

Projeto estruturante

Baterias de Íons lítio com Tecnologia Nacional

INSTITUTO SENAI
DE INOVAÇÃO ELETROQUÍMICA

EMBRAPII



Seminário sobre
Mineração e
Transformação
Mineral de Minerais
Estratégicos para a
Transição Energética

21 e 22 de fevereiro de 2024 | Auditório do MME



Instituto SENAI de Inovação em **Eletroquímica**

Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação
Fortalecer a indústria e
Transformar vidas

SENAI
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
PELO FUTURO DO TRABALHO

MIBI

Made in Brasil Integrado

INSTITUTO SENAI
DE INOVAÇÃO ELETROQUÍMICA

 **EMBRAPII**

- A REDE MiBi foi criada após a união das montadoras para produzir ventiladores pulmonares no início da pandemia.
- As empresas perceberam que, juntas, conseguem avançar mais rápido em áreas que todas demandam, mas, sozinhas, não têm como justificar investimentos.
- Integram a rede, além do MDIC e SAE Brasil, a AEA, Anfavea, Sindipeças, Abinfer, Abimaq, ABCM, Abinee, Abisemi, Instituto Aço Brasil, Abal, Abiplast e Abiquim.

GRUPOS DE TRABALHO DO MIBi

GT1: Componentes Metálicos

GT2: Componentes Eletroeletrônicos

GT3: Conjuntos Mecânicos

GT4: Componentes Plásticos

GT5: Transmissões Automáticas

GT6: Semicondutores

GT7: Baterias de Íons Lítio

GT8: Hidrogênio

PROJETO ESTRUTURANTE

BATERIAS DE ÍONS LÍTIO

CONSELHO GESTOR (Representantes):



Justificativa:

- Independência tecnológica do Brasil em Baterias de Íons Lítio como estratégia de Estado;
- Posicionar o Brasil na vanguarda da indústria de baterias de íons lítio e tecnologias relacionadas.

Objetivos:

- Elevar o nível de maturidade tecnológica para TRL /MRL = 7 com desenvolvimento de células nacionais “PADRÃO” – em ambiente pré-industrial;
- obter o domínio tecnológico da produção de células de íons lítio PADRÃO (pré-industrial);
- capacitar recursos humanos na produção de células de íons lítio PADRÃO;
- apoiar no desenvolvimento da cadeia produtiva doméstica sustentável para à indústria (brasileira) de baterias de íons lítio PADRÃO.

Prazo de execução:
3 anos

Início:
Julho de 2024

Valor global do projeto:
~ R\$ 69 milhões

Empresas patrocinadoras:



ICTs Parceiras executoras:



ICTs Parceiras:



O projeto prevê a criação de uma Infraestrutura para produção de células de íons lítio PADRÃO TRL = 7 (pré-industrial) nas geometrias cilíndrica (21700) e prismática

- Área Externa ao Projeto Estruturante
- Passagem de Transporte e Emergência
- 50 %RH, 20±2°C
- 1.0 %RH, 20±2°C
- 0.5 %RH, 20±2°C

- Mixing – Preparação de Slurries**
1.1: Water DI;
1.2: Chiller;
1.3: Mixer 20L Anode;
1.4: Mixer 20L Cathode;
1.5: Filter & Transfer Anode;
1.6: Filter & Transfer Cathode;
1.7: Mixer 60L Anode;
1.8: Mixer 60L Cathode
- Casting & Drying & Calendering & Slitting – Preparação de Eletrodos**
2.1: Slot Die Casting & Drying Anode/Cathode;
2.2: Calendering Anode/Cathode;
2.3: Slitting Machine Anode/Cathode;
- Assembling – Montagem de baterias cilíndricas e prismática**
C1: Auto Winding 21700; C2: Tab + Can Grooving 21700; C3: Oven Jellyroll 21700;
P1: Electrode Cutting Anode Pouch Cell; P2: Electrode Cutting Cathode Pouch Cell;
P3: Z-fold Stacking; P4: Tab Welding; P5: Oven Jellyroll Prismatic.
- Electrolyte Injection & Crimping – Injeção de Eletrólito e Fechamento**
C4: Electrolyte Filling & Creeping;
P6: Hard-Case Welding; P7: Electrolyte Filling;
- Cell Formation & Aging – Injeção de Eletrólito e Fechamento**
C5: Formation Step; C6: Aging Chamber;
P8: Formation Step; P9: Aging Chamber;
- Externa ao Projeto Estruturante – Montagem de módulos com baterias Cilíndricas e Prismática**
X1: 21700 Sorting & Welding.





21700 battery



CRONOGRAMA DO EDITAL PARA PROJETOS ESTRUTURANTES

Ações	Datas
Publicação da chamada	21/11
Inscrição das propostas	De 05/02 a 16/02/24
Avaliação pelo comitê ad hoc	De 19/02 a 22/03/24
Reunião dos Comitês Consultivos	Entre 25/03 e 29/03/24
Resultado preliminar	04/04/24
Interposição de recursos	Até dia 12/04/24
Análise dos recursos pelo comitê ad hoc	De 15/04 a 26/04/24
Reunião dos Comitês Consultivos	Entre 29/04 e 03/05/24
Resultado final	06/05/24
Contratação	De 07/05 a 30/07/24

