



Guia de Diagnóstico Energético Rede de Eficiência Energética

Projeto Piloto São Paulo
Indústrias

Primeira Parte
Planejamento e Coleta de dado

Quadro de Versões do Guia			
Número da Versão	Descrição	Autor	Data
R00	Emissão inicial	H. Ortiz	03/11/2020



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA





Sumário

1. Objetivos desse documento	3
2. Calendário de atividades da Rede de Eficiência Energética, Projeto Piloto São Paulo - RedEE.....	4
3. Introdução: Por que um Diagnóstico Energético?.....	4
4. Etapas do Diagnóstico Energético	5
5. Planejamento do Diagnóstico Energético	6
5.1. Definição de Escopo	6
5.1.1. Nível de detalhamento	6
5.1.2. Usos finais incluídos	6
5.1.3. Fronteiras	3
5.1.4. Prazo de trabalho	3
5.2. Definição de critérios para avaliar e priorizar oportunidades de melhoria do desempenho energético	3
5.3. Definição de equipe interna ou consultor externo.....	4
6. Coleta de dados.....	5
6.1. Dados de desempenho energético passados e atuais.....	5
6.1.1. Consumo e custo mensal e anual de energia	5
6.1.2. Análise gráfica do histórico de uso	9
6.1.3. Variáveis relevantes	9
6.2. Caracterização das empresas	11
6.3. Usos Significativos da energia (USE).....	12
6.4. Próximos passos: Plano de medições.....	15
7. Próxima etapa: Análise.....	15
7.1. Preços de energia atual e preços de referência para a análise financeira	15
7.2. Requisitos legais e outros requisitos aplicáveis ao diagnóstico energético	15
7.3. Balanço (inventário) de energia	16
7.4. Indicadores de desempenho energético (IDE)	16
7.5. Identificação e quantificação de oportunidades.....	17
7.5.1. Priorização de oportunidades	18
7.6. Linha de Base Energética (LBE).....	18
8. Tabela de Siglas e abreviaturas	20
9. Anexos	21
9.1. Requisitos legais e outros relacionados	21



9.2.	Cálculos de Viabilidade económica	24
9.2.1.	Valor Presente Líquido (VPL)	24
9.2.2.	Taxa Interna de Retorno (TIR)	24
9.2.3.	Payback simples	24
10.	Referências	26



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA





1. Objetivos desse documento

Parabéns! Se você e sua empresa receberam esse documento é porque decidiram fazer parte de um iniciativa inédita no Brasil! Com a liderança da AHK¹, o financiamento da GIZ e o suporte técnico da Mitsidi Projetos em São Paulo e o IREES em Karlsruhe na Alemanha.

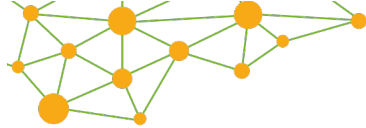
O objetivo dessa publicação é ajudar as empresas a tirarem o melhor proveito de sua participação na Rede de Eficiência Energética – Projeto Piloto São Paulo (RedEE). As informações a seguir ajudarão você e sua equipe a:

- Registrar o consumo de energia de suas plantas industriais com o grau de detalhamento possível;
- Identificar os principais sistemas produtivos e equipamentos consumidores de sua planta produtiva;
- Se necessário, elaborarem e executarem um plano de medições complementares, visando conhecer melhor o consumo de energia em seus processos produtivos;
- Consolidar a informação base para definição das metas de economia de energia para o ano de 2021, que serão compartilhadas com as empresas participantes da RedEE.

O documento está dividido da seguinte maneira:

- Calendário de atividades da RedEE: resumo geral das etapas da RedEE e suas atividades
- Introdução;
- Etapas: escopo e período de cada etapa do diagnóstico.
- Planejamento: definições chave das atividades e os responsáveis.
- Coleta de dados: instruções para coleta e registro dos dados mais relevantes.
- Análise: apresentação preliminar da etapa de análise, a ser detalhada na próxima versão.
- Anexos.

¹ Câmara de comércio e indústria Brasil-Alemanha de São Paulo (AHK São Paulo)



2. Calendário de atividades da Rede de Eficiência Energética, Projeto Piloto São Paulo - RedEE

De setembro a novembro de 2020

- Assinatura do contrato de confidencialidade sobre a troca de experiências na rede por até 15 empresas
- Definição da duração da troca de experiências
- Determinação de um moderador apropriado
- Início das avaliações de auditorias

De dezembro de 2020 até dezembro de 2021

- Evento de abertura (*Online Pitch Day*)
- Avaliação de diagnósticos e gestão energética (ISO 50.001)
- 6 reuniões de 4 a 8 horas
- Troca regular de experiências
- Consultoria qualificada de energia e análise de potencial e desempenho energético, quantificação de oportunidades de melhorias, estabelecimento de metas de economia energética e implementação, com base no tamanho da empresa ou nos resultados de uma auditoria ou de um sistema de gestão qualificados (ISO 50.001)
- Apoio no processo de monitoramento
- Introdução aos Múltiplos benefícios

A partir de outubro de 2021

- Avaliação de resultados e do impacto da RedEE
- Etapa 1: Registro do que foi economizado na RedEE
- Etapa 2: Verificação dos resultados como amostra de futuras redes
- Evento de encerramento

3. Introdução: Por que um Diagnóstico Energético?

A indústria é responsável por aproximadamente 41% do consumo de energia elétrica no Brasil. Este consumo aumenta a cada ano e possui uma participação significativa nos custos operacionais das empresas. Para identificar medidas de eficiência energética que possibilitem a redução de custos na sua produção, é importante realizar estudos sobre o consumo e uso de energia. Ao determinar quanta energia é consumida em quais áreas da empresa, é possível identificar e quantificar onde há potencial de economia.

Esse guia foi elaborado para auxiliar no processo da realização do diagnóstico energético e orienta o preenchimento da planilha *Ficha-diagnóstico_RedEE*.

Ademais, indica diversas fontes de informação e ferramentas referenciadas ao longo e ao final do Guia.



Definição do Diagnóstico Energético:

Um diagnóstico energético é uma análise do desempenho energético de uma organização, seus processos, sistemas e equipamentos. Considera as fontes energéticas utilizadas, os **Usos Significativos de Energia (USE)**, avalia **Indicadores de Desempenho Energético (IDE)** e as oportunidades de melhoria.

Os principais resultados são:

- Inventário (balanço) energético.
- Identificação e quantificação de **Medidas de Eficiência Energética (MEE)** lucrativas.

4. Etapas do Diagnóstico Energético

As etapas que compõem o Diagnóstico Energético, segundo orientação da Norma ABNT ISO 50.002 são apresentadas na Figura 1.

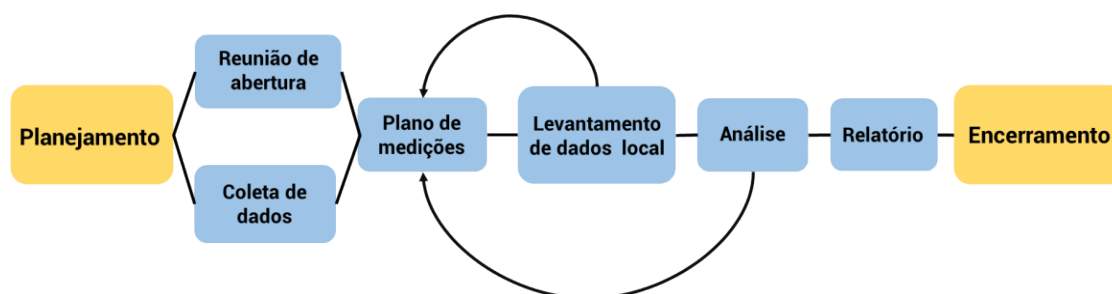


Figura 1. Fluxograma do processo de diagnóstico energético (Fonte: ABNT NBR ISO 50.002)

Em função do objetivo e quem realiza o diagnóstico esse processo pode se alterar, normalmente com ajuste no escopo ou no nível de detalhamento.

Por exemplo, quando o diagnóstico é realizado por uma equipe interna, frequentemente não há a necessidade da etapa de “visita ao local” de consultores externos. Outro caso, é a definição de quais sistemas serão analisados e considerados no diagnóstico. Essas análises variam conforme as necessidades e demandas definidas pela empresa.

