

# *Análise da Eficiência Energética em Segmentos Industriais Selecionados*

Apresentação dos principais resultados do Projeto

# INTRODUÇÃO

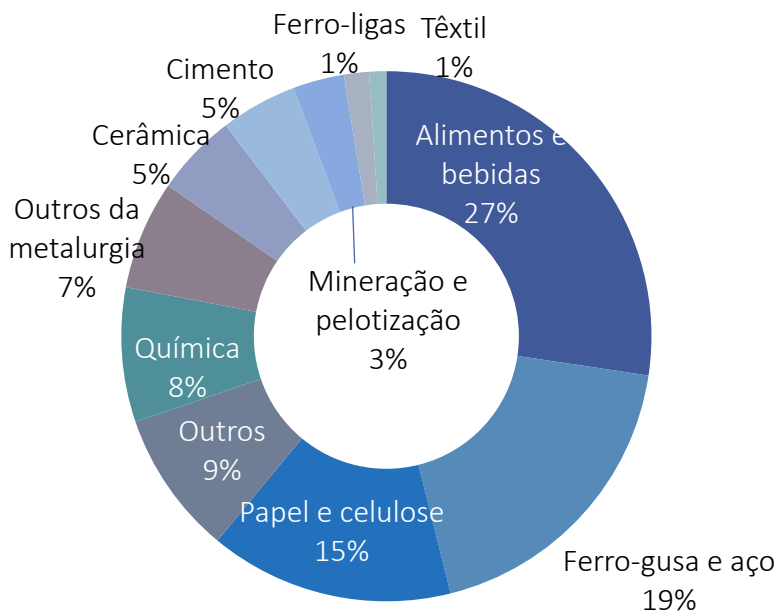
# CONSUMO INDUSTRIAL

O consumo industrial representa 35% do consumo final energético.

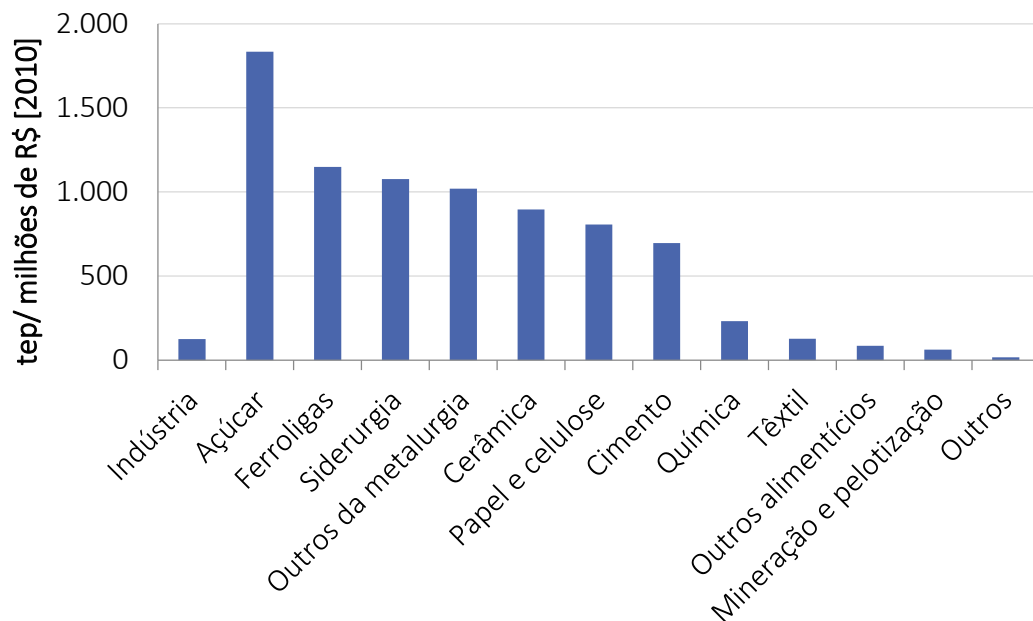
O consumo está concentrado em segmentos energointensivos:

- 30% do valor adicionado é responsável por 91% do consumo industrial.

Consumo final\* por subsegmento (2017)



Intensidade energética dos segmentos industriais (2016)



Fontes: EPE, 2018. Balanço Energético Nacional 2017.

EPE, 2017. Monitorando o Progresso da Eficiência Energética no Brasil – Indicadores e Análises Setoriais.

\*Consumo final: energia utilizada pelos consumidores finais em seus equipamentos.

## Análise da eficiência energética em segmentos industriais selecionados

Pesquisa primária para determinação do consumo típico e potencial de eficiência energética.

Início: abril 2017

Término: novembro 2018

Contratada: Consórcio Applus-Qualitec

Recursos: Acordo de Empréstimo nº 8.095-BR, formalizado entre a República Federativa do Brasil e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – Bird, em 1º de março de 2012.

# O PROJETO

## Análise da eficiência energética em segmentos industriais selecionados

### Objetivos:

Subsidiar o planejamento energético  
Atualizar parâmetros dos modelos  
Identificar oportunidades de eficiência energética

### Conteúdo:

Descrição das etapas dos processos

Informações detalhadas sobre consumo

Principais equipamentos consumidores de energia

Identificação de medidas de eficiência energética

Tabelas de coeficiente de destinação e rendimento energético (BEU\*)