Principais elementos químicos internos de uma baterias

Item	Descrição	Função
Ligante - catodo Ligante - anodo Ligante - anodo	PVDF - Fluoreto de Polivinilideno CMC - Carboxi Metil Celulose SBR - Stireno Butadieno Rubber	Ligante (Binder) Ligante (Binder) Ligante (Binder)
Sais de Eletrólito Sais de Eletrólito Sais de Eletrólito Sais de Eletrólito Solvente para Eletrólito Solvente para Eletrólito Solvente para Eletrólito	LiPF6 LiBF4 LiClO4 LiTFSI EC - Carbonato de etileno DEMC - Dimetilcarbonato DC - Carbonato de Dietila	fonte de íons lítio para processo de intercalação fonte de íons lítio para processo de intercalação fonte de íons lítio para processo de intercalação fonte de íons lítio para processo de intercalação solubilizar os sais de eletrólitos solubilizar os sais de eletrólitos solubilizar os sais de eletrólitos
Material Ativo Anodo	MCMB-MesoCarbon-Microbeads	Material Ativo anodo - Intercalação
Material Condutivo (anodo) Material Condutivo (catodo)	Carbon Black - Negro de Fumo Carbon Black - Negro de Fumo	Material condutivo Material condutivo
Solvente catodo	NMP	Solvente do PVDF para o catodo
Separador	Separador Polipropileno ou Polietileno	evitar contato elétrico entre os eletrodos
Material ativo catodo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo	NMC - Li(NixCoyMnz)O2 (Elementos: Lítio + Níquel + Cobalto + Manganês)  LiOH - Hidróxido de Lítio Ni(SO4) - Sulfato de níquel Co(SO4) - Sulfato de cobalto Mn(SO4) - Sulfato de manganês NH4OH - Hidróxido de amônio	Material ativo catodo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo
Material ativo catodo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo Composto químico para material ativo	LFP - LiFePO4) (Elementos: Lítio + Ferro + Fósforo)  Li2CO3 - Carbonato de Lítio FePO4 - fosfato de ferro Fe2O3 - óxido de ferro Fosfato de amônio Ácido Fosfórico	Material ativo catodo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo Reagente para formar Material Ativo

Minerais Estratégicos - Brasil

RESOLUÇÃO Nº 2, DE 18 DE JUNHO DE 2021

**O Brasil possui
elevada vocação
mineral, com
reservas
distribuídas por
todo o território
nacional**

Bens minerais dos quais o país depende de importação para o suprimento de setores vitais da economia

Enxofre

Fosfato

Potássio

Molibdênio

Bens minerais que têm importância pela sua aplicação em produtos e processos de alta tecnologia

Cobalto

Minérios do grupo
da Platina

Raras

Titânio

Cobre

Lítio

Silício

Tungstênio

Estanho

Nióbio

Tálio

Urânio

Grafita

Níquel

Tântalo

Vanádio

Bens minerais que detêm vantagens comparativas e que são essenciais para a economia