As atividades principais do diagnóstico e os períodos definidos na RedEE para elas são:

Tabela 1. Atividades e períodos do Diagnóstico Energético

Etapa	Atividade	Período
Planejamento	Definição e registro do escopo do Diagnóstico.	11/2020
	Definição da equipe e líder responsável.	
Coleta de dados	Coleta e registro de dados de consumo de energia de todas as fontes (ano 2019).	11/2020
	Levantamento de Usos Significativos da Energia (USE).	
Plano de Medições	Identificação preliminar de ações	11/2020
	Avaliação qualitativa de ações prioritárias segundo critérios	
	Importação e registro de medições de equipamentos existentes.	12/2020
	Importação e registro de medições de equipamentos temporários.	
Análise	Cálculo e registro de potencial de economia e investimento para ações de baixa complexidade.	01/2021
	Levantamento de oportunidades com necessidade de análise <i>ex-ante</i> .	02/2021
	Levantamento de oportunidades relacionadas a atividades de gestão.	



Neste guia, focamos nas etapas de Planejamento, Coleta de dados e Plano de medições. Um Guia específico de Levantamento de dados adicionais e Análise será disponibilizado em função dos resultados das primeiras etapas para as empresas participantes.

5. Planejamento do Diagnóstico Energético

Considerando que o Diagnóstico Energético deve ser uma atividade com início e fim determinados, entregáveis e responsáveis, citam-se nesse capítulo as principais orientações para o planejamento.

5.1. Definição de Escopo

Os principais fatores a serem definidos como escopo são indicados na Tabela 2.

Tabela 2. Definições do escopo do Diagnóstico Energético

Nível de detalhamento	1	Preliminar
	2	Detalhado
	3	Completo
Usos finais alvo de análise de oportunidades de melhoria		Máquinas e ferramentas
		Calor de processo
		Aquecimento direto
		Força Motriz
		Refrigeração industrial
		Bombeamento
		Compressão de ar ou gases
		Iluminação
		HVAC
		Veículos
	Outros equipamentos	
Fronteiras		Descrição dos processos ou sistemas incluídos
Prazo	1	Nível preliminar: fim de novembro de 2020
	2	Nível detalhado: dezembro de 2020 a janeiro de 2021.
Profissional ou equipe responsável		Interna
		Contratada

5.1.1. Nível de detalhamento

Uma definição proposta pela ABNT NBR ISO 50.002:2014 separa três Níveis, sendo: 1. Preliminar, 2. Detalhado e 3. Completo (Ver Tabela 3).

Para os objetivos da RedEE e considerando o porte e características das empresas participantes, recomendamos garantir uma análise Nível 2. Os prazos para desenvolver as fases estão detalhados no item 5.1.4.

5.1.2. Usos finais incluídos

A Tabela 2 referência os usos de energia que podem ser considerados no Diagnóstico energético. Os usos em **itálico e negrito** compreendem as principais tecnologias transversais, e que podem ser abordadas por empresas de diferentes setores numa iniciativa como a RedEE. Na aba **Caracterização**, podem ser escolhidos os usos finais presentes em cada empresa, e que serão estudados no Diagnóstico Energético.



Tabela 3. Definições do Diagnóstico Energético por Nível de detalhamento

Nível	1 - Diagnóstico preliminar	2 - Diagnóstico energético detalhado	3 - Diagnóstico energético completo
Aplicação típica	<ul style="list-style-type: none"> Instalações/processos ou frotas. Geralmente para organizações ou instalações menores 	<ul style="list-style-type: none"> Um único local/processo ou frota. Geralmente não é rentável para organizações com orçamentos energéticos menores. 	<ul style="list-style-type: none"> Todo o local, processo, sistema ou frota. Geralmente é rentável apenas para organizações com altos custos em energia ou instituições com subsídios ao investimento de capital direcionado. Também aplicável ao nível do sistema
Necessidade da empresa	<ul style="list-style-type: none"> Indicação de economia e benefícios potenciais que podem resultar da realização de investigações mais detalhadas como os tipos 2 ou 3. Identificação das áreas de foco para recursos de gestão energética. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e avaliação de uma gama de oportunidades coerentes e específicas com custo e benefícios quantificados. Identificação de oportunidades para investigação adicional ou mais detalhada. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e avaliação de uma gama de oportunidades coerentes e específicas para melhoria do desempenho energético com custos e benefícios identificados, incluindo qualificação dos ganhos "não energéticos".
Coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> Dados de energia da instalação. Dados apropriados de variáveis relevantes para estabelecer indicadores gerais. Lista de equipamentos da instalação. 	<ul style="list-style-type: none"> Dados gerais de energia disponíveis. Dados apropriados de variáveis relevantes para estabelecer indicadores para os Usos Significativos. Dados de submedição. Utilizar os dados disponíveis da instalação e realizar medições caso seja necessário. Dados e informações energéticas detalhados sobre sistemas, equipamentos de monitoramento, documentos de operação e manutenção, diagnósticos anteriores, planos futuros e dados de produção e processo. 	<ul style="list-style-type: none"> Curva operação/carga da instalação ou da frota. Dados apropriados de variáveis relevantes para estabelecer para os Usos Significativos. Dados de submedição com avaliação mais detalhada. Dados de consumo de energia para processos, sistemas e equipamentos principais da instalação. Utilizar dados disponíveis da instalação e instalar sub-medidores adicionais. Dados e informações energéticas detalhados sobre sistemas, equipamentos de monitoramento, documentos de operação e manutenção, diagnósticos anteriores, planos futuros, dados de produção e processo, sistema de gerenciamento energético e fornecedores.



Nível	1 - Diagnóstico preliminar	2 - Diagnóstico energético detalhado	3 - Diagnóstico energético completo
Análise	<ul style="list-style-type: none"> Balço energético preliminar e identificação dos USE. Revisão das curvas de consumo. Comparação com benchmarks disponíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> Análise de dados energéticos atuais e históricos. IDE, balanço energético detalhado, balanço mássico para equipamentos, sistemas e/ou processos. Identificação de potencial de melhorias. Avaliação da melhoria do desempenho energético. 	<ul style="list-style-type: none"> Análise de dados energéticos atuais e históricos. IDE, balanço energético detalhado, balanço mássico para equipamentos, sistemas e/ou processos. Maior gama de métodos para analisar consumo e variáveis relevantes.
Identificação de oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e quantificação de oportunidades de baixo custo e fácil cálculo. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação de melhorias específicas e programáveis de curto, médio e longo prazo fornecidas com custos e benefícios, incluindo ganhos não energéticos. Identificação de melhorias que necessitem mais dados. 	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação de melhorias específicas e implementáveis de curto, médio e longo prazo fornecidas com custos e benefícios. Identificação de melhorias que necessitem mais dados. Outras análises, técnicas ou abordagens.
Avaliação de oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> Economia típica ou indicativa. <i>Payback</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Economias calculadas. Custos baseados em composição de itens de capital e trabalho. Análise econômica (TIR, VPL etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Economias calculadas e considerando iterações do sistema. Custos baseados em composição de itens de capital e trabalho com precisão necessária. Todas oportunidades de melhorias com custos e benefícios, incluindo ganhos não energéticos. Análise econômica (TIR, VPL etc.)
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e avaliação básica de oportunidades de baixo custo e fáceis de serem executadas. Entendimento e conscientização do consumo, da contribuição de cada fonte e de custos médios. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e avaliação básica de oportunidades de baixo custo e fáceis de serem executadas. Entendimento detalhado do consumo, do uso, da contribuição de cada fonte, de custos médios e marginais de cada fonte. Compilação de dados para fins de revisão/monitoramento de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação e análise das oportunidades detalhadas com medidas sem custo, baixo custo e com investimento de capital. Entendimento detalhado do consumo e do uso de energia. Dados para fins de revisão energética.



5.1.3. Fronteiras

As fronteiras são os limites físicos ou organizacionais definidos pela empresa para o Diagnóstico.

Sugere-se escolher uma linha de produção ou uma unidade fabril, localizada no estado de São Paulo, e que possua o máximo de informação, sistemas de monitoramento e potenciais de melhoria.

