



## SISTEMA DE GESTÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADO À SIDERURGIA *ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT SYSTEM APPLIED TO STEEL INDUSTRY*

Christian Bianco de Barros<sup>1, i</sup>

Vitória Mesquita Pinto<sup>2, ii</sup>

Humberto de Sousa Megda<sup>3, iii</sup>

Data de submissão: 13/09/2022

Data de aprovação: 06/10/2022

### RESUMO

O setor de produção de aço, além de já oferecer produtos recicláveis para a sociedade, vêm também demonstrando alinhamento com a agenda *Environmental, social and Governance* (ESG) parte devido imposições da sociedade, mas principalmente por motivos econômicos. Apesar do Brasil possuir ampla vantagem em sua matriz energética quando comparado a outros países, a siderurgia representa o segundo maior consumidor do setor industrial, consequentemente sendo um dos principais emissores de gases de efeito estufa. Esse fato, atrelado à dificuldade na transição energética para fontes não-renováveis, exige que essa seja uma área com alto apelo às iniciativas de eficiência energética. A gestão dessas ações passa obrigatoriamente pela medição e controle dos energéticos que ela adquire e produz, desde o ponto de entrega até seu uso final nos processos. Para que isso ocorra com o menor esforço e maior impacto possível no consumo energético global, é fundamental a implantação de um Sistema de Gestão de Eficiência Energética (SGEE) que contemple todas as frentes que esse tema traz para discussão em uma siderúrgica, a saber: diretrizes de operação, revisões energéticas, planos e execução de diagnoses, planos de projetos e estudos especiais, análises de viabilidade de investimentos e formatos inteligentes de divulgação. Nesse estudo de caso qualitativo, é analisado como está sendo operado um SGEE em uma siderúrgica de grande porte que possui plantas de produção nos estados de Minas Gerais e São Paulo, no Brasil. Os resultados obtidos com a implantação do SGEE indicam que esse sistema possibilitou o surgimento de uma forte cultura de gestão e controle dos energéticos, ter colaboradores mais motivados em fazer o bom uso da energia, fomentar discussões acerca das prioridades e novas óticas no que diz respeito ao fluxo de energias da empresa, elencar os retornos financeiros das ações de eficiência energética, mostrar a importância de se possuir um corpo de colaboradores dedicados às discussões sobre o tema, produzir conhecimento aprofundado sobre os equipamentos e processos produtivos, estimular os tomadores de decisão a considerarem o impacto da eficiência energética nos futuros investimentos e, principalmente, construir um fórum de melhoria contínua permanente com todos os níveis hierárquicos da empresa, devidamente referendados pela alta direção.

**Palavras-chaves:** Eficiência energética, Siderurgia, Sistema de gestão

---

<sup>1</sup> Graduando na Faculdade de Tecnologia SENAI “Antônio Souza Noschese”. E-mail: christian.biano@outlook.com

<sup>2</sup> Graduando na Faculdade de Tecnologia SENAI “Antônio Souza Noschese”. E-mail: toia5mesquita@gmail.com

<sup>3</sup> Docente e Me. na Faculdade de Tecnologia SENAI “”. E-mail: humberto.sousa@sp.senai.br



## **ABSTRACT**

*The steel production sector, in addition to already offering recyclable products to society, has also shown alignment with the Environmental, social and Governance ESG agenda, partly due to society's impositions, but mainly for economic reasons. Although Brazil has a large advantage in its energy matrix when compared to other countries, the steel industry represents the second largest consumer in the industrial sector, consequently being one of the main emitters of greenhouse gases. This fact, coupled with the difficulty in the energy transition to non-renewable sources, requires that this be an area with high appeal for energy efficiency initiatives. The management of these actions necessarily involves measuring and controlling the energy sources that it acquires and produces, from the point of delivery to its final use in the processes. For this to occur with the least effort and the greatest possible impact on global energy consumption, it is essential to implement an Energy Efficiency Management System that addresses all the fronts that this topic brings to discussion in a steel mill, namely: operating guidelines, energy reviews, diagnostics plans and execution, project plans and special studies, investment feasibility analyzes and intelligent dissemination formats. In this qualitative case study, it is shown how an energy efficiency management system is being operated in a large steel mill that has production plants in the states of Minas Gerais and São Paulo, in Brazil. The results obtained with the implementation of the SGEE indicate that this system enabled the emergence of a strong culture of energy management and control, to have employees more motivated to make good use of energy, to encourage discussions about priorities and new perspectives regarding the company's energy flow, list the financial returns of energy efficiency actions, show the importance of having a body of employees dedicated to discussions on this topic, produce in-depth knowledge about equipment and production processes, encourage decision makers to consider the impact of energy efficiency in future investments and, above all, to build a forum for permanent continuous improvement with all hierarchical levels of the company, duly endorsed by top management.*

