



Senado Federal

Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática

Subcomissão Temporária para Elaboração de Projeto de lei do Marco Regulatório da Mineração e da Exploração de Terras Raras no Brasil

MINERAIS ESTRATÉGICOS

6 de junho de 2013

Paulo César Ribeiro Lima
Consultor Legislativo da Câmara dos Deputados

Importância dos recursos minerais

- ⇒ Os recursos minerais são parte de praticamente todos os produtos consumidos.**
- ⇒ A era da informação gera demanda muito diversificada de minerais metálicos e não-metálicos.**
- ⇒ A indústria siderúrgica utiliza grandes quantidades de minério de ferro e outros minerais metálicos.**
- ⇒ O setor elétrico é muito dependente do cobre e alumínio.**
- ⇒ A agricultura é grande consumidora de fertilizantes à base de fósforo e potássio.**
- ⇒ A chamada “economia verde” determinará o aumento da demanda por novos recursos minerais, inclusive de terras-raras.**

Critérios para definição dos minerais estratégicos

- ⇒ Criticalidade geológica**
- ⇒ Concentração da oferta**
- ⇒ Crescimento da demanda**
- ⇒ Receitas e lucros gerados**
- ⇒ Importância para o desenvolvimento sustentável**

Produção e consumo na China e no mundo de “minerais estratégicos”

Recurso mineral	Uso de destaque	China		Mundo	Unidade	Rank China	
		Produção	Consumo	Produção		Prod.	Cons.
Gálio	Células fotovoltaicas	141	-	216	Toneladas	1	-
Cobre	Setor elétrico	1,200	6,400	16,097	Milhões de toneladas	3	1
Cromo	Aços inoxidáveis	0,200	8,000	22,520	Milhões de toneladas	ND	1
Ferro (teor de Fe)	Siderurgia	332,000	664,000	1.290,000	Milhões de toneladas	1	1
Fosfato (rocha)	Fertilizantes	65,000	-	176,000	Milhões de toneladas	1	-
MGP (Platina)	Baterias	0,800	-	1,100	Milhão de toneladas	1	-
Índio	Células fotovoltaicas	300	-	574	Toneladas	1	-
Manganês	Baterias	2,800	5,148	14,710	Milhões de toneladas	1	1
Molibdênio	Aços especiais	0,560	-	0,234	Milhão de toneladas	1	-
Níquel	Aços inoxidáveis	0,100	0,580	1,592	Milhão de toneladas	7	1
Nióbio	Ligas especiais	-	0,046	0,176	Milhão de toneladas	ND	1
Potássio	Fertilizantes	3,000	8,000	33,480	Milhões de toneladas	4	1
Silício	Células fotovoltaicas	4,600	-	6,900	Milhões de toneladas	1	-
Terras-raras	Ímãs permanentes	0,120	0,090	0,130	Milhão de toneladas	1	1
Tântalo	Capacitores	-	-	661	Toneladas	ND	ND
Telúrio	Células fotovoltaicas	-	-	630	Toneladas	ND	ND
Titânio (esponja)	Indústria espacial	0,057	-	0,154	Milhão de toneladas	1	-
Vanádio	Baterias	0,023	-	0,056	Milhão de toneladas	1	-

Cenário Internacional

- ⇒ **A China tem buscado ter controle sobre parte da produção e, principalmente, sobre a cadeia produtiva dos minerais estratégicos.**
- ⇒ **A posição dominante da China tem causado a dependência de muitos países, inclusive do Brasil**
- ⇒ **Um plano estratégico parece ter sido concebido e implementado nesse país ao longo das últimas décadas.**
- ⇒ **A China construiu cadeias produtivas integradas.**

Posição relativa

- ⇒ **Dos dezenove minerais analisados, a China é o maior produtor mundial de dez deles.**
- ⇒ **No caso de o país não contar com produção interna suficiente para a construção de uma indústria local, são buscados direitos minerais, aquisições e parcerias estratégicas com outros países.**
- ⇒ **No caso de o país ser grande produtor, são estabelecidos impostos, cotas de exportação, garantia de suprimento e incentivos do governo para a construção de uma cadeia produtiva local.**

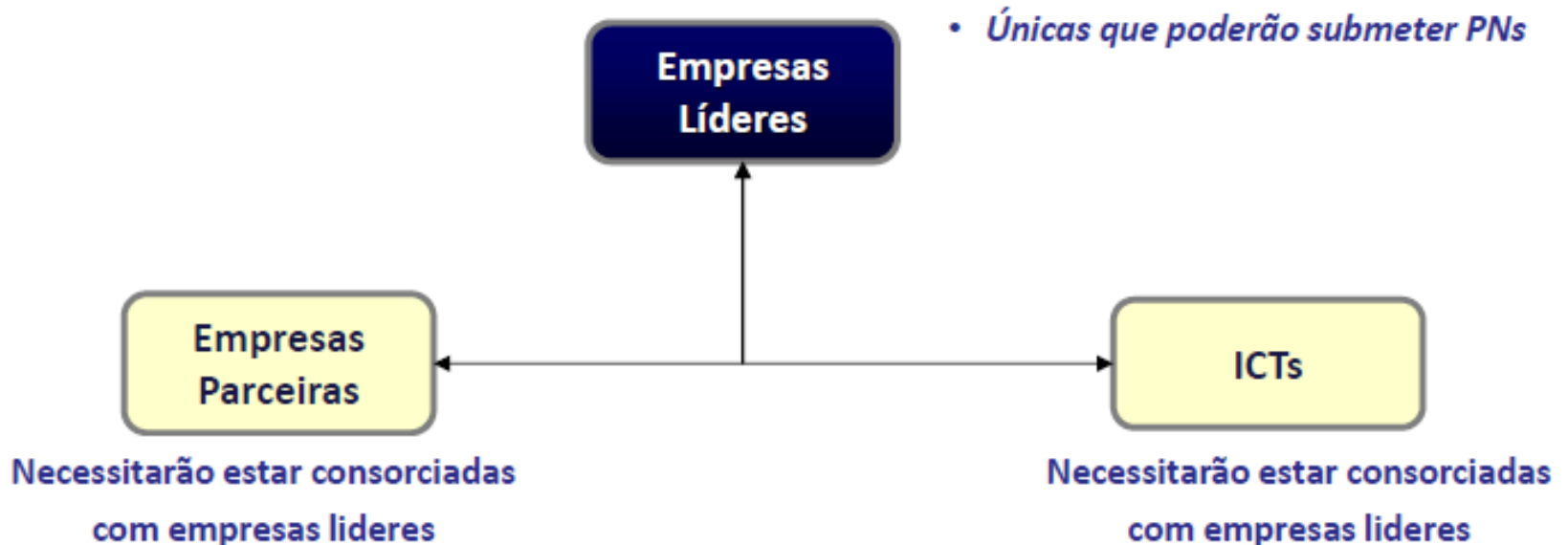
Inova Energia (Plano de Suporte Conjunto)