Na RedEE iremos focar nas ações de rápida implementação de tecnologias transversais e que possam ser compartilhadas nos encontros das empresas. Naturalmente, há potenciais relacionados aos processos principais de cada empresa que também poderão ser aprofundados durante as atividades da RedEE em 2021.

5.1.4. Prazo de trabalho

- Inventário (balanço) energético: **Máximo 30 de novembro**
- Identificação e avaliação de oportunidades de eficiência energética: **Máximo 31 de janeiro de 2021.**
- Compilação de dados para estabelecimento das linhas de base e definição de metas: **Máximo 15 de fevereiro de 2021.**

5.2. Definição de critérios para avaliar e priorizar oportunidades de melhoria do desempenho energético

Devem ser definidos os critérios que serão utilizados para avaliar e priorizar as oportunidades de melhoria do desempenho energético.

Os critérios mais comuns utilizados são relacionados a **aspectos econômicos, técnicos e/ou ambientais.**

Em função destes critérios iremos utilizar as ferramentas de análise mais adequadas para tomada de decisão e posterior monitoramento na implementação.

Nos critérios técnicos, pode ser avaliada a complexidade de implementação das oportunidades, melhoria em aspectos como qualidade da energia, flexibilidade, controle, automação, entre outros.

Entre os critérios ambientais estão a redução do consumo de energia total, redução de emissão de gases de efeito estufa e a redução de efluentes líquidos e gasosos a temperaturas médias ou altas, por exemplo.

É importante mencionar que estes Indicadores ambientais também podem estar correlacionados a critérios econômicos, e por isso, devem ser avaliados se são relevantes para o diagnóstico. Alguns benefícios para as empresas, processos produtivos e produtos são listados na Tabela 4².

² Cartilha de indicadores de desempenho ambiental da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e a Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP)



Os critérios adotados devem se adequar a cada necessidade específica e podem ter alterações no andamento do processo caso seja necessário. **Uma lista dos principais critérios considerados pela empresa deverá ser registrada na aba Resumo_Diagnóstico.**

Tabela 4. Benefícios proporcionados por uma melhor relação com meio ambiente (Fonte: FIESP e CIESP)

Benefícios para empresa	Benefícios para o processo produtivo	Benefícios para o produto
<ul style="list-style-type: none">• Melhoria da imagem da empresa.• Manutenção dos atuais e conquista de novos nichos de mercado.• Redução do risco de desastres ambientais.• Adição do valor com a eliminação ou minimização dos resíduos.• Menor incidência de custos com multas e processos judiciais.• Maior diálogo com os órgãos de controle e fiscalização.	<ul style="list-style-type: none">• Economias de matéria-prima e insumos, resultantes do processamento mais eficiente e da sua substituição, reutilização ou reciclagem;• Aumento dos rendimentos do processo produtivo; Redução das paralisações, por meio de maior cuidado na monitoração e na manutenção;• Melhor utilização dos subprodutos;• Conversão dos desperdícios em forma de valor;• Menor consumo de energia durante o processo;• Menor consumo de água durante o processo;• Economia, em razão de um ambiente de trabalho mais seguro;• Eliminação ou redução do custo de atividades envolvidas nas descargas ou no manuseio, transporte e descarte de resíduos.	<ul style="list-style-type: none">• Mais qualidade e uniformidade;• Redução dos custos (por exemplo, com a substituição de materiais);• Redução nos custos de embalagens;• Utilização mais eficiente dos recursos;• Aumento da segurança;• Redução do custo líquido do descarte pelo cliente;• Maior valor de revenda e de sucata do produto.

5.3. Definição de equipe interna ou consultor externo

Equipe interna

Para casos em que o diagnóstico energético for feito por uma equipe interna, a definição de um líder e uma equipe de trabalho é fundamental para o sucesso do estudo. Recomenda-se que se indique ao menos um responsável para cada etapa do diagnóstico.


O líder escolhido deve possuir uma **comunicação efetiva e abrangente** dentro da empresa com todos os possíveis interessados (áreas de *facilities*, engenharia, compras, Operação e Manutenção, por exemplo).

É importante assegurar-se que o líder possua linha de comunicação aberta com a alta direção e tenha respaldo institucional para implementar as medidas necessárias.

Consultor externo

No caso de realizar o diagnóstico através da contratação de um consultor externo, convém que a escolha seja realizada a partir das qualificações técnicas e profissionais e que sejam condizentes com o escopo, fronteira e objetivo do diagnóstico.

Os dados da equipe, seja interna ou externa, podem ser inseridos na Ficha do diagnóstico da RedEE na aba “Resumo-Diagnóstico” no espaço indicado na Figura 2:



Equipe responsável pelo diagnóstico	NOME	FUNÇÃO
		Lider
Etapas do Diagnóstico e Responsável	ETAPA	RESPONSÁVEL

Figura 2. Informações da equipe responsável pelo Diagnóstico Energético

6. Coleta de dados

A equipe que realiza o diagnóstico energético deve **coletar, conferir e registrar** os dados apropriados de consumo e uso da energia que sustentem os objetivos do diagnóstico. Isso inclui as seguintes informações:

6.1. Dados de desempenho energético passados e atuais

A coleta de informação histórica do consumo de energia de cada fonte é uma atividade prioritária no Diagnóstico Energético. Quanto mais detalhada e rastreável a informação, maior a possibilidade de desenvolver cálculos de oportunidades de melhoria.

A utilização de informações passadas pode diminuir o custo e tempo do diagnóstico, pois reduz a necessidade de medições pontuais.

6.1.1. Consumo e custo mensal e anual de energia

As faturas ou contas de eletricidade e combustíveis são, de maneira geral, documentos de fácil acesso e interpretação. **Os dados de consumo, demanda e custo mensal emitidos pelas concessionárias ou comercializadoras, são insumos de grande importância para um Diagnóstico Energético.**

Quando múltiplas formas de energia forem utilizadas, é útil e necessário converter os valores de consumo de todas as formas para uma unidade comum (*por exemplo MWh, GJ*), com os fatores de conversão e propriedades adequadas, como segue:

Combustíveis líquidos e gasosos:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Consumo de energia} & = & \text{Consumo volumétrico} & * & \text{Densidade} & * & \text{Poder Calorífico} \\ \text{kWh/mês} & & \text{m}^3/\text{mês ou l/mês} & & \text{kg/m}^3 \text{ ou kg/l} & & \text{kWh/kg} \end{array}$$

NOTAS:

- Devem ser registrados os valores de densidade, poder calorífico, e os fatores de conversão adotados. Valores de referência podem ser obtidos da [Calculadora 2050 da EPE](#), nas abas “Conversions” e “Constants”.
- A escolha do Poder Calorífico Superior (PCS) ou Inferior (PCI) depende da disponibilidade de dados de consumo em base seca (bs) ou base úmida (bu), caso em que será necessário conhecer o teor de umidade.
- No caso de contar com dados de consumo mássico (kg/mês), não é necessária a multiplicação



Adicionalmente, o correto controle e administração das compras de energia é um dos chamados ganhos rápidos ou “quick wins”, por serem ações de baixo ou nenhum investimento. Incluem-se aqui a definição correta de valores contratuais (demanda, flexibilidade, sazonalidade), minimização de multas (demanda excedente, atraso de pagamento, energia reativa excedente, Fator de potência), e o enquadramento tarifário, por exemplo.

Os dados de consumo dos diferentes tipos e fontes de energia devem ser registrados na aba “Produção_Compras-energia”. De preferência, recomenda-se a inserção de dados mensal (tabela da Figura 4, sendo que o consumo total e a média mensal são calculadas automaticamente (colunas em verde da Figura 3). Cada tipo e fonte de energia relevante deve ser inserido como uma linha independente, sendo que para a Energia elétrica disponibiliza-se uma tabela de suporte, como indicado no item seguinte.