**Keywords:** Energy efficiency, Steel, Management system

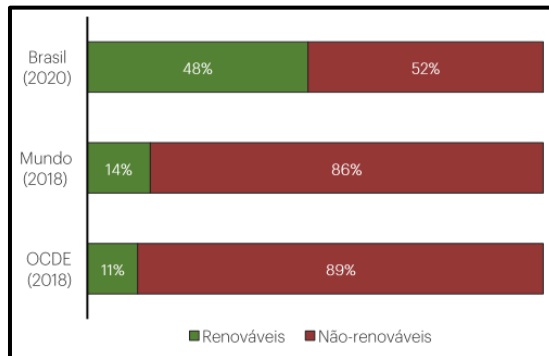
## **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com a AÇO BRASIL (2022), o setor de produção do aço estimula o desenvolvimento econômico de diversas esferas da sociedade por oferecer produtos inteiramente recicláveis e inovadores para a construção de um planeta sustentável.

SERRA (2021) afirma que atualmente esse setor vem demonstrando alinhamento com a agenda *Environmental, Social and Governance* (ESG), bastante discutida no âmbito empresarial e causada pela mudança no comportamento da sociedade em razão dos crescentes debates na agenda ambiental do mundo relacionados às mudanças climáticas e objetivos globais de sustentabilidade.

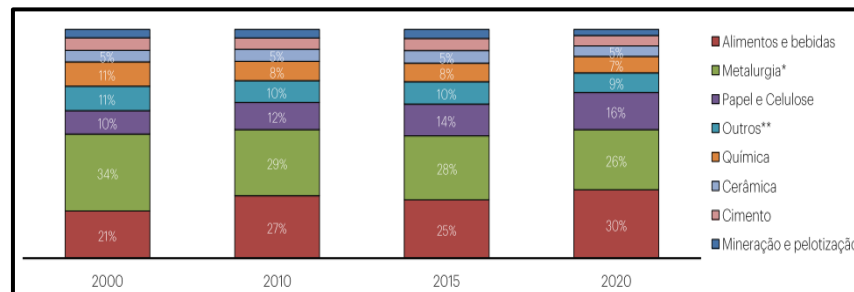
Dado o contexto supracitado, a provocação que está sendo imposta as empresas é a de ressignificar os seus modelos de negócios, objetivando promover uma consistência mais completa na sua cadeia de geração de valor econômico com as questões sociais, ambientais e de governança corporativa.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, EPE (2022), a matriz energética brasileira possui como atributo ampla vantagem quando em comparação à vários outros países do mundo, fato exibido na Figura 1.



**Figura 1.** Comparativo internacional de participação das fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE). Fonte: EPE, 2022.

Ainda conforme a EPE, em 2020 o setor industrial brasileiro foi responsável por 34% do consumo da energia nacional, e adentrando esse setor nota-se que a metalurgia sozinha representou 26% desse montante, ficando na segunda posição logo após ao setor de Alimentos e Bebidas, tal como mostrado na Figura 2.



**Figura 2.** Participação dos subsetores no consumo final de energia da indústria. Fonte: EPE, 2022.

Sendo esse um setor energeticamente intensivo e conseqüentemente de muitas emissões de GEE, a siderurgia apresenta um caminho com muitos desafios a serem superados nessa transição energética para cumprimento da agenda ESG. A Figura 3 apresenta dados assinalando que, na sua indústria de base, boa parte das fontes de energia primária (ou seja, que ainda não sofreu nenhum tipo de transformação) são não renováveis.

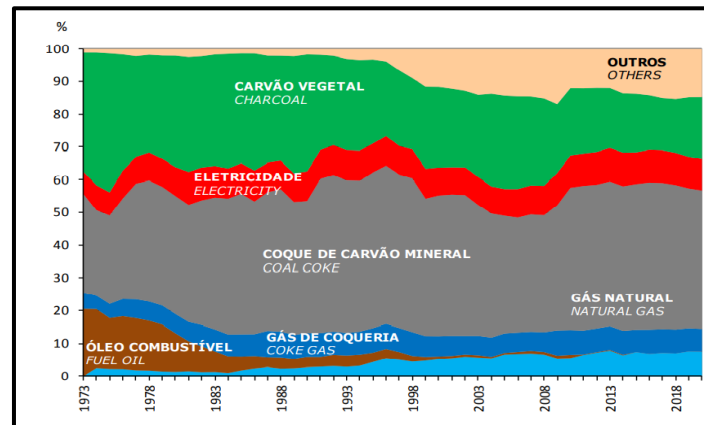


Figura 3. Estrutura do Consumo no Setor Ferro-gusa e Aço. Fonte: EPE, 2022.

