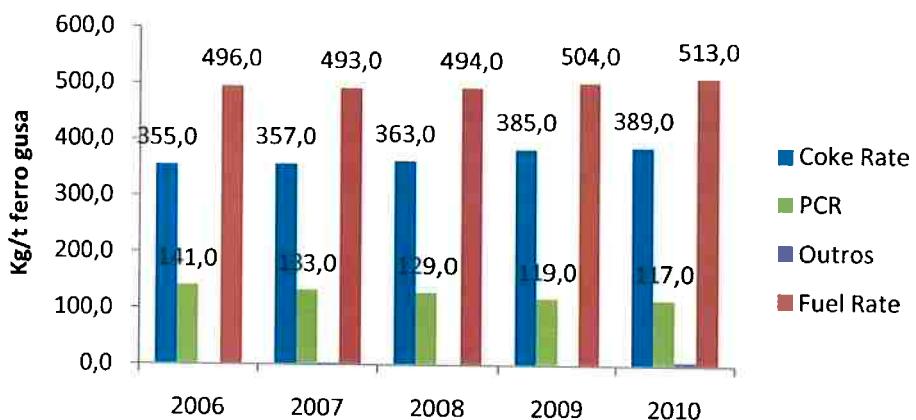


Gráfico 5.26 e

Usiminas Ipatinga

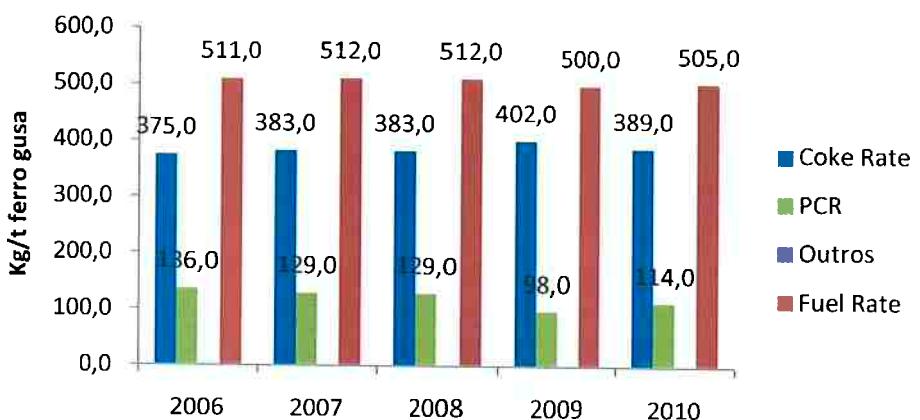


Gráfico 5.26 f

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.26 – Consumo específico de combustíveis no alto-forno (Kg/tonelada de ferro-gusa).

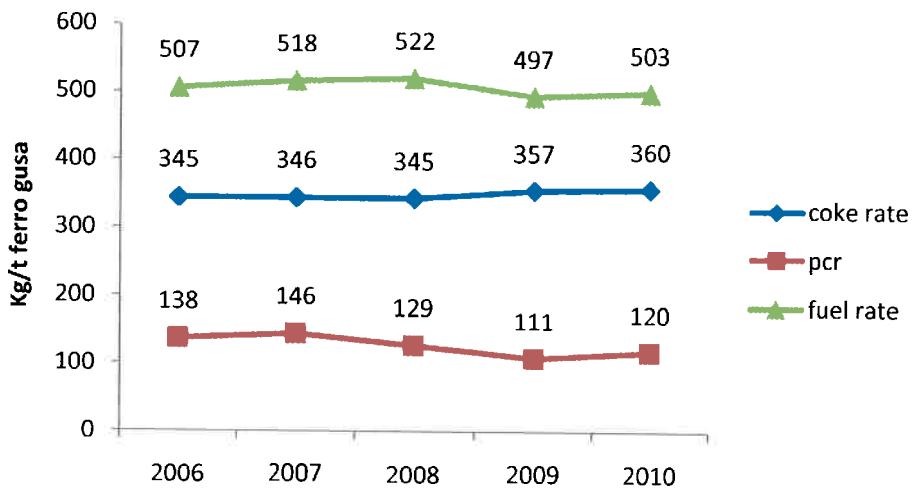


Gráfico 5.27 – Consumo específico média de combustíveis no alto-forno das usinas analisadas (Kg/tonelada de ferro-gusa).

Vale ressaltar que a queda nas taxas apresentadas no período de 2008 e 2009 deve-se, na maioria das vezes, à crise econômica mundial, que fez com que as empresas produtoras de aço diminuíssem a produção, no entanto, a utilização de insumos não acompanhou essa diminuição.

Nenhuma das empresas analisadas obteve índices de “fuel rate” menores que a média em todos os anos considerados. No entanto, vale destacar a ArcelorMittal Tubarão e a Gerdau que estiveram abaixo da média apenas em um ano, 2007 e 2009 respectivamente.

Água

Mesmo sendo a substância mais abundante do mundo, existe uma preocupação contínua com a preservação dos recursos hídricos do planeta, não só por parte do setor siderúrgico, mas por toda a comunidade industrial e doméstica. Isso porque, dos 1,4 milhões de quilômetros cúbicos de água existentes no planeta, 97,4% se encontram nos oceanos, e, dos 2,8% restantes, 2,1% estão na forma de gelo.

Além disso, a criação da ANA (Agência Nacional de Águas), uma entidade criada para gerir os recursos hídricos do país, também acabou por influenciar positivamente a preservação dos recursos hídricos, uma vez que a captação de água passou a ser regulamentada e cobrada, ou seja, as indústrias não mais poderiam utilizar água sem ter que pagar pela mesma.

A **tabela 5.5** apresenta os valores cobrados pelo consumo e captação de água doce no Brasil, em diferentes regiões (bacias hidrográficas ou estados). O consumo de água refere-se à parcela do recurso que é utilizada e não retorna ao corpo hídrico de origem.

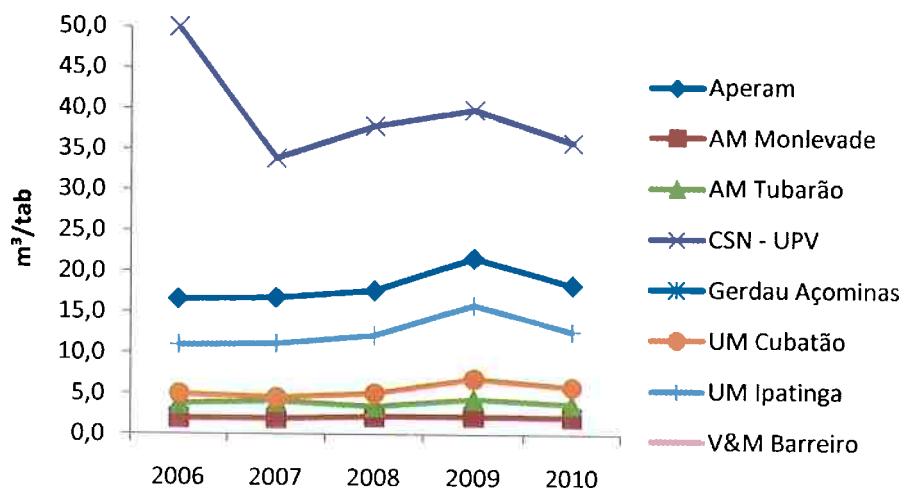
Tabela 5.5 – Cobrança pelo uso da água no Brasil – 2005.

Estado / Bacia	Setor	Captação por m ³	Consumo por m ³
Piracicaba	Doméstico/Industrial	R\$0,01 a R\$0,015	R\$ 0,02
Paraíba do Sul	Doméstico/Industrial	R\$ 0,01	R\$ 0,02
Ceará	Doméstico	R\$ 0,026 a R\$ 0,055	
	Industrial	R\$ 0,80	

Fonte: Gestão de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água, RAMOS, M. [53]

Os valores cobrados pelo uso da água no Brasil estão bem abaixo daqueles cobrados em países como a França e Alemanha, referências em programas de gestão de recursos hídricos. O Ceará foi o estado pioneiro na implantação da cobrança pelo uso da água, e possui hoje um dos sistemas de gestão de recursos hídricos mais bem estruturados do país [53].

