

PETRÓLEO

LEBO244 – Recursos Energéticos e Ambiente

Camille Cavalcanti Carmo

Isabella Maria Defavari

Luana Navarro Castro

Thiago Moser da Silva



PRODUÇÃO DO PETRÓLEO E OS SEUS IMPACTOS

- “PETRÓLEO” vem do latim “*petroleum*”, que significa pedra “*petrus*” e “*oleum*” que significa óleo;
- É conhecido desde o período da antiga Babilônia, por volta do século III a. C;
- Na segunda revolução industrial, passou a ser utilizado como combustível de base para o funcionamento dos meios de produção;
- Matéria-prima para diversos produtos;



PROCESSOS DE PRODUÇÃO DO PETRÓLEO

- A produção de petróleo é uma etapa da indústria petrolífera composta pela união de fases, exploração, terminação, produção, refino e conseqüentemente os impactos.

EXPLORAÇÃO

- A exploração, se baseia em estudos técnicos e geológicos das jazidas;
- Essa exploração é dividida em “onshore” (terra) e “offshore”(mar);
- Levantamento de dados, processamentos e interpretações geológicas .



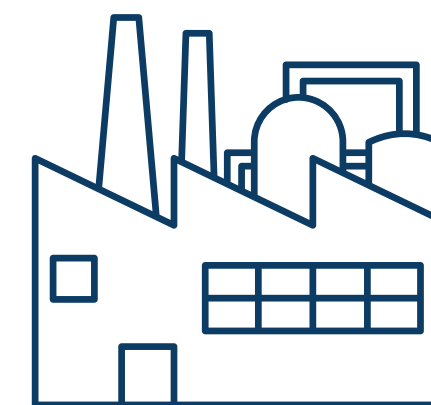


TERMINAÇÃO

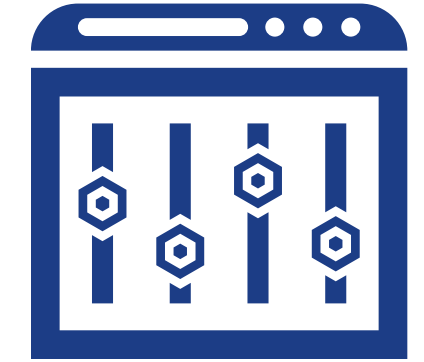
- A fase de terminação ocorre após a perfuração, envolvendo a análise dos dados obtidos e a realização de testes complementares;
- Perfilagem do poço (imagem e testes de pressão).

PRODUÇÃO

- A fase de Produção envolve a retirada do óleo cru dos reservatórios para seu transporte e comercialização;
- Quando a produção natural não é eficiente, recorreremos a recuperação secundária.



REFINO



- O refino do petróleo envolve a separação desse insumo em frações de derivados por meio de processos físico-químicos, resultando em combustíveis, produtos acabados não combustíveis e intermediários da indústria química ;

IMPACTO AMBIENTAL



- Rompimento de oleodutos ou poços marítimos, os quais são sempre expostos pela mídia através de imagens de aves agonizando cobertas de óleo e peixes mortos, alterações climáticas e emissões de gases.

PANORAMA BRASILEIRO

- Reservas
- Participação na matriz energética
- PRÉ-SAL



PANORAMA BRASILEIRO

RESERVAS



- Recursos não descobertos x reservas;
- Reservas provadas, provadas e possíveis;
- Segundo dados da ANP, em relatório sobre as reservas observadas em 2023, foram declarados:
 - 15.894 MMbbl de reservas provadas (1P);
 - 22.779 MMbbl de reservas provadas + prováveis (2P);
 - 27.531 MMbbl de reservas provadas + prováveis + possíveis (3P).
- Aumento em números absolutos de 6,98%; 3,81% e 2,26% respectivamente, se comparado com o ano de 2022.