Alumínio

Grafita

Ouro

Nióbio

Cobre

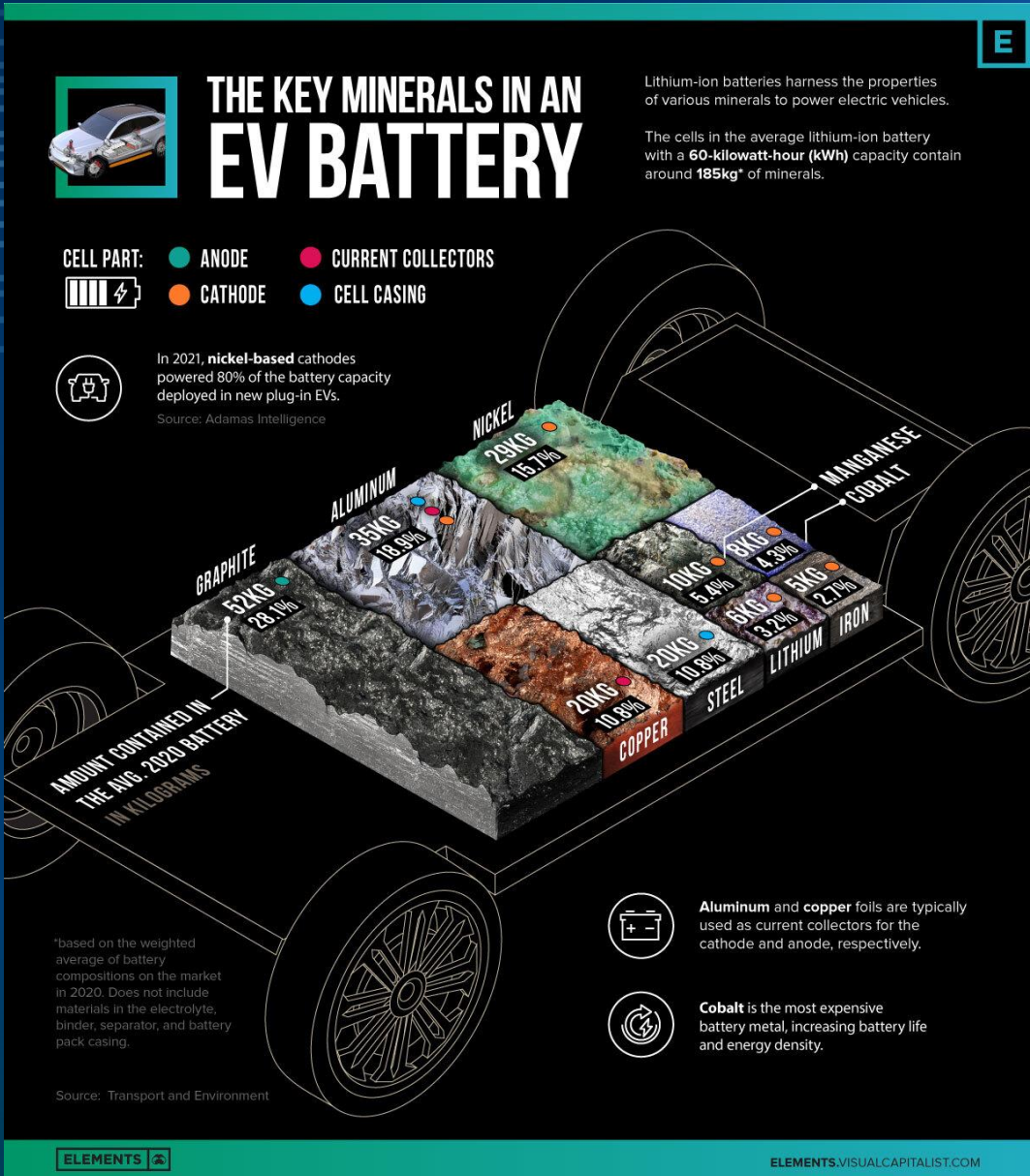
Ferro

Manganês

Urânio

Minerais Portadores de Futuro: lítio, cobalto, cobre, grafita, nióbio

PRINCIPAIS MINERAIS NUMA BATERIA DE ÍONS LÍTIO



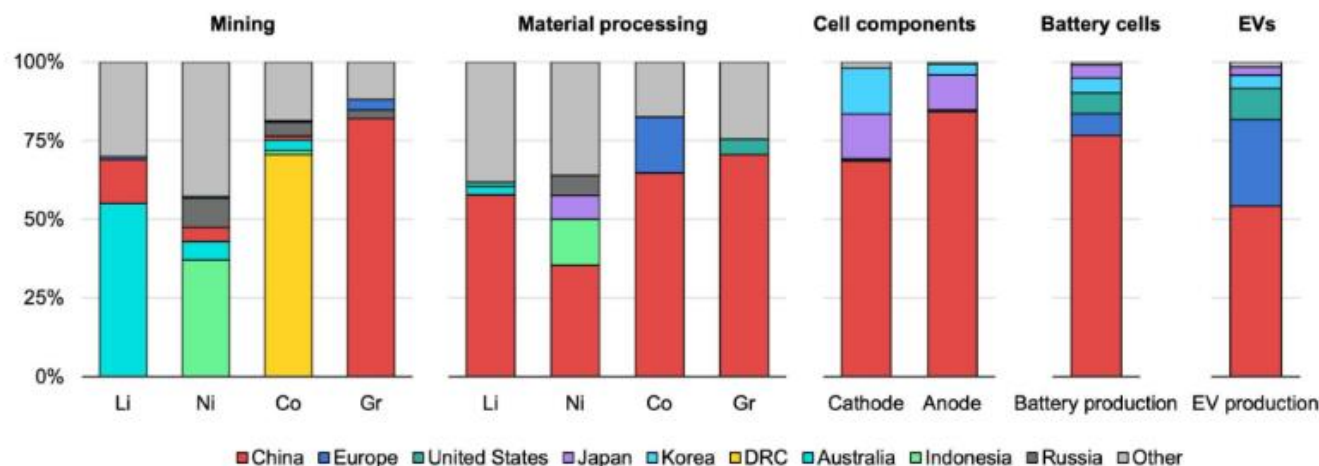
HOW BATTERY CHEMISTRIES DIFFER, BY MINERAL CONTENT FOR A 60KWH LITHIUM-ION BATTERY

The name of the battery chemistry typically indicates the composition of the cathode.

	NMC811 Nickel (80%) Manganese (10%) Cobalt (10%)	NMC523 Nickel (50%) Manganese (20%) Cobalt (30%)	NMC622 Nickel (60%) Manganese (20%) Cobalt (20%)	NCA+ Nickel Cobalt Aluminum Oxide	LFP Lithium iron phosphate
LITHIUM	5KG	7KG	6KG	6KG	6KG
COBALT	5KG	11KG	11KG	2KG	0KG
NICKEL	39KG	28KG	32KG	43KG	0KG
MANGANESE	5KG	16KG	10KG	0KG	0KG
GRAPHITE	45KG	53KG	50KG	44KG	66KG
ALUMINUM	30KG	35KG	33KG	30KG	44KG
COPPER	20KG	20KG	19KG	17KG	26KG
STEEL	20KG	20KG	19KG	17KG	26KG
IRON	0KG	0KG	0KG	0KG	41KG

PRINCIPAIS MINERAIS NUMA BATERIA DE ÍONS LÍTIO

Geographic distribution of the global EV battery supply chain, from the IEA



Supply Chain Geography: China is the largest processor of lithium, nickel, cobalt and graphite, as well as the top producer of battery cell components and cells by a wide margin. The country is also the largest producer of graphite. Europe and the U.S. have plans to play larger roles in battery manufacturing, but the IEA expects China to remain the dominant player through 2030.

Breakdown of minerals in an EV battery in 2020, from TNE

Mineral	Cell Part	Amount Contained in the Avg. 2020 Battery (kg)	% of Total
Graphite	Anode	52kg	28.1%
Aluminum	Cathode, Casing, Current collectors	35kg	18.9%
Nickel	Cathode	29kg	15.7%
Copper	Current collectors	20kg	10.8%
Steel	Casing	20kg	10.8%
Manganese	Cathode	10kg	5.4%
Cobalt	Cathode	8kg	4.3%
Lithium	Cathode	6kg	3.2%
Iron	Cathode	5kg	2.7%
Total	N/A	185kg	100%

Battery Metals Mix: According to the U.K.-based Transportation and Environment, the average EV battery with a 60kWh capacity (i.e., the same size as that in Chevy Bolt) contained about 185 kg of materials in 2020. Graphite, aluminum, nickel and copper were the top materials by weight.

Cell & Pack Manufacturing

Gigafactory Plants | China

Gigafactory Tracker - 2,293.5 GWh of Capacity

- 1 Jiangsu - 55
- 2 Zhejiang - 31
- 3 Guangdong - 28
- 4 Anhui - 24
- 5 Hubei - 24
- 6 Jiangxi - 21
- 7 Sichuan - 15
- 8 Fujian - 12
- 9 Henan - 12
- 10 Shandong - 10
- 11 Chongqing - 9
- 12 Hunan - 9
- 13 Guangxi - 8
- 14 Guizhou - 4
- 15 Inner Mongolia - 4
- 16 Yunnan - 4
- 17 Liaoning - 3
- 18 Shaanxi - 3
- 19 Tianjin - 3
- 20 Hebei - 2
- 21 Heilongjiang - 2
- 22 Ningxia - 2
- 23 Qinghai - 2
- 24 Shanghai - 2
- 25 Gansu - 1
- 26 Jilin - 1
- 27 Beijing - 1

Note: Number of gigafactories is per province.