No Brasil já existem empresas que utilizam água salgada/salobra em parte de seus processos, como no resfriamento, por exemplo. Neste caso, a água não entra em contato direto e não é contaminada por substâncias do processo. Dessa forma, ela é devolvida ao corpo hídrico de onde foi retirada, depois de ter sua temperatura monitorada para evitar danos ao ecossistema [30].



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.28 – Consumo específico de água doce captada (m³/tab).

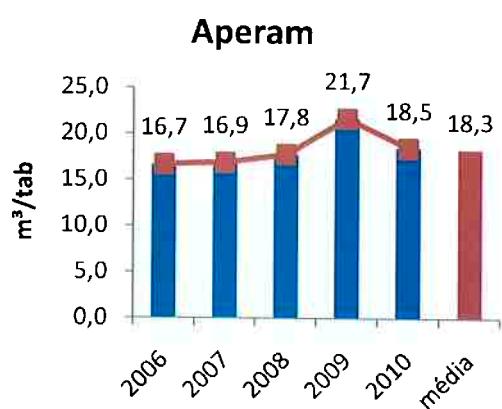


Gráfico 5.29 a

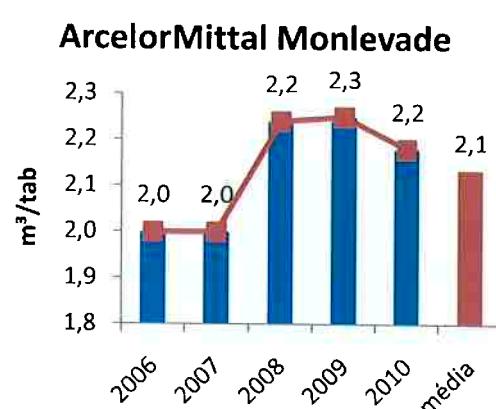
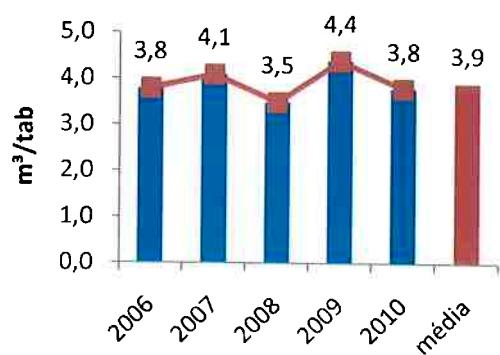
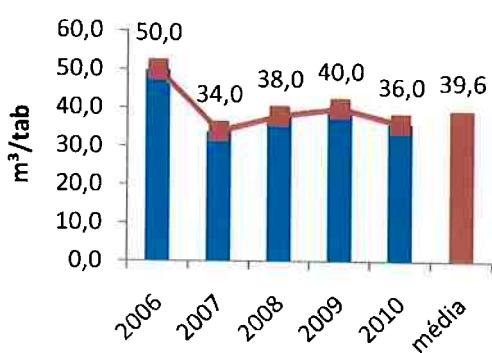
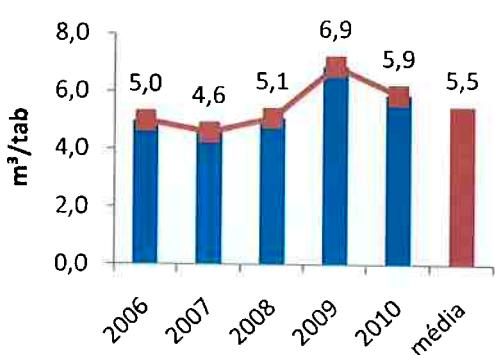
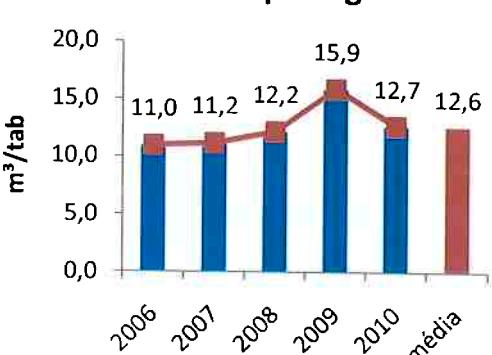


Gráfico 5.29 b

ArcelorMittal Tubarão**Gráfico 5.29 c****CSN - UPV****Gráfico 5.29 d****Usiminas Cubatão****Gráfico 5.29 e****Usiminas Ipatinga****Gráfico 5.29 f**

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

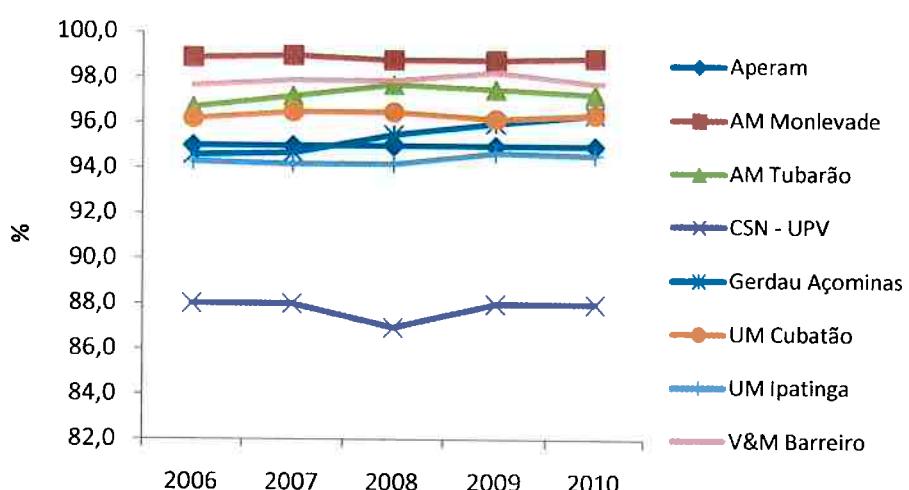
Gráficos 5.29 – Consumo específico de água doce captada por usina (m³/tab).

Todas as usinas analisadas apresentaram um decréscimo nos índices de consumo específico de água doce captada no período de 2009 e 2010. No entanto, nenhuma empresa com exceção da CSN apresentou diminuição do índice quando considerado o período de 2006 a 2010.

Índice de Recirculação de Água

Para que o uso da água seja mais eficiente, uma prática difundida entre as usinas siderúrgicas é a recirculação da água utilizada em seus processos. De acordo com o IABr, o índice médio de recirculação de água na indústria brasileira do aço atingiu o valor de 94% em 2010. O índice publicado pelo IABr considera ambos os sistemas integrados e não integrados, e, por esse motivo, não será incluído na análise das usinas integradas do SBEGU.

O **gráfico 5.30** apresenta os índices de recirculação de água das usinas analisadas.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráfico 5.30 – Índice de Recirculação de Água (%) por usina.

