

# Perspectivas atuais da indústria de cobre no Brasil

Marco Aurélio Ramalho Rocio, Marcelo Machado da Silva,  
Pedro Sergio Landim de Carvalho e  
José Guilherme da Rocha Cardoso

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

## Perspectivas atuais da indústria de cobre no Brasil

Marco Aurélio Ramalho Rocio  
Marcelo Machado da Silva  
Pedro Sergio Landim de Carvalho  
José Guilherme da Rocha Cardoso\*

### Resumo

Este artigo tem o objetivo de traçar um panorama atual da indústria do cobre no mundo e no Brasil. Preliminarmente, são apresentados os tipos de depósitos minerais cupríferos, os métodos de processamento e os produtos obtidos. Em seguida, discorre-se sobre os recursos minerais, oferta e demanda de minério e produtos primários e a perspectiva do mercado até o fim desta década. Baseada em uma decomposição de custos, faz-se uma análise de competitividade da indústria do cobre e conclui-se que o Brasil mostra-se bastante competitivo em relação aos custos operacionais de mina até a fase de concentração e que os baixos custos de produção no país permitem, ainda, uma verticalização a jusante da indústria do cobre. Destaca-se, por fim, que os maciços investimentos recentemente destinados à infraestrutura, à construção civil, à indústria automotiva e à de eletroeletrônicos tornarão viáveis os investimentos para o aumento da oferta do metal.

---

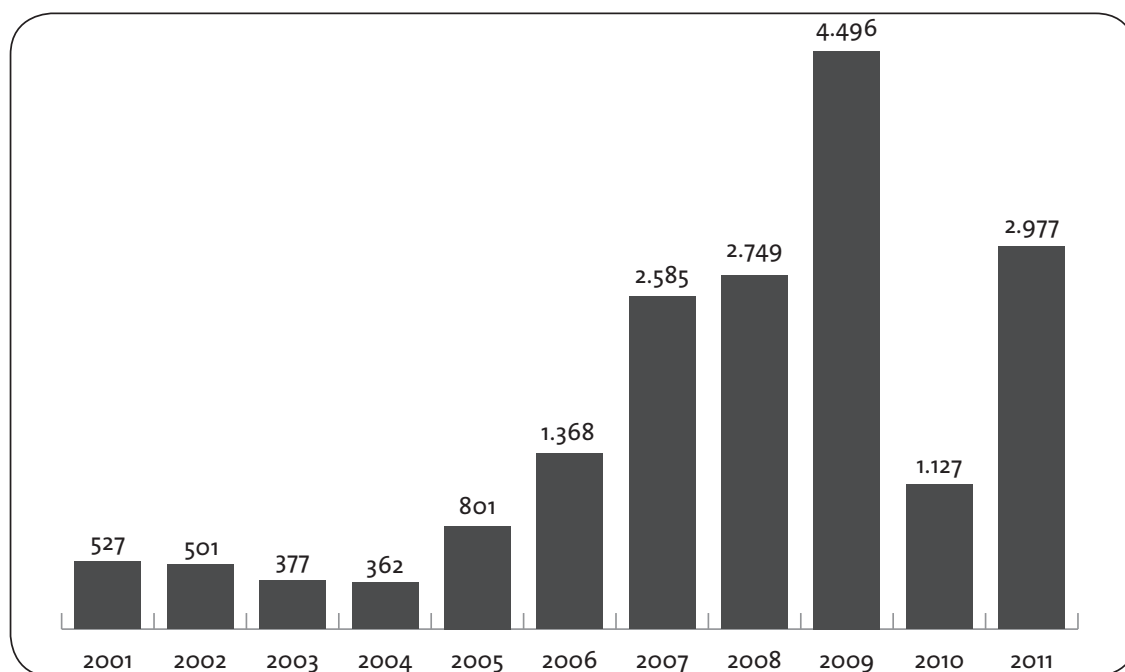
\* Respectivamente, geólogo, economista, gerente setorial e chefe do Departamento de Indústria de Base da Área de Insumos Básicos do BNDES.

## Introdução

Desde sua criação, o BNDES tem apoiado de forma intensiva a indústria de base do país, em particular, as indústrias de extração e transformação mineral. Na segunda metade da década passada, o aporte de recursos do Banco para o setor de mineração<sup>1</sup> elevou-se expressivamente, conforme apresentado no Gráfico 1. A maior parcela dos recursos destinou-se a projetos de minério de ferro. Entre os de metais não ferrosos, citam-se projetos de alumínio, níquel e zinco.

As atividades de mineração são exercidas nas seguintes cadeias: (i) minerais energéticos, entre os quais se citam o petróleo, gás natural, carvão e urânio; (ii) minerais metálicos, dos quais listam-se (a) os metais ferrosos, tendo, como principais exemplares, o ferro, o cromo, o manganês, o nióbio e o tântalo; (b) os não ferrosos ou metais básicos, como o cobre, o zinco, o níquel, o alumínio, o cobalto e o molibdênio; (c) os metais preciosos (ouro, prata e platina); e (iii) minerais não metálicos, que compreendem os materiais para construção civil, os minerais de aplicação industrial (areias, argilas, calcários etc.), as pedras preciosas, as rochas ornamentais, além das águas minerais.

Gráfico 1 | Desembolso anual do BNDES em valores nominais para o setor de mineração (em R\$ milhões)



Fonte: BNDES.

<sup>1</sup> No BNDES, consideram-se projetos de mineração os que incluem a extração mineral, o beneficiamento mineral, a logística cativa e a metalurgia de não ferrosos. Não se consideram, portanto, os recursos destinados à indústria de petróleo e gás, à indústria siderúrgica e à de cimento.

Em 2011, a Produção Mineral Brasileira (PMB) atingiu o patamar de US\$ 50 bilhões, registrando um aumento de 28% em relação a 2010. A partir do ano 2000, o aumento da demanda por minerais impulsionou o valor da PMB. No período de 2001 a 2011, a PMB, partindo de US\$ 7,7 bilhões, apresentou um crescimento médio anual de 20,6%, colocando o Brasil na sexta posição na produção mineral mundial. Com a continuidade do processo de urbanização e o crescimento das economias emergentes, estima-se que a PMB se mantenha crescendo nos próximos anos.

Apesar da crise internacional, a economia brasileira tem aumentado o nível de consumo de matéria-prima mineral. Atualmente, o mercado brasileiro de mineração é dominado por aproximadamente 15 empresas, tanto de capital de origem internacional como nacional. A produção de minério de ferro e das outras principais *commodities* minerais está concentrada em poucas empresas, acompanhando a tendência mundial do setor de mineração, muito intensivo em capital.

Além de ser um dos maiores exportadores mundiais de minério de ferro, o Brasil é também exportador líquido de praticamente todos os metais não ferrosos. Uma importante exceção é o cobre, que é importado nas formas de minério concentrado, catodo, fios e cabos.

Apesar de sua indústria ter recebido poucos investimentos nos anos recentes no Brasil, o cobre destaca-se por sua diversidade de aplicações e pela alta taxa de crescimento da demanda no país e no mundo nos últimos anos. Acredita-se que a tendência para os anos vindouros é de aumento do consumo *per capita* desse metal, em função da construção de hidrelétricas e da expansão de segmentos como o de distribuição de energia elétrica, construção civil, circuitos eletroeletrônicos, motores elétricos, componentes automotivos, entre outros.

Desde o início da década passada, o consumo efetivo de cobre refinado tem apresentado crescimento significativo. A taxa de crescimento do consumo chinês explica grande parte da variação mundial, seguida pelo crescimento observado nos demais países do grupo BRIC (Brasil, Rússia, Índia, China). O consumo do resto do mundo mostra-se ligeiramente decrescente, influenciado em especial pelos países desenvolvidos.

Vale destacar que as importações da China de concentrados de cobre aumentaram rapidamente a partir de 2002, resultantes do crescimento de sua capacidade de fundição. A China tem balança comercial deficitária em

cobre e deverá permanecer nesse mercado como importadora. Porém, com o intuito de melhorar a segurança de suprimento e o acesso às matérias-primas, esse país vem firmando parcerias com os maiores produtores de cobre, sejam eles países ou empresas.

As importações brasileiras de produtos primários de cobre ocupam, em valor, a terceira posição entre os bens minerais, depois do carvão mineral (de uso na siderurgia) e do potássio (de uso em fertilizantes). Em 2010, as importações somaram US\$ 952 milhões e, em 2011, US\$ 1.141 milhões, representando 12,3% e 10,1%, respectivamente, do total das importações de bens minerais primários.

O interesse do BNDES pelo setor não é novo. Nos anos 1980 e 1990, o Banco participou ativamente apoiando projetos de mineração e metalurgia de cobre para o atendimento ao mercado nacional. Em face das perspectivas do mercado de cobre no Brasil e no mundo, o setor volta a ter a atenção de investidores.

Este trabalho se divide em cinco seções, incluindo esta introdução. Na segunda, são apresentadas as principais características do mineral e do processamento necessário para produzir o metal. A terceira seção mostra a evolução do mercado de cobre no Brasil e no mundo nos últimos anos, fechando com uma projeção para os próximos. A quarta seção faz uma análise dos custos de mineração de cobre no mundo, com o objetivo de definir a viabilidade de exploração das reservas nacionais de cobre. Finalmente, a última seção faz uma breve conclusão dos resultados alcançados e como estes podem influenciar a atuação do Banco no fomento ao setor.

## **Definição, mineralogia, tipos de depósitos e métodos de processamento**

O cobre é um metal não ferroso e sua concentração média na crosta terrestre é de cerca de cinquenta partes por milhão (ppm). Por ser um elemento essencial à existência de organismos vivos, o cobre ocorre naturalmente em todos os vegetais e animais. O cobre metálico tem uma cor característica de marrom avermelhado e apresenta um brilho metálico em superfície polida. Como os demais metais básicos, oxida-se na presença do ar. O cobre combina-se com diversos elementos e já foram identificados mais de 150 minerais portadores do metal.

Os minerais de cobre podem ser divididos em diversas classes: minerais sulfetados primários ou hipógenos,<sup>2</sup> óxidos, sulfetos secundários, silicatos, carbonatos, entre outros.

Os principais tipos de depósitos sulfetados são os chamados **depósitos porfiríticos** que atualmente respondem por cerca de 55% da produção do metal. Estão associados a intrusões ígneas<sup>3</sup> félsicas<sup>4</sup> em zonas de subducção<sup>5</sup> de faixas de colisão de placas tectônicas, como na Cordilheira Canadense, na Cordilheira dos Andes e ao redor da margem ocidental da bacia do Pacífico (Filipinas, Indonésia e Papua-Nova Guiné). A mineralização consiste de intrusões de veios de quartzo e brechas contendo sulfetos de cobre associados a ouro e/ou molibdênio. Esse tipo de mineralização pode ocupar vários quilômetros cúbicos e os depósitos podem conter entre dezenas de milhões a bilhões de toneladas de minério. Os teores de cobre geralmente variam de 0,2% a 1%.