PANORAMA BRASILEIRO

PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA



- “Matriz energética é toda a energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos.”
- Segundo os dados mais recentes (BEN, 2023), o petróleo tem participação de 35,7% na Oferta Interna de energia brasileira.
- Brasil é um país autossuficiente na questão da Oferta Interna Bruta de energia, totalizando $99.072 \cdot 10^3 \text{ tep}$ em 2022.
- Os principais setores consumidores de petróleo no Brasil são o de transportes e o de não-energéticos, seguidos de agricultura e residencial.

PANORAMA BRASILEIRO

PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA



Tabela 1.3.b – Oferta Interna de Energia

Table 1.3.b – Total Energy Supply

FONTES	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	SOURCES
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	59,4	60,3	58,5	56,3	56,6	54,2	53,6	51,3	55,0	52,6	NON-RENEWABLE ENERGY
PETRÓLEO E DERIVADOS	39,1	39,2	37,2	36,4	36,0	34,1	34,1	32,9	34,2	35,7	PETROLEUM AND OIL PRODUCTS
GÁS NATURAL	12,7	13,5	13,6	12,3	12,9	12,3	12,2	11,7	13,3	10,5	NATURAL GAS
CARVÃO MINERAL E COQUE	5,6	5,7	5,9	5,5	5,7	5,6	5,2	4,8	5,6	4,6	COAL AND COKE
URÂNIO (U ₃ O ₈)	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4	1,4	1,5	1,3	1,3	1,3	URANIUM - U ₃ O ₈
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OTHER NON-RENEWABLES
ENERGIA RENOVÁVEL	40,6	39,7	41,5	43,7	43,4	45,8	46,4	48,7	45,0	47,4	RENEWABLE ENERGY
HIDRÁULICA ¹	12,5	11,4	11,3	12,5	11,9	12,5	12,3	12,5	10,9	12,5	HYDRAULIC ¹
LENHA E CARVÃO VEGETAL	8,4	8,2	8,3	8,1	8,4	9,0	8,9	9,1	9,0	9,0	FIREWOOD AND CHARCOAL
DERIVADOS DA CANA	16,0	15,7	16,9	17,4	16,9	17,2	17,9	19,0	16,3	15,4	SUGAR CANE PRODUCTS
EÓLICA	0,2	0,3	0,6	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	2,1	2,3	WIND
SOLAR	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,2	SOLAR
OUTRAS RENOVÁVEIS	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	5,3	5,2	5,7	5,9	7,0	OTHER RENEWABLES
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	TOTAL