Iniciativa destinada à coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pelo BNDES, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), e pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) com as seguintes finalidades:

- ⇒ Apoiar o desenvolvimento e a difusão de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos, sistemas, soluções integradas e padrões para implementação de redes elétricas inteligentes (*smart grids*) no Brasil;
- ⇒ Apoiar as empresas brasileiras no desenvolvimento e domínio tecnológico das cadeias produtivas das seguintes energias renováveis alternativas: **solar fotovoltaica**, termossolar e **eólica** para geração de energia elétrica;
- ⇒ Apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento de integradores e adensamento da cadeia de componentes na produção de **veículos elétricos** e híbridos a etanol, e melhoria de eficiência energética de veículos automotores no País; e
- ⇒ Aumentar a coordenação das ações de fomento e aprimorar a integração dos instrumentos de apoio financeiro disponíveis.

Recursos do Inova Energia

Instituição	Programa	Valor (R\$)
Finep	Inova Brasil	1,2 bilhão
	Subvenção Econômica	
	Cooperativo ICT/Empresa	
	Renda variável	
BNDES	Crédito	1,2 bilhão
	BNDES Funtec	
	Instrumentos de renda variável	
Aneel	Recursos de P&D obrigatórios	600 milhões
TOTAL		3 bilhões



Etapas do Inova Energia



- Com uma demanda de R\$ 12,3 bilhões, o Inova Energia encerrou com êxito no último dia 3 de maio sua fase de inscrições.
- De acordo com o resultado divulgado no dia 24 de maio, foram habilitadas 117 empresas líderes a submeter planos de negócio na próxima etapa, com uma demanda potencial de R\$ 7,8 bilhões.

Finep

Financiamento Reembolsável – Inova Brasil

LINHAS DE AÇÃO

- **Linha 5: Pré-investimento**
 - Estudos de **viabilidade** técnica e econômica.
 - Estudos **geológicos**.
 - Projetos **básico, de detalhamento e executivo**.

Setor elétrico (Aneel)

Conforme a Lei nº 9.991/2000, alterada pela Lei nº 12.212/2010, os percentuais mínimos vigentes a aplicar em P&D e EE são apresentados na Tabela abaixo.

Empresa	Fase Atual(*)			Fase Posterior(*)		
	Pesquisa e Desenvolvimento (% da ROL)	Eficiência Energética (% da ROL)	Vigência	Pesquisa e Desenvolvimento (% da ROL)	Eficiência Energética (% da ROL)	Vigência
Geração	1,00	-	Até 31/12/2015	1,00	-	A partir de 1º/01/2016
Transmissão	1,00	-		1,00	-	
Distribuição	0,50	0,50		0,75	0,25	

(*) Observação: Dados atualizados até Setembro/2011, podendo sofrer alterações nos percentuais apresentados devido a modificações na Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000.

Obs.: a Receita Operacional Líquida da Eletrobras em 2012 foi de R\$ 34,064 bilhões. Só os recursos de P&D da Eletrobras chegam a cerca de R\$ 340 milhões em P&D.

Conforme a Lei nº 8.001/1990, 4% da compensação financeira pela exploração de recursos hídricos são destinados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT.