Estimativa do potencial de eficiência energética

\*Balanço de Energia Útil

# O PROJETO

## Análise da eficiência energética em segmentos industriais selecionados

### Subsegmentos:

Cadeia do Alumínio

Celulose e Papel

Cadeia Siderúrgica

Cerâmica

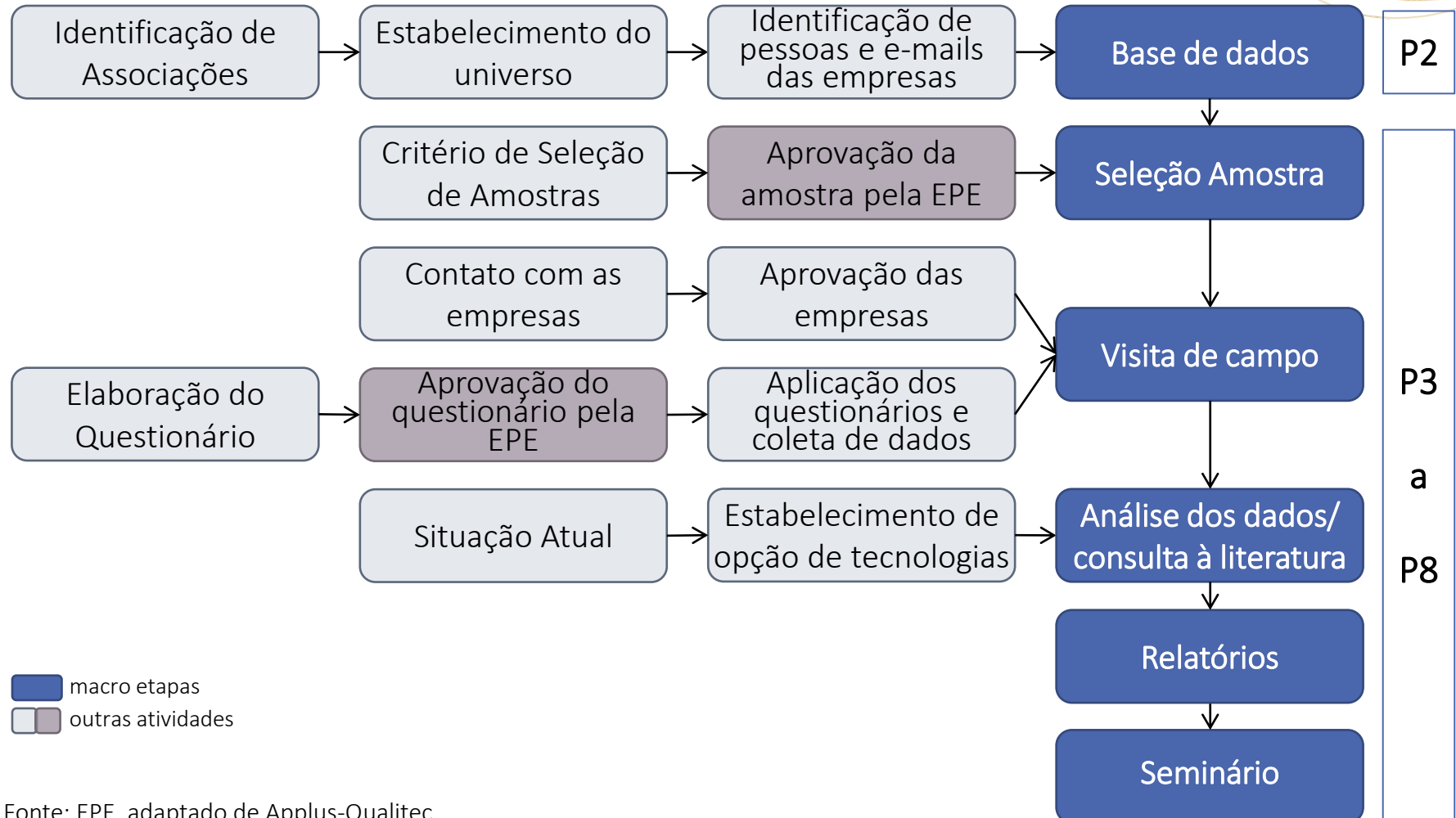
Alimentos e Bebidas

Química

Ao todo, foram **138** visitas de campo realizadas

# P1 E P2: PLANO DE TRABALHO E BANCO DE DADOS

## Principais etapas da metodologia de pesquisa:



Fonte: EPE, adaptado de Applus-Qualitec



A base de dados inclui informações de 1.167 plantas industriais dos segmentos selecionados, em 595 municípios diferentes.

✓ Inclui empresas que participam de associações de classe e que estavam operando em 2016.

- CNPJ
- CNAE
- Nome e Razão Social
- Endereço e coordenadas geográficas
- Nome e contato do responsável por energia

Segmento	Nº de empresas
Cadeia do Alumínio	19
Celulose e Papel	63
Cadeia Siderúrgica	55
Cerâmica	164
Alimentos e Bebidas	653
Química	213
<b>Total</b>	<b>1167</b>

→ É a base para a seleção de amostra.

## Tabelas de coeficientes de destinação\* - exemplo

<b>FORMAS DE ENERGIA</b>	<b>COEFICIENTE DE DESTINAÇÃO (%)</b>						
	Força Motriz	Calor de Processo	Aquecimento Direto	Refrigeração	Iluminação	Eletroquímica	Outras
Gás Natural	-	8%	92%	-	-	-	-
Carvão Vapor	-	-	100%	-	-	-	-
Óleo Diesel	100%	-	-	-	-	-	-
Óleo Combustível	-	-	100%	-	-	-	-
GLP	100%	-	-	-	-	-	-
Eletricidade	87%	-	1%	7%	5%	-	-

Coeficiente de destinação atual – cerâmica branca.

Fonte: Applus-Qualitec

<b>FORMAS DE ENERGIA</b>	<b>COEFICIENTE DE DESTINAÇÃO (%)</b>						
	Força Motriz	Calor de Processo	Aquecimento Direto	Refrigeração	Iluminação	Eletroquímica	Outras
Gás Natural	-	16%	84%	-	-	-	-
Carvão Vapor	-	-	100%	-	-	-	-
Óleo Diesel	100%	-	-	-	-	-	-
Óleo Combustível	-	-	100%	-	-	-	-
GLP	100%	-	-	-	-	-	-
Eletricidade	91%	-	1%	6%	2%	-	-

Coeficiente de destinação mais eficiente – cerâmica branca.

Fonte: Applus-Qualitec

\*Coeficientes para alocação do consumo final de cada fonte por serviço energético.

## Tabelas de rendimento\* - exemplo

<b>FORMAS DE ENERGIA</b>	<b>RENDIMENTO ENERGÉTICO (%)</b>						
	Força Motriz	Calor de Processo	Aquecimento Direto	Refrigeração	Iluminação	Eletroquímica	Outras
Gás Natural	-	74%	56%	-	-	-	-
Carvão Vapor	-	-	42%	-	-	-	-
Óleo Diesel	44%	-	-	-	-	-	-
Óleo Combustível	-	-	55%	-	-	-	-
GLP	28%	-	-	-	-	-	-
Eletricidade	90%	-	60%	63%	26%	-	-

Rendimento energético atual – cerâmica branca.

Fonte: Applus-Qualitec

<b>FORMAS DE ENERGIA</b>	<b>RENDIMENTO ENERGÉTICO (%)</b>						
	Força Motriz	Calor de Processo	Aquecimento Direto	Refrigeração	Iluminação	Eletroquímica	Outras
Gás Natural	-	89%	91%	-	-	-	-
Carvão Vapor	-	-	90%	-	-	-	-
Óleo Diesel	45%	-	-	-	-	-	-
Óleo Combustível	-	-	85%	-	-	-	-
GLP	30%	-	-	-	-	-	-
Eletricidade	95,5%	-	88%	90%	85%	-	-

Rendimento energético mais eficiente – cerâmica branca.

Fonte: Applus-Qualitec

\*Rendimento: relação entre o consumo útil (aproveitado) e o consumo final.