Unido ao desafio de abrandar de forma considerável a emissão dos GEE em uma unidade fabril que é movida sobretudo à base de carbono e energia térmica oriundas de fontes não renováveis, também se apresenta como relevante preocupação todas as questões referentes à concorrência comercial desse setor, conforme informações publicadas pela WSA (2022).

MAGALHÃES (2016) afirma que a eficiência energética já é reconhecida como uma das capitais medidas a serem tomadas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa em processos industriais e outros meios de produção.

Conforme divulgado pela IEA (2021), a eficiência energética é obrigatoriamente o passo inicial a ser seguido, já que normalmente apresenta a opção mais limpa e, na maioria dos casos, menos custosa de atender às necessidades energéticas do sistema. Nesse sentido, BRITO (2014) reforça que um sistema de gestão voltado a eficiência energética e intrínseco à operação é um excelente diferencial no caminho da sustentabilidade competitiva.

### 1.1. Problema de pesquisa

Não existe atualmente uma norma específica para construir e gerir o Sistema de Gestão de Eficiência Energética (SGEE) de uma siderúrgica, sendo por esse motivo todos os trabalhos nesse sentido orientados pela ISO 50.001, norma internacional que estabelece práticas para a implantação de Sistemas de Gestão de Energia Elétrica nas empresas e organizações.

### 1.2. Objetivo(s)

Nesse artigo será abordado um estudo de caso em que um corpo de colaboradores designado pela Diretoria foi orientado a implantar um SGEE em uma siderúrgica brasileira de grande porte, que possui siderúrgicas instaladas nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

### 1.3. Justificativa

Com esse sistema em operação, objetiva-se ganho qualitativo trazido pela melhor gestão dos indicadores energéticos e, conseqüentemente, das ações – diagnoses, melhorias,



projetos e investimentos – que, escalados prioritariamente, deverão ter o maior esforço dedicado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Afirma LOVATI (2018) que os sistemas de gestão de energia das siderúrgicas possibilitam monitorar e fazer o controle do desempenho energético de suas respectivas plantas, sempre orientado à melhoria contínua dos custos de operação e dos indicadores voltados ao meio ambiente.

Dentro desse sistema ocorre periodicamente a Revisão Energética que, conforme trabalho realizado por ROSSI (2021), consiste em detalhar o uso e o consumo de energia na totalidade da planta, auxiliando na definição do indicador desempenho energético global.

Já um Plano de Diagnoses é orientado pelos dados fornecidos pela Revisão Energética e objetiva, de acordo com CANALETA (2010), definir a linha de base energética (LBE) para captura energética, identificando as frentes de trabalho prioritárias através de uma matriz de impacto *versus* esforço, as quais serão planejadas de acordo com os recursos e modos de operação disponíveis para cada processo.

A metodologia aplicada na diagnose tem por objetivo, segundo CARVALHO (2015), determinar o nível de eficiência dos equipamentos, além de relacionar oportunidades de melhorias, essenciais para auxiliar no desenvolvimento de soluções elementares ou até projetos completos de engenharia, os quais viabilizarão a redução do consumo de energia e das emissões dos GEE nos processos produtivos. Por tais razões, BERNADES (2020) conclui que esse trabalho deve ser executado totalmente de forma matricial e em conjunto com os especialistas de cada área. A síntese das etapas de uma diagnose inclui, nessa sequência: preparativos, medição, análise de resultados e diagnóstico relatório.

Ao final de cada diagnose é elaborado um relatório que documenta todas as informações referentes ao consumo de energia, bem como as ações que precisam ser feitas para que a eficiência seja alcançada, definindo a partir de então o Plano de Trabalho.

O Plano de Trabalho possui as atribuições de cada envolvido objetivando atingir o desempenho que o relatório de diagnose aponta. MONZONI (2016) confirma essa definição e avalia que a administração desse plano deve ser realizada por um Comitê de Eficiência Energética. Esse Comitê, dentre outras atribuições, objetiva monitorar, medir e realizar o controle das medições intrínsecas à Diagnose em andamento.