DADOS DE COMPRAS DE ENERGIA						
Fonte de energia						
Tipo	Fonte	Concessionária	Consumo anual	Unidades	Consumo médio mensal	Custo anual
						R\$
Energia elétrica	Energia elétrica comprada		-	kWh		R\$ -
Energia elétrica	Energia elétrica comprada		-	kWh		R\$ -
Energia elétrica	Energia elétrica comprada		-	kWh		R\$ -
Combustíveis gasosos	GLP		296.766	kg	25.762	R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -
			-			R\$ -

Figura 3. Dados de energia, todas as fontes - anual

Consumo mensal											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
27.262	22.685	20.860	26.171	26.870	26.375	28.461	25.353	27.535	24.321	19.820	21.053

Figura 4. Dados de energia, todas as fontes - mensal

É prioritária a coleta de dados de consumo de energia para o ano 2019, mas sugerimos a preparação e organização dos dados de 2018 e 2020, caso disponíveis.

6.1.1.1. Faturas de energia elétrica

Os dados da conta de eletricidade não se restringem ao consumo, pois há diversos custos incluídos na conta de energia. É importante classificar as Unidades Consumidoras entre baixa e alta tensão, caso existam os dois casos.

Para analisar corretamente o consumo e despesas de energia, recomenda-se o monitoramento das variáveis citadas no quadro a seguir.


Mercado / Modalidade		Consumo mensal (kWh/mês)		Demanda Máxima e demanda contratada (kW)			Outros
		Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	Única	
Ambiente de Contratação Livre (ACL)		X	X	X	X		% Desconto na TUSD
Ambiente de Contratação Regulado (ACR)	Modalidade Verde	X	X			X	
	Modalidade Azul	X	X	X	X		

Outros dados prioritários: Concessionária (e/ou comercializadora), Subgrupo de tensão.

Os dados podem ser inseridos na *Ficha do diagnóstico da RedEE* na aba “Produção_Compras-energia” no espaço indicado na Figura 5. A planilha conta com espaço para três faturas. Havendo necessidade de inserir mais, podem ser solicitadas alterações por meio do e-mail de contato.

Compra de energia elétrica - Suporte Fatura 1				
Nome da fatura		Posto Tarifário	Consumo anual	Consumo médio mensal
Transformador Principal Fabrica			kWh	kWh
Mercado	Mercado Livre	Ponta	802.361	66.863
Subgrupo	A4	Fora Ponta	9.360.866	780.072
Modalidade	Verde	Total	10.163.227	846.936
Sua dinâmica de consumo prevê mudanças? Encontra-se desenvolvendo projetos para redução ou gerenciamento de demanda?		Posto Tarifário	Demanda contratada	Demanda média
Houve diminuição da demanda ponta nos últimos 12 meses?			kW	kW
Houve diminuição da demanda fora ponta nos últimos 12 meses?		Ponta	2.000	1.814
Redução da demanda devido a eficiência energética, micro ou minigeração?		Fora Ponta	2.500	2.177
Se estiver no mercado livre, Qual percentual de desconto na TUSD você possui?		Custo anual		
		Custo médio mensal		
		R\$/ano	R\$/mês	
		4.912.603	R\$	409.384

Figura 5. Dados de energia elétrica - anual



Consumo mensal (kWh)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
75.740	69.310	60.440	67.960	67.020	64.580	65.510	62.240	67.640	79.910	58.660	68.330
756.300	708.950	716.590	713.470	697.880	671.170	636.490	622.180	708.490	741.320	745.490	738.920
832.040	778.260	777.030	781.430	764.900	735.750	702.000	684.420	776.130	821.230	804.150	807.250
Demanda Máxima (kW)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1.540	1.610	1.610	1.580	1.520	1.510	1.410	1.510	1.500	1.570	1.560	1.530
1.670	1.670	1.660	1.620	1.590	1.560	1.500	1.530	1.560	1.660	1.640	1.610

Figura 6. Dados de energia elétrica - mensal

Informações opcionais

Empresas com interesse em analisar detalhadamente as faturas de energia elétrica, poderão solicitar ferramentas de análise de:

Dados das faturas: Multas mensais, Fator de Potência e Fator de Carga.

Dados de submedição: Perfil de Carga diário, semanal, mensal e anual. Harmônicas.

6.1.1.2. Faturas de combustíveis

A composição da conta de gás é similar à eletricidade, possuindo uma parcela fixa e uma variável em função do consumo. Já que a tarifa de gás natural varia em faixas de demanda mensal pré-definidas, é importante registrar a demanda, caso houver mudança ao longo do ano.

O uso de carvão e de óleo combustível, normalmente, é difícil de se quantificar, pois são medidos em bateladas ou de maneiras não tão controladas. Devido a esse comportamento há maneiras alternativas para se estimar o consumo de energia dessas fontes. Para o carvão pode se estimar a partir da eficiência de combustão e a geração de energia térmica do equipamento que utiliza o carvão. Para o consumo de óleo combustível pode se medir com registradores de vazão de transferência, instalados em unidades de descarga, ou, da mesma maneira que se estima o carvão através da eficiência de combustão e a energia produzida.

Caso haja compra de gás natural, óleo combustível, GLP ou outros combustíveis, os dados relativos à quantidade consumida, demanda e custo devem ser registrados na aba "Produção_Compras-energia". De preferência, recomenda-se a inserção de dados mensal (tabela da Figura 4, sendo que o consumo total e a média mensal são calculadas automaticamente (colunas em verde da Figura 3)).

6.1.1.3. Compra de utilidades

Há também a possibilidade de a empresa consumir utilidades, por exemplo: compra de água gelada, ar comprimido, vapor etc., com a geração destas fora das fronteiras do diagnóstico. **Nesses casos devem ser incluídos na Ficha do diagnóstico da RedEE na aba "Produção_Compras-energia" no espaço indicado na Figura 7.**

Compra de utilidades

Identificação da Fatura

Demanda contratada

Unidade

Tempo base

mes	Consumo	Demanda	Custo mensal
janeiro-19	/	/	R\$
fevereiro-19			
março-19			
abril-19			
maio-19			
junho-19			
julho-19			
agosto-19			
setembro-19			
outubro-19			
novembro-19			
dezembro-19			
Média Mensal			
Total anual	-		R\$ -

Figura 7. Informação de compra de utilidades

Para os três casos, a planilha calcula a média mensal, e o total anual para cada variável, quando aplica. Estes dados, assim que consolidados e validados, abastecerão a Ficha de Resumo do Diagnóstico e a determinação da Linha de Base Energética (LBE).

6.1.2. Análise gráfica do histórico de uso

A análise gráfica por um determinado período pode ser bastante útil para entender de modo mais detalhado o consumo energético de uma indústria. É comum que haja variações nas condições de operação e capacidade produtiva durante um ano e, em muitos casos, isso não reflete unicamente e diretamente no consumo de energia.

Por isso, é muito mais eficiente analisar Indicadores de Desempenho Energético (IDE) que se relativizem de acordo com a produção industrial.

O mais simples indicador é razão entre a energia consumida (kWh ou GJ) por unidade de produção (t). Este fator pode ser calculado para cada fonte de energia, cada produto, ou combinações, sendo que o nível de detalhamento depende da capacidade de se obter dados separados e do objetivo do diagnóstico.

Na etapa de análise, serão desenvolvidas análises gráficas e regressões do consumo das empresas com as variáveis relevantes. Nesta etapa do Diagnóstico, é necessário apenas informar os valores destas variáveis.

6.1.3. Variáveis relevantes

Variável relevante: Fator quantificável que impacta o desempenho energético e muda constantemente.

A identificação das variáveis relevantes para o consumo de energia é uma importante etapa para a comparação com *benchmarking* internacionais ou nacionais de desempenho energético e para realizar projeções futuras.

No entanto, não há regras excessivamente restritivas devido à alta diversificação das indústrias e variáveis relevantes.

Para facilitar a avaliação, comumente são utilizadas análises estatísticas de regressão simples e múltipla.

As variáveis que serão utilizadas inicialmente são a **quantidade mensal produzida** e **capacidade nominal de produção mensal**. Os valores dessas variáveis podem ser descritos na Ficha do diagnóstico na aba **“Produção_Compras-energia”** nos campos em branco das células:

Principais produtos			
Ano de referência	2019		
Nome / Tipo	Variável	Quantidade média mensal produzida	Capacidade nominal de produção mensal
	Unidades		
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Figura 8. Dados de produção - anual

Produção mensal (Unidades de produção/mês)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

Figura 9. Dados de produção - mensal

Pode haver variáveis mais ou menos significantes e que não possuam alguma significância, portanto, serão diferenciadas por meio de análises estatísticas.