## Medidas de eficiência energética - exemplo

<i>MEDIDAS DE MELHORIA ADOTADAS</i>	<i>INVESTIMENTO ATUAL<sup>1</sup> (R\$/ton produzida)</i>	<i>INVESTIMENTO MAIS EFICIENTE<sup>1</sup> (R\$/ton produzida)</i>	<i>% ECONOMIA DE ENERGIA</i>	<i>ECONOMIA DE ENERGIA (tep/ton produzida)</i>
Troca de motor de alto rendimento	1,39	1,80	3,18%	0,00021
Instalação de inversor de frequência	-	5,50	1,53%	0,00056
Automatização de esteiras	-	0,20	0,78%	0,00004
Troca/Manutenção Compressores de Ar	24,90	36,32	2,51%	0,00078
Troca/Manutenção Robô	-	18,88	0,04%	0,00001
Troca/Manutenção Misturador Eirich	11,57	15,43	0,63%	0,00001
Troca/Manutenção Classificador	5,25	6,67	0,06%	0,00000
Troca/Manutenção Esmaltador	6,88	8,65	0,05%	0,00000
Troca/Manutenção Decoradora	5,92	7,21	0,13%	0,00001
Troca/Manutenção Retífica	3,23	3,93	0,09%	0,00001
Troca/Manutenção Moinho	19,53	24,09	0,27%	0,00002
Troca/Manutenção Prensa	29,75	49,87	0,15%	0,00001
Troca/Manutenção Filtro de Mangas	0,40	0,44	0,11%	0,00001
TPM Manutenção Compressor de Ar	0,30	0,83	1,05%	0,00004
TPM Manutenção Sistema de Vácuo	-	0,03	0,69%	0,00002

Investimento médio das medidas de eficiência energética – cerâmica branca.

Fonte: Applus-Qualitec

(...)

## Potencial de eficiência energética - exemplo

<i>FORMAS DE ENERGIA (tep/t)</i>	<i>FORÇA MOTRIZ</i>	<i>CALOR DE PROCESSO</i>	<i>AQUECIMENTO DIRETO</i>	<i>REFRIGERAÇÃO</i>	<i>ILUMINAÇÃO</i>	<i>TOTAL (%)</i>
Gás Natural	-	0,00079	0,02117	-	-	<b>36,52%</b>
Carvão Vapor	-	-	0,03405	-	-	<b>53,54%</b>
Óleo Diesel	0,00004	-	-	-	-	<b>2,22%</b>
Óleo Combustível	-	-	0,05066	-	-	<b>35,29%</b>
GLP	0,00002	-	-	-	-	<b>5,48%</b>
Eletricidade	0,00048	-	0,00003	0,00017	0,00032	<b>11,23%</b>
<b>TOTAL (%)</b>	<b>5,34%</b>	<b>17,42%</b>	<b>40,30%</b>	<b>29,55%</b>	<b>69,05%</b>	<b>38,68%</b>

Potencial de economia – cerâmica branca.

Fonte: Elaboração Applus-Qualitec

O potencial de eficiência apontado nesta tabela refere-se apenas à primeira transformação de energia do processo produtivo. Desta forma, as possibilidades reais de economia de energia são ainda maiores.

# Cadeia do Alumínio

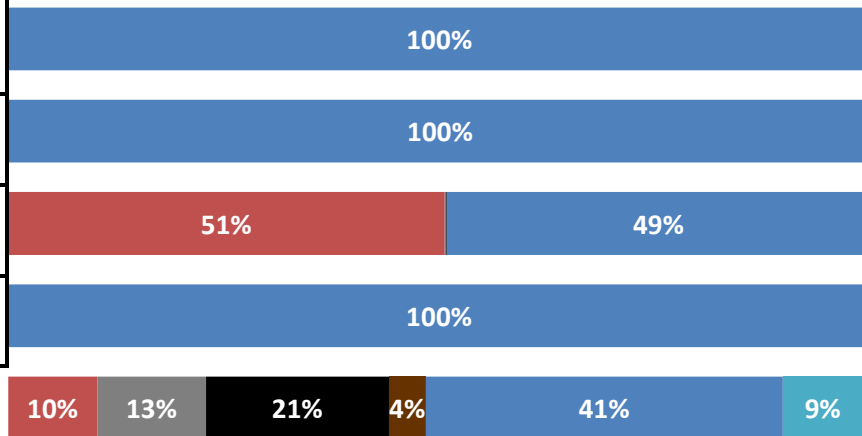
- Bauxita
- Alumina
- Alumínio Primário
- Alumínio Secundário

## Cadeia do Alumínio

O País é exportador de bauxita e alumina. A eletricidade representa grande parte dos custos do alumínio primário. O País é um dos líderes mundiais na reciclagem do alumínio.

Subsegmento	Tamanho do setor	Características
Alumínio Secundário	3	Consumo específico cerca de 20 vezes menor que o de alumínio primário Depende da oferta de sucata
Alumínio Primário	3	Alto peso da eletricidade no custo Importação crescente
Alumina	7	Refino da bauxita Exporta grande parte da produção
Bauxita	6	Etapa de mineração Baixo consumo específico

### Matriz energética



Não-ferrosos e outros da metalurgia (BEN)\*

- ✓ Tamanho amostral total: 7.
- ✓ Consumo majoritariamente elétrico.
- ✓ Na alumina, destaca-se o consumo de GN em caldeiras e calcinadores.

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

■ GÁS NATURAL  
■ ÓLEO COMBUSTIVEL  
■ ELETRICIDADE  
■ Demais fontes

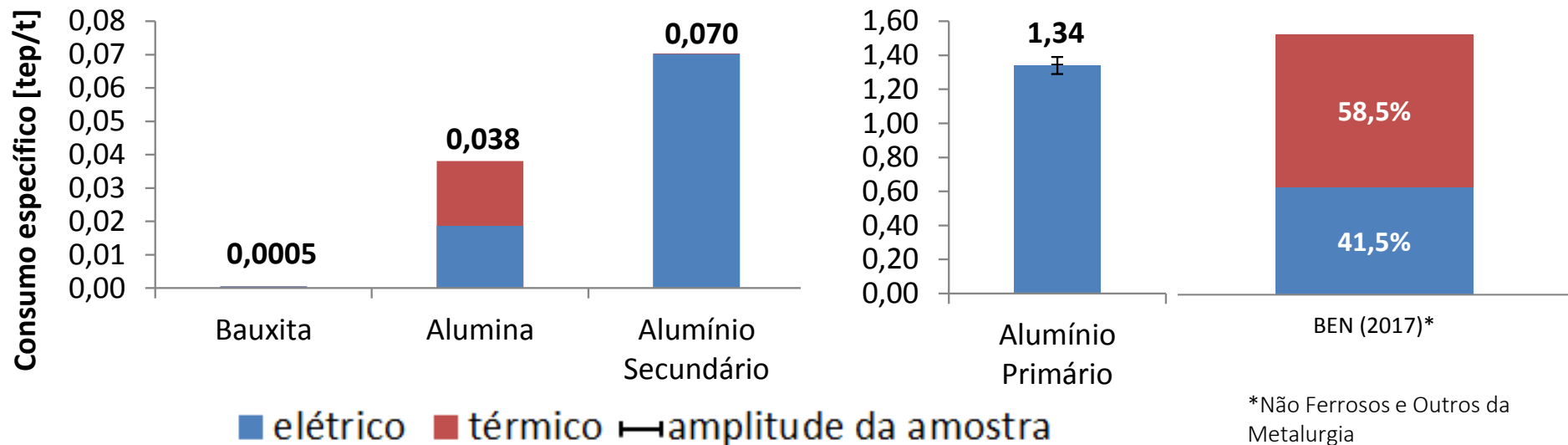
■ CARVÃO VAPOR  
■ COQUE DE CARVÃO MINERAL  
■ OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO

# CONSUMO ESPECÍFICO

## Cadeia do Alumínio

O consumo específico do alumínio primário é o maior entre os setores, principalmente na redução eletrolítica.