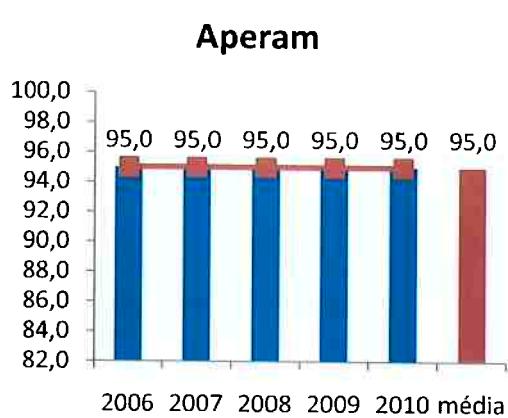


Gráfico 5.31 a

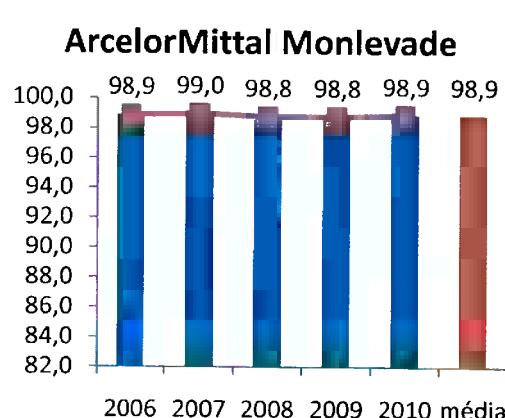
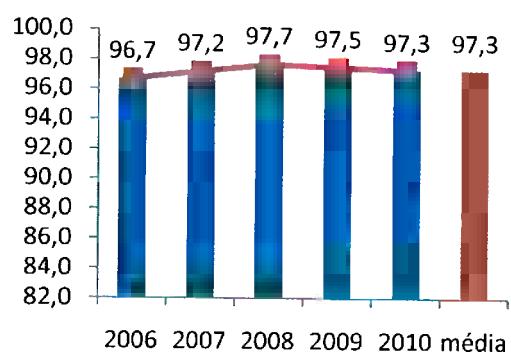
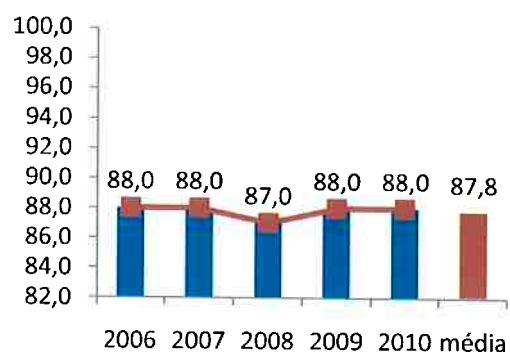
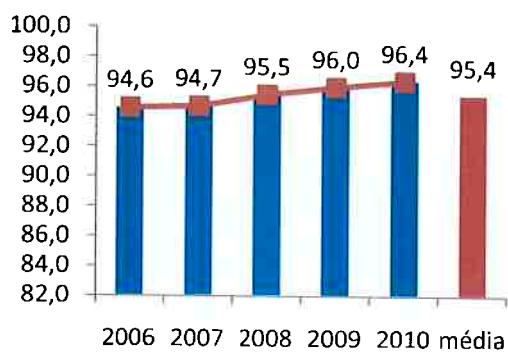
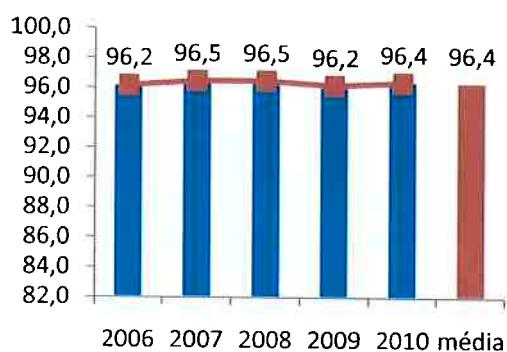
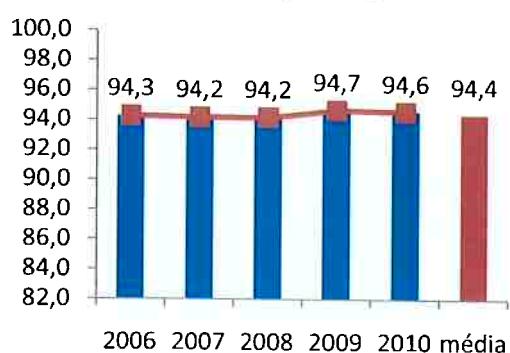
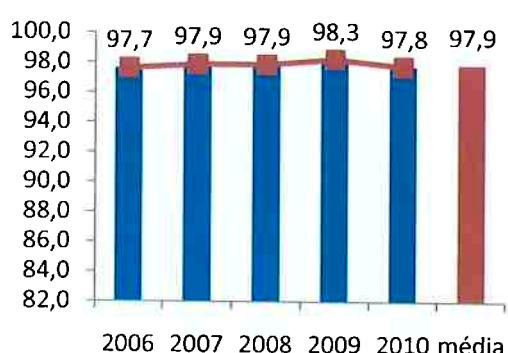


Gráfico 5.31 b

ArcelorMittal Tubarão**CSN - UPV****Gráfico 5.31 c****Gráfico 5.31 d****Gerdau****Usiminas Cubatão****Gráfico 5.31 e****Gráfico 5.31 f****Usiminas Ipatinga****V&M Barreiro****Gráfico 5.31 g****Gráfico 5.31 h**

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.31 – Evolução dos Índices de Recirculação de Água das usinas analisadas.

Todas as usinas apresentaram melhorias no índice de recirculação de água quando considerado o período entre os anos de 2006 e 2010, com exceção da Aperam, CSN e ArcelorMittal Monlevade que obtiveram valores iguais nos anos de 2006 e 2010.