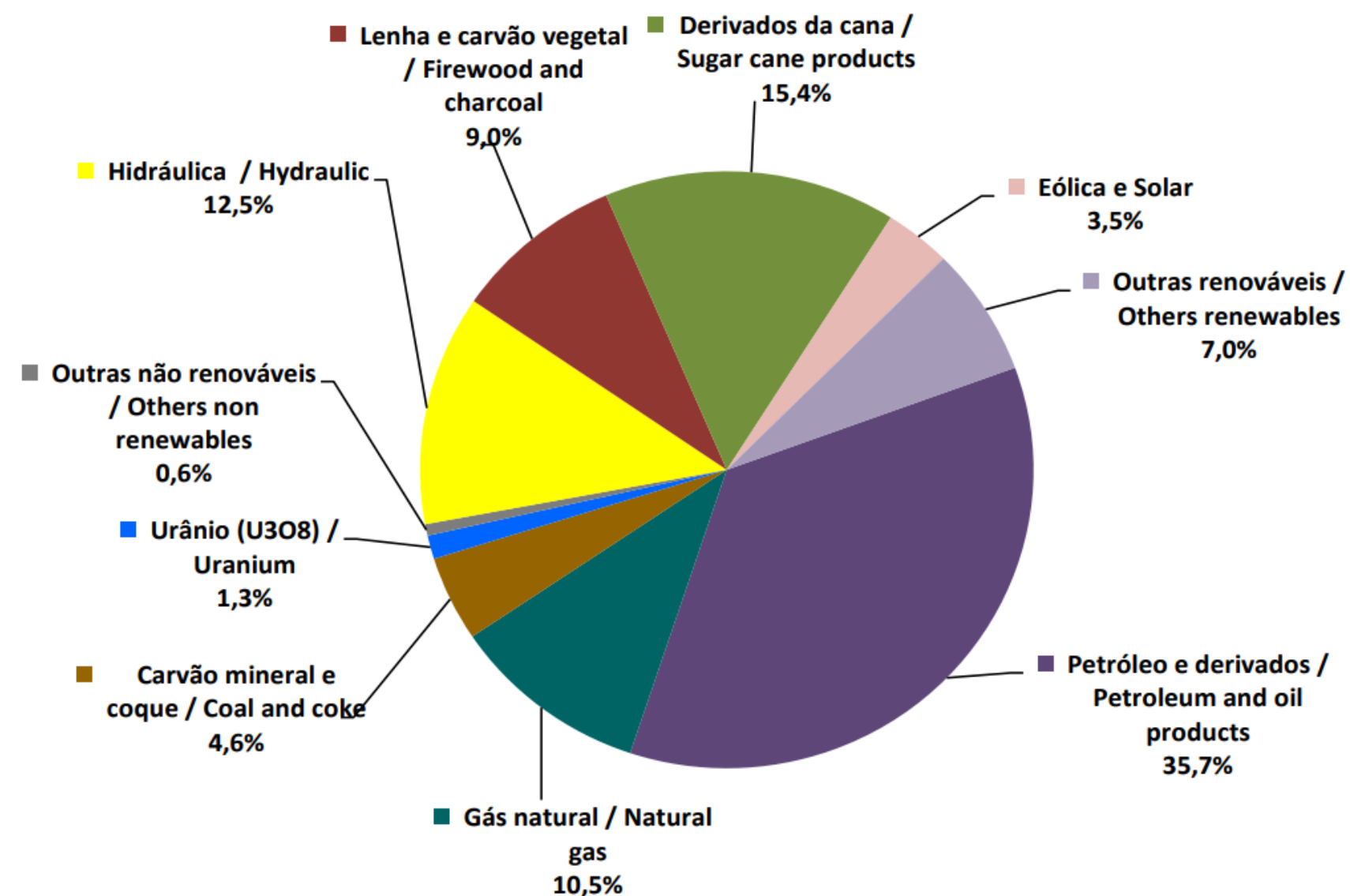
Fonte: BEN, 2023

PANORAMA BRASILEIRO

PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA



Gráfico 1.3.b – Oferta Interna de Energia
Chart 1.3.b – Total Energy Supply



Fonte: BEN, 2023

PANORAMA BRASILEIRO

PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA



BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - CONSOLIDADO

2022 - 10³ tep - 42 GJ ou 11,630 MWh

	FONTES DE ENERGIA PRIMÁRIA									
	PETRÓLEO	GÁS NATURAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO METALÚRGICO	URÂNIO U ₃ O ₈	ENERGIA HIDRÁULICA	LENHA	PRODUTOS DA CANA	OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	ENERGIA PRIMÁRIA TOTAL
PRODUÇÃO	156.398	49.971	2.311	0	516	36.732	27.283	47.740	33.597	354.548
IMPORTAÇÃO	12.724	7.722	3.257	7.405	3.160	0	0	0	0	34.267
VARIAÇÃO DE ESTOQUES	-470	0	55	56	535	0	0	0	0	175
OFERTA TOTAL	168.651	57.692	5.624	7.460	4.210	36.732	27.283	47.740	33.597	388.991
EXPORTAÇÃO	-69.580	0	0	0	0	0	0	0	0	-69.580
NÃO-APROVEITADA	0	-1.253	0	0	0	0	0	0	0	-1.253
REINJEÇÃO	0	-24.725	0	0	0	0	0	0	0	-24.725
OFERTA INTERNA BRUTA	99.072	31.714	5.624	7.460	4.210	36.732	27.283	47.740	33.597	293.433