4% de R\$ 2,2 bilhões = R\$ 88 milhões

Relação entre “minerais estratégicos” e o setor de energia

⇒ **Neodímio e disprósio**

⇒ **Geradores eólicos/Ímãs permanentes**

⇒ **Grafita**

⇒ **Carros elétricos/Bateria**

⇒ **Silício (SiO₂: quartzo/sílica)**

⇒ **Células fotovoltaicas**

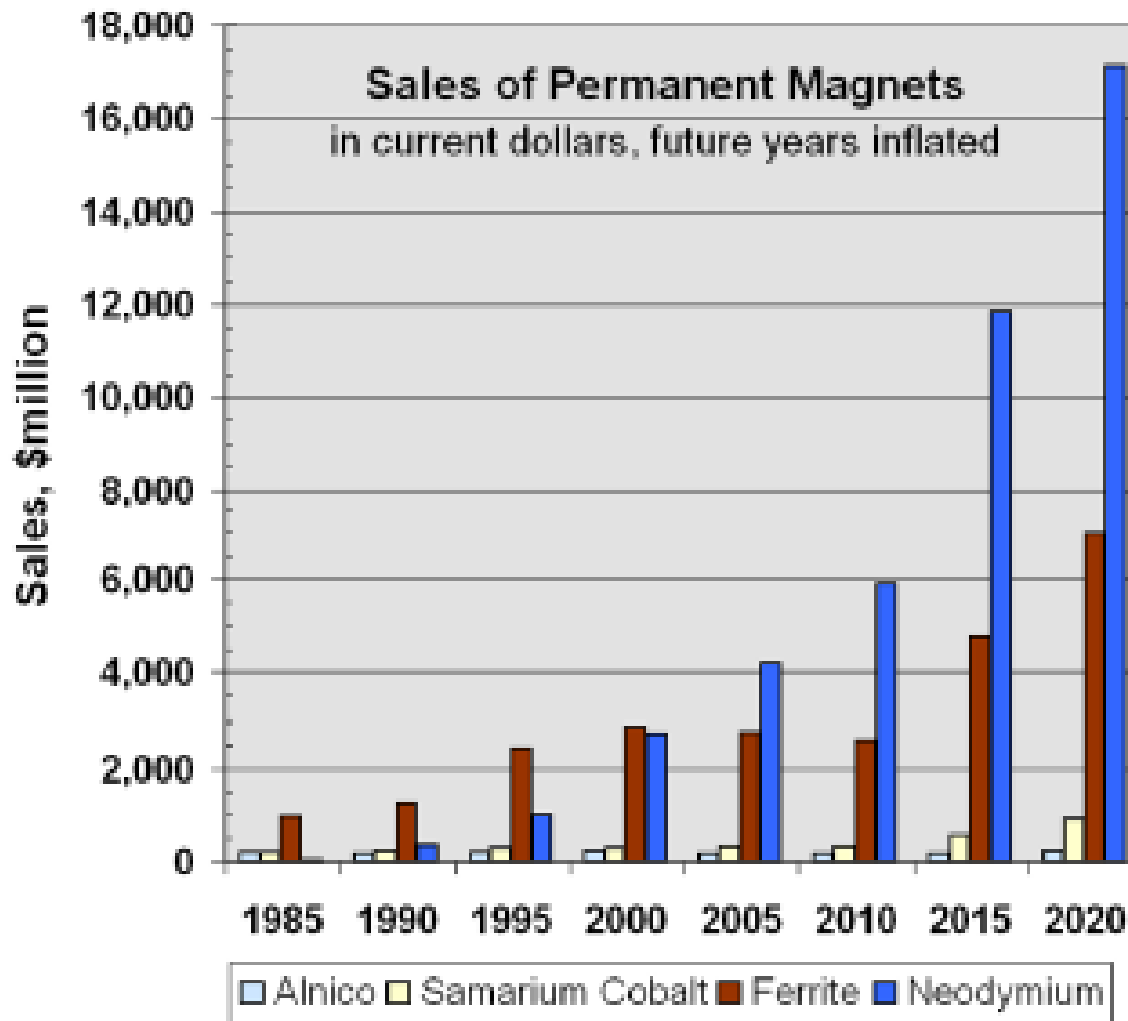
Demanda por Nd e Dy e aplicações de ímãs permanentes

Applications	2010				2015			
	yr 2010	Magnet	Oxide, tons		yr 2015	Magnet	Oxide, tons	
	% of mix	tons	Nd	Dy	% of mix	tons	Nd	Dy
Motors, industrial, general auto, etc	25.5%	15,871	7,122	1,059	25.0%	24,316	10,912	1,622
HDD, CD, DVD	13.1%	8,140	4,196	0	14.4%	14,040	7,237	0
Electric Bicycles	9.1%	5,680	2,549	379	8.2%	7,955	3,570	531
Transducers, Loudspeakers	8.5%	5,290	2,727	0	6.5%	6,322	3,259	0
Unidentified and All Other	6.5%	4,046	1,995	90	6.0%	5,836	2,878	130
Magnetic Separation	5.0%	3,112	1,466	138	3.4%	3,307	1,558	147
MRI	4.0%	2,490	1,228	55	1.5%	1,459	720	32
Torque-coupled drives	4.0%	2,490	1,117	166	2.5%	2,432	1,091	162
Sensors	3.2%	1,992	982	44	1.5%	1,459	720	32
Hysteresis Clutch	3.0%	1,867	879	83	1.5%	1,459	687	65
Generators	3.0%	1,867	769	194	1.0%	973	400	101
Energy Storage Systems	2.4%	1,494	670	100	2.5%	2,432	1,091	162
Wind Power Generators	2.1%	1,300	583	87	10.1%	9,810	4,402	654
Air conditioning compressors and fans	2.0%	1,245	559	83	2.5%	2,432	1,091	162
Hybrid & Electric Traction Drive	0.9%	570	214	80	6.3%	6,160	2,308	867
Misc: gauges, brakes, relays & switches, pipe inspection, levitated transportation, reprographics, refrigeration, etc.	7.7%	4,792	2,186	285	7.1%	6,906	3,113	447
Total	100.0%	62,246	29,243	2,843	100.0%	97,296	45,037	5,115