Em paralelo, existe um Plano de Projetos e Estudos Especiais, que possui um objetivo mais voltado para investimentos em novas tecnologias ou modificações de alto custo no processo e que envolvem aprovação da empresa por graus maiores da hierarquia. Esse formato de trabalho, com poucas modificações devido às particularidades de cada empresa, também é compartilhado nos trabalhos de MARIOTINI (2007).

Por fim, porém os mais importantes e que dão corpo a um SGEE, a medição e o controle são quem efetivamente mensuram a eficiência energética da planta, através de um indicador



chave de desempenho que, com seu devido gerenciamento, promovem uma visão completa e detalhada do comportamento de cada processo sob a visão da eficiência energética. LEITE (2010) informa existir diversas formas de se evidenciar esse indicador-chave de processo (KPI).

### 3 METODOLOGIA

As etapas necessárias para atingir o monitoramento e o desempenho energético das plantas estão apresentadas no fluxograma exibido na Figura 4, fluxograma que foi adaptado a partir das sugestões orientativas da ISO 50.001.

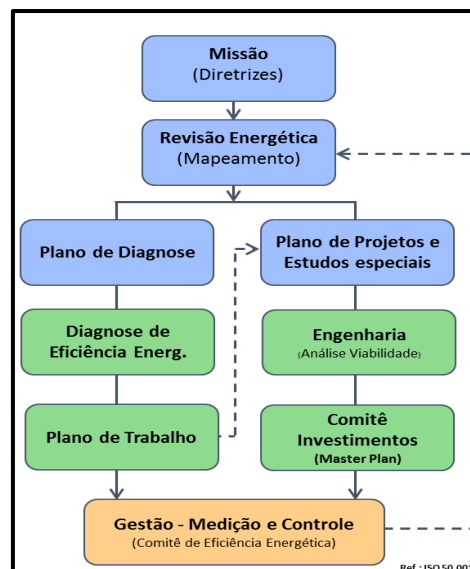


Figura 4. SGEE. Fonte: Autor.

Nela se percebe que todo o SGEE é orientado por uma Missão. Para o estudo de caso ora apresentado os seguintes objetivos estão inclusos na Missão:

- Gerar mais e aproveitar com maior eficiência os gases oriundos do processo siderúrgico;
- Reduzir o consumo energético através da melhora de sua eficiência;
- Elevar ao máximo a geração interna de energia elétrica e o uso de fontes de energias alternativas, e;
- Realizar a conscientização dos colaboradores sobre o uso racional dos diferentes tipos de energia e a importância de conservar o meio ambiente.

Por sua vez, as macros etapas do processo de Revisão Energética são exibidas na Figura

5.

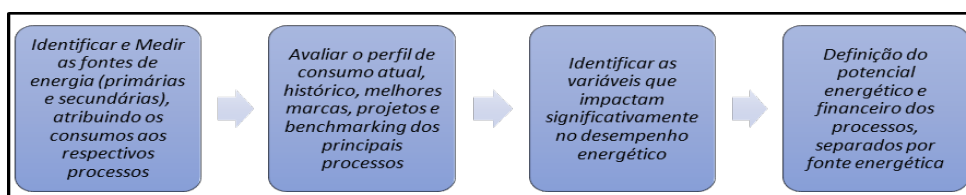


Figura 5. Etapas da Revisão Energética. Fonte: Autor.

A Figura 6 apresenta um exemplo de síntese das informações que a Revisão Energética pode gerar.

Processo	Fontes Energéticas - Potencial										
	Energia Térmica			Energia Elétrica			fonte N...		Total R\$mil	Total ↓tCO <sub>2</sub>	
	unid.	Gap	R\$mil	unid.	Gap	R\$mil	unid.	Gap			R\$mil
A	Mcal/t	20	4.200	MWh/t	5	1.080	Nm <sup>3</sup> /t	40	600	5.880	5.931
B	Mcal/t	15	3.000	KWh/t	3	120	Nm <sup>3</sup> /t	55	480	3.600	3.368
C	Mcal/h	10	1.920	MWh/h	12	1.440	Nm <sup>3</sup> /h	33	960	4.320	1.040
n	Mcal/unid.	x	x	KWh/unid.	x	x	Nm <sup>3</sup> /unid	x	x	x	x
<b>Total</b>			<b>9.120</b>			<b>2.640</b>			<b>2.040</b>	<b>13.800</b>	<b>10.339</b>

Figura 6. Exemplo de síntese de dados gerados pela Revisão Energética. Fonte: Autor.

A figura 7 exhibe um modelo exemplo a ser seguido para gerir o plano de diagnose.