Os **depósitos sedimentares** são a segunda mais importante fonte de cobre e respondem por cerca de 20% da produção mundial. Esses depósitos consistem de sulfetos finamente granulados disseminados em vários tipos de sedimentos continentais, que incluem folhelhos negros, arenitos e calcários. As quantidades de minério variam de dezenas a centenas de milhões de toneladas, a um teor médio de cobre de 2,1%. Como exemplos desse tipo de depósitos, podem-se citar o de Lubin, na Polônia, que contém 2,6 bilhões de toneladas de minério a um teor de cobre superior a 2%, e o do Cinturão de Cobre Centro-Africano, que é a maior província mundial com depósitos sedimentares estratiformes de cobre. Esse cinturão abrange uma faixa de 600 km de extensão por 50 km de largura, que se estende pelos territórios da República Democrática do Congo e de Zâmbia.

Podem ainda ser citados, entre outros, os seguintes tipos de depósitos, que representam os restantes 25% da produção mundial de cobre: (i) *red-beds*; (ii) sulfetos maciços vulcanogênicos; (iii) sulfetos magmáticos; (iv) epitermais; e (v) *skarn*.<sup>6</sup>

---

<sup>2</sup> Minerais formados na crosta terrestre pela ascensão de fluidos.

<sup>3</sup> Rochas ígneas resultam da consolidação do magma (resultante da fusão das rochas da crosta terrestre).

<sup>4</sup> Rochas félsicas são as que contêm grande quantidade de minerais claros, como o quartzo e o feldspato.

<sup>5</sup> Movimento da crosta oceânica sob a crosta continental.

<sup>6</sup> *Skarn* é uma rocha metamórfica que se forma pela alteração química provocada por fluidos hidrotermais. Os *skarns* de cobre desenvolvem-se, frequentemente, onde intrusões de granito encaixam-se em sequências carbonáticas de margem continental, sobre as quais provocam alterações intensas e substituições minerais.

No Brasil, as reservas de cobre são constituídas, em sua expressiva maioria, por minerais sulfetados, com ouro e prata associados. Quanto à metalogenia, predominam os seguintes tipos de depósitos apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 | Classificação metalogenética dos depósitos de cobre no Brasil**

A) Vulcanogênicos	Salobo, Pojuca e Igarapé Bahia, na Província Mineral de Carajás, no Pará; Palmeirópolis, Bom Jardim e Chapada, em Goiás
B) Vulcanossedimentares	Sossego, Gameleira, Antas Sul/Rio Verde, Alvo 118, todos situados na Província Mineral de Carajás, no Pará
C) Segregação magmática	Distrito cuprífero-niquelífero de Americano do Brasil, em Goiás; distrito cuprífero do Vale do Curaçá (Caraíba e Baraúna, Surubim e Angico), na Bahia; Serrote da Laje, em Arapiraca, em Alagoas; Fortaleza de Minas, em Minas Gerais; Complexo de Canindé (Poço Redondo e Porto da Folha), em Sergipe
D) Sedimentares	Distrito cuprífero de Camaquã, em Camaquã, no Rio Grande do Sul

Fonte: Projeto ESTAL [J. Mendo Consultoria (2009)].

Os depósitos de cobre da Província Mineral de Carajás podem ser considerados de médio e grande porte e de classe mundial. Cabe ainda destacar que é no estado do Pará que se concentram mais de 85% das reservas e os maiores e os mais importantes depósitos econômicos de cobre do país.

De menor expressão, cabe mencionar os depósitos de cobre associados a sequências calcárias, com minerais de zinco e chumbo associados, e os depósitos com mineralização a ouro com cobre associado, presentes nos estados de São Paulo, Paraná, Pará e Mato Grosso.

### Métodos de processamento

O processamento do cobre ocorre em três fases. Na primeira fase, faz-se a extração e concentração do minério. Em seguida, separam-se as principais impurezas por meio da pirometalurgia ou da hidrometalurgia. Por fim, na terceira fase, faz-se a eletrodeposição, que levará o metal aos teores de pureza adequados às indústrias que o utilizarão como matéria-prima.

O primeiro processamento do material extraído pode ser feito por dois métodos: (i) lixiviação *in situ*; e (ii) britagem, moagem e concentração por

flotação.<sup>7</sup> Na lixiviação *in situ*, que é mais utilizada para a extração de cobre de corpos de minério de baixos teores e relativamente profundos, faz-se passar uma solução fraca de ácido sulfúrico pelo corpo de minério para a dissolução e recuperação do cobre.

No processo de britagem, moagem e concentração por flotação, o minério passa por duas etapas de britagem. Em seguida à britagem, o minério é misturado à água, e a lama resultante dessa mistura passa por uma série de moinhos, até que se consiga o tamanho de grão adequado à etapa seguinte de flotação. O concentrado recolhido na superfície é desidratado, contendo cerca de 30% de cobre.

Uma vez concentrado, o cobre composto pode ser convertido a cobre metálico por meio de duas rotas metalúrgicas: a pirometalúrgica, que inclui a fundição e o refinamento eletrolítico, em geral usada em minérios sulfetados; e a hidrometalúrgica, que inclui a lixiviação, extração por solvente (*SX*) e eletroextração (*EW*), comumente usada em minérios oxidados.

A rota pirometalúrgica é a mais utilizada para processamento do cobre e envolve três fases: a fundição, a conversão e o refinamento. Os processos mais modernos combinam essas fases em um processo contínuo.

Na fase de fundição, o concentrado é fundido a temperatura de 1.000°C a 1.500°C, com a adição de oxigênio, e separa-se o chamado *matte* de cobre (35% a 68% de cobre). A fase de conversão é semelhante à primeira, com um conversor que também adiciona oxigênio ao *matte* para a obtenção do *blister*, que contém de 97% a 99% de cobre.

O *blister* passa por um refinamento a fogo a uma temperatura de 1.100°C, obtendo-se o cobre-anodo (99,5% de cobre). O anodo pode ser usado em algumas ligas ou moldados. Para a maioria das aplicações, entretanto, é necessária a etapa seguinte de refinamento eletrolítico, na qual se obtém o cobre-catodo, que contém de 99,95% a 99,96% de cobre.

Já o processamento hidrometalúrgico envolve a lixiviação química ou biológica do cobre, a partir do minério, por ácido sulfúrico. A solução fraca de cobre obtida é, em seguida, concentrada por técnicas de extração por solvente (*SX*) e o cobre é precipitado por eletroextração (*EW*). A li-

---

<sup>7</sup> Processo seletivo para a separação de minerais que emprega água, compostos químicos e ar comprimido. Depois da moagem, acrescenta-se água ao minério a fim de produzir uma suspensão. Os compostos químicos acrescentados têm o papel de tornar hidrófugos alguns minerais e fazê-los flutuar na superfície da mistura. Em seguida, esses minerais são removidos de uma espuma em superfície.



xiviação produz uma solução com uma concentração entre 30% e 70% de cobre.

Na fase de extração por solvente, a solução ácida produzida pela lixiviação resulta em uma solução rica em cobre que é transferida para a fase final de eletroextração. Nessa fase, a solução é reduzida eletroliticamente de sulfato a cobre metálico na forma de catodos de alta pureza (99,99%).

Essa rota oferece algumas vantagens sobre a rota pirometalúrgica, o que gerou um grande aumento em sua utilização a partir dos anos 1970, e é atualmente a mais utilizada em novos projetos de cobre. Entre essas vantagens podem-se citar: a viabilidade de processar minérios de baixos teores, maior eficiência energética, menor impacto ambiental e menores custos de capital e operacionais.

A produção secundária, derivada da reciclagem de sucata de cobre, responde por cerca de um sexto [Aurubis *apud* CRU's 11<sup>th</sup> World Copper Conference (2012)] do total da produção de cobre no mundo. O cobre e suas ligas podem ser continuamente reciclados sem perda de suas propriedades. A produção a partir da reciclagem consome aproximadamente um sexto da energia requerida para a produção a partir do minério, pois as etapas de oxidação e redução não são necessárias neste caso. Por isso, estima-se que cerca de 80% de todo o cobre minerado até hoje ainda esteja em uso.

É importante que a sucata de cobre seja selecionada para evitar contaminação por impurezas que requeiram um processamento extra para serem removidas. Pode-se dividir a sucata em duas categorias: a nova e a velha. A sucata nova inclui toda a sucata produzida do processamento à manufatura do cobre, antes que ele entre no mercado consumidor. A sucata velha provém do cobre adicionado a bens de consumo final que chegam ao fim de seu ciclo de vida.

Em 2009, a relação entre sucata recuperada e consumo doméstico no Brasil foi de 38,3% e, no mundo, de 27%.

## Produtos de cobre

Os catodos de cobre produzidos por refinamento eletrolítico e eletroextração são remetidos a usinas e fundições, onde se produzem fios-máquina, tarugos, *cakes* ou lingotes. Esses produtos semiacabados de

cobre e de ligas de cobre destinam-se à distribuição ou à elaboração de produtos finais.

Entre os produtos finais podem ser citados: vergalhões, barras retangulares, fitas, chapas, tiras, discos, cabos, fios, tubos, perfis retangulares e tubulares.

## Recursos minerais e o mercado mundial de cobre

Os recursos mundiais de cobre estão estimados em cerca de 1,6 bilhão de toneladas, excluídas as setecentas milhões de toneladas em nódulos submarinos.<sup>8</sup> As reservas mundiais correntes são de 687 milhões de toneladas, um terço das quais se localiza no Chile. A Tabela 1 apresenta as reservas mundiais em 2011 [USGS (2012)]. Embora o Brasil não conste na tabela formulada pelo USGS, as reservas brasileiras foram estimadas pelo DNPM, em 2009, em 9,8 milhões de toneladas [DNPM (2011)], o que colocaria o Brasil com cerca de 2% das reservas mundiais.

**Tabela 1 | Reservas mundiais de cobre metálico em 2011 (em mil toneladas)**

País	Reservas	%
Chile	190.000	27,7
Peru	90.000	13,1
Austrália	86.000	12,5
México	38.000	5,5
Estados Unidos da América (EUA)	35.000	5,1
China	30.000	4,4
Rússia	30.000	4,4
Indonésia	28.000	4,1
Polônia	26.000	3,8
República Democrática do Congo	20.000	2,9
Zâmbia	20.000	2,9
Canadá	7.000	1,0
Cazaquistão	7.000	1,0
Outros	80.000	11,6

Fonte: Mineral Commodity Summaries [USGS (2012)].

<sup>8</sup> A distribuição mundial das principais jazidas de minério de cobre pode ser consultada em mapa interativo disponibilizado pelo Mindat em <<http://www.mindat.org/min-955.html>>.

## Oferta e mercado internacional de cobre no mundo e no Brasil

A alta concentração de reservas em três países (53,3% estão no Chile, Peru e Austrália) reflete-se na produção, com esses países apresentando também grande participação em todos os tipos de produtos de cobre. Embora o cobre seja produzido em cerca de cinquenta países, os sete maiores produtores somam 70% da produção mineral mundial, sendo o Chile responsável por quase um terço. A Tabela 2 mostra os dados da produção mundial de mina por país, entre 1998 e 2011.