### Consumo Específico (tep/t)



- ✓ **Bauxita:** Destaque para eletricidade consumida em força motriz (esteiras, britadeiras, peneiras)
- ✓ **Alumina:** O processo produtivo (Bayer) não se altera, mas há influência do ano de inauguração
- ✓ **Alumínio Primário:** duas tecnologias dominantes (Prebake e Söderberg)
- ✓ **Alumínio Secundário:** Destaque para fornos a GN e eletricidade em força motriz (motores)

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)



## Cadeia do Alumínio

### ✓ Bauxita:

- Novas plantas tendem a manter o mesmo fluxo de processo e produção.
- 90% da energia elétrica é empregada em força motriz. grande parte do potencial concentra-se na implementação de motores de alto rendimento

### ✓ Alumina:

- Novas plantas tendem a ficar com o mesmo fluxo de processo e produção.
- Instalação de economizadores de caldeiras a vapor, caldeiras de alta pressão (com cogeração) e motores de alto rendimento

### ✓ Alumínio Primário:

- O processo Prebake (anodos pré-cozidos) é o mais eficiente, com maior eficiência de corrente

### ✓ Alumínio Secundário:

- Novas plantas tendem a ficar com o mesmo fluxo de processo e produção
- Medidas recomendadas: combustão enriquecida com oxigênio e recuperar o calor do gás de combustão para aquecer a sucata

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec/ Extraído de Applus-Qualitec

# CELULOSE E PAPEL

- Plantas de Celulose
- Plantas Integradas
- Plantas de Papel
- Plantas de Papel Reciclado

## Papel e Celulose

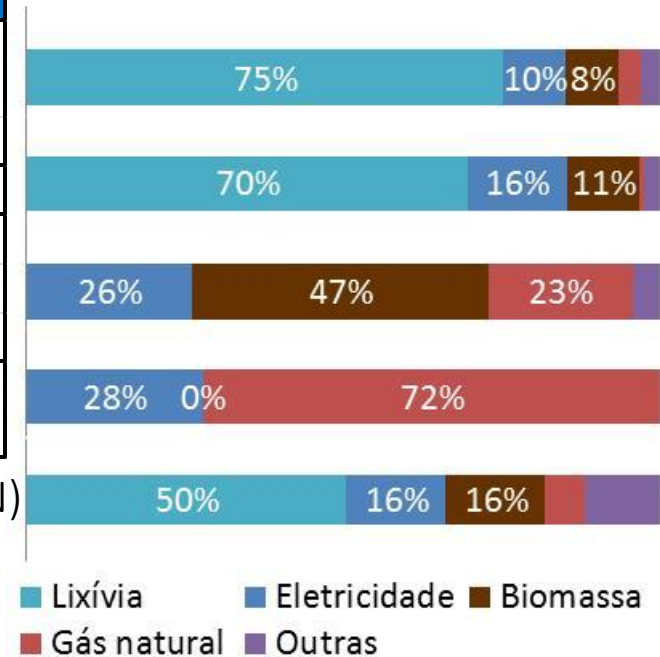
A produção de celulose nacional é competitiva, principalmente pela etapa florestal, e tem alto desenvolvimento tecnológico.

Já a produção de papel é mais pulverizada.

Subsegmento	Tamanho do setor	Características
Celulose	11	Plantas com grande capacidade de produção e intensivas em capital. ~60% para exportação.
Integradas	15	Processo mais eficiente.
Papel	27	Maior número de produtores e consumidores. Diferentes produtos fabricados. Alguns grupos possuem muitas plantas.
Reciclagem	8	Depende do fornecimento de aparas, que variam de qualidade.

### Matriz energética

P&C (BEN)



✓ Tamanho amostral total: 17.

✓ Consumo de lixívia e biomassa (celulose).

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

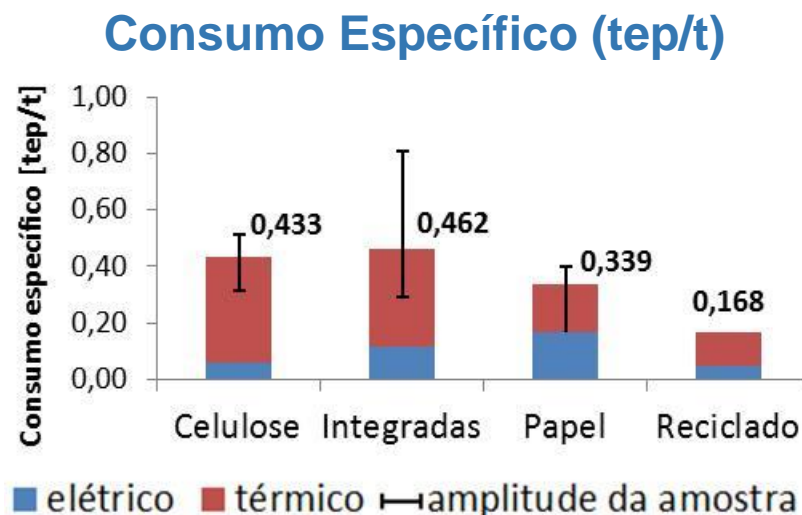
## Papel e Celulose

O consumo específico para produção de papel é menor e mais eletrointensivo (máquina de papel).

Já a produção de celulose demanda vapor, gerado na própria planta.

O consumo específico pode variar em função de diversos aspectos:

- ✓ **Celulose:** aproveitamento da lixívia, tecnologia (kraft x pasta mecânica), quantidade de vazamentos de vapor, manutenção.
- ✓ **Papel:** tipo de papel produzido.



Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

## Papel e Celulose

Potencial por subsegmento (metodologia BEU):

Subsegmento	Potencial			Observação
	total	elétrico	térmico	
<b>Celulose</b>	3,8%	4,0%	3,8%	Consumo de lixívia nas caldeiras e uso do vapor
<b>Integradas</b>	6%	7%	5%	Consumo de lixívia nas caldeiras e uso do vapor
<b>Papel</b>	5%	5%	5%	Consumo de lenha e gás natural para calor de processo
<b>Reciclado</b>	4%	2%	5%	Melhorias na caldeira

Principais medidas (com custo e potencial):

Subsegmento	Medidas de eficiência energética	Investimento (R\$/ton produzida)	Potencial de economia de energia	
			(%)	(tep/ton)
<b>Celulose</b>	Controle de combustão (injeção de ar)	0,28-2,35	2,9%	0,0225
<b>Integradas</b>	Melhora no isolamento térmico na caldeira	1	0,2%	0,9584
	Recuperação de calor nos gases de combustão	1,79 - 15,40	2,9%	0,029 - 0,170
<b>Papel</b>	Capota de alto rendimento	0	11,2%	0,1840
	Troca dos motores standard por motores de alto rendimento	73	6,6%	0,0264

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec/ Extraído de Applus-Qualitec

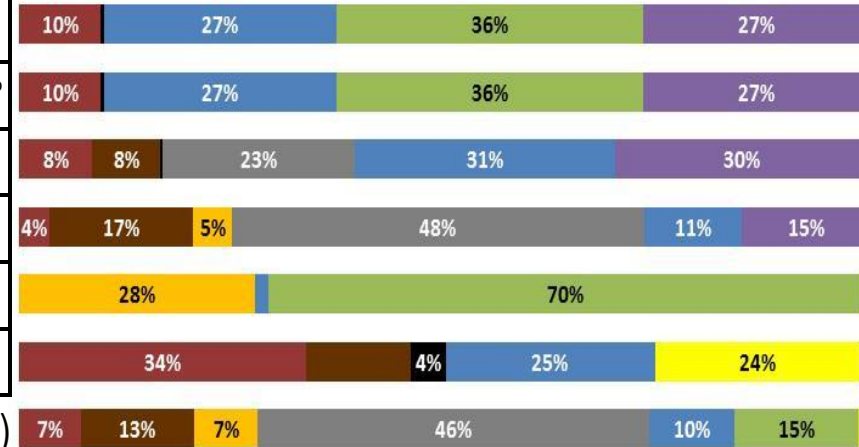
# Cadeia Siderúrgica

- Pelotização
- Gusa
- Produção de Aço via Plantas Integradas
- Produção de Aço via plantas que reaproveitam sucata

## Cadeia Siderúrgica

O País é exportador de pelotas e gusa. É competitivo em plantas integradas, especialmente por conta de sua logística. É produtor do “aço verde”, a base de carvão vegetal.

Subsegmento	Tamanho do setor	Características
Pelotização	6	O forno de pelotização é o principal consumidor de energia térmica, através do gás natural
Ferro-gusa	17	A energia elétrica é utilizada principalmente em força motriz e o carvão vegetal em aquecimento direto (alto-forno)
Produção de Aço via Plantas Integradas (com coque próprio)	15	Carvão metalúrgico transformado na coqueria, produzindo coque metalúrgico, gás de coqueria e alcatrão
Produção de Aço via Plantas Integradas (coque adquirido)		Plantas base coque metalúrgico adquirido de terceiros
Produção de Aço via Plantas a Carvão Vegetal		Plantas base carvão vegetal.
Produção de Aço via plantas que reaproveitam sucata	19	Principal equipamento consumidor de eletricidade: forno elétrico a arco



Ferro-gusa e aço (BEN)

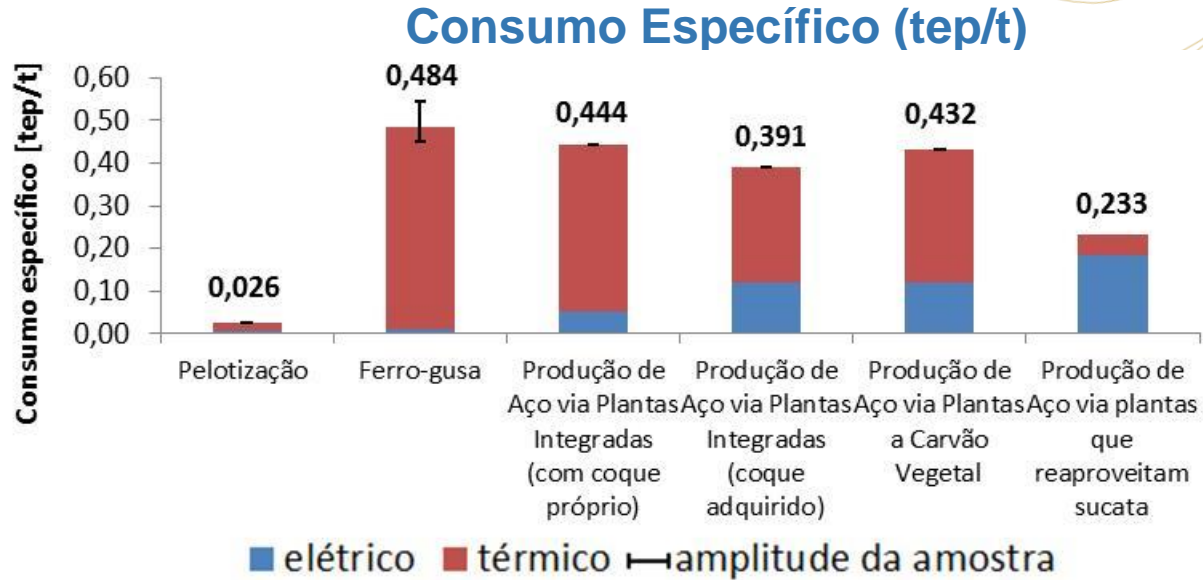
- ✓ Tamanho amostral total: 4.
- ✓ Consumo intensivo de GN para pelotas, de coque metalúrgico em usinas integradas, de carvão vegetal em *mini mills* e de eletricidade em usinas com reaproveitamento de sucata.

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

## Cadeia Siderúrgica

Usinas de reciclagem de sucata têm menor consumo específico para a produção de aço, porém são mais eletrointensivas.

- ✓ **Pelotização:** O principal combustível utilizado do forno de pelotização é o gás natural, que tem como finalidade a geração de calor para atingir a temperatura adequada à queima e endurecimento das pelotas.
- ✓ **Ferro-gusa:** Predomina a energia térmica, principalmente CV em altos-fornos - combustível e redutor do minério de ferro.