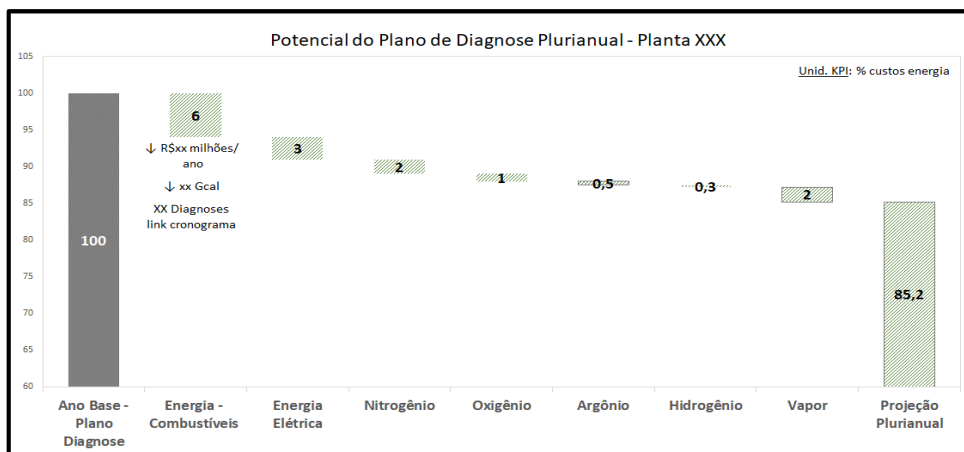
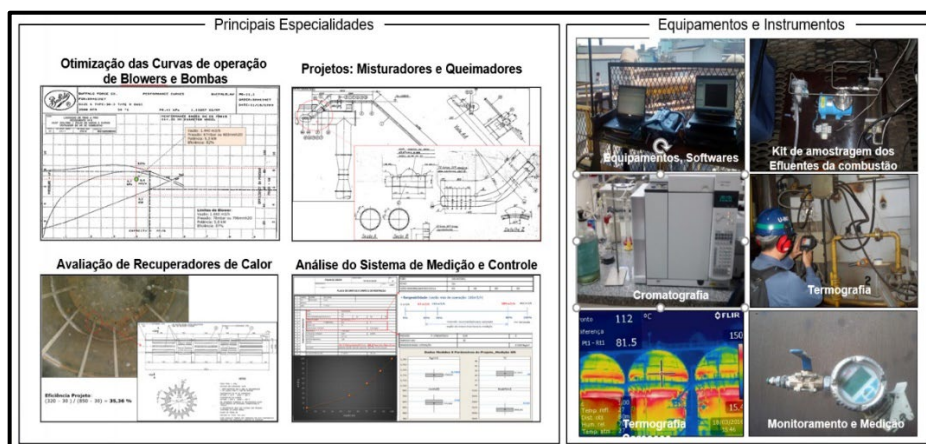


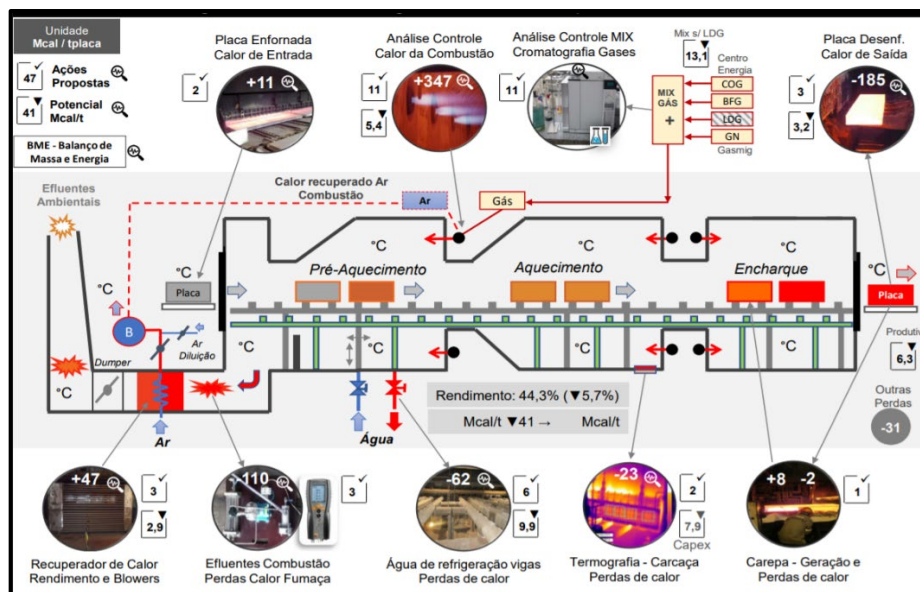
Figura 7. Modelo exemplo de gestão do Plano de Diagnoses. Fonte: Autor.