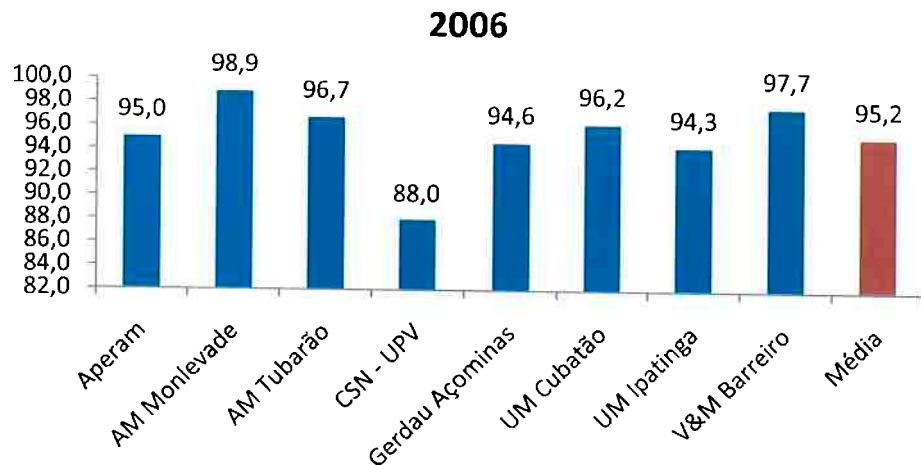


Gráfico 5.32 a

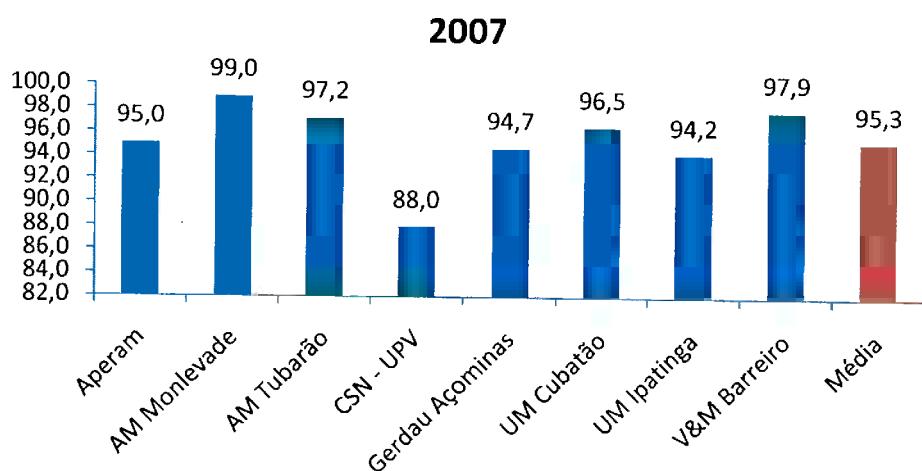


Gráfico 5.32 b

2008

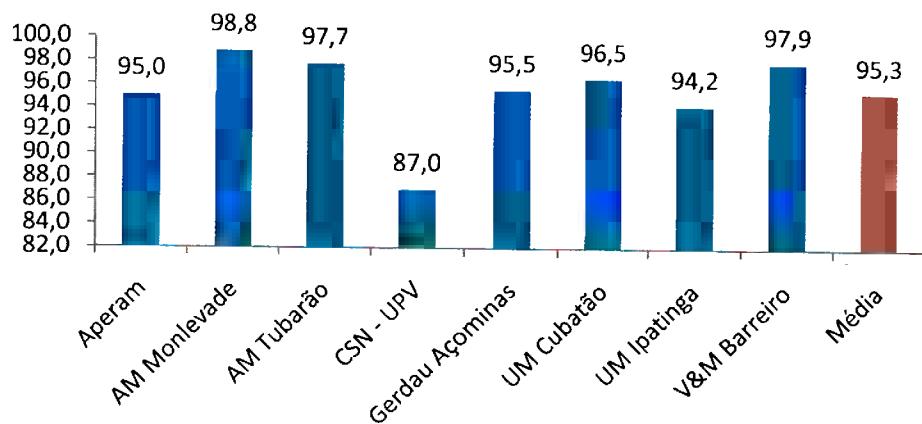


Gráfico 5.32 c

2009

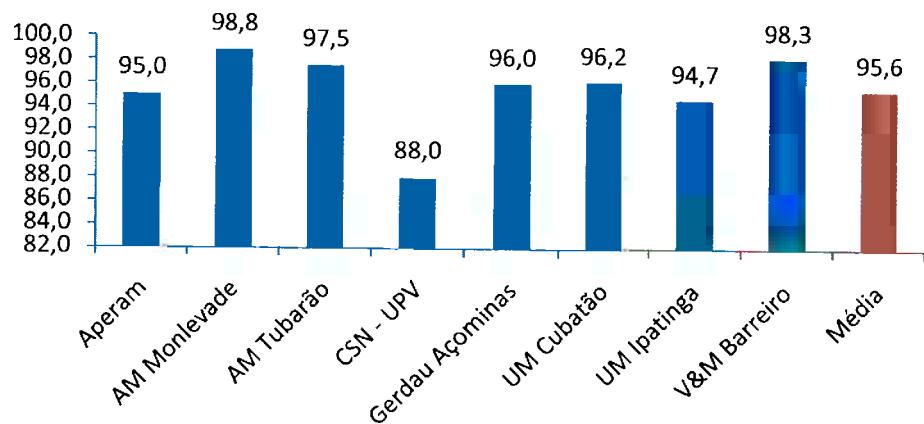


Gráfico 5.32 d

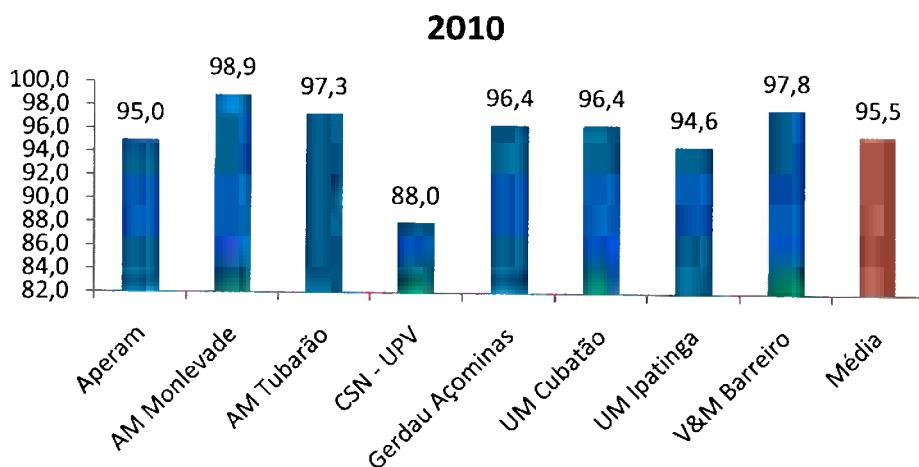


Gráfico 5.32 e

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.32 – Índice de Recirculação de Água por ano.

As usinas da ArcelorMittal, tanto Monlevade como Tubarão, Usiminas Cubatão e V&M estiveram, em todos os anos analisados, com índices acima da média de recirculação de água, sendo que, nos anos de 2008, 2009 e 2010, a Gerdau também ocupou o grupo das usinas acima da média.

Os valores mais altos de recirculação de água do período foram obtidos pela ArcelorMittal Monlevade que chegou a recircular cerca de 99% do total de água utilizado em suas instalações.

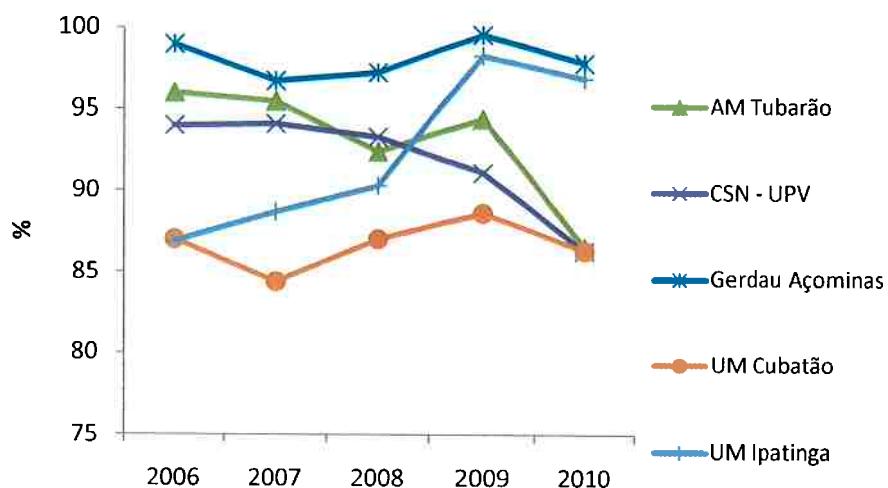
Aproveitamento Global de Gases

Durante o processo siderúrgico são gerados diversos gases como o Gás de Alto Forno (GAF) resultante do processo de fabricação de ferro gusa a partir da redução do minério de ferro, o Gás de Coqueria (GCO) resultante do processo de coqueificação e o Gás de Aciaria (GAC) resultante dos processos de refino secundário. A maior parte dos gases gerados dentro de uma usina são reaproveitados em outros processos, o que contribui para o aumento da eficiência energética do sistema.

No caso do GCO, além de insumo energético para processos como a própria coqueria, os altos fornos e também a aciaria, algumas usinas extraem desse gás matérias primas como o alcatrão, óleo BTX e amônia. Já o GAF pode ser

utilizado no próprio alto-forno, por exemplo, no pré-aquecimento do ar que é soprado pelas ventaneiras, e em outros processos como na coqueria, aciaria e laminação [45]. O GAC, assim como os outros gases siderúrgicos também é utilizado na geração de energia para outros processos.

O **gráfico 5.32** apresenta a evolução dos índices de aproveitamento global de gases na usinas analisadas.



Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.33 – Índice de Aproveitamento Global de Gases nas usinas analisadas.

As usinas Aperam, ArcelorMittal Monlevade e V&M não divulgaram os índices de aproveitamento global de gases, e, por isso, não serão consideradas nesta análise.

ArcelorMittal Tubarão

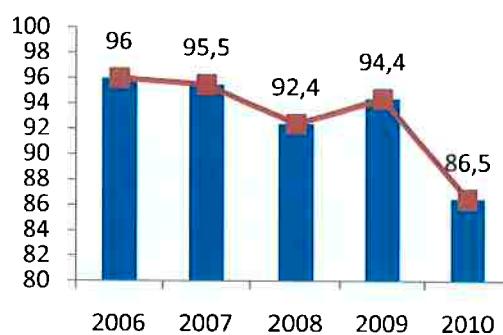
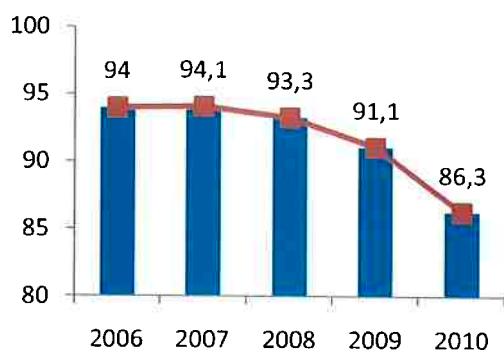
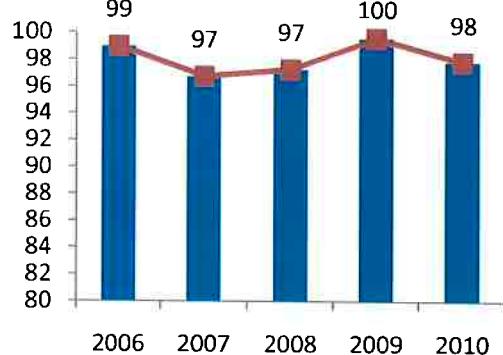
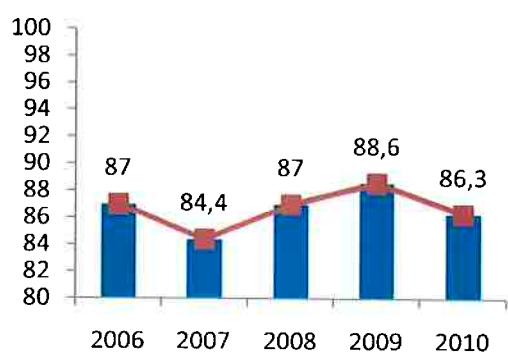
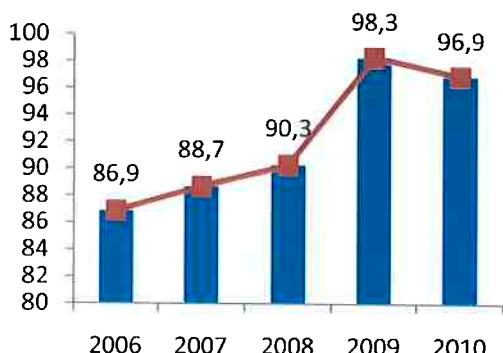