Além da grande importância do Chile na oferta mundial de cobre, outros países se destacaram no período analisado. A China respondeu por um acentuado aumento da produção, resultado do grande esforço empreendido pelo país para explorar depósitos de baixo teor para atender a suas necessidades internas do metal. A República Democrática do Congo (RD Congo), país do Cinturão do Cobre na África nos últimos anos vem criando condições para exploração de seus recursos que necessitam de uma complexa infraestrutura logística dada a localização de seus depósitos. O Peru também vem incentivando o setor para tirar proveito de suas elevadas reservas. O Brasil, embora tenha uma produção relativamente pequena, apresentou o segundo maior crescimento de extração mineral de cobre no período, atrás apenas da RD Congo.

No entanto, o aumento da produção de cobre no mundo vem sendo inferior ao que era esperado no início da década passada. Um dos maiores problemas por que passa a indústria é a diminuição do teor das minas em operação, que vem se dando em ritmo acelerado, como mostra o Gráfico 2. O teor médio de cobre em relação ao total de material extraído dos depósitos (*run-of-mine*) caiu na última década em cerca de 0,15 p.p. e os novos projetos desenvolvidos no período ou apresentam baixos teores ou sequer conseguiram entrar em operação por problemas de licenciamento ou execução de obras.

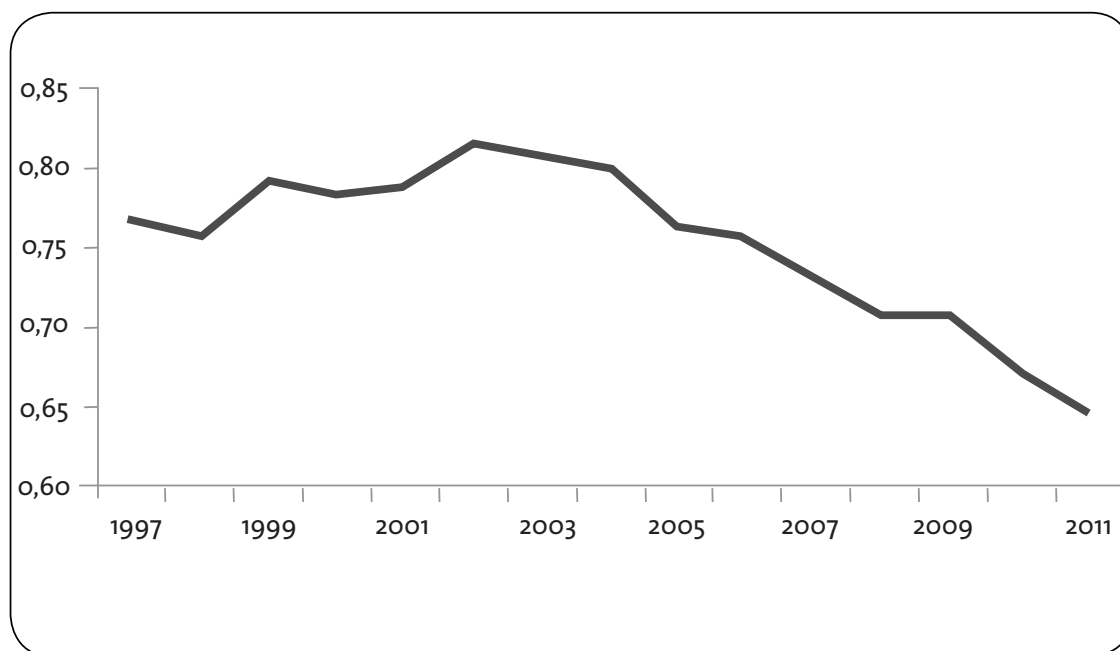
A partir de 1990, a produção do cobre em mina descasou-se geograficamente da produção em *smelters*, até então altamente associadas. A separação dos processos pode ser explicada pelo crescente uso das técnicas de extração hidrometalúrgica, que complementam a produção pela rota pirometalúrgica. Isso deu grande impulso ao comércio mundial de produtos intermediários de cobre, com países importando concentrado, *matte* ou *blister* para processar em seus *smelters*. Conforme mostra a Tabela 3, isso faz com que atualmente a China chegue a superar o Chile na produção de cobre refinado, aparecendo ainda entre os principais produtores mundiais países que não têm nenhuma mina de cobre, como Japão, Alemanha e Coreia do Sul.

**Tabela 2 | Produção de mina por país (em mil toneladas de cobre contido)**

País	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	CAGR* 1998-2011 (%)
Chile	3.748	4.450	4.661	4.795	4.574	4.930	5.452	5.355	5.384	5.610	5.304	5.383	5.422	5.165	2,5
China	398	427	518	522	502	656	769	790	821	917	1.037	1.063	1.237	1.386	10,1
Peru	491	538	554	732	848	836	1.032	1.007	1.045	1.174	1.257	1.241	1.226	1.171	6,9
EUA	1.890	1.648	1.454	1.359	1.118	1.101	1.148	1.121	1.215	1.179	1.333	1.211	1.137	1.121	(3,9)
Austrália	636	770	861	871	897	848	866	918	880	890	900	880	881	970	3,3
Zâmbia	353	331	269	324	343	333	386	412	471	549	576	666	689	700	5,4
Rússia	397	523	511	565	621	621	632	645	652	655	649	646	656	652	3,9
Canadá	690	604	619	635	589	548	577	590	590	582	580	482	478	587	(1,2)
Indonésia	809	787	1.006	1.047	1.163	1.003	842	1.064	817	789	651	996	872	552	(2,9)
RD Congo	45	38	42	46	40	58	78	98	144	159	243	309	380	481	20,0
Polônia	436	463	454	474	503	503	529	511	497	452	429	439	426	422	(0,3)
Cazaquistão	379	423	428	433	461	484	461	399	449	433	467	453	427	401	0,4
México	357	337	336	334	290	316	346	368	290	308	248	231	235	394	0,8
Irã	129	125	136	133	133	133	160	184	216	244	248	263	257	259	5,5
<b>Brasil</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>98</b>	<b>131</b>	<b>143</b>	<b>200</b>	<b>217</b>	<b>210</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	<b>14,9</b>
Outros	1.418	1.399	1.334	1.358	1.314	1.306	1.273	1.360	1.361	1.370	1.368	1.427	1.492	1.493	0,4
<b>Total mundo</b>	<b>12.209</b>	<b>12.894</b>	<b>13.216</b>	<b>13.659</b>	<b>13.427</b>	<b>13.704</b>	<b>14.650</b>	<b>14.953</b>	<b>14.976</b>	<b>15.511</b>	<b>15.507</b>	<b>15.900</b>	<b>16.031</b>	<b>15.961</b>	<b>2,1</b>

Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

\* Sigla, em inglês, do termo *compound annual growth rate*, ou taxa média anual de crescimento.

Gráfico 2 | Média dos teores de cobre das minas em operação (% de cobre/*run-of-mine*)

Fonte: Davidson *apud* CRU's 11<sup>th</sup> World Copper Conference (2012).

Além do esforço empreendido pela China para o aumento de sua produção de refinados, que apresentou alta de 323% no período, se destacam os aumentos expressivos alcançados pela Índia, de 562%, e pela RD Congo, de 918%. O crescimento percentualmente relevante da Indonésia é atenuado pela base muito baixa de que partiu sua produção de refinado em 1998. Finalmente, cabe destacar que a produção brasileira ficou próxima à média mundial, mostrando que, no período considerado, o esforço empreendido na capacidade de refino não acompanhou aquele ocorrido na mineração de cobre.

O descasamento entre a produção mineral e a capacidade de processamento metalúrgico traduz-se no elevado comércio internacional de produtos intermediários de cobre, que são mostrados da Tabela 4 à Tabela 6. A China é o maior importador de todos os tipos de produtos de cobre, enquanto o Chile destaca-se como o grande exportador mundial.

As tabelas mostram também a grande participação dos países europeus e asiáticos, que não possuem reservas minerais, como grandes importadores de concentrados e, por vezes, exportadores de intermediários. Mostram também a participação dos grandes produtores de minério como exportadores de concentrados e produtos do fim da cadeia (anodo e refinado). Finalmente, vale destacar que o Brasil não consta como grande participante em nenhum dos produtos de cobre comercializados,

**Tabela 3 | Produção de cobre refinado por país (em mil toneladas)**

País	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	CAGR 1998-2011 (%)
China	1.203	1.216	1.391	1.557	1.701	1.856	2.215	2.669	3.038	3.515	3.752	4.015	4.570	5.087	11,7
Chile	2.301	2.625	2.628	2.840	2.825	2.900	2.834	2.845	2.841	2.977	3.038	3.253	3.228	2.994	2,0
Japão	1.291	1.350	1.436	1.431	1.412	1.407	1.373	1.420	1.515	1.556	1.537	1.473	1.554	1.339	0,3
EUA	2.370	2.025	1.685	1.728	1.509	1.282	1.301	1.207	1.221	1.263	1.280	1.142	1.055	1.038	(6,2)
Rússia	619	739	841	878	855	835	914	934	949	951	887	869	907	912	3,0
Alemanha	683	679	693	694	696	597	651	638	662	665	694	660	657	679	0,0
Índia	102	217	259	306	389	389	408	496	626	710	666	726	665	675	15,6
Polônia	447	470	486	498	509	531	550	560	557	533	527	503	547	556	1,7
Coreia do Sul	372	451	470	477	499	490	493	503	576	555	533	539	555	547	3,0
Zâmbia	333	284	260	301	338	344	404	420	481	512	467	473	460	544	3,8
Austrália	282	414	486	579	544	482	519	441	427	442	509	459	436	506	4,6
Bélgica	299	314	344	342	350	373	389	390	392	396	395	375	399	393	2,1
RD Congo	37	28	28	28	22	7	10	13	16	58	69	174	265	375	19,5
Peru	416	439	458	474	504	517	506	511	509	411	464	443	418	373	(0,8)
México	440	416	385	403	354	315	362	398	365	352	281	230	201	361	(1,5)
Cazaquistão	359	400	436	470	455	434	447	411	423	397	394	320	325	356	(0,1)
Espanha	291	286	298	273	285	282	226	247	235	244	257	262	282	303	0,3
Canadá	562	548	551	567	503	459	528	541	501	454	439	335	317	274	(5,4)
Indonésia	5	102	164	214	192	223	210	263	218	257	253	287	279	246	35,0
<b>Brasil</b>	<b>167</b>	<b>193</b>	<b>185</b>	<b>214</b>	<b>212</b>	<b>200</b>	<b>208</b>	<b>199</b>	<b>220</b>	<b>218</b>	<b>230</b>	<b>196</b>	<b>217</b>	<b>229</b>	<b>2,5</b>
Outros	1.291	1.159	1.121	1.224	1.234	1.202	1.293	1.418	1.463	1.387	1.443	1.408	1.443	1.550	1,4
<b>Total mundo</b>	<b>13.870</b>	<b>14.445</b>	<b>14.605</b>	<b>15.498</b>	<b>15.386</b>	<b>15.124</b>	<b>15.843</b>	<b>16.526</b>	<b>17.233</b>	<b>17.853</b>	<b>18.116</b>	<b>18.141</b>	<b>18.778</b>	<b>19.337</b>	<b>2,6</b>

Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

tendo uma participação relativamente pequena no comércio internacional desses produtos. Em 2010, o Brasil importou 468 toneladas (91% do Chile) e exportou 631 toneladas do produto de concentrado; importou 1.432 toneladas de anodo, quase tudo da RD Congo; e importou 251.975 toneladas de catodo, quase tudo do Chile e do Peru, exportando 45.440 toneladas do produto, tendo a China (61%) e a Itália (35%) como seus principais mercados, segundo dados obtidos, em 2012, no *site* International Trade Center ([www.intracen.org/](http://www.intracen.org/)).