2023 | BATTERY REPORT | 01 Industry | P. 45

Source: [Global Battery Factory Database](#), [Benchmark Minerals](#), [Battery-News24](#)

Cell & Pack Manufacturing

Gigafactory Plants | Europe

Gigafactory Tracker - 1,897 GWh of Capacity

- France**
- 1 ACC, 40 GWh*
 - 2 Envision AESC/Renault, 30 GWh*
 - 3 Verkor/Renault, 50 GWh*
 - 4 Prologium, 48 GWh*

- Germany**
- 5 ACC, 40 GWh*
 - 6 CATL, 14 GWh*
 - 7 Leclanché, 2.5 GWh
 - 8 Northvolt, 60 GWh*
 - 9 SVOLT, 24 GWh
 - 10 SVOLT, 16 GWh*
 - 11 Tesla, 100 GWh*
 - 12 PowerCo, 40 GWh*

- Italy**
- 13 ACC, 40 GWh*
 - 14 ITALVOLT, 70 GWh*

- Portugal**
- 15 CALB, 45 GWh*

- Netherlands**
- 16 Eurocell, 1 GWh

- Sweden**
- 17 Northvolt, 60 GWh*
 - 18 Volvo*
 - 19 NOVO, 50 GWh*

- Hungary**
- 20 CATL, 100 GWh*
 - 21 Cellforce Group, 10 GWh*
 - 22 EVE Energy, 28 GWh*
 - 23 Samsung SDI, 40 GWh*
 - 24 SK, 47.3 GWh*

- Norway**
- 25 Elnor*
 - 26 FREYR, 29 GWh*
 - 27 Morrow, 43 GWh*
 - 28 Beyondor, 10 GWh*

- Spain**
- 29 Envision AESC, 50 GWh*
 - 30 PowerCo, 60 GWh*
 - 31 Basquevolt, 10 GWh*

- U.K.**
- 32 Envision AESC, 35 GWh*
 - 33 Tata, 40 GWh*
 - 34 AMTE Power, 10 GWh

- Slovakia**
- 35 Inobat, 10 GWh

- Poland**
- 36 LGES, 115 GWh*

- Czech Republic**
- 37 MES, 15 GWh*

*Non-operational, slated for future date

2023 | BATTERY REPORT | 01 Industry | P. 43

Source: [EBC Global Battery Factory Database](#), [Benchmark Minerals](#), [Battery-News24](#)

Cell & Pack Manufacturing

Gigafactory Plants | Greater Asia

Gigafactory Tracker - 2,691 GWh of Capacity

- India**
- 1 Reliance, Gujarat, 50 GWh*
 - 2 Amara Raja, Telangana, 16 GWh*
 - 3 Exide, Karnataka, 12 GWh*
 - 4 Godi, Hyderabad, 12 GWh*
 - 5 OLA, Tamil Nadu, 100 GWh*
 - 6 TATA, Gujarat, 10 GWh*

- Turkey**
- 7 Aspiisan, 1 GWh*
 - 8 Siro, Cernik, 20 GWh*

- Vietnam**
- 9 Gotion, Vung Ang, 5 GWh*
- Thailand**
- 10 EVE Energy, Thailand, 6 GWh*
 - 11 GPSC, Map Ta Phut, 10 GWh*

- Indonesia**
- 12 CATL, Indonesia, 15 GWh*
 - 13 LGES, Karawang, 10 GWh*

- Malaysia**
- 14 EVE Energy, Malaysia*
 - 15 Samsung SDI, Seremban, 16 GWh*

- South Korea**
- 16 Samsung SDI, Cheonan, 12 GWh*
 - 17 LGES, Ochang, 35 GWh*
 - 18 SK, Seosan, 5 GWh

- Japan**
- 19 Prime Planet, Japan, 7 GWh*
 - 20 Envision AESC, Kanagawa, 2.6 GWh*
 - 21 Envision AESC, Ibaraki, 18 GWh*
 - 22 Panasonic, Osaka
 - 23 Panasonic, Uchita, 10 GWh
 - 24 Panasonic, Asonaka*

- China**
- See "Chinese Gigafactory Plants" on the following page.

*Non-operational, slated for future date

2023 | BATTERY REPORT | 01 Industry | P. 44

Source: [Global Battery Factory Database](#), [Benchmark Minerals](#), [Battery-News24](#)

Cell & Pack Manufacturing

Gigafactory Plants | North America

Gigafactory Tracker - 1,564 GWh of Capacity

- USA**
- 1 ABF, USA, 15 GWh*
 - 2 Amprius Tech, USA*
 - 3 Electrovaya Tech, USA*
 - 4 Envision AESC, USA, 3 GWh
 - 5 Envision AESC/Mercedes-Benz, USA, 40 GWh*
 - 6 Ford/CATL, USA, 20 GWh*
 - 7 FREYR, USA, 34 GWh*
 - 8 IMISNY/MAGNIS, USA, 38 GWh*
 - 9 KORE Power, USA, 12 GWh*
 - 10 LGES, USA, 27 GWh*
 - 11 LGES, USA, 25 GWh*
 - 12 LGES/Hyundai, USA, 30 GWh*
 - 13 Ultium Cells, USA, 70 GWh
 - 14 Ultium Cells, USA, 39 GWh*
 - 15 LGES/Honda, USA, 40 GWh*
 - 16 Panasonic, USA, 100 GWh*
 - 17 Panasonic/Tesla, USA, 30 GWh*
 - 18 Samsung SDI/CM, USA, 30 GWh*
 - 19 Samsung SDI/Stellantis, USA, 67 GWh*
 - 20 SK, USA, 31.3 GWh
 - 21 SK/Ford, USA, 96 GWh*
 - 22 SK/Hyundai, USA, 35 GWh*
 - 23 SK/Hyundai, USA, 10 GWh
 - 24 Tesla, USA, 30 GWh*
 - 25 Toyota, USA, 30 GWh*
 - 26 LGES/Hyundai, USA, 41 GWh
 - 27 Ultium Cells, USA*
 - 28 ElectroVaya, USA*
 - 29 Forge Battery, USA* 1-3 GWh
 - 30 SAFT, USA, 2 GWh*
 - 31 Tesla, USA, 100 GWh*
 - 32 Our Next Energy, USA, 20 GWh*
 - 33 Gotion, USA, 40 GWh*