Gráfico 5.34 a

CSN - UPV**Gerdau Açominas****Gráfico 5.34 b****Gráfico 5.34 c****Usiminas Cubatão****Usiminas Ipatinga****Gráfico 5.34 d****Gráfico 5.34 e**

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.34 – Evolução do índice de Aproveitamento Global de Gases (%) por usina.

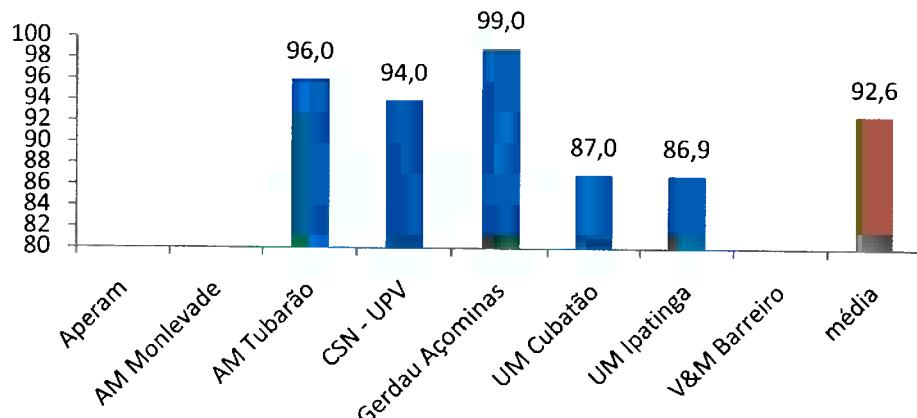
2006

Gráfico 5.35 a

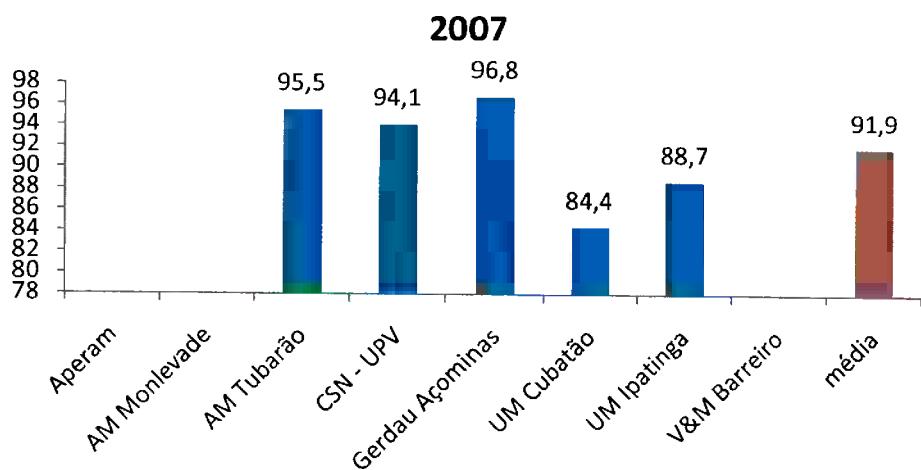


Gráfico 5.35 b

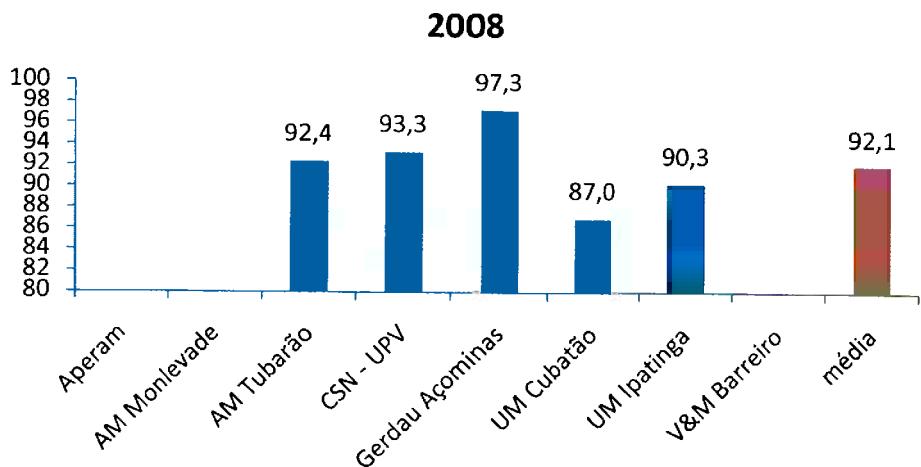


Gráfico 5.35 c

2009

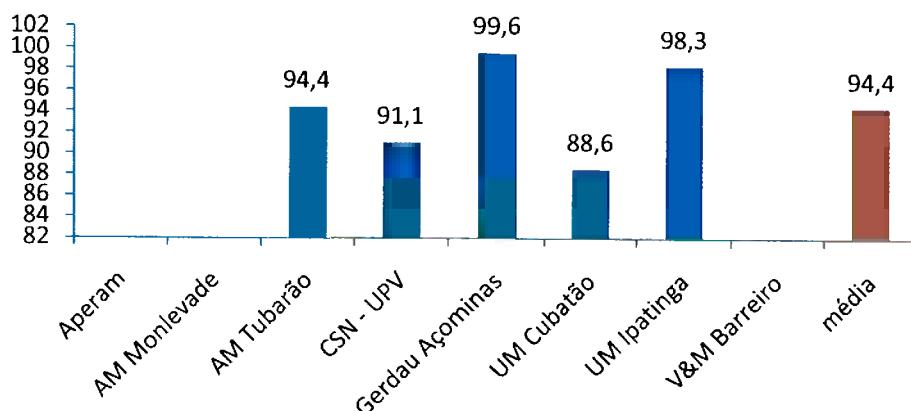


Gráfico 5.35 d

2010

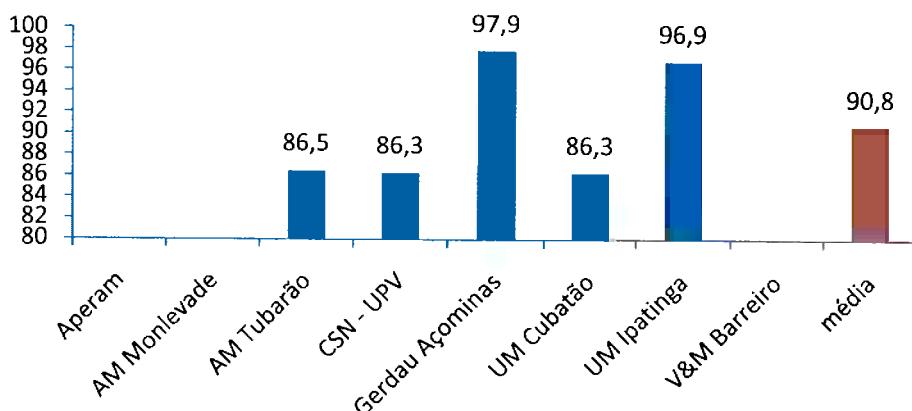


Gráfico 5.35 e

Fonte: Balanços Energéticos Globais e de Utilidades, SBEGU 2011 – ABM [54]

Gráficos 5.35 – Índice de Aproveitamento Global de Gases das usinas analisadas por ano.