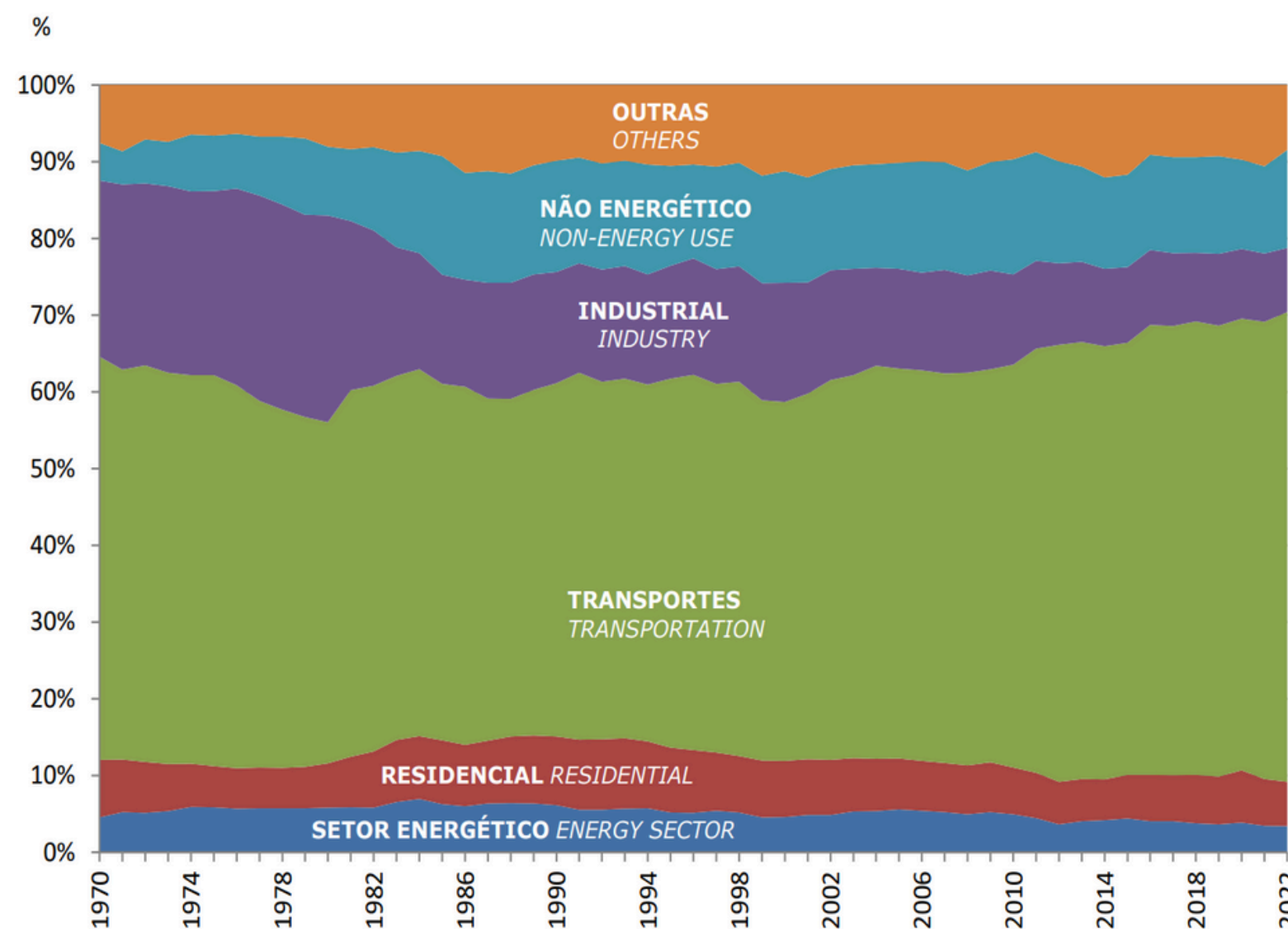
Fonte: BEN, 2023

PANORAMA BRASILEIRO

PARTICIPAÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA



Gráfico 1.9 – Composição Setorial do Consumo de Derivados de Petróleo
Chart 1.9 – Oil Products Consumption by Sector