Ademais, as variáveis vão ser diferentes para cada setor industrial, por exemplo, em um sistema de refrigeração de grande porte, uma medida da temperatura externa ao longo do ano (GHR³) é uma variável relevante enquanto para a sistemas de bombeamento é insignificante. Este exemplo parece bastante óbvio a relação, mas há casos em que se requer a avaliação de parâmetros estatísticos como o desvio padrão, a estatística t e o coeficiente de determinação R² das regressões.

Como determinar uma variável relevante?

Uma forma simples de avaliar a significância é fazer um gráfico de dispersão com os consumos de energia em função da variável, depois traçar uma linha de tendência e avaliar o coeficiente de determinação (R²).

Há diversas formas e complexidades de realizar essa análise e todas possuem também limitações, assim, cabe ao analista escolher uma melhor solução que se enquadre melhor aos objetivos definidos.

³ Graus Hora de Refrigeração

6.2. Caracterização das empresas

Considerando que a RedEE está constituída por empresas de diferentes setores e atividades econômicas, na aba “**Caracterização**” da **Ficha de Diagnóstico da RedEE** há um espaço para registrar as Divisões das fábricas e os Usos de energia presentes.

Como Divisão da Fábrica, entendem-se os principais **Processos, linhas de produção, áreas, edifícios**, ou outras divisões que a empresa utilize para organizar a informação e os custos associados⁴. Estas divisões podem ser tanto processos principais (de adição de valor direta ao produto final) quanto auxiliares (por exemplo sistemas de geração e distribuição Ar-Comprimido).

É importante que as empresas tenham clareza das fronteiras definidas para cada Divisão. Estas fronteiras, descritas como inclusões e exclusões podem ser registradas no campo “**Descrição breve**”.

O espaço “**Usos da energia**” refere-se aos usos da energia que serão considerados no Diagnóstico. Se a empresa decidir por restringir a análise a alguns usos finais por motivos particulares, pode reportar unicamente aqueles que serão considerados.

Caracterização			
Divisões da fábrica		Usos da Energia	
Nome	Descrição breve	Nome	Presente?
Processo 1		Máquinas e ferramentas	Não
Processo 2		Calor de processo	Não
Processo 3		Aquecimento direto	Não
Processo 4		Força Motriz	Sim
Processo 5		Refrigeração industrial	Sim
Processo 6		Bombeamento	Sim
Processo 7		Compressão de ar ou gases	Sim
Processo 8		Iluminação	Sim
Processo 9		HVAC	Sim
Processo 10		Veículos	
Processo 11		Outros equipamentos	Sim
Processo 12		(Reserva)	
Processo 13		(Reserva)	
Processo 14		(Reserva)	
Processo 15		(Reserva)	

Figura 10. Divisões das fábricas e Usos da energia presentes

A Planilha calcula automaticamente o consumo total de energia por fonte registrada na aba “**Produção-Compras-energia**” e por Uso final, a partir da entrada de dados da aba seguinte, de **Usos Significativos de Energia (USE)**. Estes dados serão utilizados posteriormente para representação do balanço energético em um diagrama de Sankey.

⁴ Como exemplo, algumas empresas definem Centros de Custos, Unidades Operacionais, ou agrupamentos de processos e equipamentos que respondem para um gestor específico. A definição é livre e deve corresponder à realidade de cada empresa.

6.3. Usos Significativos da energia (USE)

Esta etapa consiste em realizar uma **lista de sistemas, processos, equipamentos e/ou máquinas** que consomem **quantidades relevantes** de energia ou que oferecem **potencial considerável** de melhoria de desempenho.

É importante que de cada USE se compreenda a magnitude do consumo e as características relevantes, como local, uso final, tipo de energia e criticidade para a produção, por exemplo. Recomenda-se que seja realizado um levantamento com participação das pessoas que trabalham diariamente na planta.

Este levantamento pode ser realizado em documentos ou ferramentas internas da empresa, ou com auxílio da aba “USES” na Ficha de Diagnóstico da RedEE.

Esta etapa é importante para facilitar a identificação de oportunidades na fase posterior. Recomenda-se coletar uma quantidade mínima de informações sobre cada USE, como segue:

Informações prioritárias

Identificação do USE: Nome da máquina, Código de inventário ou outra informação de fácil entendimento para a equipe e que deixe claro os limites do USE.

Fonte de energia consumida pelo USE: Eletricidade, GLP, óleo diesel etc., definidos na aba “Produção_Compras-energia”.

Consumo de energia: Consumo Anual em kWh, a partir de dados de medição, levantamentos ou cálculos de engenharia. Para os principais USE recomenda-se o mapeamento do consumo mensal.

Localização: Processo, etapa do processo, unidade fabril, edifício etc., definidos na aba “Caracterização”.

Fonte de informação do consumo do USE: Medição individual de consumo, rateio de medição, cálculo de engenharia.

Dados de medição ou levantamento						
	Identificação	Fonte de energia	Localização	Uso Final	Consumo de energia anual	Potência instalada
	Nome, ID, Patrimônio				kWh/ano	kW
1	Máquina 1	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Força Motriz	100	
2	Máquina 2	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 2	Força Motriz	81	
3	Compressor de ar 001	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Compressão de ar ou gases	79	
4	Compressor de ar 002	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 2	Compressão de ar ou gases	36	
5	Compressor de ar 003	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Compressão de ar ou gases	34	
6	Forno 01	GLP	Linha de Produção 1	Outros equipamentos	247	
7	Unidade de bombeamento 1	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Bombeamento	134	
8	Caldeira vapor 1	Gás Natural	Linha de Produção 1	HVAC	68	
9	Caldeira vapor 2	Gás Natural	Linha de Produção 2	Iluminação	68	
10	Caldeira vapor 3	Gás Natural	Linha de Produção 2	HVAC	57	
11						
12						
13						
14						
15						

Figura 11. Dados de medição ou levantamento dos Usos Significativos de Energia.



Informações opcionais

Regime de operação: Contínua, intermitente, pontual, *standby*

Nível de risco de parada de produção: Alto, médio, baixo.

Potência instalada (nominal).

Regime de operação diário	Nível de risco de parada	Fonte da informação de consumo	Participação no consumo		
			Total	Do Uso Final	Do processo
Contínuo - 24horas	Alto	Medição individual	11,0%	55,2%	15,1%
Intermitente - 8 a 12 horas	Médio	Rateio de medição	9,0%	44,8%	33,6%
Contínuo - 24horas	Baixo	Medição individual	8,8%	53,1%	12,0%
Contínuo - 24horas	Baixo	Rateio de medição	3,9%	23,8%	14,7%
Contínuo - 24horas	Baixo	Cálculo de engenharia	3,8%	23,1%	5,2%
Pontual - Menos de 2 horas	Médio	Medição individual	27,4%	100,0%	37,3%
Intermitente - 8 a 12 horas	Médio	Cálculo de engenharia	14,8%	100,0%	20,2%
Contínuo - 24horas	Médio	Cálculo de engenharia	7,5%	54,5%	10,3%
Contínuo - 24horas	Médio	Cálculo de engenharia	7,5%	100,0%	28,2%
Intermitente - 8 a 12 horas	Alto	Cálculo de engenharia	6,3%	45,5%	23,5%

Figura 12. Informações adicionais e cálculo de participação no consumo

A definição da relevância do consumo ou do potencial de melhoria para escolher os USE, pode seguir critérios específicos para cada organização. É comum a utilização de métodos como o **Pareto, Estudos de Perigo e Operabilidade (HAZOP)**, ou ponderações de variáveis consideradas chave para cada empresa.

A planilha **USE** faz o cálculo do percentual de participação de cada Uso registrado em função do total. A partir destas porcentagens, organizam-se os 15 USE mais relevantes na ordem de maior a menor, como ilustrado na Figura 13 e a Figura 14.

A planilha faz uma verificação da porcentagem de consumo alcançada pelos 15 primeiros USE e indica se esta for menor a 80%, limite recomendado para a análise de oportunidades de melhoria.

USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGIA (USE)

Ano de referência 2019

USE Filtrados por maior grau de significância

	Identificação	Fonte de energia	Localização	Uso Final	Consumo de energia anual	Potência nominal
	Nome, ID, Patrimônio				kWh/ano	kW
1	Forno 01	GLP	Linha de Produção 1	Outros equipamentos	247	0
2	Unidade de bombeamento 1	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Bombeamento	134	0
3	Máquina 1	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Força Motriz	100	0
4	Máquina 2	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 2	Força Motriz	81	0
5	Compressor de ar 001	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Compressão de ar ou gases	79	0
6	Caldeira vapor 1	Gás Natural	Linha de Produção 1	HVAC	68	0
7	Caldeira vapor 1	Gás Natural	Linha de Produção 1	HVAC	68	0
8	Caldeira vapor 3	Gás Natural	Linha de Produção 2	HVAC	57	0
9	Compressor de ar 002	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 2	Compressão de ar ou gases	36	0
10	Compressor de ar 003	Energia elétrica comprada	Linha de Produção 1	Compressão de ar ou gases	34	0
11	0	0	0	0	-	0
12	0	0	0	0	-	0
13	0	0	0	0	-	0
14	0	0	0	0	-	0
15	0	0	0	0	-	0

Figura 13. Lista dos 15 primeiros Usos Significativos da Energia

✓ 100% % Participação dos 15 primeiros USE no consumo total

Regime de operação	Nível de risco de parada	Fonte da informação de consumo	Participação no consumo		
			Total	Do Uso Final	Da área
Pontual - Menos de 2 horas	Médio	Medição individual	27,36%	100,00%	37,33%
Intermitente - 8 a 12 horas	Médio	Cálculo de engenharia	14,79%	100,00%	20,18%
Contínuo - 24horas	Alto	Medição individual	11,05%	55,21%	15,07%
Intermitente - 8 a 12 horas	Médio	Rateio de medição	8,96%	44,79%	33,56%
Contínuo - 24horas	Baixo	Medição individual	8,77%	53,11%	11,96%
Contínuo - 24horas	Médio	Cálculo de engenharia	7,53%	54,50%	10,27%
Contínuo - 24horas	Médio	Cálculo de engenharia	7,53%	54,50%	10,27%
Intermitente - 8 a 12 horas	Alto	Cálculo de engenharia	6,28%	45,50%	23,53%
Contínuo - 24horas	Baixo	Rateio de medição	3,93%	23,83%	14,73%
Contínuo - 24horas	Baixo	Cálculo de engenharia	3,81%	23,06%	5,19%
0	0	0	0,00%		
0	0	0	0,00%		
0	0	0	0,00%		
0	0	0	0,00%		
0	0	0	0,00%		

Figura 14. Informações adicionais e porcentagens de participação dos USE no consumo das empresas



6.4. Próximos passos: Plano de medições

É desejável utilizar medições registradas dos USE no período da análise. Um bom aproveitamento desses dados passados pode ser simples e bastante econômico. O objetivo de desenvolver um plano de medições é contar com informação verídica no cálculo de oportunidades de melhoria, com o menor custo de aquisição⁵ possível. Para isso, os próximos passos serão:

- a) **Identificação preliminar de ações:** Compilação de boas práticas disponíveis vs. implementadas para cada USE.
- b) **Avaliação qualitativa de ações prioritárias segundo critérios:** mapeamento qualitativo inicial das ações implementadas, ações potenciais, e definição de USE ou sistemas com maior necessidade de medição.
- c) **Importação e registro de medições de equipamentos existentes:** identificação de sistemas de medição associados aos USE identificados como alvo de análise detalhada e formatação da informação.
- d) **Importação e registro de medições de equipamentos temporários:** em caso de ausência de sistemas de medição, definição de medições temporárias que servirão como insumo para a análise de oportunidades.

7. Próxima etapa: Análise

7.1. Preços de energia atual e preços de referência para a análise financeira

A projeção de economia de energia com tarifas condizentes com a realidade é importante para que a análise financeira realizada tenha validade. Para algumas fontes o custo da energia é altamente variável, pelo que devem ser estabelecidas premissas para o cálculo das tarifas de referência.

Recomenda-se que a equipe do diagnóstico energético tenha um canal de comunicação aberto com a área de Compras e Contratação, ou aquela responsável dos contratos de fornecimento de eletricidade e combustíveis.

Recomendações específicas para o estabelecimento destas premissas serão indicadas em função da dinâmica de operação levantada na etapa de Coleta de Dados.

7.2. Requisitos legais e outros requisitos aplicáveis ao diagnóstico energético

A gestão energética passa também pelo atendimento de requisitos legais e outros aplicáveis ao uso de recursos. Esses requisitos podem ser provenientes de autoridades externas ou determinados pela própria empresa.

Para casos em que há normas ou exigências na empresa é importante que sejam de amplo conhecimento de todos os participantes do diagnóstico energético. No Anexo detalhamos alguns exemplos de requisitos e normas a serem considerados, e que em alguns casos podem se tornar vetores para a implementação de ações. Recomenda-se o mapeamento dos requisitos aplicáveis.

⁵ Refere-se ao esforço tanto financeiro quanto de recursos humanos para adquirir e tratar dados de medição.



7.3. Balanço (inventário) de energia

Balanço de energia: Cálculo das entradas, fluxos e usos da energia, com base no consumo por equipamentos e sistemas para um período específico

A construção do balanço de energia da indústria é uma ferramenta essencial para avaliação de projetos futuros. A dificuldade em compor o balanço depende muito da complexidade dos processos industriais e dos recursos humanos e financeiros disponíveis.

De modo simplificado será apresentado alguns componentes importantes do balanço de energia.

Uma vez consolidadas e validadas as informações da **Ficha do diagnóstico da RedEE**, nas abas indicadas neste documento, será possível a construção de Diagramas que representam o Balanço Energético, como o Diagrama de Sankey. Em caso em que as empresas já contem com algum gráfico ou tabela de Balanço (inventário) energético, este pode ser incluído na aba “Resumo-Diagnóstico”.

7.4. Indicadores de desempenho energético (IDE)

Indicadores de desempenho energético (IDE): Valor ou medida quantitativa de desempenho energético conforme definido pela organização.

Os Indicadores de Desempenho Energético (IDE) possuem diversas funções relacionadas ao diagnóstico energético e seus desdobramentos.

Uma das grandes funções é a definição de metas de desempenho energético, fazendo possível comparar e melhorar o desempenho de diferentes períodos, mesmo com mudanças operacionais.

De modo geral, recomenda-se que se defina um ou mais IDE para cada um dos USEs. Seguem os principais tipos de IDE utilizados:


Consumo de energia medido: Consumo de um site completo ou um USE medido por um equipamento exclusivo. Exemplos: consumo de combustível (GJ) e consumo de energia elétrica por mês (kWh/mês).

Proporção entre valores medidos: expressão da eficiência energética de um sistema ou um processo a partir de dados medidos. Exemplo: kWh/ton de produção e GJ/unidade de produção.

Modelo baseado em correlações estatísticas: relação entre o consumo de energia e variáveis relevantes utilizando-se regressões lineares e não lineares. Exemplo: expressão do desempenho energético com variáveis como o clima, o número de funcionários, a produção e o mix de produtos.

Modelo baseado na engenharia: relação entre consumo de energia e variáveis relevantes utilizando-se simulações de engenharia. Exemplo: modelos computacionais de sistemas industriais que consideram mudanças nas variáveis relevantes e suas interações.

Para as empresas que já contam com determinação dos os IDEs, podem inclui-los no espaço da Ficha do diagnóstico na aba “Resumo-Diagnóstico” nos campos indicado na Erro! Fonte de referência não encontrada.Figura 15.



Indicadores de Desempenho Energético (IDE)	NOME	VALOR	UNIDADES

Figura 15. Dados de IDE

Os IDE podem ser aplicados em diversos níveis e locais. Uma definição eficiente das fronteiras auxiliará a análise e fornecerá dados mais úteis.

Há alguns fatores bastante relevantes a serem considerados para uma boa definição da fronteira. Entre estes estão: **a consideração dos usos significativos de energia (USE) ou grupos de USE que a empresa considere importante; considerar consumos de energia específicos que a empresa quiser isolar e gerenciar; e a facilidade de isolamento da fronteira do IDE.**

Sugere-se ainda que a definição de fronteira siga um processo que inicie do modo mais amplo com o limite da fronteira do diagnóstico energético e especifique cada vez mais a cada passo. Esse processo convém que seja minimizado o número de divisões, que as instalações que funcionam da mesma maneira estejam limitadas juntas e que a instalação seja dividida em partes.