- Canada**
- 34 LGES/Stellantis, CA, 45 GWh*
 - 35 PowerCo, St. Thomas, CA, 90 GWh*
 - 36 Lion Electric, Quebec, CA, 10 GWh*
 - 37 STORMVOLT, Montreal, CA, 60 GWh*
 - 38 Northvolt, Montreal, CA, 60 GWh*

*Non-operational, slated for future date

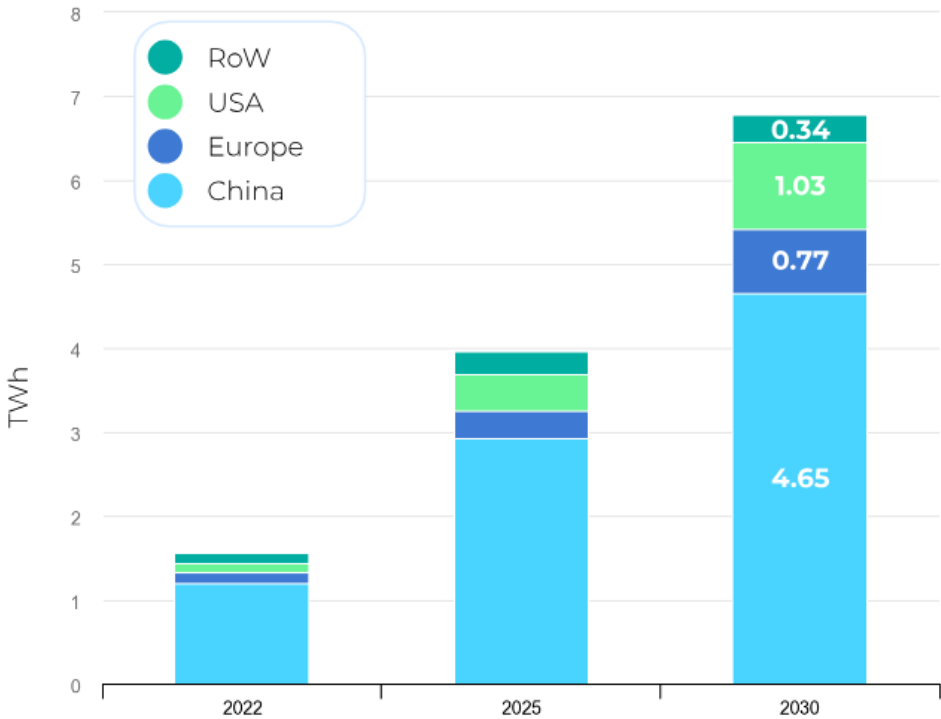
2023 | BATTERY REPORT | 01 Industry | P. 42

Source: [Champt NA EV Battery Supply Chain](#), [Benchmark Minerals](#), [EBC Global Battery Factory Database](#), [Battery-News24](#)

Quantidade calculada do consumo da maioria dos insumos para fabricação de células de íons lítio com base na capacidade produtiva das fábricas globais a partir de dados de literatura para uma fábrica de 9 GWh

Capacidade (GWh)	9
INSUMO/MATÉRIA-PRIMA	Toneladas
Folha de Alumínio	1800
Folha de Cobre	3400
Carbono	430
Material Ativo Anodo	10800
Material Ativo Catodo	18800
Eletrólito	9900
CMC	240
NMP	320
Binder Acrílico	400
PVDF	540
Binder Co-Polímero	410

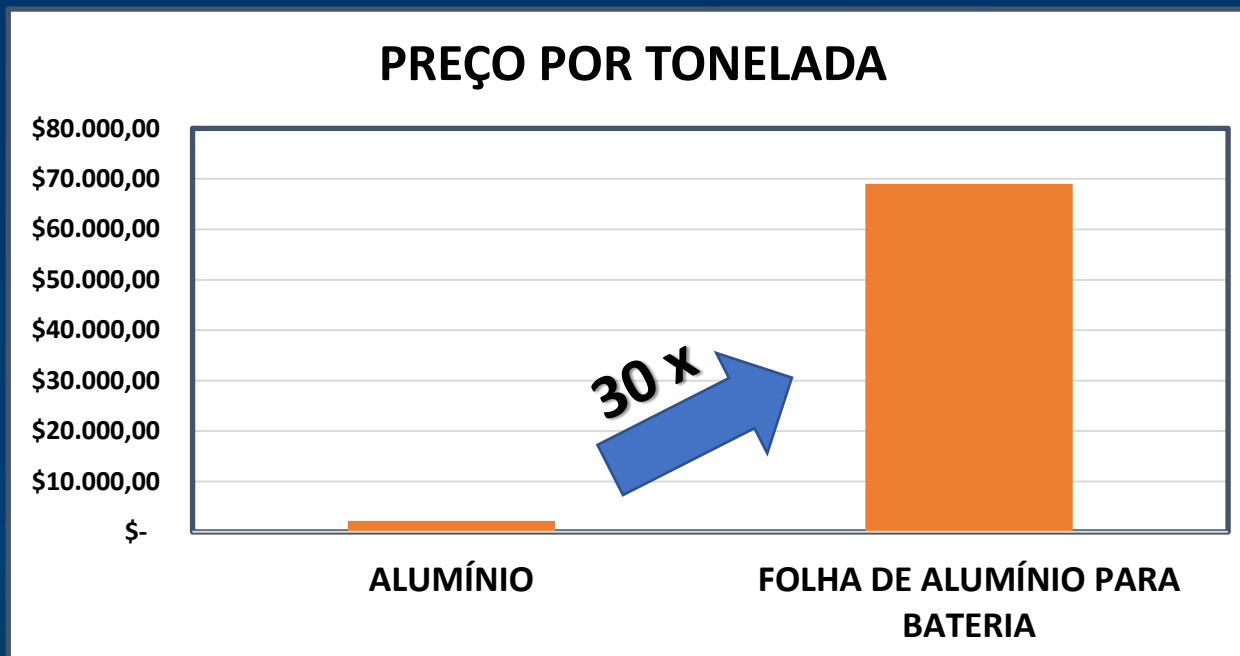
Geographic Distribution of Li-Ion Battery Production Capacity (Current & Future)