A Figura 8 mostra as especialidades envolvidas e alguns instrumentos e equipamentos que são utilizados para a execução de uma diagnose na siderurgia.



**Figura 8.** Especialidades, equipamentos e instrumentação utilizada para executar a diagnose.  
Fonte: Autor.

A Figura 9 exemplifica os principais potenciais de redução de consumo de energia para etapa de um forno de reaquecimentos de placas de aço. Ao se observar uma elevação no consumo específico de energia nesse forno, pode-se realizar como contramedida um trabalho de diagnose que identificará os motivos e, conseqüentemente, as oportunidades de melhorias.



**Figura 9.** Dashboard com os potenciais de redução de consumo de energéticos. Fonte: Autor.

Não menos importante, um Plano de Projetos e Estudos Especiais recebe as demandas apontadas pelo Setor de Eficiência Energética no sentido de desenvolver projetos e novas tecnologias, inclusive, para solucionar os desvios de energia da planta.

A sequência do fluxograma termina e se relaciona diretamente com a gestão da medição e seus controles, nesse estudo de caso representado por um indicador adequadamente denominado Consumo Energético Global. Esse KPI é calculado a partir das informações de consumos e produções da planta, objetivando relacionar o gasto energético ao desempenho dos processos produtivos.

Na busca pela manutenção da assertividade do valor estipulado como referência para esse indicador nos mais diversos processos, é essencial que haja confiabilidade e completude nos dados que compõem o mapeamento dos elementos primários da planta, já que isso conseqüentemente garantirá a qualidade das informações geradas.

Nesse estudo de caso é sugerida ainda a criação de uma ferramenta visual de apresentação chamada Mapa Energético, exibido na Figura 10, a qual objetiva ser um dashboard intuitivo, norteador e informativo e que permite realizar as análises de gestão de energia dos principais processos.

## Consumo Energético Global



### Cenário Real x Orçado

Maio de 1954 - Mcal/t<sub>pl.enf.</sub>

Orç.	Padrão	Real	R x P
1.234	1.567	1.487	▼ -5,80%



**Resultado:** Em função de uma maior eficiência nos processos, a Usina 2 apresentou um bom desempenho energético em mai/54. Como novidade, esse Mapa passa a exibir também o Padrão de Energia para a planta.

**Oportunidades:** Existe possibilidade de melhoria no uso de vapor do ABC. A baixa produção na Área de Processo Produtivo DEF impactou no consumo específico de energia elétrica. Para o Processo Produtivo GHI está sendo avaliada a possibilidade de criação de curvas padrões de consumo para maior assertividade no orçamento. Outros estudos nesse sentido podem vir a ocorrer a depender do impacto no KPI.

### Mapa Energético – Usina 2 – Real x Padrão

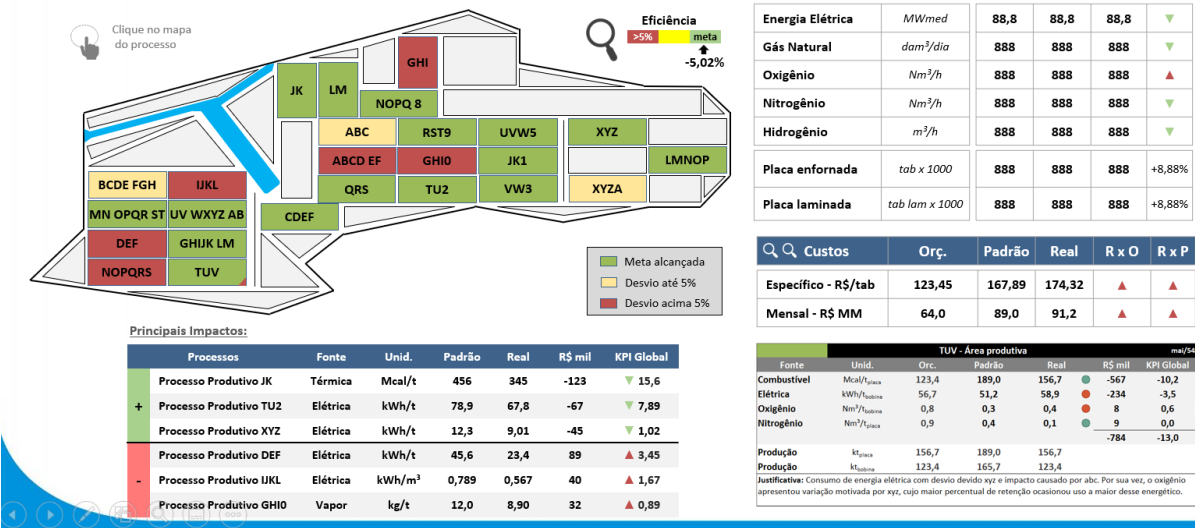


Figura 10. Mapa Energético Global de uma usina siderúrgica. Fonte: Autor.