A mineração brasileira de cobre é realizada predominantemente nos estados do Pará e Goiás, que juntos respondem por cerca de 85% da produção de concentrado de cobre do país. A Bahia, outrora o maior estado produtor, responde agora por apenas cerca de 12%.

**Tabela 4 | Comércio internacional de minério de cobre e concentrados em 2010 (em mil toneladas de cobre contido)**

	Exportação						Part. (%)	
	Chile	Peru	Indonésia	Austrália	Outros	Total		
Importação	China	1.718	833	128	564	3.223	6.466	31
	Japão	2.100	689	1.120	296	1.150	5.355	26
	Índia	739	75	354	621	837	2.626	13
	Coreia do Sul	402	222	441	264	400	1.729	8
	Espanha	187	215	395	-	432	1.229	6
	Alemanha	176	347	88	22	495	1.128	5
	Outros	906	684	116	111	449	2.266	11
	<b>Total</b>	<b>6.228</b>	<b>3.065</b>	<b>2.642</b>	<b>1.878</b>	<b>6.986</b>	<b>20.799</b>	<b>100</b>
	Part. (%)	30	15	13	9	33	100	-

Fonte: International Trade Centre ([www.trademap.org](http://www.trademap.org/)).

**Tabela 5 | Comércio internacional de anodo de cobre em 2010 (em toneladas)**

	Exportação							Total	Part. (%)	
	Chile	RD Congo	Bélgica	Rep. Dominicana	Finlândia	Espanha	Outros			
Importação	China	34.320	62.367	5.801	40.434	21.023	0	235.115	399.060	53
	Bélgica	128.872	0	0	0	0	33.805	27.124	189.801	25
	Austrália	58.235	0	0	0	0	2	104	58.341	8
	Canadá	43.900	0	0	0	0	0	2.994	46.894	6
	México	34.965	0	0	0	4	0	4.211	39.180	5

*Continua*

Continuação

		Exportação								Total	Part. (%)
		Chile	RD Congo	Bélgica	Rep. Dominicana	Finlândia	Espanha	Outros			
Importação	Coreia do Sul	21.943	0	0	0	0	0	16.778	38.721	5	
	Outros	3.001	721	36.753	0	14.105	166	153.503	208.249	28	
	Total	325.236	63.088	42.554	40.434	35.132	33.973	208.249	748.666	-	
	Part. (%)	43	8	6	5	5	5	28	-	-	

Fonte: International Trade Centre (www.trademap.org).

Tabela 6 | Comércio internacional de cobre refinado e ligas de cobre em 2010 (em toneladas)

		Exportação							Total	Part. (%)
		Chile	Zâmbia	Japão	Rússia	Peru	Austrália	Outros		
Importação	China	1.345.933	196.979	258.436	1.530	77.448	130.112	1.180.383	3.190.821	34
	Alemanha	1.925	-	90	88.324	16	78	681.646	772.079	8
	Itália	248.994	-	649	79	69.249	-	391.817	710.788	8
	EUA	292.137	-	5.139	23	84.928	-	292.357	674.584	7
	Rep. da China	231.369	-	121.884	-	26.341	50.951	205.110	635.655	7
	Coreia do Sul	268.050	1.755	36.135	-	100	12.749	117.494	436.283	5
	Outros	788.485	482.297	130.666	366.757	85.533	127.731	892.180	2.873.649	31
	<b>Total</b>	<b>3.176.893</b>	<b>681.031</b>	<b>552.999</b>	<b>456.713</b>	<b>343.615</b>	<b>321.621</b>	<b>3.760.987</b>	<b>9.293.859</b>	<b>100</b>
	Part. (%)	34	7	6	5	4	3	41	100	-

Fonte: International Trade Centre (www.trademap.org).

Novos projetos minerais poderão levar a uma reversão na balança comercial na cadeia do cobre, que apresentou saldo negativo de US\$ 1,6 bilhão em 2011, podendo o Brasil passar a ser exportador líquido, com possibilidade de ir a jusante na agregação de valor. Cabe ressaltar a boa competitividade dos novos projetos de mineração de cobre no Brasil, a qual poderá colocar o país em uma situação favorável em relação a esse metal. A Tabela 7 mostra a balança comercial de produtos de cobre em 2010 e 2011.



A maior parte do comércio internacional de cobre ocorre em três grandes bolsas de metais:

- London Metal Exchange (LME), na qual o cobre é negociado em dólar por lote de 25 toneladas;
- New York Commodities Exchange (COMEX), na qual as negociações se baseiam em centavos de dólar por lote de 25 mil libras; e
- Shanghai Futures Exchange (SHFE), na qual o cobre é negociado em renminbi por lote de cinco toneladas.

Tabela 7 | Balança comercial brasileira de produtos de cobre em 2010 e 2011 (em US\$ milhões)

Produto	Importações		Exportações		Saldo	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Condutores elétricos	554,1	677,7	256,6	281,8	(297,5)	(395,9)
Semimanufaturados	246,4	318,6	122,8	183,1	(123,6)	(135,5)
Cobre refinado	1.888,0	2.048,1	330,3	513,5	(1.557,7)	(1.534,6)
Concentrado	1.040,3	1.122,6	1.148,5	1.567,4	108,2	444,8
<b>Total</b>	<b>3.728,8</b>	<b>4.167,0</b>	<b>1.858,2</b>	<b>2.545,8</b>	<b>(1.870,6)</b>	<b>(1.621,2)</b>

Fonte: Anuário Estatístico [ABC e Sindicel (2012)].

Estoques metálicos são mantidos em armazéns em todo o mundo. Os níveis das pilhas de estoque respondem pelas características de oferta e demanda do mercado físico. Os *traders* de cobre utilizam o mercado futuro e o de opções para gerenciar o risco de preço futuro e os contratos também podem ser usados como veículos de investimento.

Finalmente, deve-se ressaltar a mudança que vem ocorrendo na produção de cobre nos últimos anos no mundo, mostrada na Tabela 8. No período de 1998 a 2011, o incremento da produção de catodos proveniente de *EW* e a utilização de sucata para produção do anodo cresceram significativamente acima das outras rotas, tradicionalmente mais utilizadas, chegando a 65% e 80%, respectivamente. Conforme citado, essa mudança se deve às vantagens da rota *SX/EW* em novos projetos, principalmente em um período em que a disponibilidade de minas de alto teor diminuiu aceleradamente, e à melhor organização das empresas do setor o recolhimento e aproveitamento da sucata, que permite uma significativa redução no custo da energia em relação ao da produção a partir do minério.

**Tabela 8 | *Quantum* da produção de cobre por tipo de tecnologia (em mil toneladas)**

Tecnologia de produção	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	CAGR 1998-2011 (%)
Concentrados e outras matérias-primas para fundição	10.042	10.437	10.728	10.902	10.601	10.849	11.800	12.062	11.932	12.271	12.182	12.412	12.527	12.151	1,5
Produção de <i>blister</i>	10.684	10.916	11.220	11.771	11.434	11.444	11.837	12.397	12.789	12.994	13.092	13.248	13.303	13.299	1,7
Sucata para fundição de anodos	1.072	1.027	986	968	925	844	1.119	1.221	1.354	1.622	1.538	1.476	1.867	1.926	4,6
Produção de catodo	11.715	11.926	12.157	12.797	12.592	12.288	12.989	13.644	14.181	14.580	14.738	14.609	15.239	15.246	2,0
Produção de catodo por eletrorefino ( <i>EW</i> )	2.154	2.429	2.445	2.700	2.794	2.835	2.854	2.881	3.053	3.273	3.378	3.532	3.539	3.559	3,9
Produção total de cobre refinado	13.869	14.356	14.602	15.498	15.386	15.124	15.843	16.526	17.233	17.853	18.116	18.141	18.778	18.805	2,4

Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

O reflexo da mudança tecnológica e do aumento do comércio internacional de produtos de cobre se apresenta na distribuição das maiores empresas produtoras do mundo, conforme apresentado nas tabelas 9 e 10. Alguns dos maiores produtores de cobre refinado não constam entre os grandes produtores de minério de cobre, destacando-se principalmente a empresa chinesa Jiangxi Copper; as japonesas, como a Nippon Mining e a Sumitomo; e a europeia Aurubis, cuja maior parte da produção provém da reciclagem.

**Tabela 9 | Produção de mina por empresa (em mil toneladas de cobre contido)**

<b>Empresa</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Codelco	1.548	1.781	1.757
Freeport-McMoRan	1.549	1.542	1.436
BHP Billiton	1.360	1.169	1.135
Xstrata	915	883	907
Rio Tinto	689	818	701
Anglo	664	686	645
Grupo Mexico	384	496	589
Glencore	-	493	509

Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

**Tabela 10 | Produção de refinado por empresa (em mil toneladas de cobre contido)**

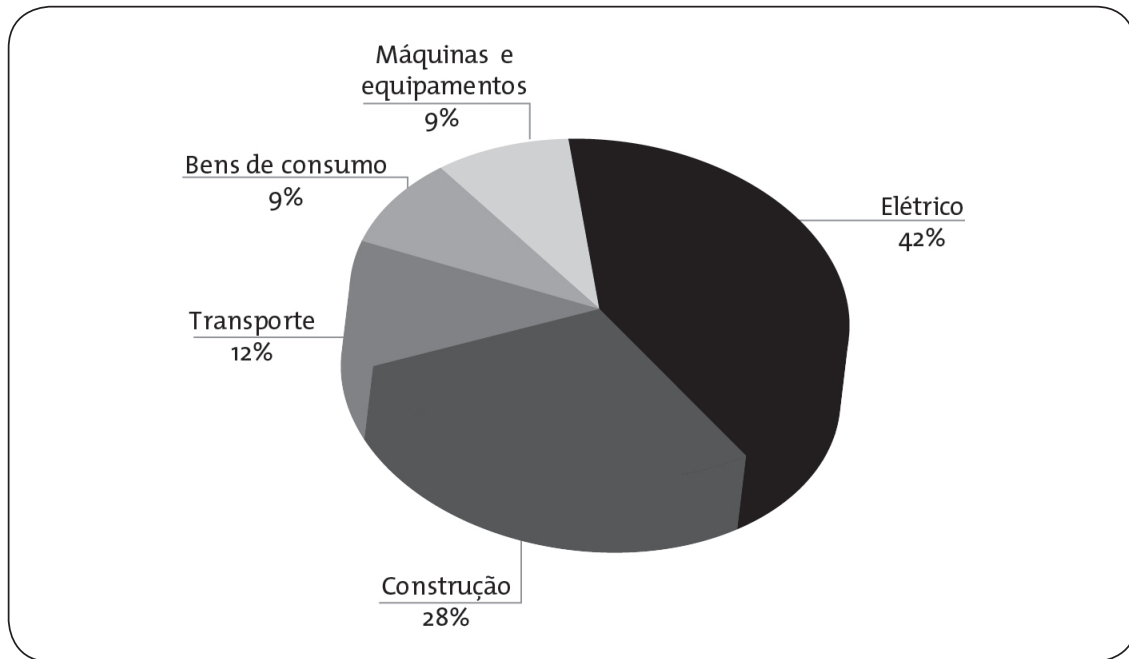
<b>Empresa</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Codelco	1.671	1.912	1.864
Aurubis	989	1.092	1.132
Freeport-McMoRan	1.152	1.028	1.012
Jiangxi Copper	702	803	901
Xstrata	844	761	753
Nippon Mining	689	677	613
Glencore	-	580	591
BHP Billiton	618	607	578
Sumitomo	-	529	550

Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

## **A demanda por cobre no mundo e no Brasil**

Por ser um ótimo condutor, o cobre tem como principal aplicação a transmissão de energia. Assim, além de muito usado nos setores elétrico e da construção civil, responsáveis por 60% do consumo mundial de cobre, o metal tem diversas aplicações em componentes de bens de consumo, de máquinas e equipamentos e de meios de transporte. O Gráfico 3 mostra a distribuição percentual do consumo do cobre por setor no mundo.