A usina Gerdau Açominas obteve os melhores índices de reaproveitamento de gases dentre as usinas analisadas, ficando com a melhor marca em todos os anos, desde 2006 até 2010.

5.4 Compilação dos dados – Índice Geral

A fim de possibilitar a comparação do desempenho ambiental das siderúrgicas integradas instaladas no Brasil, propõe-se a criação de um índice geral que compile as informações e dados mais relevantes para o setor.

Após a análise dos dados divulgados pelas usinas e de estudos mais aprofundados sobre os impactos ambientais negativos decorrentes da atividade siderúrgica, destacam-se 4 dimensões chave que deverão estar consideradas no índice geral. São elas:

- Energia
- Água
- Consumo de outros recursos renováveis e não renováveis (oxigênio, nitrogênio, minério de ferro, etc.)
- Emissões de GEE

Para os três primeiros temas, alguns dados estão disponíveis na seção 5.2 deste trabalho. No entanto, dados sobre as emissões de GEE, principalmente CO₂, na maioria dos casos não são publicados pelas empresas de forma clara e objetiva.

Alguns grupos que atuam no setor de siderurgia no Brasil não publicam a quantidade de gases efeito estufa emitida, e, outros que publicam, por muitas vezes não separam as emissões por unidade de produção, impossibilitando assim a análise dos sistemas integrados separadamente dos processos semi-integrados, como foi feito para os dados apresentados na seção anterior.

Existem algumas ferramentas que permitem o cálculo aproximado da quantidade de CO₂ emitida em processos industriais, como as disponibilizadas pelo **GHG Protocol (GreenHouse Gas Protocol)**, que, inclusive, também desenvolveu ferramentas específicas para alguns setores industriais, um deles, a siderurgia.

Tais ferramentas utilizam como base para o cálculo os fatores de emissão de carbono de cada uma das fontes energéticas utilizadas em cada um dos processos, e, por isso, a correta utilização das mesmas requer um

conhecimento detalhado sobre a matriz energética da usina em questão, o que aumenta a complexidade do cálculo.

Além disso, não são todas as usinas que apresentam detalhes de sua matriz energética, como por exemplo quais fontes são utilizadas em quais processos, e em que quantidade elas são consumidas.

A **tabela 5.6** apresenta um resumo dos indicadores que foram analisados na seção anterior, indicando quais usinas publicaram cada um deles.

Tabela 5.6 – Indicadores divulgados pelas usinas siderúrgicas analisadas.

	Aperam	AM Manlevade	AM Tubarão	CSN	Gerdau	UM Cubatão	UM Ipatinga	V&M Barreiro
Consumo específico de energia	X	X	X	X	X	X	X	X
Consumo específico de energia elétrica	X	X	X	X	X	X	X	
Consumo específico de ferro gusa	X	X	X	X	X	X	X	X
Consumo específico de oxigênio	X	X	X	X	X	X	X	X
Consumo específico de nitrogênio	X	X	X	X	X	X	X	X
Fuel Rate	X		X	X	X	X	X	
Índice de recirculação de água	X	X	X	X	X	X	X	X
Consumo específico de agua doce captada	X	X	X	X		X	X	
Aproveitamento global de gases			X	X	X	X	X	

De acordo com a **tabela 5.6**, 4 usinas divulgaram todos os indicadores listados. São elas: ArcelorMittal Tubarão, CSN UPV, Usiminas Cubatão e Usiminas Ipatinga. Dessa forma, optou-se por incluir todos os indicadores no cálculo do índice geral, mesmo que isso implique em não obter o índice geral para todas as usinas analisadas.

Para que o índice possa ser representativo dos respectivos valores os quais ele representa, é necessário que os mesmos sejam normalizados. Para o cálculo do índice geral optou-se por utilizar a média dos valores nos últimos 5 anos, para que o efeito de pequenos desvios pontuais seja minimizado.

A **tabela 5.7** apresenta os valores considerados para o cálculo do índice geral, ou seja, a média de cada um deles para o período considerado. São esse

valores que serão posteriormente normalizados e somados para que se obtenha o índice geral de cada uma das usinas.

Tabela 5.7 – Média dos indicadores para o período de 2006 a 2010.

	AM Tubarão	CSN	UM Cubatão	UM Ipatinga
Consumo específico de energia (GJ/tab)	22,0	26,4	26,1	27,0
Consumo específico de energia elétrica (kWh/tab)	371,4	491,8	463,4	481,0
Consumo específico de ferro gusa (kg/tab)	1044,6	964,0	978,6	980,2
Consumo específico de oxigênio (Nm ³ /tab)	114,6	116,7	148,0	127,8
Consumo específico de nitrogênio (Nm ³ /tab)	89,8	105,7	85,8	113,8
"Fuel Rate"(kg/ton ferro gusa)	489,8	503,6	500,0	508,0
Índice de recirculação de água (%)	97,3	87,8	96,4	94,4
Consumo específico de água doce captada (m ³ /tab)	3,9	39,6	5,5	12,6
índice de Aproveitamento global de gases (%)	93,0	91,8	86,7	92,2

O cálculo do índice geral será feito através da soma dos valores médios dos indicadores normalizados, de forma que o menor índice seja o melhor, ou seja, represente a usina com o melhor desempenho ambiental geral.

Em relação aos indicadores considerados, no caso dos três primeiros, ou seja, os que se referem ao consumo específico tanto de energia quanto de gases, quanto menor o indicador, melhor a eficiência do processo. Já no caso do índice de recirculação de água, quanto maior o valor melhor a eficiência no uso do recurso. Dessa forma, normalização dos valores da **tabela 5.7** foi feita no intervalo entre o valor mais baixo e o valor mais alto de cada indicador, de forma que o valor mais baixo representasse o zero, no caso dos indicadores de consumo específico, e o 1 no caso do índice de recirculação de água. A **tabela 5.8** apresenta os intervalos utilizados na normalização dos valores.

Tabela 5.8 – Intervalos utilizados para a normalização dos indicadores.

	Menor	Maior
Consumo específico de energia (GJ/tab)	22,02	27,002
Consumo específico de energia elétrica (kWh/tab)	371,4	491,8
Consumo específico de ferro gusa (kg/tab)	964	1044,6
Consumo específico de oxigênio (Nm ³ /tab)	114,6	148
Consumo específico de nitrogênio (Nm ³ /tab)	85,8	113,84
"Fuel Rate"(kg/ton ferro gusa)	489,8	508
Índice de recirculação de água (%)	97,28	87,8
Consumo específico de água doce captada (m ³ /tab)	3,92	39,6
Índice de Aproveitamento global de gases (%)	92,96	86,66

Para o cálculo dos indicadores normalizados, a fórmula representada na **equação 5.1** foi utilizada. Vale ressaltar que no caso do indicador de recirculação de água, inverte-se os valores de menor e maior valor, para que o menor valor normalizado seja 1 e o maior valor seja zero. Dessa forma, quanto maior a média de recirculação de água da usina, menor será o valor somado ao seu índice geral.

Equação 5.1 - Normalização

$$X_i = \frac{X_n - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Onde:

Xn é o valor a ser normalizado;

Xmin é o menor valor do intervalo (exceto para recirculação de água)

Xmax é o maior valor do intervalo (exceto para recirculação de água)

A aplicação da **Eq. 5.1** aos valores da **tabela 5.8**, resultou nos índices apresentados na **tabela 5.9**.

Tabela 5.9 – Valores normalizados.