Na etapa de Análise as empresas serão auxiliadas na avaliação dos IDE existentes ou na formulação de IDE novos que sejam adequados.

7.5. Identificação e quantificação de oportunidades

Identificar e quantificar **oportunidades de melhoria** ou **Medidas de Eficiência Energética** é um dos principais objetivos e resultados de um diagnóstico energético.

Existem inúmeros métodos de cálculo para os diferentes equipamentos e sistemas, pelo que um tratamento eficiente dos dados resultará em resultados mais precisos. Após a escolha metodológica é essencial que as bases de cálculos, estimativas, premissas e intervalos de confiança sejam documentados do modo mais completo possível.

Deve ser garantida a transparência da análise e uma compreensão por qualquer pessoa que possua interesse em entender de modo mais aprofundado toda a metodologia aplicada.

Após, todo o estudo pode se identificar melhorias operacionais e soluções tecnológicas. Existem boas práticas para a melhoria do desempenho energético bastante econômicas e fáceis de implementar. Estima-se que somente com essas medidas simples pode se alcançar de 25% a 50% da redução potencial de energia das empresas (ONU, 2014).

Para identificar as boas práticas, a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - ONUDI (2014) sugere fazer as seguintes perguntas para cada elemento que usa energia:

- **Tenho que usar esse elemento no sistema?**
- **O que posso fazer para usar menos energia?**
- **Posso fazê-lo funcionar com uma forma de energia mais barata?**

Na RedEE iremos utilizar ferramentas de cálculo em função da necessidade e interesse das empresas, tendo como principal referência o pacote **MEASUR**, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos e adaptado para o Brasil pelo MME/Procel e a CNI.



Em todo caso, empresas que já contem com oportunidades de melhoria determinadas, poderão registrá-las no espaço da Ficha do diagnóstico na aba “**Resumo-Diagnóstico**” nos campos em branco ilustrados na Figura 16.

Oportunidades (Medidas de eficiência energética)	Nome:	1º
	Economia anual	R\$/ano
	Investimento	R\$
	Payback	anos
	Nome:	2º
	Economia anual	R\$/ano
	Investimento	R\$
	Payback	anos
	Nome:	3º
	Economia anual	R\$/ano
	Investimento	R\$
	Payback	anos
	Nome:	4º
	Economia anual	R\$/ano
	Investimento	R\$
	Payback	anos
	Nome:	5º
	Economia anual	R\$/ano
	Investimento	R\$
	Payback	anos
	Nome:	6º
	Nome:	7º
	Nome:	8º

Figura 16. Lista de oportunidades (Medidas de Eficiência Energética)

7.5.1. Priorização de oportunidades

Como foi indicado no item 5.2, a etapa de priorização das oportunidades de melhoria é importante para otimizar os efeitos das mudanças adotadas em relação aos custos e o desempenho energético.

Assim, que determinados a ordem dos critérios de priorização, deverão ser incluídos no espaço da Ficha do diagnóstico na aba “Resumo-Diagnóstico” nos campos em branco das células indicadas na Figura 17.

Critérios de priorização		1º
		2º
		3º
		4º
		5º
		6º
		7º

Figura 17. Critérios de Priorização

7.6. Linha de Base Energética (LBE)

Linha de Base energética (LBE): É uma função dos valores de Indicadores de desempenho energético (IDE) que pode ser utilizada como referência quantitativa, assim, fornecendo uma base para comparação do desempenho energético em diferentes condições de operações.



A Linha de base Energética permite que o valor dos indicadores seja comparado em momentos distintos com eficácia, mesmo que com modificações relevantes na produção. Isso se faz muito importante ao se analisar o avanço de melhorias implementadas para alcançar metas e objetivos. Essa comparação é possibilitada por meio da normalização do IDE a partir do uso de variáveis relevantes e fatores estáticos.

Uma avaliação inicial do Consumo vs. Produção pode ser desenvolvida na aba LBE da *Ficha de Diagnóstico da RedEE*. Orientações específicas para desenvolvimento da Linha de Base serão compartilhadas na seguinte edição deste Guia.



8. Tabela de Siglas e abreviaturas

Sigla ou Abreviatura	Significado
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHK	Câmara de Comercio Brasil-Alemanha
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BMWi	Ministério Federal da Economia e Energia da República Federal da Alemanha
BMZ	Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento - Alemanha
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
EE	Eficiência Energética
EEN	Energy Efficiency Network
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
IDE	Indicadores de Desempenho Energético
IPEEC	International Partnership for Energy Efficiency Cooperation
IREEs	Institute for Resource Efficiency and Energy Strategies
ISO	International Standardization Organization
LEEN	Learning Energy Efficiency Network
MEE	Medidas de Eficiência Energética
MME	Ministério de Minas e Energia – Brasil
RedEE	Rede de Eficiência Energética piloto em São Paulo
REE	Rede de Eficiência Energética
PROCEL	Programa de Conservação de Energia Elétrica
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGE	Sistemas de Gestão de Energia
USE	Usos Significativos da Energia

9. Anexos

9.1. Requisitos legais e outros relacionados

Entre os requisitos legais e normas externas relacionadas com gestão e eficiência energética há algumas que podem ser destacadas.

Lei de Eficiência Energética (nº 10.295/2011), que determinou os níveis mínimos de eficiência energética (ou máximo de consumo) de máquinas e aparelhos que consomem energia (elétrica, derivados do petróleo ou outros insumos) fabricados e comercializados no país.

Esta lei possui responsabilidade de execução pelo Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética – CGIEE (Decreto nº 4.059/2001) o qual já regulamentou uma série de equipamentos e máquinas como:



Figura 18. Equipamentos etiquetados pelo INMETRO (Fonte: INMETRO).

A utilização de máquinas e equipamentos que cumprem os requisitos mínimos de eficiência e consumo é essencial para obtenção de melhores resultados energéticos, e além disso, facilita alcançar metas e regulamentações de eficiência energética.

Podem se mencionar também as normas relacionadas ao sistema de gestão de energia e diagnóstico energético da família ISO 50.000.

ABNT NBR ISO 50001 Sistema de gestão da energia – Requisitos com orientação para uso;

ABNT NBR ISO 50002 Diagnósticos energéticos – Requisitos com orientação para uso;

ABNT NBR ISO 50003 Sistemas de gestão de energia – Requisitos para organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia;

ABNT NBR ISO 50004 Guia de gestão de energia – Guia para implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão de energia;

ABNT NBR ISO 50006 Sistemas de gestão de energia – Medição do desempenho energético utilizando linhas de base energética (LBE) e indicadores de desempenho energético (IDE) – Princípios gerais e orientações;



ISO 50015⁶

Energy management systems – Measurement and verification of energy performance of organizations – General principles and guidance.

Outro aspecto legal importante a ser observado é o **Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004** que determina regras e procedimentos para Ambiente de Contratação Livre (ACL) de energia.

Meio Ambiente

Além das normas e requisitos relacionados diretamente com energia, há também aspectos ambientais que devem ser considerados e que acabam por influenciar o consumo de energia. Um dos aspectos ambientais é relativo a emissões de poluentes atmosféricos para a indústria. Em âmbito federal aponta-se algumas resoluções CONAMA:

- **Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989:** Criação do Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR.
- **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990:** Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.
- **Resolução CONAMA nº 8, de 6 de dezembro de 1990:** Estabeleceu os limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes de poluição.
- **Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006:** Estabeleceu os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.
- **Resolução CONAMA nº 436, de 22 de dezembro de 2011:** Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 2 de janeiro de 2007.
- Para o caso do estado de São Paulo há também o **Decreto Estadual nº 59113/2013** que estabelece novos padrões de qualidade do ar.

Outro aspecto é relativo ao lançamento de efluentes. Em âmbito federal há:

- **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011:** Estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes.
- Para o caso do estado de São Paulo há o **Decreto Estadual nº 8468/1976** que trata do controle de poluição em geral e na seção 2 específica sobre emissão de efluentes.