2023 | BATTERY REPORT | 01 Industry | P. 40

Source: IEA (Geographic Cell Production Capacity), S&P Global

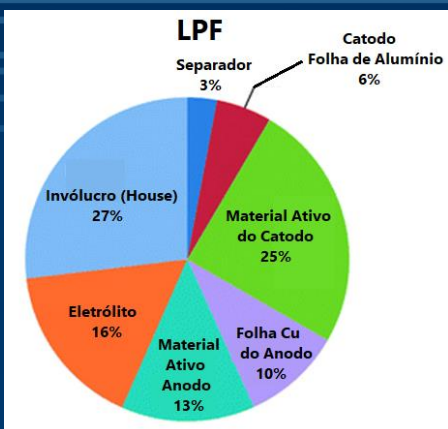
EXEMPLO DE GERAÇÃO DE VALOR AGREGADO



DEMANDA estimada 2030
1,6 milhões/ton

Mercado de U\$ 112 Bilhões

EXEMPLO DE GERAÇÃO DE VALOR AGREGADO



Material do Anodo

Particle size distribution:

- D10 = 6 - 10 um
- D50 = 9 - 14 um
- D90 = 16 - 22 um

- Purity (Carbon content): > 99.9%
- Tap density: ~ 1.25 g/cm³
- Shape: Spherical powder
- BET specific surface area (SSA): 1.0 - 1.5 m²/g (typical value 1.38)
- Moisture content: 0.035%
- Iron (Fe) impurity: < 30 ppm
- First Discharge Capacity: around 300 mAh/g (typical value 327 mAh/g)
- First discharge efficiency: around 93% (typical value 94-95%)

Advantages:

- a. Long cycle life > 2000 cycles
- b. High energy density
- c. High capacity

GRAFITE

MCMB - Mesocarbon Microbeads

MERCADO 2030: 6,4 Milhões de toneladas

U\$ 55.000,00/ton (CHINA)

U\$ 70.000,00 / ton (USA mínimo 2 ton)

Mercado estimado de U\$ 352 milhões/ano

Coque de petróleo: U\$ 300 / ton

Valor agregado: ~ 180 x Maior

"Por motivos de segurança nacional, a China decidiu restringir a parti de 01 de dezembro de 2023 e as exportações de grafite – um metal crucial para a fabricação de baterias para veículos elétricos (EVs)

Fonte: Ministério de Comércio e a Administração Geral das Alfândegas

Industry Value Chain

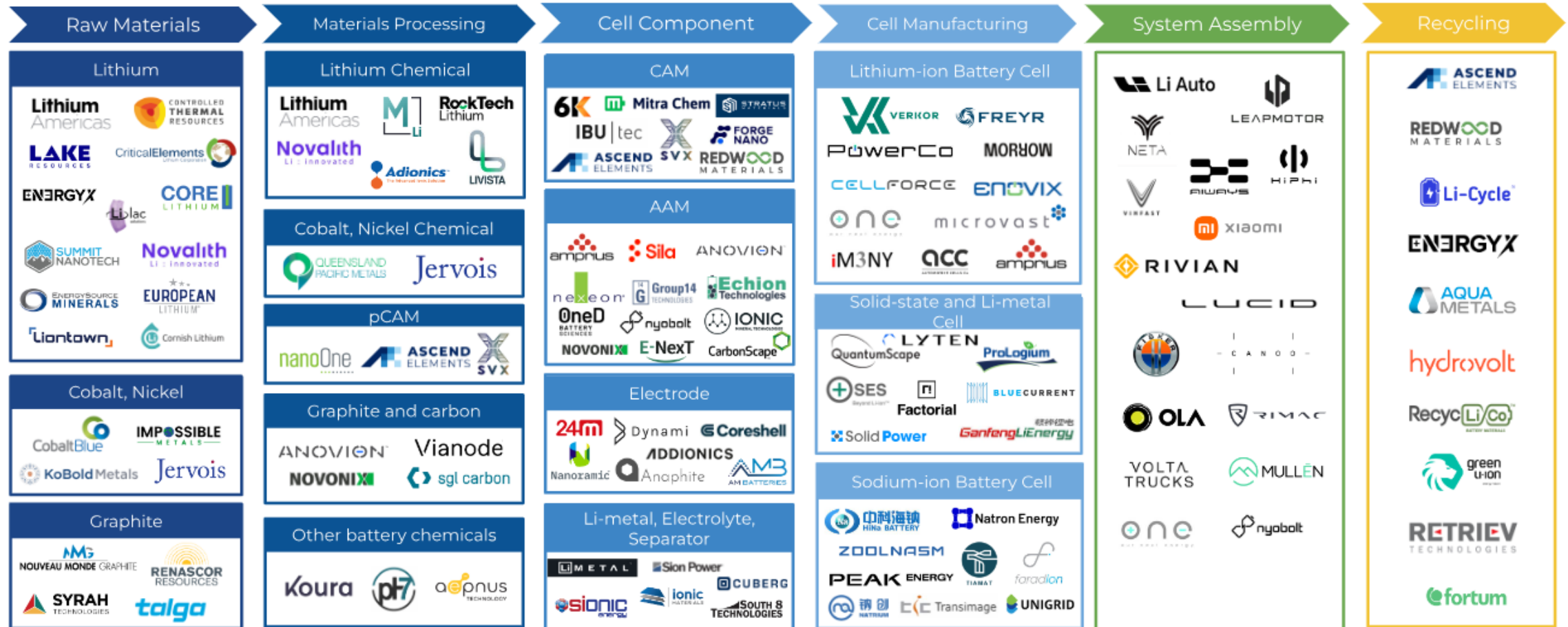
| Incumbents And/Or Public Companies With >\$1b Market Cap/Valuation*