Fonte: BEN, 2023

PANORAMA BRASILEIRO

PRÉ-SAL



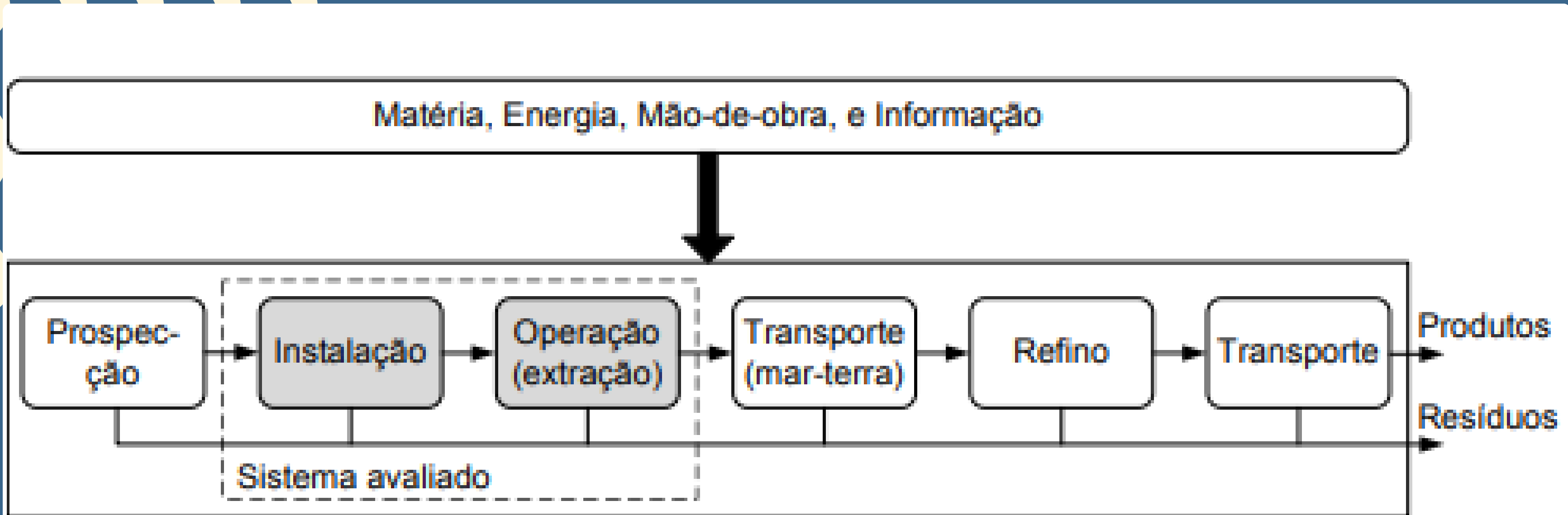
- Citando o artigo do texto de apoio, datado de 2013:

As reservas comprovadas de petróleo no Brasil – não considerando as bacias relacionadas ao pré-sal - são de 12,19 bilhões de barris. A intenção da Petrobras é dobrar a produção diária até 2017, com onze plataformas no pré-sal da Bacia de Santos. A preocupação dos especialistas gira em torno do processo de exploração e produção desse petróleo nas condições pré-sal.

- Já na atualidade, os dados mais recentes apontam que a exploração do pré-sal corresponde à 78,6% da produção de petróleo, que gira em torno de 15,85 bilhões de barris.

ARTIGO 1 - "AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PETRÓLEO DO PRÉ-SAL BRASILEIRO" (2017)

- Depósitos de petróleo abaixo de espessas camadas de sal
- No Brasil pode alcançar até 8km de profundidade e inclui as bacias do Espírito Santo, Campos e Santos
- Método da Energia Incorporada: avaliar a demanda bruta direta e indireta de energia
- Indicador final mostra a quantidade de energia disponibilizada para a sociedade por energia investida = EROI (razão saída/entrada)



Representação das principais etapas da extração do petróleo e sua transformação em produtos e derivados