- ✓ **Aço- Plantas Integradas a coque adquirido ou a carvão vegetal:** Destaque para coque metalúrgico utilizado no alto forno, e gases utilizados nos sistemas de aquecimento e de energia. Para as mini-mills, destaca-se o CV utilizado na unidade de pelotização e no alto forno.
- ✓ **Aço- Plantas que reaproveitam sucata:** Destaca-se a eletricidade consumida nos fornos elétricos a arco

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)



## Cadeia Siderúrgica

Potencial por subsegmento (metodologia BEU):

Subsegmento	Potencial			Observação
	total	elétrico	térmico	
<b>Pelotização</b>	8%	2%	11%	Consumo de gás natural, coque de petróleo, carvão e óleo combustível nos fornos e periféricos
<b>Ferro-gusa</b>	23%	4%	4%	Consumo de carvão vegetal no alto-forno
<b>Produção de Aço via Plantas Integradas (com coque próprio)</b>	11%	1%	12%	Advindo da coqueria, o coque metalúrgico é consumido no alto-forno
<b>Produção de Aço via Plantas Integradas (coque adquirido)</b>	10%	1%	15%	Adquirido de terceiros, o coque metalúrgico é consumido no alto-forno
<b>Produção de Aço via Plantas a Carvão Vegetal</b>	11%	1%	14%	Consumo de carvão vegetal no alto-forno
<b>Produção de Aço via plantas que reaproveitam sucata</b>	8%	7%	20%	Consumo de eletricidade na aciaria

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec/ Extraído de Applus-Qualitec

## Cadeia Siderúrgica

### Principais medidas (com custo e potencial):

Subsegmento	Produto	Medidas de eficiência energética	Investimento (R\$/ton produzida)	Potencial de economia de energia
			Eficiência	(tep/ton)
Pelotização	Pelota	Substituição de motores de alto rendimento de até 500 CV na etapa de formação de pelotas cruas	0,13	0,0002
		Otimizar a altura das pelotas no leito de secagem	17,50	0,0023
		Reduzir as perdas de calor no forno		
		Aumentar a recuperação de calor no processo de resfriamento do forno		
Ferro-gusa	Gusa	Redução do consumo de carvão vegetal com PCI (Pulverized Coal Injection)	7,29	0,0155
Produção de Aço via Plantas Integradas (com coque próprio), Produção de Aço via Plantas Integradas (coque adquirido) e Produção de Aço via Plantas a Carvão Vegetal	Coque	Inversores de frequência nos compressores de COG	1,82	0,0290
	Sínter	Uso de resíduos combustíveis	0,70	0,0040
	Gusa	Aumento da injeção de carvão pulverizado (PCI)	30,94	0,0140
		Aumento da injeção de gás natural	30,17	0,0210
	Aço	Recuperação do calor sensível do gás de aciaria	133,06	0,0130
		Drivers de velocidade variável	1,20	0,0010
Produção de Aço via plantas que reaproveitam sucata	Aço	Tecnologia <i>Near Net Shape</i>	908,98	0,0840
		Queimadores Oxi-GN	29,01	0,0030
		Pré-aquecimento da sucata	30,17	0,0050

<sup>1</sup> Para equipamentos em valores dólar americano fora considerado a taxa do dólar do dia 05/12/2018, R\$3,868.

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec/ Extraído de Applus-Qualitec

# CERÂMICA E VIDRO

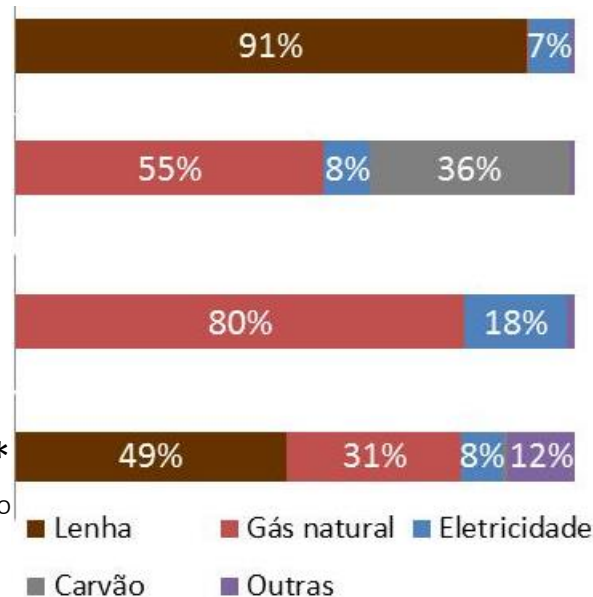
- Cerâmica Vermelha
- Cerâmica Branca
- Vidro

## Cerâmica

O setor possui segmentos muito diferentes entre si, considerando o número e porte das empresas, complexidade dos processos e consumo de energia.

Subsegmento	Tamanho do setor	Produtos
Cerâmica vermelha	6.903 empresas (120 na ANICER)	Produtos de construção estrutural
Cerâmica branca	77 empresas (ANFACER)	Revestimentos
		Louça sanitários
		Refratários
Vidro	40 empresas (ABIVIDRO)	Planos
		Embalagens
		Objetos de mesa

### Matriz energética



- ✓ Tamanho amostral total: 41.
- ✓ Consumo majoritariamente térmico.
- ✓ Predomina biomassa na cerâmica vermelha e gás natural tanto no vidro quanto na cerâmica branca.

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

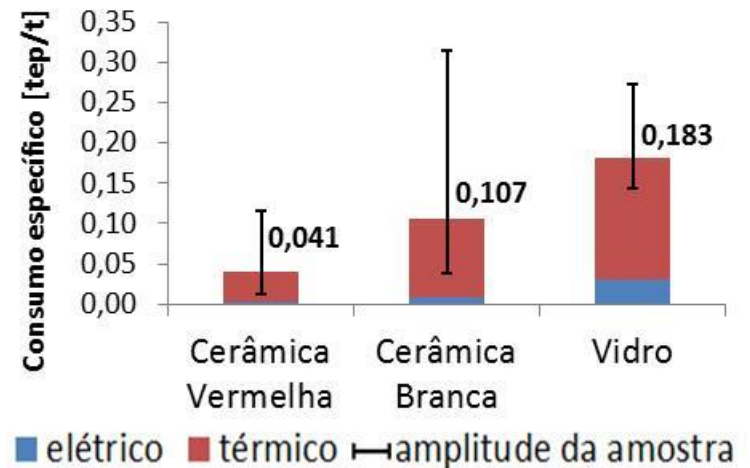
## Cerâmica

O consumo específico do vidro é o maior entre os subsegmentos, pois demanda alta temperatura e possui maior desenvolvimento tecnológico.

O consumo específico pode variar em função de diversos aspectos:

- ✓ **CV:** nível de automação, tipo de forno, tipo de secagem, produtividade e aproveitamento de calor.
- ✓ **CB:** tipo de produto (revestimento x louça sanitária)
- ✓ **Vidro:** forno de fusão (energia térmica) e processo de conformação (energia elétrica).