Nd: 54% increase
 Dy: 80% increase

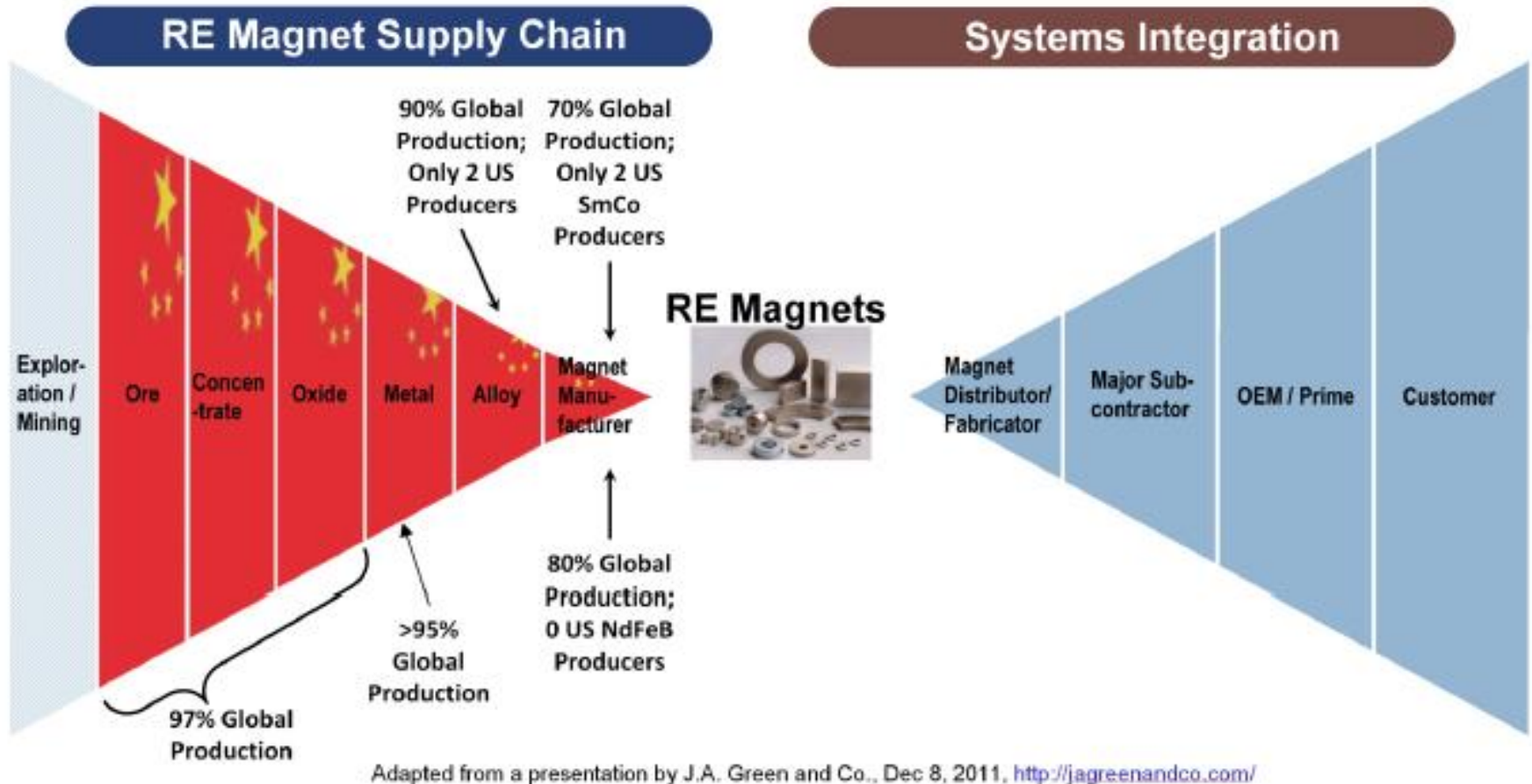
Fonte: Constantinides, S. "THE DEMAND FOR RARE EARTH MATERIALS IN PERMANENT MAGNETS"

Vendas de ímãs permanentes



Fonte: Constantinides, S. "THE DEMAND FOR RARE EARTH MATERIALS IN PERMANENT MAGNETS"

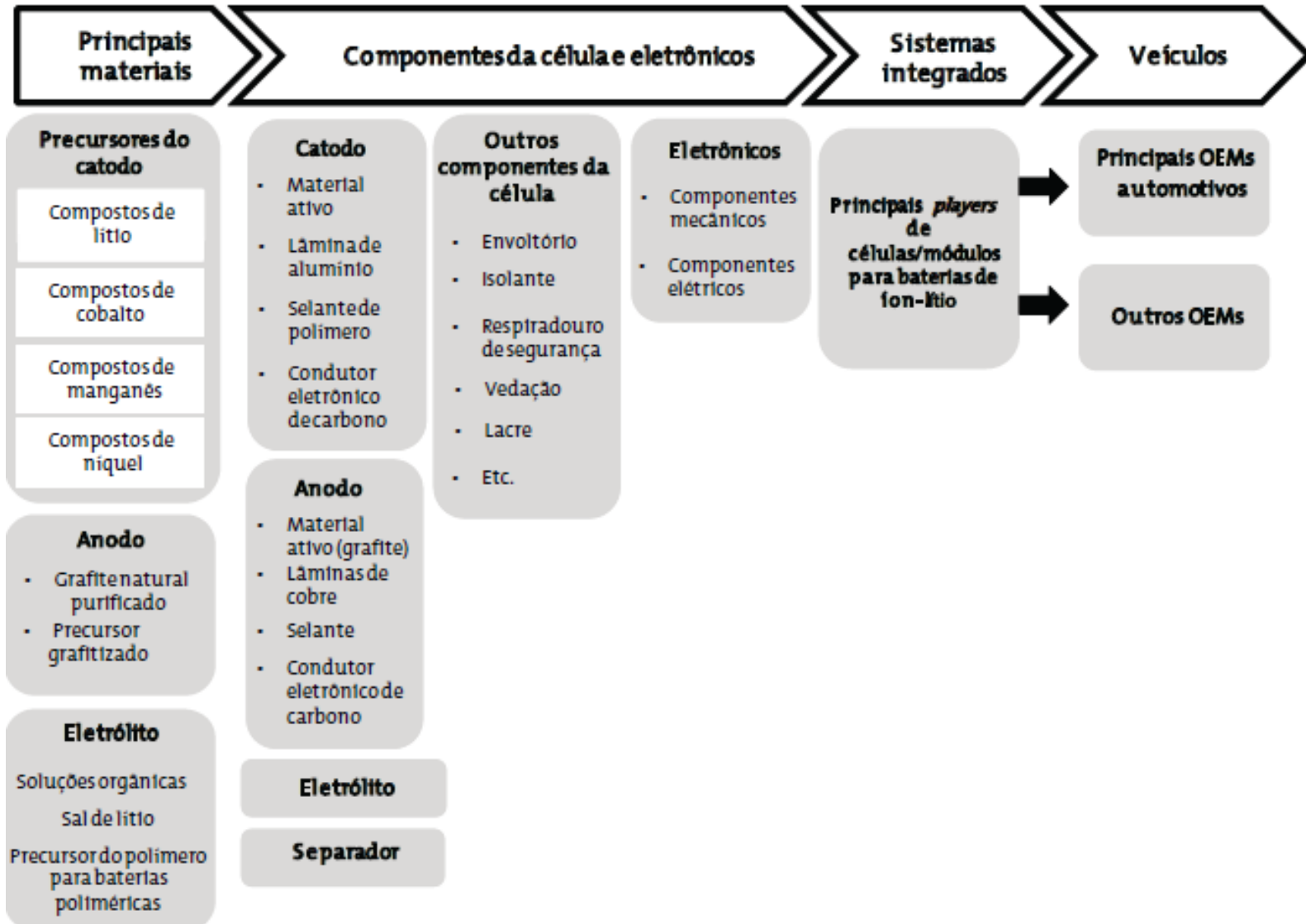
Cadeia de suprimento de ímãs permanentes de terras-raras