Gráfico 3 | Consumo de cobre no mundo por setor



Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2011)].

Como em todos os mercados de metálicos, a demanda por cobre foi impulsionada na última década pela demanda chinesa, que cresceu a uma média de 12,6% ao ano, conforme se vê na Tabela 11. Apesar de outros países como Índia e Rússia também terem aumentado o consumo de cobre a taxas elevadas, de 116% e 120%, respectivamente, pode-se dizer que a demanda chinesa foi responsável por grande parte do crescimento do consumo mundial. No período, o consumo chinês cresceu 227%, enquanto a taxa de crescimento mundial foi de 33%.

Tabela 11 | Consumo de cobre refinado no mundo (em mil toneladas)

País	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	CAGR 2001-2011 (%)
China	2.335	2.654	3.083	3.546	3.735	3.606	4.775	5.050	6.373	7.200	7.628	12,6
EUA	2.296	2.420	2.250	2.400	2.196	2.069	2.119	1.895	1.465	1.584	1.584	(3,6)
Alemanha	1.206	1.101	1.039	1.098	1.109	1.268	1.375	1.322	1.053	1.194	1.239	0,3
Japão	1.158	1.169	1.188	1.272	1.254	1.265	1.231	1.182	909	1.066	1.028	(1,2)

*Continua*

## Continuação

País	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	CAGR 2001-2011 (%)
Coreia do Sul	831	929	883	927	771	827	802	820	881	906	861	0,4
Rússia	297	350	440	583	634	690	673	698	392	456	652	8,2
Índia	273	310	306	330	389	406	508	512	554	568	591	8,0
Itália	674	673	658	727	704	839	768	650	514	573	542	(2,2)
República da China	540	656	619	689	638	643	608	583	496	533	501	(0,7)
<b>Brasil</b>	<b>337</b>	<b>239</b>	<b>301</b>	<b>332</b>	<b>335</b>	<b>339</b>	<b>330</b>	<b>375</b>	<b>316</b>	<b>435</b>	<b>462</b>	<b>3,2</b>
Outros	4.535	4.537	4.621	4.878	4.862	4.983	4.782	4.709	3.964	4.036	4.106	(1,0)
Mundo	14.482	15.038	15.388	16.782	16.627	16.935	17.971	17.796	16.917	18.551	19.194	12,6

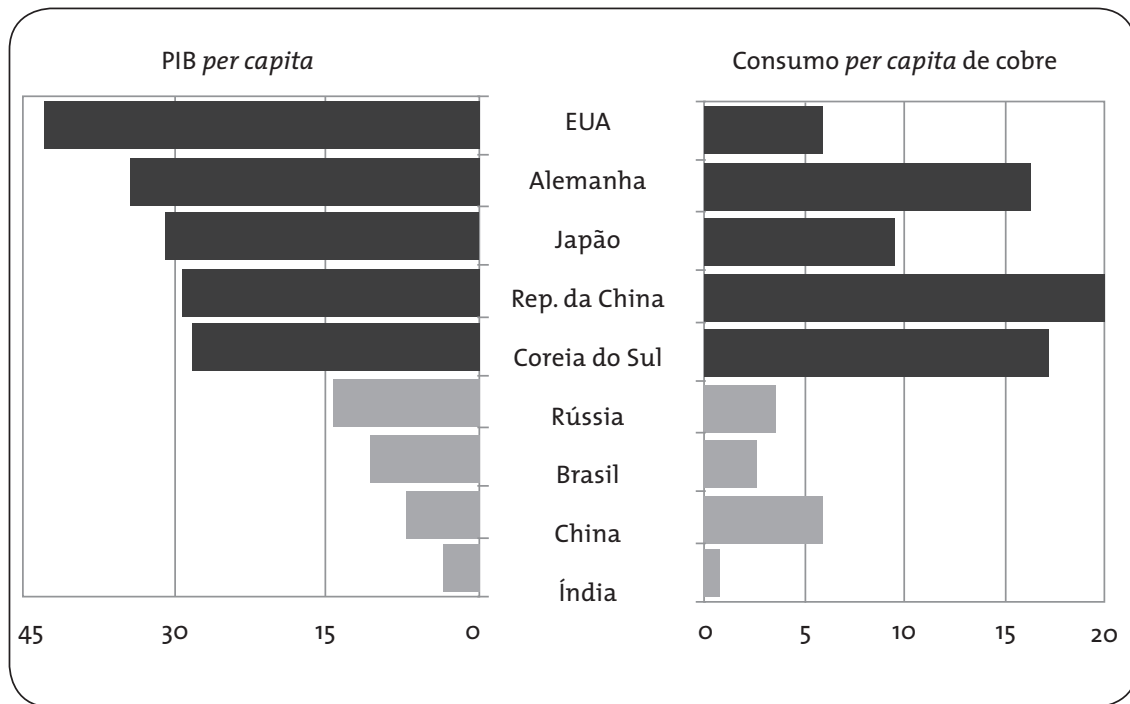
Fontes: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)] e World Bureau of Metal Statistics ([www.world-bureau.com](http://www.world-bureau.com)).

No Brasil, o crescimento da demanda no período ficou um pouco acima da média mundial, chegando a 37% no total, ou 3,2% ao ano. É importante observar que esse crescimento não foi linear ao longo do período. O consumo permaneceu praticamente estável entre 2001 e 2007, oscilando em torno de 330 mil toneladas/ano. Apenas a partir de 2008, iniciou-se um aumento consistente da demanda – interrompido apenas no ano de 2009 –, a uma taxa média anual de 8,7%, puxado pelo crescimento da economia, pelo aumento da atividade de construção civil e pelas obras de infraestrutura.

Em termos de consumo *per capita*, o Brasil ainda apresenta níveis bastante baixos, mesmo quando comparado aos outros países em desenvolvimento, conforme mostra o Gráfico 4. Entre os quatro países do grupo BRIC, o Brasil só supera a Índia em termos de consumo *per capita*, o que pode ser explicado pelo fato de esta ainda ter níveis de investimento em infraestrutura e construção civil muito baixos. Já a China é o único que apresenta níveis de consumo *per capita* próximos aos dos países desenvolvidos, sustentados não apenas pelos elevados investimentos em urbanização e infraestrutura dos últimos anos, mas também pelo desenvolvimento de uma indústria diversificada, como a de eletrônicos e a automotiva, que utilizam cobre entre

seus componentes. A elevada demanda dessas indústrias explica o fato de República da China e Coreia do Sul apresentarem um consumo *per capita* superior ao de países mais desenvolvidos.

Gráfico 4 | PIB *per capita* (em US\$ mil, PPA 2005) e consumo *per capita* de cobre (em kg) em 2011



Fonte: Hernandez *apud* CRU's 11<sup>th</sup> World Copper Conference (2012).

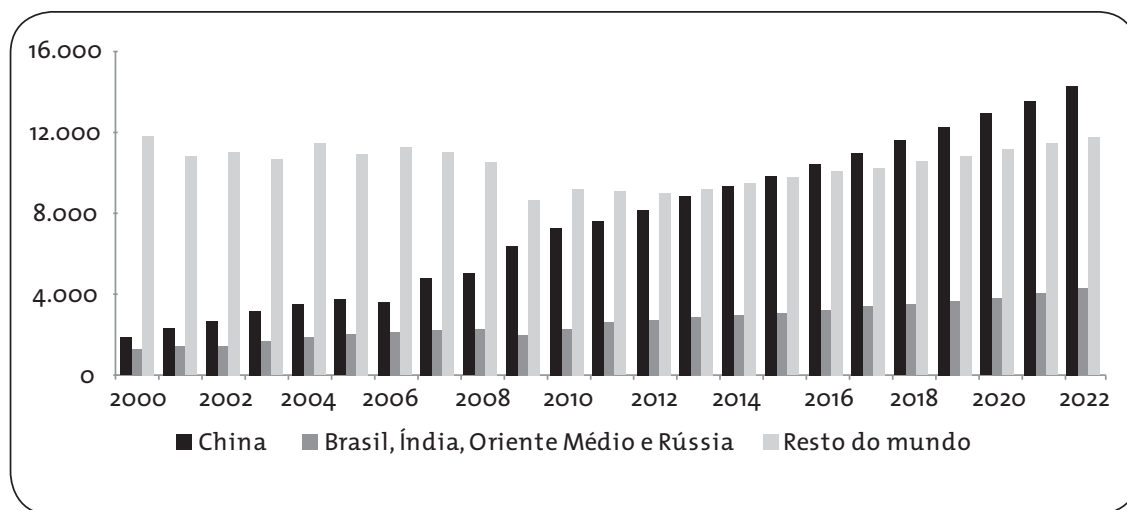
## Perspectivas do mercado

Conforme visto anteriormente, o aumento da demanda por cobre no mundo na última década foi determinado, majoritariamente, pelo ritmo de crescimento chinês. A menos que ocorra um rápido aumento da urbanização indiana ou a recuperação das economias dos países desenvolvidos venha a ocorrer, o desempenho da economia chinesa continuará a ser um fator determinante para a demanda por cobre. O Gráfico 5, baseado em projeções da CRU apresentadas em seminário realizado em abril de 2012, ilustra estes fatos.