* estimated as of December 2023

Industry Value Chain

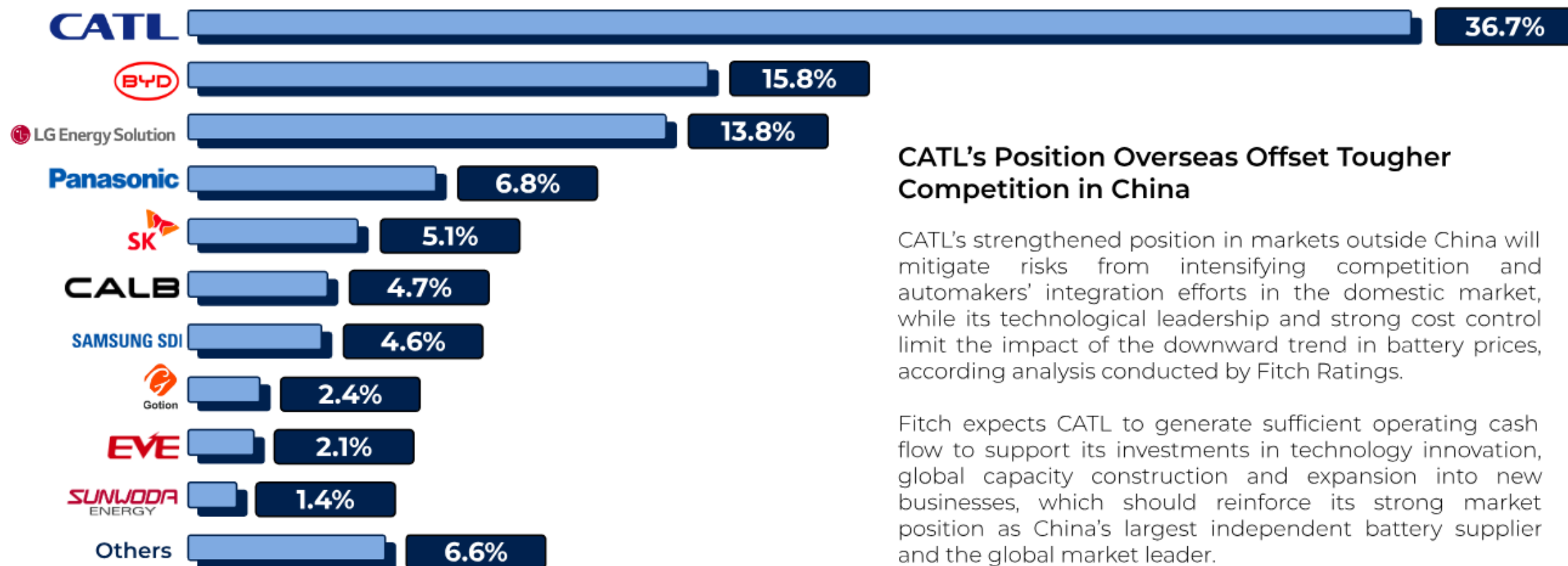
| Startup And/Or Small Companies With >\$30m Valuation*