Geradores eólicos/Ímãs NdFeB

- ⇒ **Empresa líder: Impsa**
- ⇒ **Empresa mineradora: MBAC (Projeto Araxá)**
- ⇒ **Empresa separadora: MBAC (Projeto Araxá)**
- ⇒ **Neodímio, disprósio e outros óxidos poderão ser produzidos e vendidos para o mercado interno e externo**
- ⇒ **Fabricante de ímãs: empresa nacional com participação da MBAC**
- ⇒ **Entidade de pesquisa metalúrgica para produção de ligas: IPT/USP**
- ⇒ **Entidade de pesquisa para produção de ímãs: UFSC**
- ⇒ **O CETEM parece que não está envolvido**
- ⇒ **O negócio está sendo construído em bases privadas**

Bateria de íon-lítio



Fabricantes de bateria íon-lítio

2000				2005			2008		
1	Sanyo	JAP	33,0	Sanyo	JAP	28,0	Sanyo	JAP	23,0
2	Sony	JAP	21,0	Sony	JAP	13,0	Samsung	COR	15,0
3	Panasonic	JAP	19,0	Samsung	COR	11,0	Sony	JAP	14,0
4	Toshiba	JAP	11,0	Panasonic	JAP	10,0	BYD	CHI	8,3
5	NEC-TOKIN	JAP	6,4	BYD	CHI	7,5	LG Chem	COR	7,4
6	Hitachi- Maxwell	JAP	3,4	LG Chem	COR	6,5	BAK	CHI	6,6
7	BYD	CHI	2,9	Tianjin Lishen	CHI	4,5	Panasonic	JAP	6,0
8	LG Chem	COR	1,3	NEC- TOKIN	JAP	3,6	Hitachi- Maxwell	JAP	5,3
9	Samsung	COR	0,4	Hitachi- Maxwell	JAP	3,3	ATL	CHI	1,0
	Demais		1,6	Demais		12,6	Demais		13,4

Fonte: Hawamoto, H. Trends of R&D on materials for high-power and large capacity lithium-ion batteries for vehicles applications. Science & Technology Trends, Quaterly Review, n. 36, jul. 2010, p. 34-54.

Bateria de íon-lítio no Brasil

- ⇒ A Electrocell, uma pequena empresa instalada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec), no campus da USP, desenvolveu uma bateria de íon-lítio.
- ⇒ A bateria foi instalada em uma pequena van (Aris), que transporta uma carga de 305 quilogramas. O projeto foi conduzido pela CPFL.
- ⇒ A Aris foi fabricada pela Edra, um fabricante de carros especiais da cidade de Rio Claro (SP).
- ⇒ Inicialmente equipada com baterias fabricadas na China, o veículo, agora roda com uma bateria feita no Brasil.

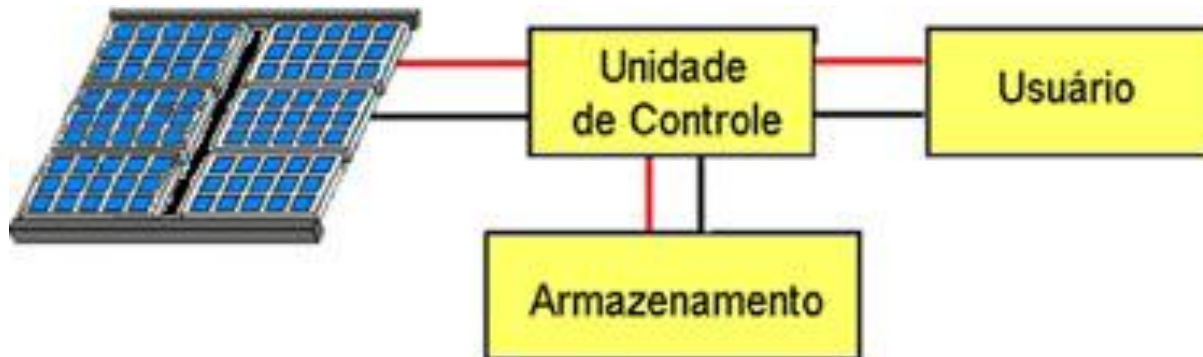
Células fotovoltaicas

- ⇒ A Energia Solar Fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico).
- ⇒ O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz, o que pode ser usado para gerar eletricidade.
- ⇒ O semicondutor mais usado nos painéis solares é o **silício cristalino** de alta pureza, tal como é utilizado na área da eletrônica em elementos semicondutores, ao qual são adicionadas substâncias, ditas dopantes, de modo a criar um meio adequado ao estabelecimento do efeito fotovoltaico, isto é, conversão direta da potência associada à radiação solar em potência elétrica DC.