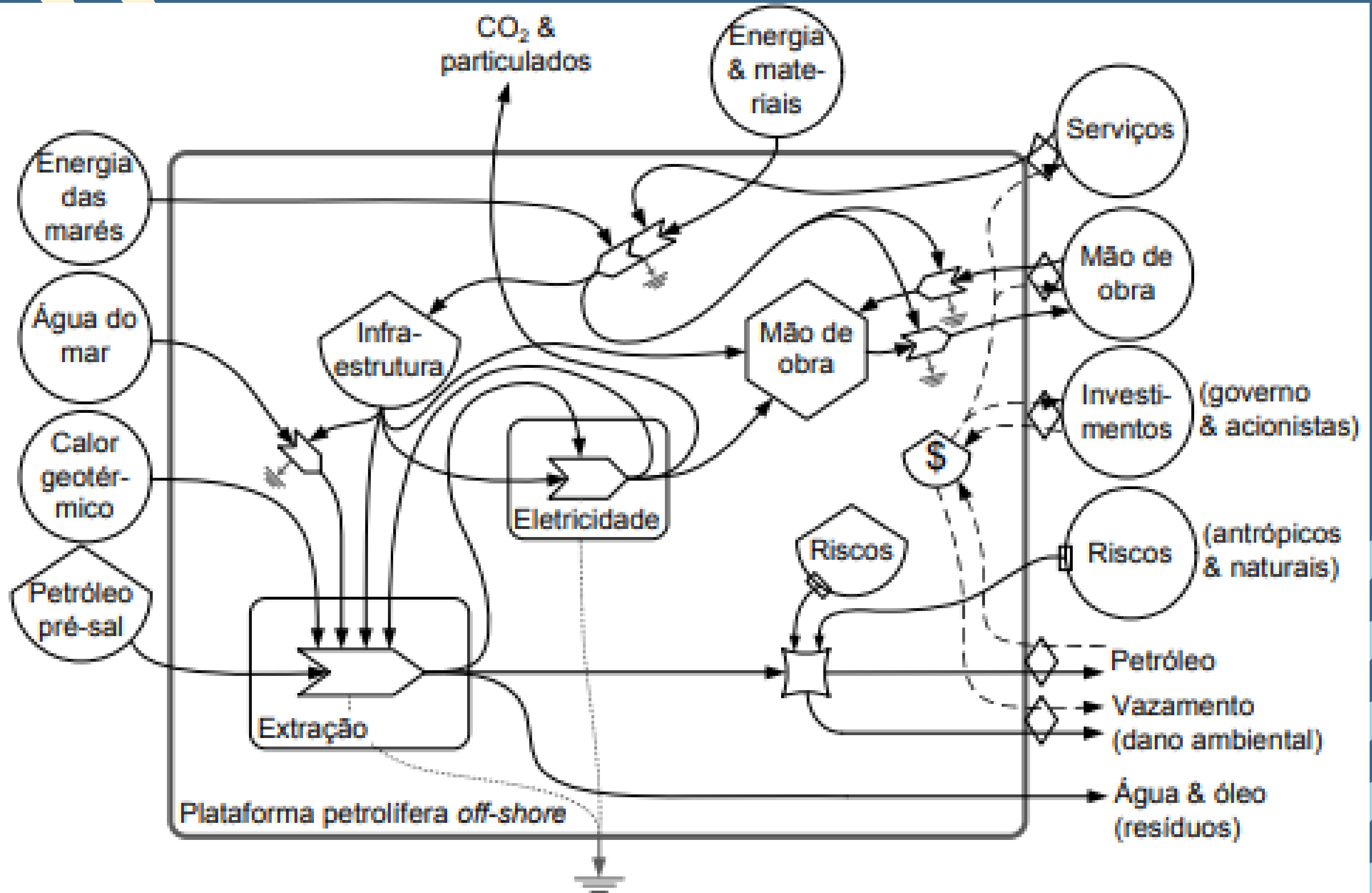


Tabela 1. Avaliação de incerteza através da simulação de Monte Carlo para o cálculo da energia fóssil incorporada anual na extração de petróleo do pré-sal nas bacias do Espírito Santo, Campos e Santos. O valor médio de 2,91E+11 MJeq./ano foi obtido após as 10.000 interações consideradas na simulação.