A possibilidade de a produção atender à demanda esperada dependerá do ritmo de desenvolvimento dos novos projetos, que vem sendo bastante lento. Caso essa realidade persista, a perspectiva de diminuição do número de minas

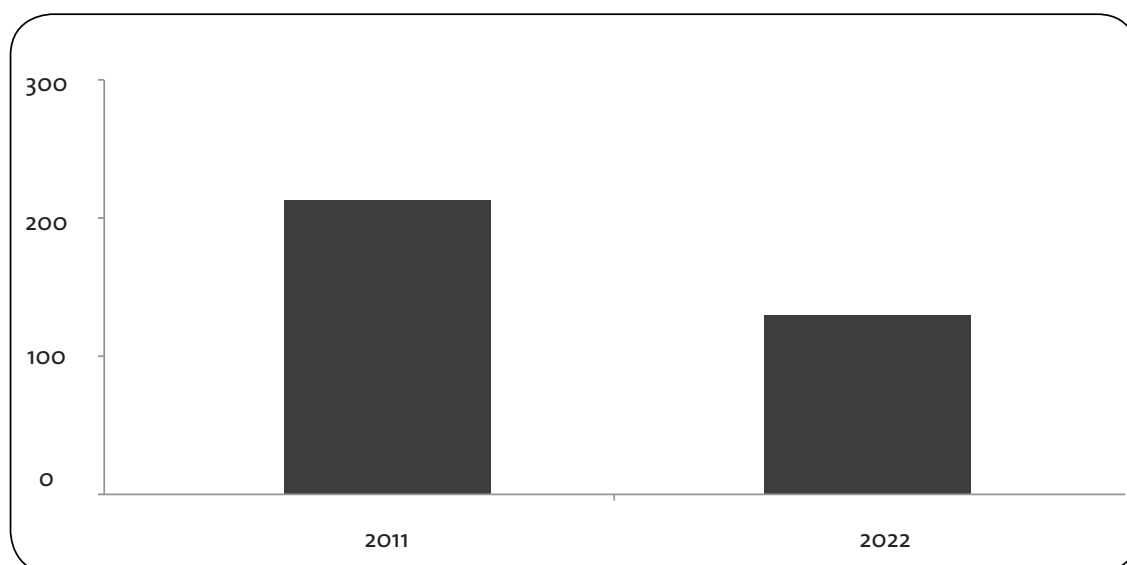
em atividade, apresentada no Gráfico 6, e da contínua diminuição do teor das minas em operação, conforme já mencionado, pode levar a indústria a problemas de escassez e elevação dos preços acima dos de outros metais básicos no longo prazo. O Gráfico 7 ilustra essa questão. Conforme a demanda projetada do crescimento do consumo, será necessário que um número significativo dos projetos possíveis (a partir de 2016) e em perspectiva (a partir de 2020) entre em operação para que o mercado possa atender à demanda esperada.

**Gráfico 5 | Consumo efetivo e esperado de cobre refinado por região (em mil toneladas)**



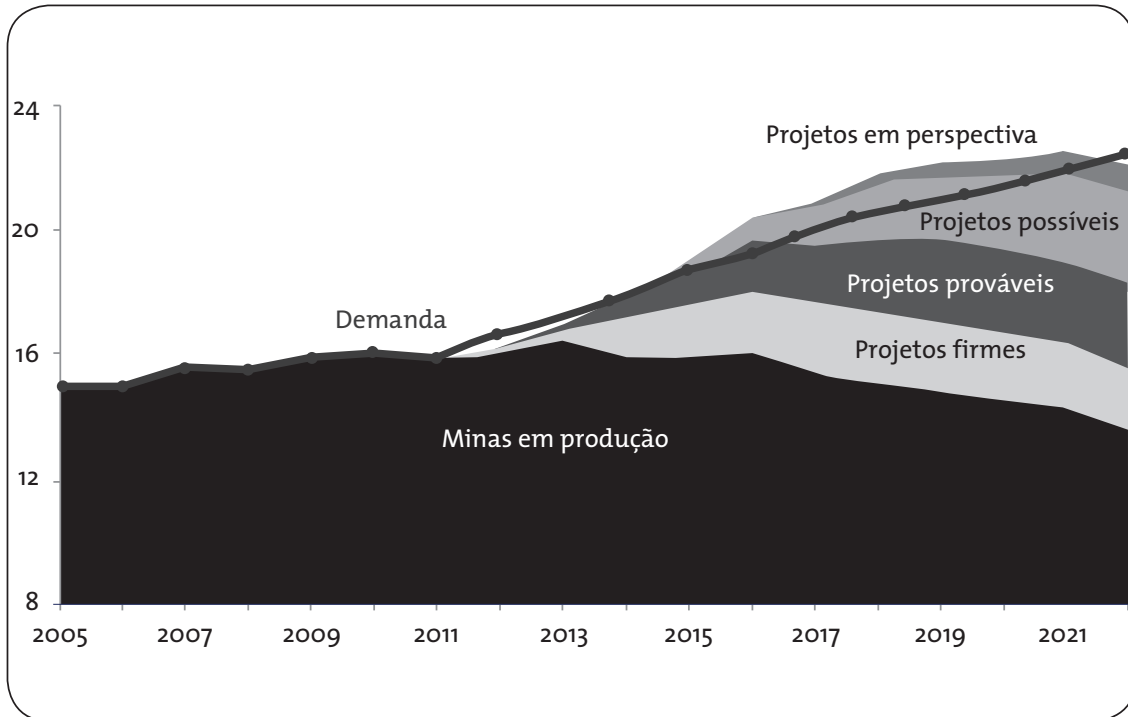
Fonte: Davidson *apud* CRU's 11<sup>th</sup> World Copper Conference (2012).

**Gráfico 6 | Número de minas que deverão permanecer em atividade até 2022**



Fonte: Davidson *apud* CRU's 11<sup>th</sup> World Copper Conference (2012).

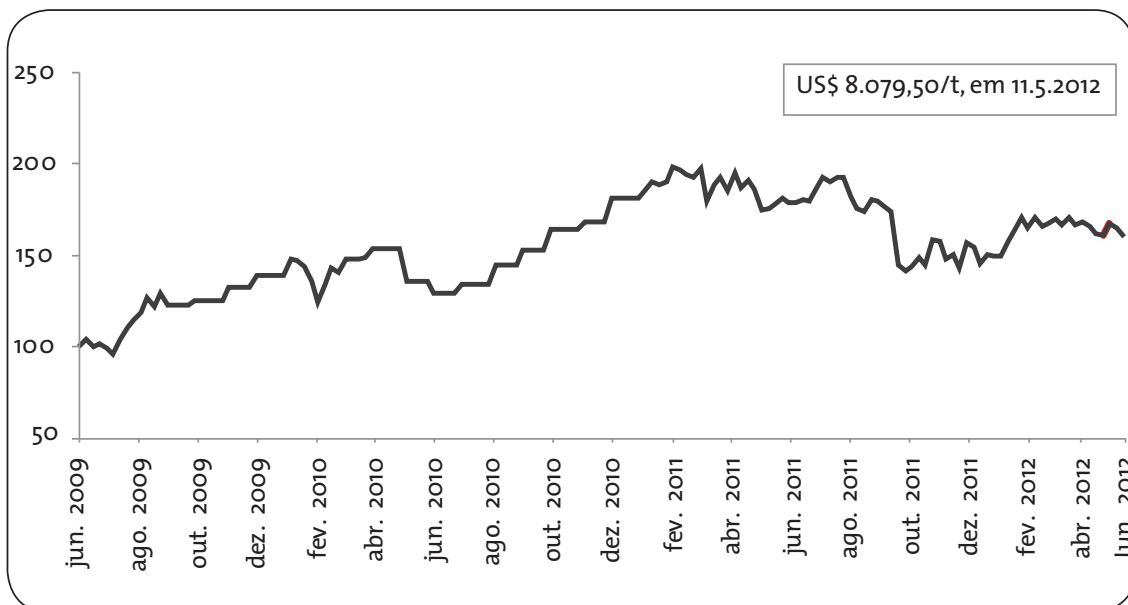
Gráfico 7 | Produção mineral e demanda efetiva e esperada (em milhões de toneladas de cobre contido)



Fonte: Davidson *apud* CRU's 11<sup>th</sup> World Copper Conference (2012).

O Gráfico 8 apresenta o comportamento dos últimos três anos do preço do cobre metálico negociado na LME, tendo como preço-base o do dia 5.6.2009, de US\$ 5.050,00/t.

Gráfico 8 | Preço do cobre metálico na LME (em US\$/t)



Fonte: LME (2012).



Apesar de, no curto prazo, se verificarem oscilações no preço do metal em torno de uma ligeira tendência de queda em relação a 2011, espera-se que, com a redução no número de minas em atividade, a redução dos teores médios dos minérios e, ainda, o descompasso no ritmo de desenvolvimento de novos projetos em relação à demanda, possa haver pressão de alta no preço do cobre a partir de 2015. Além disso, verifica-se, no ano corrente, uma acentuada queda nos estoques na LME, de vinte mil toneladas ao mês, o que reforça uma provável tendência de alta nos preços.

### **Competitividade e custos na indústria de cobre**

Na análise de custos a seguir, a ser utilizada como parâmetro para a medida da competitividade da indústria de cobre, serão usadas as seguintes definições:

- custos operacionais: incluem *royalties*, com base na produção em volume, custos de mão de obra, energia, combustíveis, consumíveis (explosivos, pneus, nitrato de alumínio e ácido sulfúrico) e custos de manutenção;
- custos totais de mina: incluem, além dos operacionais descritos, os custos de manutenção da capacidade produtiva (*sustaining*) e custos de captação de giro;
- custos de realização: consistem na soma dos custos de tratamento e refino do cobre, custos de frete, *marketing* e custos de financiamento; e
- custos globais: consistem na soma dos custos de realização com os custos totais de mina.

Resta, ainda, acrescentar, que, conforme já mencionado, a maior parte da produção mineral de produção de cobre provém de rochas sulfetadas, que são ricas em elementos associados, como ouro, prata, molibdênio e cobalto. A venda desses subprodutos entra como crédito, dando, como resultado líquido, menores custos globais de produção do cobre refinado. Neste estudo, será usada a nomenclatura “custos médios operacionais líquidos”, quando considerados os créditos de vendas dos elementos secundários.

A análise dos custos cobre 129 minas e nove projetos que responderam por 86% da produção mundial em 2009 e equivalerão a 92% da produção

projetada para 2016. Dessas unidades, 83 são produtores de concentrado de cobre, vinte produzem catodo de cobre via lixiviação *in situ* e *SX/EW* e 26 produzem tanto concentrado como catodo.

No Brasil, a maior parte das unidades de produção faz concentrado de cobre. Apenas a Caraíba Metais opera na produção de catodo.

Os custos operacionais médios mundiais de mineração e os custos totais de mina de cobre, em 2011, foram estimados em cerca de US\$ 2.835/t e US\$ 3.296/t, respectivamente. Esses números representam aumentos de 21,0% e 17,8%, respectivamente, em relação aos custos de 2010.

Esses custos, embora tenham sido muito afetados pelos aumentos de mão de obra, de energia e de consumíveis, também apresentaram aumentos significativos relacionados à *performance* das minas, que estão ligados à qualidade e concentração do minério, à dificuldade de mineração e à logística associada.