* estimated as of December 2023

Cell & Pack Manufacturing
| Cell & Pack Manufacturers' Market Share In 2023

CATL Leads Market Share Amongst Global Battery Cell Manufacturers


CATL's Position Overseas Offset Tougher Competition in China

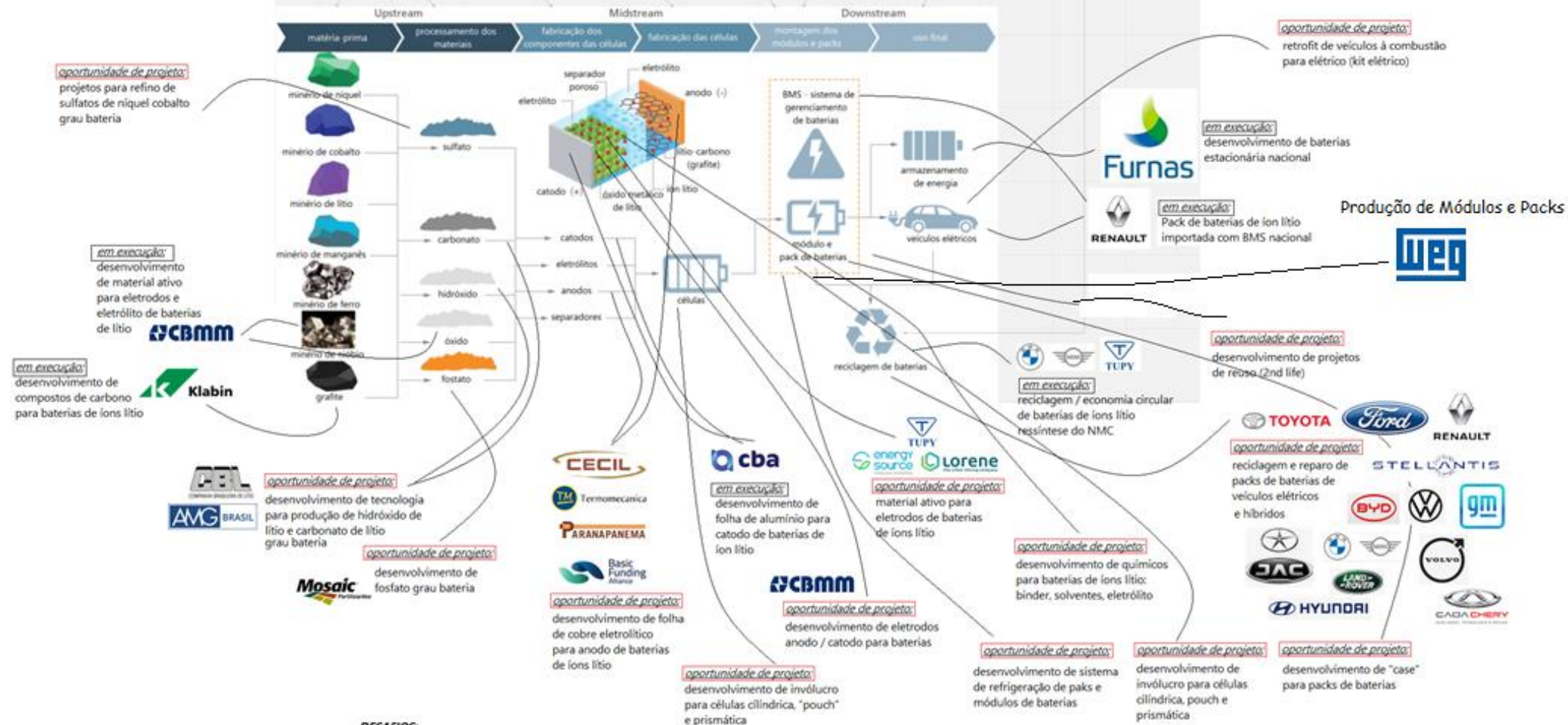
CATL's strengthened position in markets outside China will mitigate risks from intensifying competition and automakers' integration efforts in the domestic market, while its technological leadership and strong cost control limit the impact of the downward trend in battery prices, according analysis conducted by Fitch Ratings.

Fitch expects CATL to generate sufficient operating cash flow to support its investments in technology innovation, global capacity construction and expansion into new businesses, which should reinforce its strong market position as China's largest independent battery supplier and the global market leader.

BIG PICTURE

DESAFIOS E OPORTUNIDADES

“na cadeia produtiva sustentável para fabricação de baterias de íons lítio no Brasil”



DESAFIOS:

ROAD MAP

- MATERIAIS ATIVOS COM MAIOR CAPACIDADE ESPECÍFICA (Ah/kg)
- BATERIAS DE ESTADO SÓLIDO COM ALTA DENSIDADE DE ENERGIA E POTÊNCIA

GT – 7 BATERIAS DE ÍONS LÍTIO

- ✓ Alumínio
- ✓ Cobre
- ✓ Grafite
- ✓ Níquel
- ✓ Lítio
- ✓ Manganês
- ✓ Cobalto
- ✓ Ferro

> 70%



SUB-GRUPO - MINERAÇÃO / TRANSFORMAÇÃO

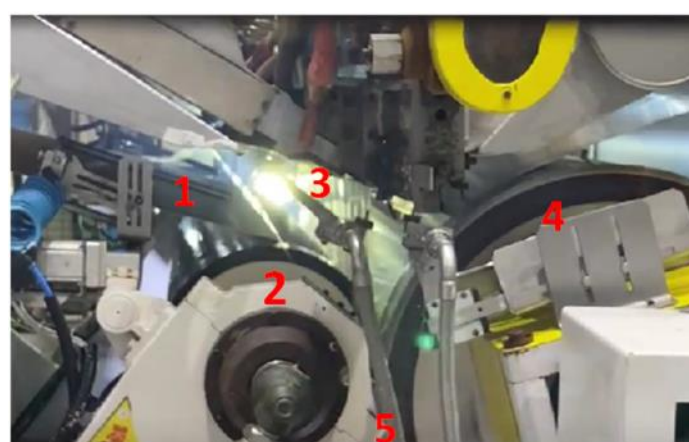
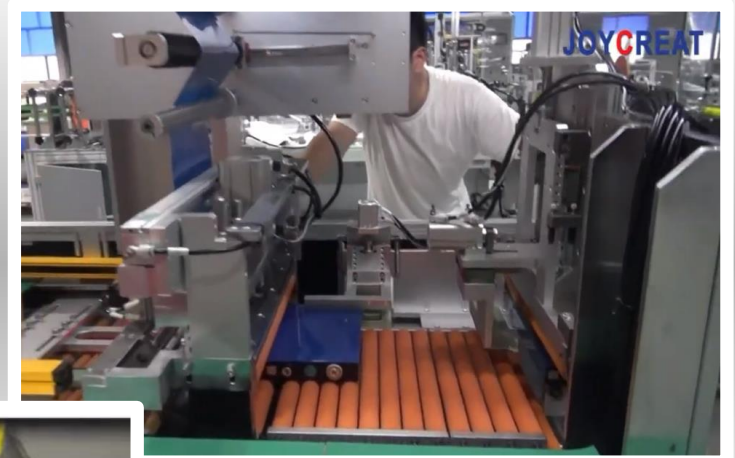


GT – 7 BATERIAS DE ÍONS LÍTIO

SUB-GRUPO - QUÍMICOS

GT – 7 BATERIAS DE ÍONS LÍTIO

SUB-GRUPO - MÁQUINAS



Marcos Berton

marcos.berton@sistemapfiep.org.br

+55 (41) 9 9957-0581

Contatos