	AM Tubarão	CSN	UM Cubatão	UM Ipatinga
Consumo específico de energia (GJ/tab)	0,00	0,87	0,82	1,00
Consumo específico de energia elétrica (kWh/tab)	0,00	1,00	0,76	0,91
Consumo específico de ferro gusa (kg/tab)	1,00	0,00	0,18	0,20
Consumo específico de oxigênio (Nm ³ /tab)	0,00	0,06	1,00	0,40
Consumo específico de nitrogênio (Nm ³ /tab)	0,14	0,71	0,00	1,00
"Fuel Rate"(kg/ton ferro gusa)	0,00	0,76	0,56	1,00
Índice de recirculação de água (%)	0,00	1,00	0,10	0,30
Consumo específico de água doce captada (m ³ /tab)	0,00	1,00	0,04	0,24
Índice de Aproveitamento global de gases (%)	0,00	0,19	1,00	0,12

O cálculo do índice geral se dá pela somatória simples dos respectivos índices normalizados de cada usina considerada. A **tabela 5.10** apresenta os valores.

Tabela 5.10 – Ranking do Índice Geral por usina.

	AM Tubarão	CSN	UM Cubatão	UM Ipatinga
Índice Geral	1,14	5,59	4,46	5,17

No **gráfico 5.36** estão representados os valores da **tabela 5.10** em ordem crescente, ou seja, do melhor índice para o pior.

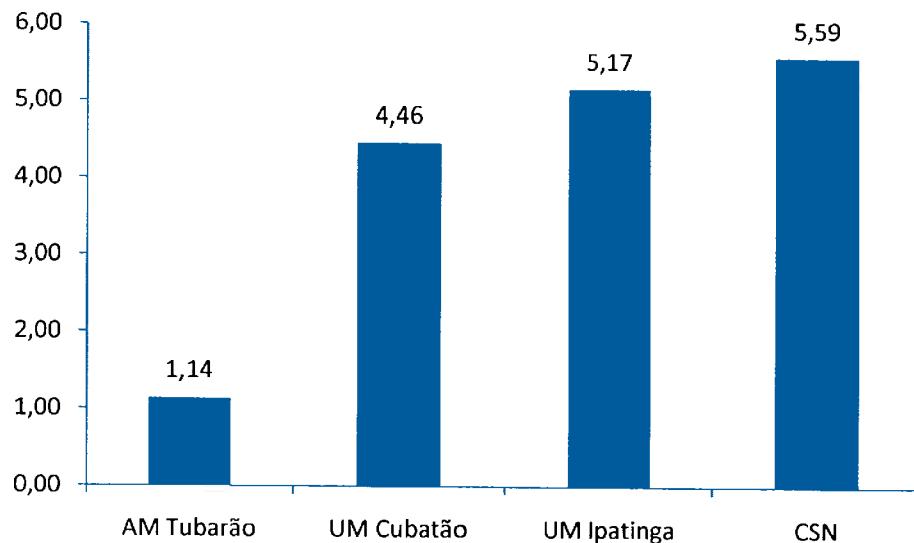


Gráfico 5.36 – Ranking dos índices Gerais por usina.

De acordo com os índices apresentados, a usina ArcelorMittal Tubarão teria obtido o melhor desempenho ambiental no período considerado.

No entanto, algumas considerações devem ser feitas a respeito do índice apresentado.

Nem todas as dimensões relevantes para o setor siderúrgico foram abordadas no cálculo do índice. Os indicadores de emissões de GEE, por exemplo, não foram obtidos neste trabalho e, por consequência, não fizeram parte do cálculo do índice. Sabe-se que a emissão de CO₂ é um grande problema enfrentado pela indústria do aço, e também um dos maiores causadores de impactos ambientais negativos do setor.

Dessa forma, a fim de que o índice geral seja adequado à atividade siderúrgica, dados sobre as emissões de gases causadores do efeito estufa deveriam ser incorporados no mesmo. A geração de resíduos sólidos, também muito problemática na indústria do aço, deve ser incorporada pelo índice.

Outro fator que também deve ser levado em conta é que no cálculo do índice geral, não se estabeleceram pesos para cada um dos indicadores considerados, ou seja, todos eles têm teoricamente o mesmo nível de relevância para o desempenho ambiental da usina. Na prática, não é isso o que acontece, visto que o uso de alguns recursos naturais tem impactos negativos

muito mais significativos do que outros. Logo, para que o índice geral seja mais representativo do que realmente é o desempenho ambiental de uma usina, seria necessário que se estabelecessem pesos para cada indicador incluído no cálculo, ou seja, que a relevância de cada valor fosse levada em conta.

6. Conclusão

Buscou-se neste trabalho apresentar os conceitos de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável bem como alguns indicadores de sustentabilidade propostos por organizações como o GRI e o WSA.

Foram destacados alguns indicadores de maior relevância para o setor siderúrgico, considerando os impactos ambientais negativos decorrentes da produção do aço.

Os problemas ambientais enfrentados atualmente pela indústria siderúrgica estão, na maior parte dos casos, relacionados ao consumo de energia, incluindo forte dependência de fontes não renováveis, ao consumo de recursos naturais, com destaque para água, carvão mineral e minério de ferro, à geração de resíduos e à emissão de gases efeito estufa, principalmente CO₂.

A utilização de recursos naturais não renováveis como o carvão mineral, o minério de ferro e o gás natural no processo de fabricação do aço tende a se tornar cada vez mais eficiente na busca por processos mais sustentáveis. A preocupação com o esgotamento desses recursos e o comprometimento das atividades das gerações futuras ocupa um lugar cada vez maior nas agendas estratégicas das indústrias do aço.

A matriz energética das usinas siderúrgicas integradas que operam no Brasil, na maioria dos casos, ainda é dominada por fontes não renováveis como o carvão mineral (na forma de coque ou de finos), derivados do petróleo e gás natural. Há exceções, como os casos das usinas que utilizam quantidades relevantes de carvão vegetal como fonte energética, por exemplo a Aperam e a V&M Barreiro.

As usinas preocupam-se cada vez mais em desenvolver iniciativas que visam melhorias na eficiência energética de seus processos, e, uma delas, é o aproveitamento dos gases gerados durante o processo. Dentre as usinas analisadas neste trabalho, o índice de aproveitamento global dos gases chegou a 99,6% no caso da Gerdau Açominas em 2009, que utilizou o gás gerado internamente para a produção de parte da energia necessária aos processos

da unidade. Além do benefício ambiental, a geração interna de energia através do aproveitamento de gases também diminui os custos de produção na medida em que reduz os gastos com fontes de energia como, por exemplo, eletricidade.

Além disso, neste trabalho também foi proposta a criação de um Índice Geral que possibilite a compilação dos indicadores ambientais mais relevantes para a indústria siderúrgica nacional, e, dessa forma, permita uma comparação entre as usinas do ponto de vista de quão sustentáveis são os seus processos.

No entanto, alguns obstáculos foram observados no cálculo do índice geral. Um deles foi a falta de dados disponíveis, ou seja, muitos indicadores não puderam ser considerados no índice geral pois não foram publicados por todas as usinas, como é o caso das emissões de gases efeito estufa e geração de resíduos sólidos.

Outro obstáculo é a diferença de relevância de cada indicador para o impacto geral causado pela atividade, ou seja, os indicadores não devem ser considerados como igualmente importantes quando mede-se a sustentabilidade de um sistema, visto que alguns são muito mais prejudiciais ao meio ambiente do que outros. Para o caso de uma usina siderúrgica integrada, por exemplo, podemos citar o caso do consumo específico de coque nos altos fornos, “coke rate”, que tem maior impacto ambiental do que o consumo específico de carvão vegetal, e, por isso, deveria ter maior importância no cálculo do índice geral.

O cálculo do Índice Geral neste trabalho tem uma conotação sugestiva, ou seja, não deve ser utilizado para fins de comparação, na medida em que não engloba quantidade suficiente de dados e também não leva em conta o nível dos impactos ambientais negativos causados por cada um dos valores considerados.

Uma das principais características de um indicador é a representatividade, e, por isso, para que o índice geral possibilite uma comparação adequada entre a sustentabilidade dos processos de diferentes usinas integradas, ele deve, não só compilar uma quantidade razoável de dados que englobem todos aqueles

mais relevantes para a atividade siderúrgica, mas também considerar o nível do impacto ambiental decorrente de cada um desses indicadores.