As minas chinesas e as que operam com base na tecnologia *SX/EW* em mineralizações de baixo teor encontram-se entre as de maiores custos em uma curva de custos médios, para o ano de 2011. O nono decil de custos chegou a cerca de US\$ 4.132/t, em 2011. A média de custos totais de mina na China situa-se próximo ao nono decil, apresentando baixa competitividade relativa. A alta de custos na China pode ser explicada muito fortemente pelo aumento dos custos da mão de obra, em virtude de grande parte das minas chinesas serem pequenas e muitas delas subterrâneas.

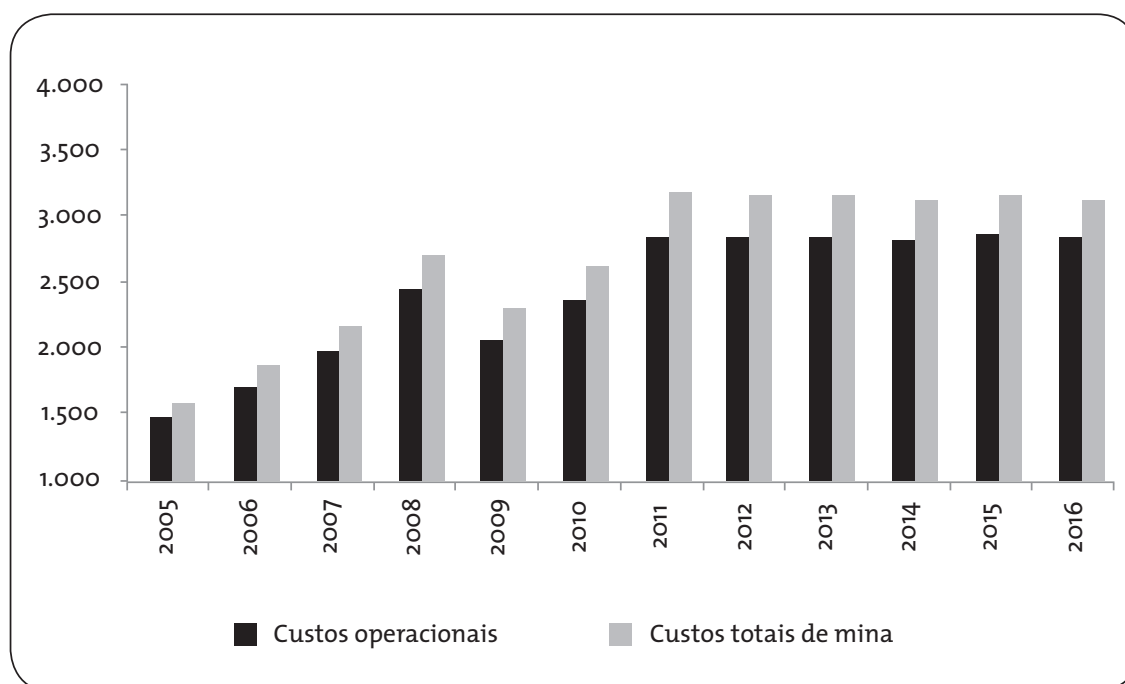
As minas a céu aberto são as que apresentam os menores custos operacionais. Todas as minas brasileiras de cobre em operação são a céu aberto, agregando uma vantagem comparativa à mineração desse metal no Brasil.

Além disso, cabe destacar que minas que operam com processos hidrometalúrgicos, como a lixiviação ácida *in situ*, apresentam, em média, os maiores custos totais de mina.

Das oito maiores mineradoras de cobre, a BHP Billiton, a Rio Tinto e a Antofagasta Minerals têm apresentado os custos totais de mina mais competitivos.

O Gráfico 9 mostra a média mundial dos custos operacionais e os custos totais de mina, de 2005 a 2011, e os custos projetados de 2012 a 2016, para a mineração de cobre.

**Gráfico 9 | Médias mundiais dos custos de mineração de cobre, excluindo receita com subprodutos (em US\$/t)**



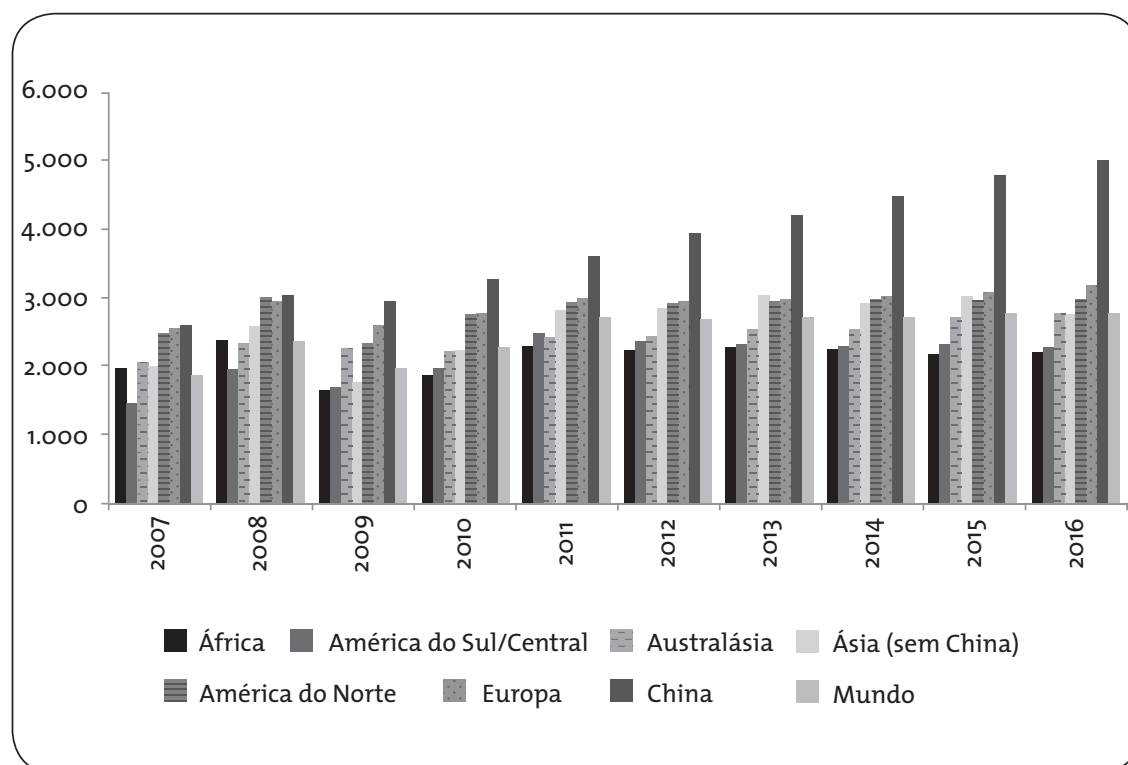
Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

Em 2011, do total dos custos operacionais, que chegaram a US\$ 2.835/t, os componentes mais representativos foram: os custos de consumíveis, 35,6%; mão de obra, 25,1%; e de energia, 14,7%. Nota-se que, em 2011, houve um aumento significativo nos custos, resultado, principalmente, da combinação da redução da *performance* das minas – em razão de greves e da redução do conteúdo de cobre – e do aumento dos consumíveis, dos *royalties* e dos combustíveis. É esperado que, já a partir de 2012, se observe uma pequena queda nos preços dos combustíveis, fazendo com que os custos não sofram alterações significativas nos próximos anos.

No Gráfico 10, são apresentados os custos médios operacionais líquidos, por região do mundo (incluindo-se as vendas dos elementos secundários), de 2007 a 2011, e os custos projetados de 2012 a 2016.

Conforme se pode observar, a América do Sul/Central apresenta, juntamente com a África, os menores custos operacionais líquidos do mundo, entre 2007 e 2011, bem como nas projeções até 2016. Basicamente, essa diferença em relação às outras regiões deve-se ao baixo valor relativo da mão de obra e às economias de escala. Já na Europa e Australásia, a mão de obra é a componente de maior relevância no total dos custos. Para a América do Norte e a China, a diferença está no custo dos consumíveis.

Gráfico 10 | Custos médios operacionais líquidos de mineração, por região do mundo (em US\$/t)



Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

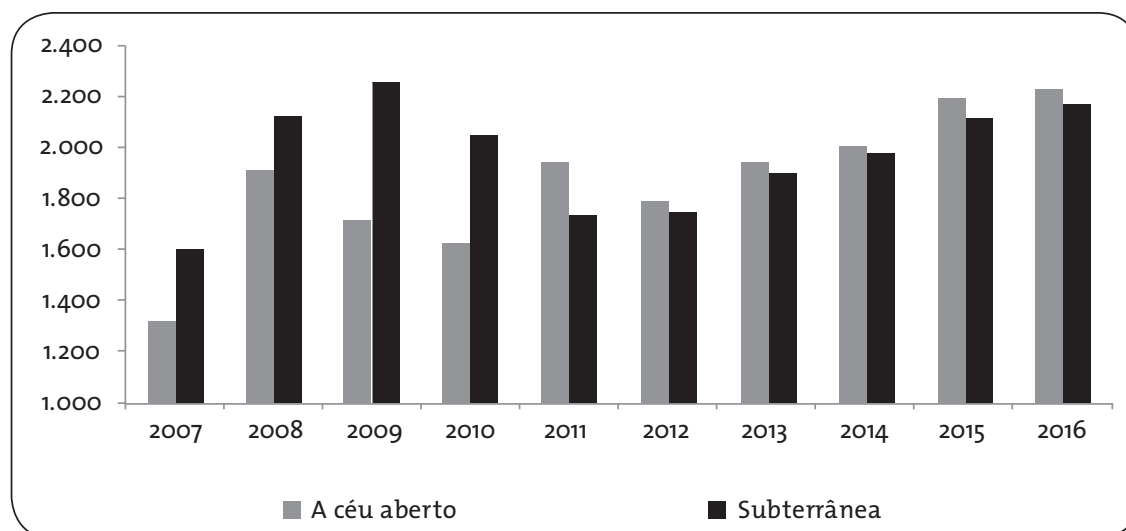
Ressalte-se que a China apresenta uma grande proporção de pequenas minas, perdendo o benefício da diminuição dos custos por aproveitamento de escala, colocando esse país entre os de maiores custos de produção.

Além da análise por região, apresenta-se no Gráfico 11 a comparação entre minas a céu aberto e subterrâneas, mostrando o diferencial dos custos operacionais entre os dois tipos de mineração.

Apesar de, historicamente, os custos globais de produção de minas subterrâneas serem maiores que os de minas a céu aberto, em função de uma expectativa de aumento dos preços dos subprodutos, bem como da diminuição dos teores médios das minas a céu aberto, que resultarão em aumento de custos dessas minas, projetam-se, no período de 2012 a 2016, custos relativamente inferiores das minas subterrâneas.