Com esse SGEE, é possível obter bons resultados e *insights* sob a ótica da eficiência energética da planta, os quais são discutidos a seguir.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A existência de um Sistema de Eficiência Energética voltado à siderurgia, referendado pela alta hierarquia da empresa, foi fundamental para a implantação da cultura de gestão e controle dos energéticos adquiridos e produzidos pela ela.

Por existir uma missão com diretrizes alinhadas ao cenário atual da empresa, e igualmente adequadas aos desafios que seu desenvolvimento sustentável exige, é criado um ambiente continuamente motivador aos colaboradores para que utilizem com bom senso o uso da energia disponível.

A elaboração da Revisão Energética, aqui consensada trienalmente atualizada, traz à tona novas discussões, prioridades e óticas diferenciadas no que diz respeito ao fluxo de energéticos dentro da empresa, desde o ponto de entrega até o seu uso no produto fabricado.

O plano de diagnoses é uma ferramenta que, além de organizar por ordem de prioridade os principais retornos financeiros oriundos das ações sugeridas – direcionando a mão-de-obra disponível.



Já a diagnose em si é um trabalho que, ao ser executado, traz uma série de acréscimo ao conhecimento que a empresa possui dos processos, a citar: seus consumos, curvas de desempenho, rendimentos reais, predição dos estados de vida útil, oportunidades de redução de custos, necessidades de investimento e até proposição de inovações disruptivas.

Com um Plano de Trabalho bem gerido, é possível manter toda a empresa informada de forma transparente sobre as atividades que o corpo de Eficiência Energética está dedicando naquele momento, bem como pontuar os resultados já obtidos.

Já o Plano de Projetos e Estudos Especiais capilariza a visão de eficiência energética dentro dos demais organismos de condução de projetos de engenharia que a empresa possui, possibilitando ampla participação das iniciativas nesse assunto em todas as frentes possíveis.

Por fim, a apresentação de um Mapa Energético em reuniões com a presença de colaboradores da média e alta liderança mantém coeso o interesse em melhorar, continuamente, a gestão da eficiência energética das plantas produtivas e administrativas do negócio como um todo. É uma das principais ferramentas de medição, controle e gestão de energéticos que a empresa utiliza.

## 5 CONCLUSÃO

Através dos entregáveis obtidos a partir do seu Sistema de Gestão de Eficiência Energética, cujos dados são divulgados publicamente através de seu Relatório de Sustentabilidade, a empresa consegue numericamente comprovar os principais avanços na redução nas emissões de dióxido de carbono, contribuindo para a sustentabilidade do planeta.

É visível que todo trabalho de melhora no desempenho energético dos sistemas e processos produtivos passa inicialmente por gerir suas medições de forma inteligente, com o menor esforço e maior impacto possível, possibilitando mensurar a partir do impacto no KPI Consumo Energético Global as melhores soluções ecológicas e de tecnologia a serem implantadas para aumentar a eficiência.

Frisa-se também que melhorias de maior aporte financeiro, como aquelas que por exemplo objetivem uma transição energética, podem ser custeadas total ou parcialmente pelos retornos financeiros obtidos na execução das numerosas iniciativas de eficiência energética que uma siderúrgica de grande porte oferece.

Conclui-se então, que é fundamental todas as empresas atuem de forma incisiva na implantação e promoção de seus sistemas de gestão de eficiência energética, pois como abordado nesse estudo de caso, os esforços aplicados serão proporcionalmente transformados no melhor desempenho tecnológico possível da planta.

## REFERÊNCIAS

AÇO BRASIL. Instituto Aço Brasil, 2022. **O crescimento tem aço**. Disponível em: <https://acobrasil.org.br/site/a-vida-tem-aco/crescimento>. Acesso em: 5 de abril de 2022.



BERNADES, Drielly Mazzarim; CELESTE, Wanderley Cardoso; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz. **Eficiência energética na iluminação pública urbana: revisão bibliográfica dos equipamentos e tecnologias.** Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. e606973957-e606973957, 2020.