Para a regulamentação de resíduos sólidos há também decisões em âmbito federal:

- **NBR 10004/04 - Resíduos Sólidos – Classificação**
- **NBR 12235/92 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – procedimento**
- **NBR 11174/90 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes – procedimento**
- **NBR 13221/07 - Transporte terrestre de resíduos**
- Para o âmbito do estado de São Paulo há:
- **Lei Estadual N. 12.300 de 16 de março de 2006** - institui a política estadual de resíduos sólidos e define princípios e diretrizes.

Regulamentos Técnicos

Para os requisitos e normas técnicas será destacado para os transformadores, motores e geradores, iluminação, refrigeração e para os equipamentos elétricos em geral:

⁶ Ainda não há uma norma com tradução em português.



Transformadores:

- **NBR10020** - Transformadores de potencial de tensão máxima de 15kV, 24,2kV e 36,2kV.
- **NBR5356** – Transformadores de potência

Motores e geradores:

- **NBR15905** – Motores de combustão interna de ignição por centelha – Pistões monolíticos de liga leve de alumínio.
- **NBR16881** – Motores de indução alimentados por conversores de frequência – Parâmetros de Desempenho e critérios de aplicação.
- **NBR17094** – Máquinas elétricas girantes.
- **NBRISO16110** – Geradores de hidrogênio que utilizam tecnologias de processamento de combustível.
- **NBRISO6621** – Motores de combustão interna – Anéis de pistão
- **NBRISO8178** – Motores alternativos de combustão interna.
- **NBRISO8528** – Grupos geradores de corrente alternada acionados por motores alternativos de combustão interna.

Iluminação:

- **NBR15215** – Iluminação natural.
- **NBR5461** – Iluminação.
- **NBRIEC60968** – Lâmpadas fluorescentes com reator integrado à base para iluminação geral – Requisito de segurança.
- **NBRIEC60969** – Lâmpadas fluorescentes com reator integrado à base para iluminação geral – Requisito de Desempenho.

Refrigeração:

- **NBR13598** – Vasos de pressão para refrigeração.
- **NBR15371** – Evaporadores tipo Circulação forçada para refrigeração – Especificação, requisitos de Desempenho e identificação.
- **NBR15627** – Condensadores a ar remotos para refrigeração.
- **NBR15960** – Fluidos frigoríficos – Recolhimento, reciclagem e regeneração (3R) – Procedimento.
- **NBR16186** – Refrigeração comercial, detecção de vazamentos, contenção de fluido frigorífico, manutenção e reparos.
- **NBRISO5149** – Sistemas de refrigeração e bombas de calor – Segurança e requisitos ambientais.
- **NBRISO5941** – Compressores, máquinas e ferramentas pneumáticas – Pressões preferenciais.
- **NBRISO8573-1** – Ar comprimido – Contaminantes e classes de pureza.

Equipamentos elétricos em geral:

- **NBR13418** – Cabos resistentes ao fogo para instalações de segurança.
- **NBR14011** – Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas – Requisitos gerais.
- **NBR14039** – Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV.
- **NBR14373** – Estabilizadores de tensão de corrente alternada – Potência até 3Kva/ 3kW.
- **NBR16819** – Instalações elétricas de baixa tensão – Eficiência energética.
- **NBR5410** – Instalações elétricas de baixa tensão.
- **NBRIEC60947** – Dispositivos de manobra e controle de baixa tensão.



Há outras normas também que podem ser seguidas e cabe a empresa realizar uma busca mais aprofundada nos requisitos técnicos que sejam mais convenientes aos processos industriais próprios de cada um.

9.2. Cálculos de Viabilidade económica

9.2.1. Valor Presente Líquido (VPL)

Soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado, isto é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos

Equação 1 - Valor Presente Líquido

$$VPL = R \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i \times (1 + i)^n} - I$$

Onde:

VPL: valor presente líquido (R\$);

R: total benefício anual (R\$);

i: taxa de juro anual definida pelo agente financiador;

n: vida útil equipamento (anos); e

I: investimento inicial total (R\$).

Caso o VPL for maior que zero significa que o investimento terá retorno financeiro sobre o recurso investido, caso for negativo rejeita-se a melhoria.

9.2.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é outro indicador de retorno de investimento que indica a taxa de juros que anula o VPL do fluxo de caixa descontado

Equação 2-Taxa Interna de Retorno

$$0 = -I + \sum_{k=1}^N \frac{F_k}{(1 + i)^k}$$

Onde:

F_k: Fluxo de caixa referente a cada ano no horizonte de planeamento;

I: Investimento inicial; e

k: (1; n) = períodos de horizonte de planeamento

O valor resultado da TIR deve ser comparado com uma taxa mínima de atratividade (TMA) da empresa para verificar se o investimento possui um retorno considerado satisfatório.

TIR > TMA significa que o projeto é economicamente atrativo;

TIR < TMA o investimento não é economicamente atrativo; e

TIR = TMA significa que o investimento está em uma situação de indiferença.

9.2.3. Payback simples

O payback simples avalia a atratividade de um investimento e consiste em determinar o número de períodos necessários para recuperar o capital investido.

Para empresas de pequeno e médio porte é necessário um payback de no máximo dois anos e para empresas grandes de no máximo três anos

O payback pode ser equacionado da seguinte maneira:

Equação 3-Payback simples



$$\textit{Payback simples} = \frac{\textit{Ganho de investimento} - \textit{Custo do investimento}}{\textit{Benefícios anuais} - \textit{Custos operacionais anuais}}$$



10. Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010. 2010. Link disponível: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>.
- Agência Nacional de Energia Elétrica. Revista de Eficiência Energética: A busca da articulação entre ações de incentivo. Agosto 2013. 1ª Edição.
- Ali Hasanbeigi, Lynn Price. ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY 2010. Industrial Energy Audit Guidebook: Guidelines for Conducting an Energy Audit in Industrial Facilities
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004. ABNT NBR ISO 50.002. Diagnóstico energéticos – Requisitos com orientação para uso.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 50001: Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 50003: Sistemas de gestão de energia – Requisitos para organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 50004: Guia de gestão de energia – Guia para implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão de energia
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 50006: Sistemas de gerenciamento de energia - Medição do desempenho energético com base na energia e indicadores de desempenho energético - Princípios e orientações gerais. Rio de Janeiro, 2016.
- Barbieri, José Carlos, Antonio Carlos Teixeira Álvares, and Claude Machline. "Taxa Interna de Retorno: controvérsias e interpretações." Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas 4 (2007): 131.
- CNI. Cartilha de eficiência energética na indústria. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/uploads/arquivos/cartilha_cni_corrente_FINAL-small1.pdf
- Cusa, Yamilet González. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EMPRESA DO SETOR DE FERROLIGAS. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia. 2018.
- DOE - DEPARTMENT OF ENERGY. Technical Report Four: Analysis of energy efficiency investment decisions by small and medium-sized manufacturers. Springfield, mar. 1996, 98 p.
- ELETROBRÁS/PROCEL. PROCEL INDÚSTRIA - Eficiência Energética Indústria. 2002.
- FIESP e CIESP. CARTILHA INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA.
- GUIA INTERATIVO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Mitsidi Projetos. 2018. Link: <https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/wp-content/themes/backup/pdfs/guia-de-eficiencia-energetica.pdf>
- International Copper Association Brazil. GUIA PARA APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR ISO 50001 GESTÃO DE ENERGIA http://www.abrinstal.org.br/docs/guia_gestao_de_energia.pdf
- **ISO 50015**: Energy management systems – Measurement and verification of energy performance of organizations – General principles and guidance.
- Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Eficiência Energética. 2011.
- Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030. 2007.



- NOGUEIRA, E. Análise de investimento. In: BATALHA, M. O. (Coord). Gestão agroindustrial. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. p. 205-266.
- ONUDI - Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Guía práctica para la implementación de un sistema de gestión de la energía. 2014.
- Organização para a Avaliação de Eficiência. Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance. 2012.
- PROCEINFO. PROCEL INDÚSTRIA - Eficiência Energética Industrial. 2006. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMID5758021DEDA0411490D62106E1491EBEPTBRIE.htm>
- Procel Indústria. Metodologia de realização de diagnóstico energético – Guia básico. 2009.
- Silva, Márcio Lopes da, Alessandro Albino Fontes. "Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra." Revista Árvore 29.6 (2005): 931-936.