### Consumo Específico (tep/t)



Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

# POTENCIAL DE EFICIÊNCIA

## Cerâmica

Potencial por subsegmento (metodologia BEU):

Subsegmento	Potencial			Observação
	total	elétrico	térmico	
<b>Cerâmica Vermelha</b>	39%	24%	41%	Consumo de biomassa nos fornos
<b>Cerâmica Branca</b>	39%	11%	40%	Consumo dos fornos (óleo combustível, carvão e gás natural)
<b>Vidro</b>	9%	19%	7%	Consumo de gás natural e eletricidade dos fornos

Principais medidas (com custo e potencial):

Subsegmento	Medidas de eficiência energética	Investimento (R\$/ton produzida)		Potencial de economia de energia	
		Atual	Eficiência	(%)	(tep/ton)
<b>Cerâmica Vermelha</b>	Troca/Manutenção Forno	120	135	5,4%	0,0020
	Troca/Manutenção Secador	25	40	3,1%	0,0004
<b>Cerâmica Branca</b>	Reaproveitamento de calor dos fornos	0	29	25,0%	0,0117
	Troca/Manutenção do forno	49	51	1,7%	0,0012
	Troca/Manutenção do secador	13	16	1,0%	0,0005
<b>Vidro</b>	Troca/Manutenção nos fornos de	14	18	0,8%	0,0002
	Troca/Manutenção do alto forno	71	77	1,3%	0,0022

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec/ Extraído de Applus-Qualitec

# Alimentos e Bebidas

- Açúcar
- Trigo
- Óleo
- Abate
- Leite
- Ração
- Bebidas
- Arroz

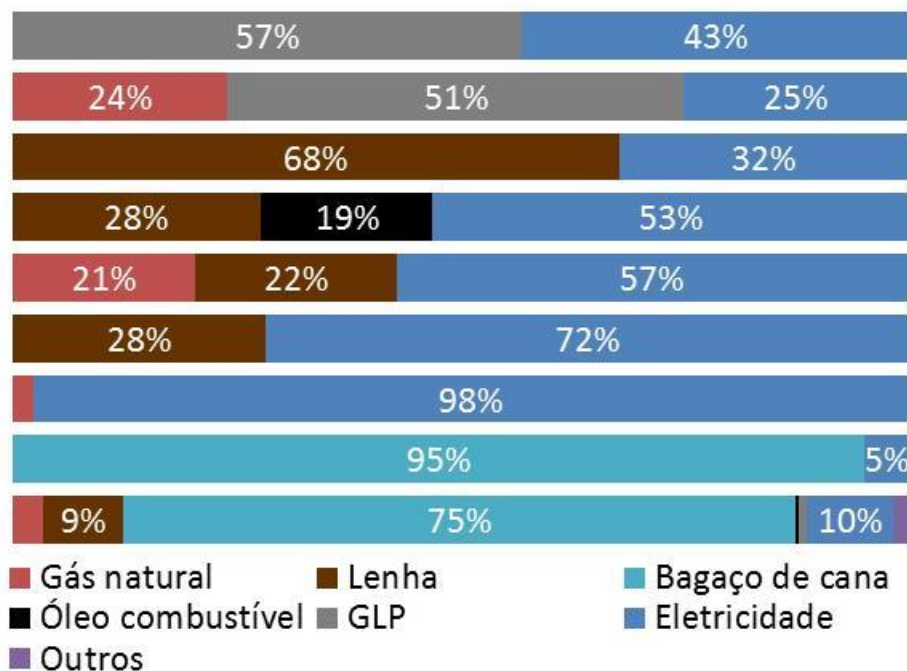
## Alimentos e Bebidas

A produção de açúcar é responsável por mais de 70% do consumo, e a maioria das usinas exportam eletricidade para a rede.

Subsegmento	Nºsetor	Características
Arroz	92	Descasque, brunição, classificação, seleção, empacotamento e expedição
Bebidas	76	Resfriamento e pasteurização
Ração	63	Silos, moagem, dosagem, extrusão e secagem
Leite	96	Resfriamento e Pasteurização
Abate	61	Limpeza, sangria e corte e desossa
Óleos	28	Secagem, descasque e laminação
Trigo	73	Limpeza e moagem
Açúcar*	163	<i>Operam somente na safra - manutenção na entressafra</i>

Alimentos e Bebidas (BEN)

### Matriz energética



✓ Tamanho amostral total: 55.

\*Neste estudo, levou-se em consideração o consumo das energias elétrica e térmica somente para a produção de açúcar.

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

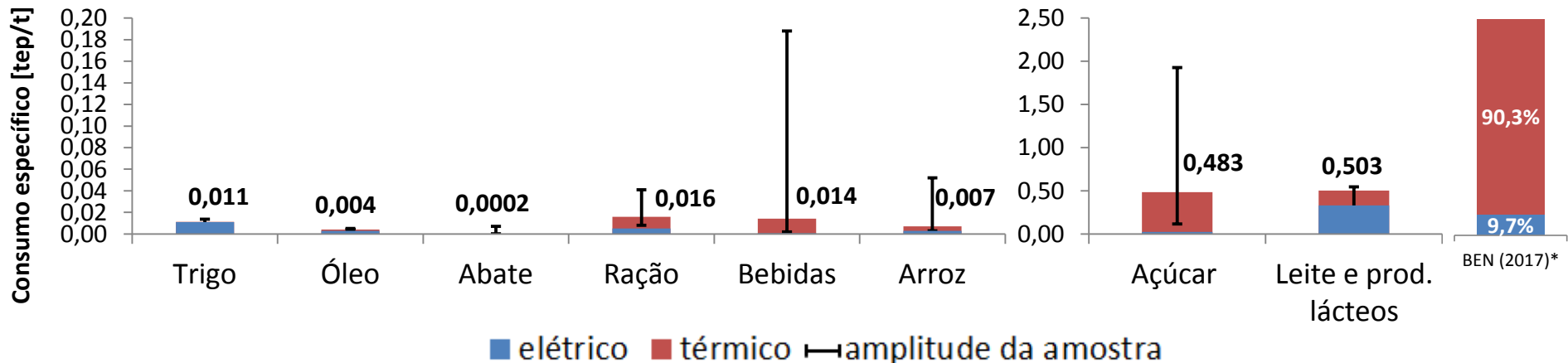


# CONSUMO ESPECÍFICO

## Alimentos e Bebidas

O consumo específico de açúcar e leite são os mais elevados.

### Consumo Específico (tep/t)



\*Alimentos e Bebidas (BEN)

- ✓ O consumo específico tem correlação com a gestão de energia no subsegmento.
- ✓ Foi observado que há desperdícios e baixo conhecimento de energia em subsegmentos como arroz, trigo e óleos.
- ✓ Variação no consumo específico de bebidas: produtos distintos

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

# POTENCIAL DE EFICIÊNCIA

## Alimentos e Bebidas

Potencial por subsegmento (metodologia BEU) e medidas:

Subsegmento	Potencial			Observação
	total	elétrico	térmico	
<b>Arroz e café</b>	6%	8%	6%	Caldeiras a GLP para torrefação (café).
<b>Bebidas</b>	7%	16%	6%	Instalação de economizadores nas caldeiras e de modulação.
<b>Rações</b>	7%	18%	2%	Ar comprimido e ventiladores dos silos.
<b>Leite</b>	12%	14%	11%	Troca de fluido para refrigeração (de água para etanol).
<b>Abate de animais</b>	13%	18%	11%	Reduzir excesso de frio e pressão.
<b>Óleos e gorduras</b>	12%	13%	11%	Motores.
<b>Moinho de trigo</b>	11%	12%	0%	Motores e secadores.
<b>Açúcar</b>	6%	5%	6%	Redução de vazamentos de vapor e aumento do retorno do condensado.