BRITO, Luciano Lellis Miranda de. **Sistema integrado de gestão de energia em uma empresa siderúrgica.** 2014.

CANALETA, Salvador et al. **Estudio de diagnosis de eficiencia energética del alumbrado público en el Ayuntamiento de Canfranc.** 2010.

CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; MESQUITA, Pedro Paulo Dias; ARAÚJO, Elizio Damião Gonçalves de. **Sustentabilidade da siderurgia brasileira: eficiência energética, emissões e competitividade.** 2015.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2022. **Atlas da Eficiência Energética Brasil 2021 – Relatório de Indicadores.** Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-651/Atlas2021\\_PT\\_2022\\_02\\_04.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-651/Atlas2021_PT_2022_02_04.pdf). Acesso em: 5 de abril de 2022.

IEA. International Energy Agency, 2021. **Global energy efficiency progress is recovering – but not quickly enough to meet international climate goals.** Disponível em <https://www.iea.org/news/global-energy-efficiency-progress-is-recovering-but-not-quickly-enough-to-meet-international-climate-goals>. Acesso em: 5 de abril de 2022.

LEITE, Fábio Correa. **Modelamento da eficiência energética para o gerenciamento sustentável no setor industrial pela medição e verificação.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LOVATI, Kleiton Gonçalves et al. **ISO 50001 – Energy Management System Implementation In Ternium Brasil.** 2018.

MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo. **Aumento da eficiência energética no Brasil: uma opção para uma economia de baixo carbono?** Economia Aplicada, v. 20, n. 3, p. 273, 2016.

MONZONI, Mario. **Implementação do Plano Indústria de Baixo Carbono: propostas de fomento para eficiência energética na indústria: relatório completo.** Centro de Estudos em Sustentabilidade (FGVces), 2016.

ROSSI, Vitor Rodrigues. **Revisão energética da estação elevatória de água tratada do sistema de abastecimento de água do Distrito Federal: estudo de caso CAESB.** 2021.

SERRA, Vanessa Fernandes. **Desafios da aplicação da gestão de riscos ambientais no setor logístico de uma metalúrgica brasileira.** 2021.

WSA. World Steel Association, 2022. **Energy use in the steel industry.** Disponível em [https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-Energy-use-in-the-steel-industry.pdf?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=pt&\\_x\\_tr\\_hl=pt-BR&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-Energy-use-in-the-steel-industry.pdf?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc). Acesso em: 5 de abril de 2022.



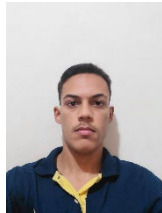
## AGRADECIMENTOS

Deixamos um agradecimento especial ao nosso orientador pelo incentivo e pela dedicação do seu escasso tempo ao projeto de pesquisa e ao coordenador Fabrício Fonseca pelo espaço aberto à discussão e desenvolvimento de trabalhos científicos inerentes à indústria.

Também agradecemos à instituição de ensino "SENAI Antonio Souza Noschese" e a todos os professores do curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

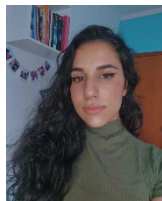
## SOBRE O AUTOR:

### **i Christian Bianco de Barros (Aluno)**



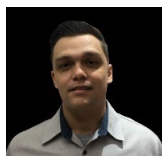
Cursando graduação em tecnólogo de Automação Industrial pela Escola e Faculdade SENAI de Santos.

### **ii Vitória Mesquita Pinto (Aluno)**



Possui técnico de Automação Industrial pela Escola e Faculdade SENAI de Santos, cursando técnico de eletroeletrônica pela Escola e Faculdade SENAI de Santos. Cursando graduação em tecnólogo de Automação Industrial pela Escola e Faculdade SENAI de Santos.

### **iii HUMBERTO DE SOUSA MEGDA (Orientador)**



Pós-graduado em Gestão de Energia e Eficiência Energética pela Faculdade SENAI de Tecnologia (2022), licenciado em Matemática pela Faculdade Integrada Arquimedes (2017), Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Santa Cecília (2015), graduado em Engenharia Elétrica, modalidade Eletrônica, com ênfase em Telecomunicações pela Universidade Santa Cecília (2011). Atua como professor de educação tecnológica na Faculdade SENAI de Santos, no curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, titular nas unidades curriculares de Eletroeletrônica Aplicada e Gestão da Manutenção. Engenheiro de Projetos da USIMINAS Usinas Siderúrgicas, exercendo atividades relacionadas à eficiência.