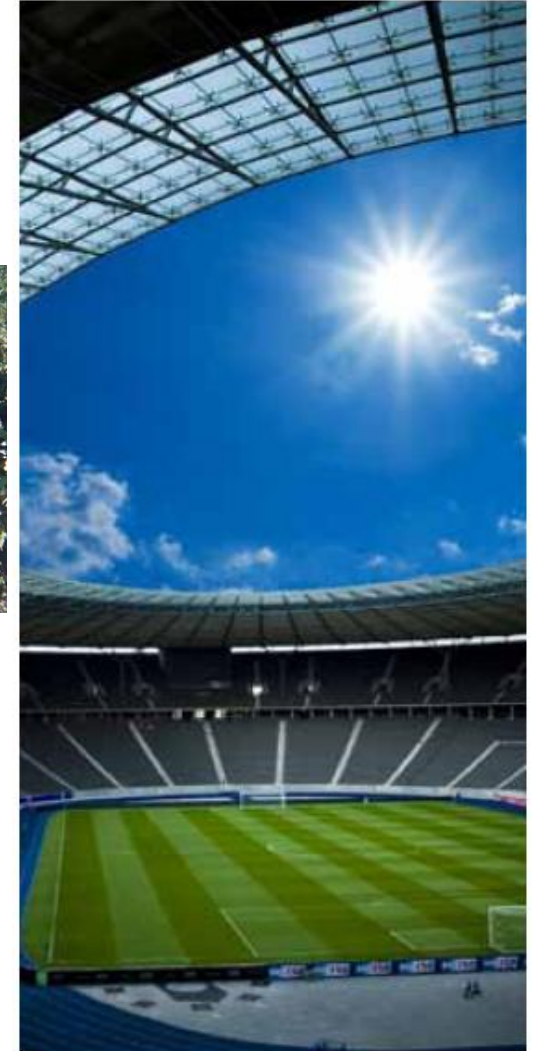
Células fotovoltaicas

Um sistema fotovoltaico pode ser classificado em três categorias distintas:

- sistemas isolados
- sistemas híbridos
- sistemas conectados a rede.



Estádio Fotovoltaico



Célula fotovoltaica no Brasil

- ⇒ **A DYA Energia Solar, do Grupo Tecnometal, é uma empresa brasileira de soluções em energia fotovoltaica.**
- ⇒ **Primeira e única fábrica no Brasil com produção em escala industrial.**
- ⇒ **Em uma ano, pode produzir módulos solares suficientes para abastecer com energia elétrica 10.000 casas com consumo médio de 300kWh/mês.**
- ⇒ **A Unicamp e a Tecnometal firmaram uma parceria para pesquisar e desenvolver um processo de purificação do silício metalúrgico que transforma esse composto em células de energia solar fotovoltaicas**
- ⇒ **Com previsão de duração de três anos, prevê a construção de um laboratório de 500 metros quadrados na universidade e a compra de diversos equipamentos de pesquisa.**
- ⇒ **O projeto está dividido em três etapas: o desenvolvimento do processo de purificação do silício grau metalúrgico, a fabricação de lâminas de silício grau solar e a fabricação de células solares.**

Setor petrolífero (Lei nº 9.478/1997)