Ficam como sugestões para próximos trabalhos o levantamento de uma maior quantidade de dados que possam ser utilizados no cálculo do Índice Geral e também o desenvolvimento de uma metodologia que permita comparar os impactos negativos dos indicadores e estabelecer pesos para cada um deles, a fim de que esse aspecto possa também ser incorporado ao valor do índice geral de cada usina.

7. Bibliografia

1. MCKENZIE, S. **Social sustainability: Towards some definitions**, Hawke Research Institute, Working Paper, South Australia, n. 27, 2004.
2. LIMA, S.F. **Introdução ao conceito de sustentabilidade: aplicabilidade e limites**, Caderno da Escola de Negócios, UniBrasil, v. 4, n. 4, Jan/dez 2006.
3. MIKHAILOVA, I. **Sustentabilidade: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática**, Revista Economia e Desenvolvimento, n. 16, 2004.
4. NEUMAYER, E. **Weak and Strong Sustainability – Exploring the limits of two opposing paradigms**, 2003.
5. DALY, H. E., **A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável** – Rio de Janeiro: AS-PTA, Textos para Debates n. 34, 1991, pag. 21.
6. GOWDY, J.M., MCDANIEL, C., **Paradise for sale – A parable of nature**, University of California Press, 1992, pag. 193
7. AYRES, R.U., VAN DEN BERGH, J.C.J.M., GOWDY, J.M. **View point: weak versus strong sustainability**,
8. BREKKE, K.A. **Economic Growth and the Environment: on the measurement of Income and Welfare**, Edward Elgar, Cheltenham, 1997.
9. Sustainability Reporting Guidelines – Disponível em <http://www.globalreporting.org/ReportingFramework/G31Guidelines/> acessado em 20/10/2011
10. ELKINGTON, J. **The Triple Bottom Line, does it all add up?**, Earthscan, 2004, pag. 3.
11. Disponível em <http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=ISE&idioma=pt-br> acessado em 29/09/2011
12. FIGUEIREDO, G.N., ABREU, R.L., LAS CASAS, A.L. **Reflexos do índice de sustentabilidade empresarial (ISE) na imagem da empresas: uma análise do papel do consumidor consciente e do marketing ambiental**, Disponível em

<http://www.empresaresponsavel.com/links/jovempuc.pdf> acessado em 02/10/2011

13. JOHNSON, B.B. et.al. **Sustainable Development and the advanced materials: the Brazilian case**, Rio de Janeiro, CETEM/CNPq, 1995, pag. 5-8.
14. **Sustainability Reporting Guidelines** – Disponível em <http://www.globalreporting.org/ReportingFramework/G31Guidelines/> acessado em 20/10/2011
15. BARONI, M. **Ambiguidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável**, Revista de Administração de Empresas, São Paulo, Abr/jun 1992.
16. MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente: A gestão ambiental em foco. Doutrina, jurisprudência e glossário**. 4. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p. 1002.
17. LE PRESTRE, Philippe – **Ecopolítica Internacional** , Tradução Jacob Gorender, 2 ed., São Paulo, 2005
18. Disponível em: <http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/91> acessado em 07/09/2011.
19. Disponível em: http://www.estadao.com.br/especiais/entenda-o-que-foi-a-rio-92_3827.htm acessado em 07/09/2011.
20. Disponível em http://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2002/riomais10/o_que_e.shtml acessado em 03/10/2011.
21. Disponível em: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php acessado em 18/10/2011.
22. Disponível em http://unfccc.int/meetings/cop_13/items/4049.php acessado em 18/10/2011.
23. Disponível em http://unfccc.int/meetings/cop_17/items/6070.php acessado em 18/10/2011.
24. Disponível em <http://www.uncsd2012.org/rio20/index.php?menu=17> acessado em 18/10/2011.
25. HAMOND, A. et.al. **Environmental Indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in**

- the context of sustainable development**, World Resources Institute, 1995, pag. 1-4.
26. Disponível em <http://www.globalreporting.org/AboutGRI/WhatIsGRI/> acessado em 15/10/2011
27. Disponível em <http://www.worldsteel.org/about-us/history-and-objectives.html> acessado em 15/10/2011
28. Disponível em <http://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainable-steel/sustainability-policy.html> acessado em 15/10/2011
29. **Sustainability Indicators Methodology** – Disponível em <http://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainable-steel/sustainability-indicators.html> acessado em 15/10/2011
30. Relatório Anual de Sustentabilidade – Instituto Aço Brasil, 2010
31. LENZ E SILVA, G.F.B. **Siderurgia, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, aula ministrada em 2010 no curso de Siderurgia 2, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
32. **Energia no Setor Siderúrgico Brasileiro** – Série Estudos Setoriais Ministério de Minas e Energia MME – Rio de Janeiro, 2009
33. Anuário Estatístico 2011 – Instituto Aço Brasil
34. Disponível em <http://www.abmbrasil.com.br/associacao/> acessado em 28/10/2011
35. Disponível em http://www.arcelormittalinoxbrasil.com.br/ing/empresa/perfil_apresentacao.asp acessado em 01/11/2011
36. Disponível em <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/969-arcelor-conclui-compra-de-papeis-da-acesita/> acessado em 01/11/2011
37. Disponível em http://www.belgomineira.com.br/setores/siderurgia/unidades_industriais/usina_monlevade/usina_monlevade.asp acessado em 01/11/2011
38. Disponível em <http://www.cst.com.br/index.asp> acessado em 01/11/2011

39. Disponível em

http://csna0006.csn.com.br/portal/page?_pageid=456,172500&_dad=portal&_schema=PORTAL acessado em 01/11/2011

40. Disponível em <http://www.gerdau.com.br/sobre-gerdau/unidades-no-brasil-interna.aspx?Codigo=c1818d8e-1312-43bc-b757-51b185c48993> acessado em 01/11/2011

41. Disponível em

<http://www.usiminas.com/irj/portal?NavigationTarget=navurl://f649ca95739454116d3baf54e01f7665> acessado em 01/11/2011

42. Disponível em <http://www.ipatinga-mg.com.br/turismo.php> acessado em 01/11/2011

43. Disponível em

<http://www.usiminas.com/irj/portal?NavigationTarget=navurl://0dc24bec222a148e2d7cdba8ef3b002a> acessado em 01/11/2011

44. Disponível em

<http://www.vmtubes.com.br/vmbInternet/calandra.nsf/0/0EA9B139206CC24B032572FA007EF9C8?OpenDocument&pub=T&proj=Internet> acessado em 01/11/2011

45. **Emissões na produção Metalúrgica - Inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa diretos e indiretos do Estado de São Paulo – Relatórios de Referência – CETESB, 2011**

46. SANTOS, L.J.C., TENÓRIO, J.A.S., **Avaliação do ciclo de vida e custeio do ciclo de vida de evaporadores para usinas de açúcar –** Revista Escola de Minas, vol.63 no.1 – Ouro Preto, MG, 2010, pag. 183

47. Energia em 2010 – Brasil , Ministério de Minas e Energia

48. Estratégia Energética Indústria Siderúrgica – ArcelorMittal, Sol Coqueria Tubarão S/A

49. Estratégia Energética Indústria Siderúrgica – ArcelorMittal, Sol Coqueria Tubarão S/A

50. DOS SANTOS JR, A. **Possibilidades e impactos da ampliação da siderurgia a carvão vegetal oriundo de florestas plantadas no Brasil**, Dissertação de mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2011, pag. 75-80

51. ASSIS, C.F.C., **Caracterização de carvão vegetal para a sua injeção em altos fornos a carvão vegetal de pequeno porte**, Dissertação de Mestrado, REDEMAT, Minas Gerais, 2008, pag. 6.
52. ASSIS, P.S., MARTINS, W.B., VIEIRA, C.B., **Avanços na injeção de carvão pulverizado para a sua aplicação em altos fornos** – Revista Escola de Minas, vol. 56, Minas Gerais, 2003, pag.281-285
53. RAMOS, M. **Gestão de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água** – Fundação Getúlio Vargas, 2007. Material disponível em <http://www.eclac.org/dmaah/noticias/paginas/9/28579/Cobrancapelousoda.pdf>
54. 32º Seminário de Balanços Energéticos Globais e de Utilidades – ABM, 2011. Material disponível em forma de CD na ABM