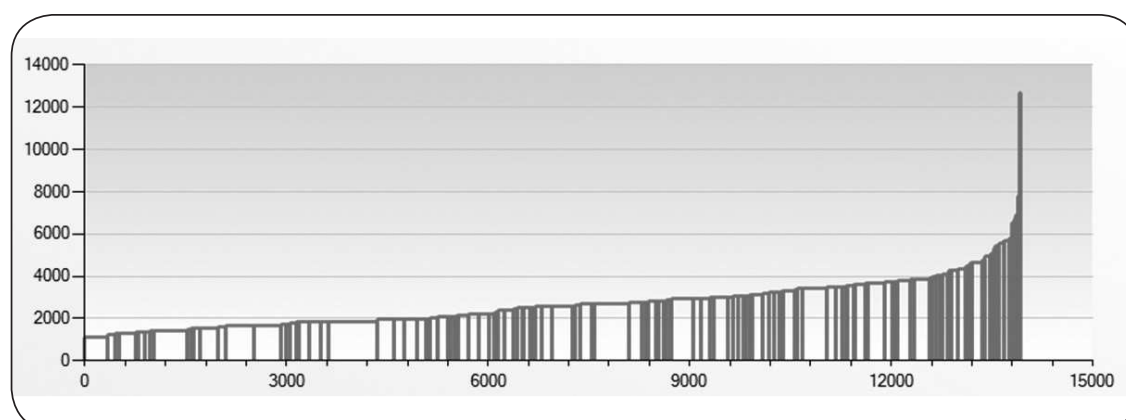
Para avaliar a competitividade dos produtores de cobre, também foi inserida na análise a distribuição de custos operacionais das 129 minas cobertas pelo estudo, mostrada no Gráfico 12.

**Gráfico 11 | Comparação entre custos médios operacionais líquidos de minas a céu aberto e subterrâneas (em US\$/t)**



Fonte: Copper Quarterly Industry and Market Outlook [CRU Group (2012b)].

**Gráfico 12 | Curva cumulativa de custos operacionais de mina (em US\$/t)**



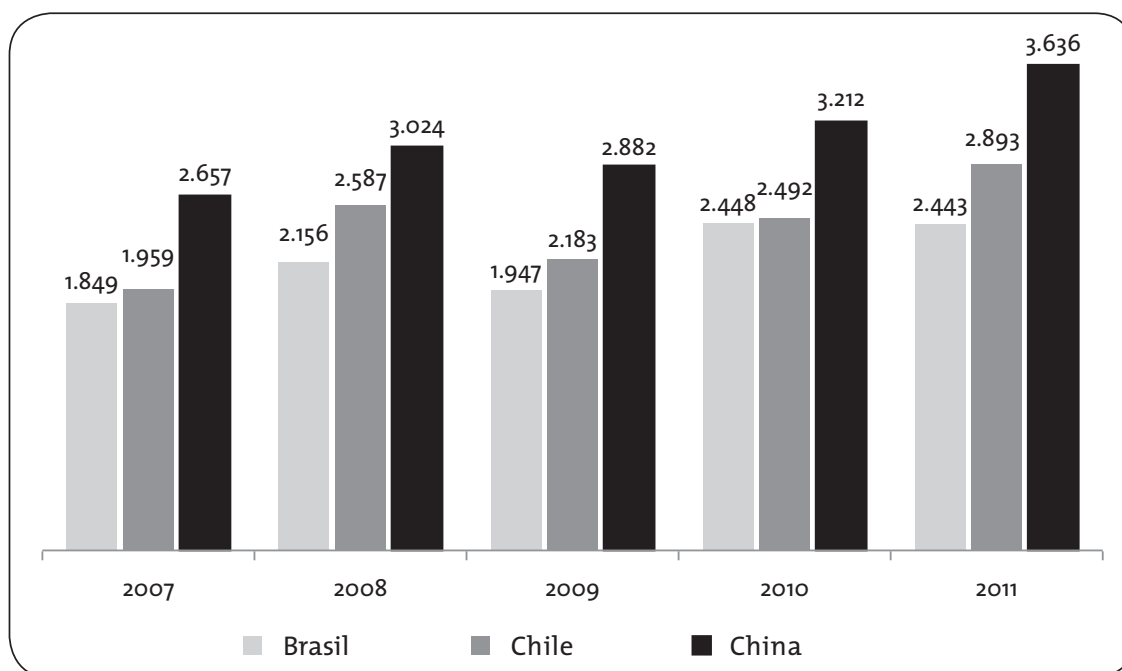
Fonte: Gerado pelo aplicativo Copper Mining Cost Curve, disponível em <[www.crugroup.com](http://www.crugroup.com)>. Acesso em: 10 mai. 2012.

Das minas que têm custos menores que US\$ 2.000/t, a maioria é do Chile e do Peru. Também se listam minas do Brasil, do Cazaquistão, da Zâmbia e do Congo. Dentre as de maiores custos operacionais, destacam-se as da China, as do Canadá e as dos EUA.

Pela análise, pode-se inferir uma posição relativa muito competitiva das minas brasileiras, que operam até o cobre concentrado. Porém, quando se comparam as que produzem o catodo, o Brasil perde competitividade, muito por causa da questão do custo de energia.

Para uma avaliação dos custos de mineração, apresenta-se, no Gráfico 13, a evolução recente dos custos operacionais (apenas até a etapa de concentração) do Brasil, Chile e China.

Gráfico 13 | Evolução recente dos custos operacionais médios da mineração de cobre no Brasil, no Chile e na China (em US\$/t)



Fonte: Copper mining cost curve [CRU Group (2012a)].

Pode-se observar que o Brasil demonstra bastante competitividade em relação aos custos operacionais de mina, até a fase de concentração, com valores médios 15,6% inferiores aos custos do Chile, o maior produtor mundial cobre, e 32,8% abaixo dos custos médios da China, maior importador mundial do metal. Esses custos de produção podem se repetir em novos projetos brasileiros de mineração de cobre, viabilizando a exploração de outros depósitos desse metal, especialmente na província de Carajás.

Conforme já comentado, os baixos custos de produção no Brasil permitem, ainda, uma verticalização a jusante da indústria do cobre.

## Perspectivas para a indústria nacional

Os esforços que vêm sendo feitos no Brasil para a atualização de sua infraestrutura, principalmente nas áreas mais carentes; o crescimento da

indústria de construção civil, a fim de suprir o déficit habitacional no país; e a expansão do parque industrial de automotivos e de bens de consumo podem levar a um aumento significativo da demanda por cobre no país.

As últimas quatro décadas foram marcadas por pouco investimento em novas minas de cobre e, praticamente, nenhum em novas unidades de processamento do metal. Atualmente, apesar do superávit na balança comercial de bens minerais primários, a importação dos produtos de cobre representou 12,3% do valor total importado de bens minerais, superada apenas pelas importações de carvão mineral (50,7% do total) e de cloreto de potássio (29%). O déficit de produção de cobre metálico no país é significativo, como mostra a Tabela 12.

**Tabela 12 | Consumo aparente de cobre refinado no Brasil em 2010 e 2011 (em mil toneladas)**

	2010	2011
Produção	217,8	218,0
Varição de estoque	27,3	6,7
Importações	252,0	225,7
Exportações	45,4	55,9
<b>Total</b>	<b>451,7</b>	<b>394,5</b>

Fonte: Anuário Estatístico [ABC e Sindicel (2012)].

A perspectiva de aumento da demanda muito acima da média dos últimos anos implica a necessidade de novos investimentos no setor, justificando maior atenção por parte do BNDES para com esse mercado, como ocorrido nos anos 1970 e 1980.

## Conclusão

Conforme ressaltado, o cobre é um metal fundamental para investimentos em infraestrutura, na construção civil e em bens de consumo que exigem transmissão de energia.

Verificou-se que, atualmente, a oferta futura de produtos de cobre apresenta grande incerteza, pois os depósitos em exploração vêm apresentando uma acelerada queda de teor. Pode-se mesmo dizer que, ao contrário dos outros mercados minerais, no cobre a incerteza está na oferta e não na demanda. Ademais, os novos projetos têm sofrido constantes atrasos de execução, seja por motivos ambientais, financeiros ou tecnológicos.

De acordo com as projeções apresentadas de oferta e demanda por cobre refinado, deverá ocorrer déficit desse produto nos próximos três anos em

escala mundial. No Brasil, mesmo na hipótese conservadora de uma taxa de crescimento de consumo similar à taxa média verificada na década passada, de cerca de 3,2%, o déficit de produção projetado, sem que haja novos investimentos, deverá ultrapassar o patamar de 80% do consumo aparente. Ressalte-se que, nos últimos três anos, a taxa média anual de crescimento do consumo foi de cerca de 6%, o que torna ainda mais grave o déficit e favorece as decisões de investimento nessa indústria.

Em relação aos custos operacionais, o Brasil mostra-se bastante competitivo na mineração do cobre, o que pode se repetir em novos projetos. Apesar de os custos de processamento da fase metálica serem pouco competitivos no país, a atualização tecnológica das empresas associada às economias de escala podem acarretar uma redução significativa dos custos médios unitários e estes, quando somados aos baixos custos da mineração, podem levar a um grande aumento da competitividade da nossa indústria de cobre.

## Referências

- ABC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COBRE; SINDICEL – SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CONDUTORES ELÉTRICOS, TREFILAÇÃO E LAMINAÇÃO DE METAIS NÃO FERROSOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Anuário Estatístico*, 2012.
- AURUBIS AG. *How much supply will be needed in a world of recycling?*  
In: CRU'S 11<sup>TH</sup> WORLD COPPER CONFERENCE, Santiago do Chile, 16-18 abr. 2012.
- CODELCO – CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE. *Cuál es la perspectiva de la producción chilena en el próximo quinquenio? Como afectará a la expansión y los costos, la situación energética en el norte de Chile?* In: CRU'S 11<sup>TH</sup> WORLD COPPER CONFERENCE, Santiago do Chile, 16-18 abr. 2012.
- CRU GROUP. *Copper quarterly industry and market outlook*, 2011.
- \_\_\_\_\_. *Copper mining cost curve*, 2012a.
- \_\_\_\_\_. *Copper quarterly industry and market outlook*, 2012b.
- DAVIDSON, V. *CRU's outlook for the copper market: key themes*.  
In: CRU'S 11<sup>TH</sup> WORLD COPPER CONFERENCE, Santiago do Chile, 16-18 abr. 2012.



DNPM – DEPARTAMENTO MINERAL DA PRODUÇÃO MINERAL. *Sumário mineral: cobre*, 2011.

HERNANDEZ, D. *What is the 5 year supply side outlook for Chilean production? How will the energy situation in Northern Chile affect expansion and costs?* In: CRU'S 11<sup>TH</sup> WORLD COPPER CONFERENCE, Santiago do Chile, 16-18 abr. 2012.

J. MENDO CONSULTORIA. *Projeto ESTAL*, ago. 2009. (RT 23 – Perfil da mineração de cobre).

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Mineral commodity summaries*, 2012.

### **Sites consultados**

INTERNATIONAL TRADE CENTRE – <[www.trademap.org](http://www.trademap.org)>.

LME – LONDON METAL EXCHANGE – <[www.lme.com/copper.asp](http://www.lme.com/copper.asp)>.

MINDAT – <[www.mindat.org](http://www.mindat.org)>.

WORLD BUREAU OF METAL STATISTICS – <[www.world-bureau.com](http://www.world-bureau.com)>.