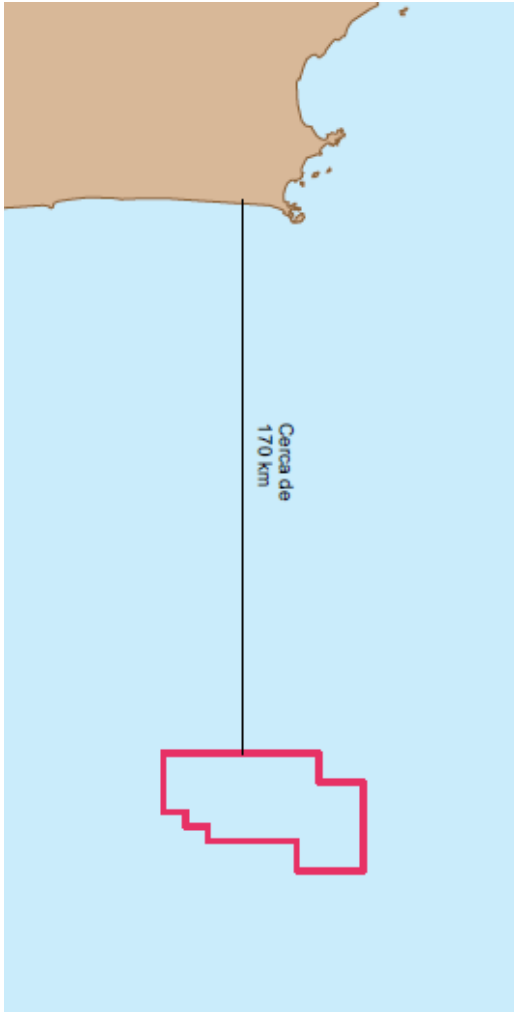
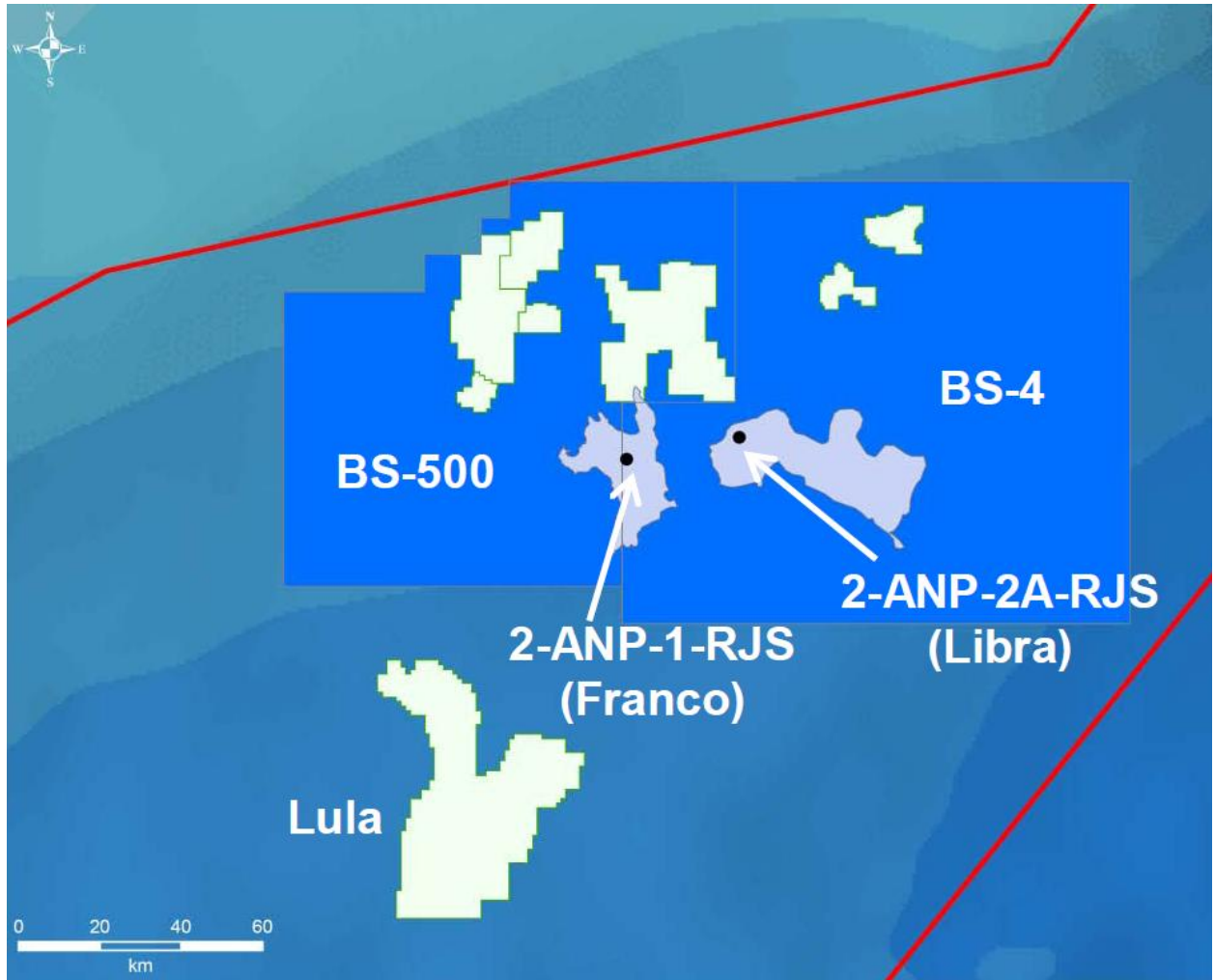
- **25% da parcela de royalties que excede 5% ao Ministério da Ciência e Tecnologia para financiar programas de amparo à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico aplicados à indústria do petróleo, do gás natural, dos biocombustíveis e à indústria petroquímica de primeira e segunda geração, bem como para programas de mesma natureza que tenham por finalidade a prevenção e a recuperação de danos causados ao meio ambiente por essas indústrias.**

25% de R\$ 7,5 bilhões = R\$ 1,9 bilhão

- **Cláusula de Investimentos em P&D nos Contratos de Concessão determina que os concessionários realizem despesas qualificadas em valor equivalente a 1% da receita bruta gerada pelos campos de grande rentabilidade ou com grande volume de produção, nos quais a participação especial seja devida.**

1% de R\$ 120 bilhões = R\$ 1,2 bilhão

Lula (concessão): 5 a 8 bbl
Franco (cessão onerosa): 3 a 5 bbl
Libra (ainda é da União): 8 a 12 bbl



Receita de Libra:
US\$ 1 trilhão

Estimativa de arrecadação de royalties e participação especial pela ANP (bilhões de Reais)

Localização	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Concessão - Terra	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
Concessão - Mar - Pre-Sal	4,9	8,9	14,4	23,9	29,3	33,3	34,8	33,7	30,3	26,2
Concessão - Mar - Demais Áreas	26,3	29,9	33,1	31,2	26,5	25,6	23,5	21,9	21,3	19,3
Cessão Onerosa	-	-	-	1,3	0,8	3,9	6,5	10,3	13,7	15,4
Total geral	33,2	40,9	49,5	58,4	58,4	64,4	66,2	67,3	66,6	62,1

Parâmetros

Câmbio: R\$2,03/US\$

Brent: US\$112,5/bbl

Estimativa de arrecadação de participação especial pela ANP (bilhões de Reais)

Localização	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Concessão - Terra	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Concessão - Mar - Pre-Sal	2,0	4,5	8,1	14,7	18,6	21,2	22,1	21,6	19,4	16,6
Concessão - Mar - Demais Áreas	13,3	15,0	17,2	15,8	12,9	11,5	9,7	8,8	9,0	7,9
Cessão Onerosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total geral	15,6	19,9	25,7	30,9	31,7	32,9	32,0	30,7	28,6	24,7