Nota	Item	Quantidade Mínima	Quantidade Máxima	Unidade	Material	Vida útil mínima (anos)	Vida útil máxima (anos)	Fator de energia incorporada mínimo	Fator de energia incorporada máximo	Unidade
1	Plataforma	3,48E+06	9,08E+06	ton	Aço	20	30	3,25	20,69	MJeq./kg
2	Sondas de perfuração	3,86E+06	6,28E+06	ton	Aço	10	15	3,25	20,69	MJeq./kg
3	Cabos de ancoragem	6,92E+06	1,04E+07	ton	Fibra sintética (50%)	30	40	50,31	88,21	MJeq./kg
				ton	Poliéster (50%)	30	40	50,31	88,21	MJeq./kg
4	Navio Petroleiro	1,65E+07	2,64E+07	ton	Aço	30	40	3,25	20,69	MJeq./kg
5	Barcos de apoio	7,72E+05	1,87E+06	ton	Aço	30	40	3,25	20,69	MJeq./kg
6	Dutos flexíveis	9,82E+06	1,12E+07	ton	Aço (20%)	10	20	3,25	20,69	MJeq./kg
				ton	Aço inox (20%)	10	20	49,94	49,94	MJeq./kg
				ton	Polímero (60%)	10	20	69,72	69,72	MJeq./kg
				ton	Polímero (60%)	10	20	69,72	69,72	MJeq./kg
7	Risers	4,42E+06	4,42E+06	ton	Aço (20%)	10	20	3,25	20,69	MJeq./kg
				ton	Aço inox (20%)	10	20	49,94	49,94	MJeq./kg
				ton	Polímero (60%)	10	20	69,72	69,72	MJeq./kg
8	Árvores de natal	1,73E+05	3,90E+05	ton	Aço	10	15	3,25	20,69	MJeq./kg
9	Mão-de-obra	2,38E+08	6,22E+08	horas/ano	-	-	-	-	-	-
10	Diesel	1,08E+17	1,44E+17	J/ano	Diesel	-	-	1,34	1,34	MJeq./MJ

^a O Apêndice A apresenta o memorial de cálculo da cada item considerado nesta tabela.

Tabela 2. Resumo dos resultados obtidos (em MJ_{eq}/ano) pela simulação de Monte Carlo da Tabela 1.

Indicador	Valor
Média	2,91E11
Desvio padrão (σ)	4,33E10
Intervalo de confiança (95%) = $\mu \pm 1,96 \sigma$	1,81E11 a 4,35E11

- Extração anual de petróleo do pré-sal no Brasil será em média de 800 milhões de barris, equivalente a aproximadamente $5,10E18$ J de energia disponível
- $EROI = Saída/Entrada = (5,10E18 \text{ J/ano}) / (2,91E17 \text{ J/ano}) = 17,5 \text{ J}$
- 1 Joule de energia fóssil investida no processo de extração do petróleo do pré-sal, retorna em média 17,5 Joules de petróleo
- Utilização do petróleo e seus derivados do pré-sal para desenvolvimento de novos equipamentos para extração de outros recursos renováveis do meio ambiente

ARTIGO 2 - “IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NA BACIA DE CAMPOS, RJ.” (2008)

A Bacia de Campos, com 100 mil km², é uma área sedimentar formada pela erosão das rochas da Serra do Mar, estendendo-se do Espírito Santo ao norte do Rio de Janeiro, acumulando grandes quantidades de petróleo em sua plataforma continental.



Fonte: O globo

LICENCIAMENTO E CONDICIONATES

- Envolve avaliação, concessão de licenças e exigência de estudos de impacto ambiental (**EIA**).
- Desenvolvimento do “**Projeto Pólen**” (referente às condicionantes da Licença)
- Parceria entre NUPEM/UFRJ e municípios influenciados.
- Fiscalizado pelo Ibama e financiado pela Petrobras.

“O objetivo dessa pesquisa foi identificar e discutir os impactos ambientais em treze municípios do norte fluminense e região das baixadas litorâneas, gerados pelas atividades de uma empresa de energia que explora recursos naturais na Bacia de Campos (RJ), segundo a percepção da população local.”