ÁREAS PARA MELHORIA	Arroz	Bebidas	Ração	Leite	Abate	Óleo	Trigo	Açúcar
Melhoria nos sistemas de refrigeração								
Redução da pressão de ar comprimido								
Instalação de motores de alto rendimento								
Inversores de frequência								
Iluminação LED								
Economizadores nas caldeiras								
Instalação de bombas de retorno de condensado								
Retirada de vazamentos de vapor								

# QUÍMICA

- Soda Cloro
- Petroquímica
- Fertilizantes
- Gás química
- Alcool química

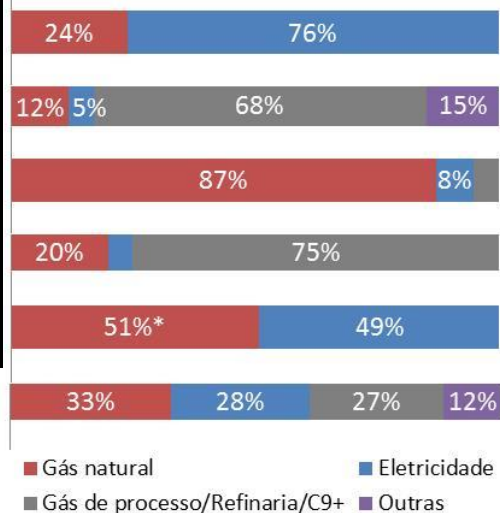
## Química

A indústria química produz uma série de produtos e subprodutos diferentes. Há grande aproveitamento de gases de processo e cogeração.

Subsegmento	Tamanho do setor
Soda cloro	9
Petroquímica	10
Fertilizantes	19
Gás química	9
Alcoolquímica	6

Química (BEN)

### Matriz energética



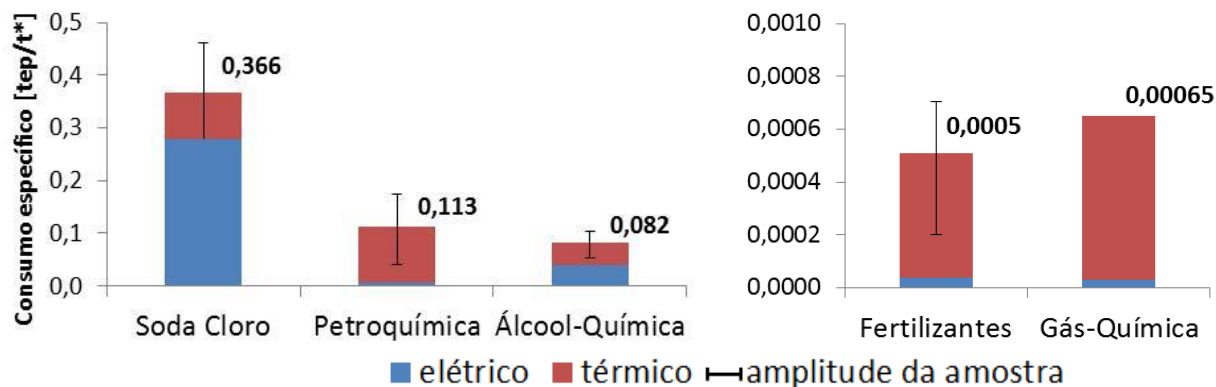
✓ Tamanho amostral total: 14.

Fonte: EPE, a partir do BEN e de Applus-Qualitec (dados pesquisados).

# CONSUMO ESPECÍFICO

## Química

### Consumo Específico (tep/t)



\* Para fertilizantes e gás-química a unidade física é a carga de gás natural, em m<sup>3</sup>. Para Petroquímica é a carga de nafta, em t.

- ✓ Soda-cloro: há três tecnologias principais. A de membrana é a mais eficiente e a de diafragma é a mais comum.
- ✓ Fertilizantes nitrogenados: há plantas altamente turbinadas, com acionamentos a vapor.
- ✓ Álcool-química: alta capacidade ociosa.

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec (dados pesquisados)

# POTENCIAL DE EFICIÊNCIA

## Química

Potencial por subsegmento (metodologia BEU):

Subsegmento	Potencial			Observação
	total	elétrico	térmico	
<b>Fertilizantes</b>	17,2%	18,4%	15,1%	Motores elétricos
<b>Gás-química</b>	5,9%	7,3%	6,8%	Gás de processo para refrigeração
<b>soda-cloro</b>	4,9%	4,9%	6,8%	Gás natural para calor de processo
<b>petroquímica</b>	17,9%	15,8%	18,0%	Gás de processo para aquecimento direto
<b>alcool-química</b>	7,9%	15,2%	2,3%	Motores elétricos e gás para calor de processo

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec/ Extraído de Applus-Qualitec

# POTENCIAL DE EFICIÊNCIA

## Química

Principais medidas (com custo e potencial):

Subsegmento	Unidade	Medidas de eficiência energética	Investimento adicional (R\$/unidade)	Potencial de economia de energia	
				(%)	(tep/unidade)
<b>Fertilizantes</b>	carga de GN (m <sup>3</sup> )	Instalação de pré-aquecedor de ar de combustão do reformador	0,0107	1,1%	0,294
<b>Gás química</b>	carga de GN (m <sup>3</sup> )	Manutenção dos purgadores	0,0177	2,0%	0,0000134
	carga de GN (m <sup>3</sup> )	Retorno de condensado	0,0003	9,3%	0,0000003
<b>Soda cloro</b>	t produzida	Sistema de cogeração de eletricidade	184	14,8%	0,043
	t produzida	Célula eletrolítica - de mercúrio para membrana	1.954	9,3%	0,020
<b>Petroquímica</b>	carga de nafta (t)	Controle avançado de processo em colunas de destilação	0,62	11,4%	0,002

Fonte: EPE, a partir de Applus-Qualitec/ Extraído de Applus-Qualitec

# PRÓXIMOS PASSOS



- Revisão dos dados obtidos por parte da equipe da EPE;
- Compatibilização dos resultados com o histórico do BEN;
- Atualização da metodologia de projeção do consumo industrial brasileiro de energia, com base nos novos dados.

Fiscalização do Contrato:

Arnaldo Junior *arnaldo.junior@epe.gov.br*

Patrícia Messer *patricia.messer@epe.gov.br*

Coordenação Técnica:

Jeferson Soares *jeferson.soares@epe.gov.br*

Coordenação Executiva:

Thiago Barral *thiago.barral@epe.gov.br*

Telefone: + 55 (21) 3512 - 3100



Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar  
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro  
<http://www.epe.gov.br/>

Twitter: @EPE\_Brasil  
Facebook: EPE.Brasil