Parâmetros

Câmbio: R\$2,03/US\$

Brent: US\$112,5/bbl

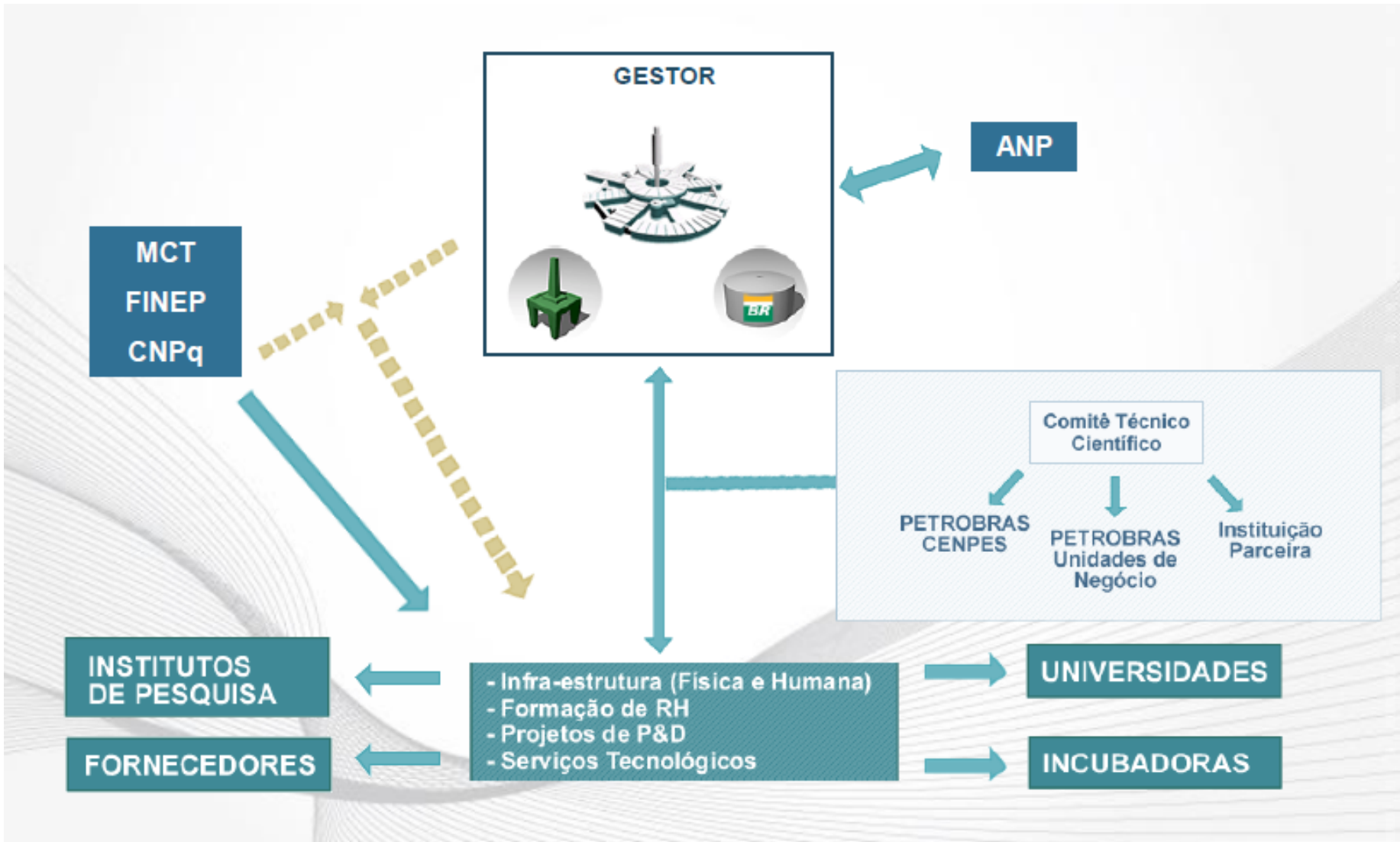
PRH-ANP/MCTI e PROMINP

- **O PRH-ANP/MCTI**
- **De 1999 a 2009, programas de qualificação profissional da ANP ofertaram quatro mil e 300 bolsas de estudos, a um custo de R\$184,3 milhões.**
- **Dos 515 projetos, 504 foram aplicados em investimento laboratorial, a um custo de 1 bilhão e 360 milhões de reais.**
- **Outros 264 milhões foram utilizados no Programa de Mobilização da Indústria do Petróleo (PROMINP).**

Setor mineral

- **2% da compensação financeira pela exploração de recursos minerais (2% do faturamento líquido) são destinados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT.**
- **2% de R\$ 1,835 bilhão (2012) = R\$ 36,7 milhões.**
- **A atual escassez de recursos para pesquisa e desenvolvimento do Fundo CT-Mineral não é compatível com a exploração mineral brasileira. Em 2009, o orçamento desse fundo foi de cerca de R\$ 15 milhões, proveniente de 2% da compensação financeira pela exploração de recursos minerais.**
- **Esse valor é muito inferior ao fundo setorial para a área de petróleo e gás natural – CT-Petro, que apresentou, nesse mesmo ano, um orçamento de R\$ 804 milhões.**
- **Além dos recursos do CT-Petro, destaque-se que, em 2009, a Petrobras investiu cerca de R\$ 1,5 bilhão em atividades de desenvolvimento tecnológico em seu Centro de Pesquisas (Cenpes).**

Necessidade de coordenação como a do Cenpes



Propostas legislativas

- ⇒ Estabelecer que parcela das receitas das minas de alta rentabilidade seja destinada a programas de P&D.
- ⇒ Criar uma participação especial para essa minas, a exemplo do que ocorre no setor petrolífero.
- ⇒ Destinar participações governamentais do setor petrolífero para P&D em áreas estratégicas.
- ⇒ Destinar recursos para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem).
- ⇒ Transformar o Cetem no “Cenpes” da indústria mineral, de transformação e de materiais estratégicos.

Conclusões

- ⇒ **A China é o principal produtor ou importador, e em alguns casos, o principal exportador de minerais estratégicos.**
- ⇒ **É possível que esse país venha a ser o principal detentor dos recursos, das tecnologias e das indústrias do futuro, com foco na chamada “economia verde”.**
- ⇒ **Um plano estratégico precisa ser concebido e implementado no Brasil, a exemplo do que ocorreu na China.**
- ⇒ **O Inova Energia foi um passo importante para os minerais estratégicos.**
- ⇒ **É preciso “massa crítica” em áreas estratégicas, sendo necessários muitos bilhões em P&D.**