METODOLOGIA

- Coleta de dados com grupos focais para discussão de temas ambientais.
- Participantes – representantes estatais e não-estatais (dos 13 municípios)
- Foi levado em conta a familiaridade com o tema e experiência local
- As atividades tiveram duração entre três e quatro horas e o tamanho dos grupos variou entre 4 e 17 pessoas.
- Desenvolvimento de um roteiro de perguntas
- Respostas sistematizadas considerando tópicos como impacto das atividades da Petrobras, benefícios/desvantagens, conflitos e soluções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impacto	Municípios
<i>Desenvolvimento econômico – movimentação da economia (local, regional e/ou nacional)</i>	Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Casimiro de Abreu, Macaé, Quissamã, São Francisco de Itabapoana e Saquarema (10)
<i>Arrecadação dos royalties</i>	Araruama, Armação dos Búzios, Cabo Frio, Carapebus, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras, São João da Barra e Saquarema (9)
<i>Geração de empregos</i>	Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Casimiro de Abreu, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Saquarema (13)
<i>Crescimento populacional – migração.</i>	Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Casimiro de Abreu, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Saquarema (13)
<i>Impactos ambientais</i>	Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Casimiro de Abreu, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Saquarema (13)
<i>Realização de projetos de responsabilidade social</i>	Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Saquarema (10)
<i>Melhorias na qualidade de vida</i>	Araruama, Armação dos Búzios, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras e São Francisco de Itabapoana (8)
<i>Diminuição da qualidade de vida</i>	Arraial do Cabo, Macaé e Quissamã (3)
<i>Prejuízos para a pesca</i>	Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Macaé, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Saquarema (6)

DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

- A Bacia de Campos é responsável por **84% da produção nacional de petróleo.**
- Grandes investimentos para tecnologia e infraestrutura em Macaé e municípios vizinhos.
- Geração de um vasto mercado para fornecedores de equipamentos e serviços.
- Crescimento econômico não garantiu desenvolvimento social.

GERAÇÃO DE EMPREGOS

- Macaé destaca-se por oferecer muitos postos de trabalho entre 1990 e 2000.
- Abertura de postos de trabalho aumenta circulação financeira e desenvolve setores como comércio e serviços.
- Propaganda da região como pólo de desenvolvimento atrai migrantes de diversas qualificações

CRESCIMENTO POPULACIONAL

- Aumento da população em áreas urbanas traz desafios ambientais como resíduos, água e saneamento básico.
- Setores menos favorecidos sofrem com falta de investimento em infraestrutura e serviços públicos.
- Especulação imobiliária, perda de identidade cultural, ocupação desordenada do solo, entre outros.

IMPACTOS AMBIENTAIS

- Risco de acidentes, como: derramamento de óleo, poluição ambiental, degradação ambiental, entre outros.
- Alterações em ecossistemas marinhos, costeiros e terrestres, e lançamento de esgotos.
- Consequência como danos à saúde, alterações nos ecossistemas e nos ciclos biogeoquímicos, aumento da entropia e destruição da diversidade.
- Industrialização e urbanização estão ligadas aos impactos ambientais, destacando a importância das decisões políticas e sociais.

PREJUÍZOS PARA A PESCA

- Risco de acidentes e vazamentos.
- Restrição da área de pesca próxima às plataformas.
- Perda do conhecimento tradicional das rotas dos peixes.
- "Invasões" de pescadores em áreas proibidas.
- Interferência no comportamento dos cardumes.
- Diminuição da identidade cultural e da diversidade ambiental e biológica.

REFERÊNCIAS

CLASEN, A. P.; AGOSTINHO, F. Avaliação da eficiência energética do petróleo do pré-sal Brasileiro.

DA SILVA, Juliana Marsico Correia et al. Impactos Ambientais da Exploração e Produção de Petróleo na Bacia de Campos, RJ. IV Encontro Nacional da Anppas, Brasília, DF, 2008.

Texto de apoio

OBRIGADA!

