



CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA  
ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA,  
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME**

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E  
TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

## **BANCO MUNDIAL**

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

### **PRODUTO 14 MINÉRIO DE COBRE**

### **Relatório Técnico 23 Perfil da Mineração de Cobre**

#### **CONSULTOR**

José Osael Gonçalves de Farias

#### **PROJETO ESTAL**

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Agosto de 2009

## SUMÁRIO

<b>1. SUMARIO EXECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>3. MINERAÇÃO DE COBRE NO BRASIL: SUAS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE .....</b>	<b>11</b>
3.1. MINERAÇÃO DE COBRE: SUA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO .....	11
3.2. RECURSOS E RESERVAS DE MINÉRIO DE COBRE.....	15
3.3. ESTRUTURA EMPRESARIAL DA MINERAÇÃO DE COBRE.....	18
3.4. PARQUE PRODUTIVO .....	20
3.5. RECURSOS HUMANOS DA MINERAÇÃO DE COBRE.....	24
3.6. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA MINERAÇÃO DE COBRE .....	27
3.7. ASPECTOS AMBIENTAIS.....	28
3.8. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MINÉRIO E DO SEU VALOR .....	29
3.9. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DO PREÇO DE MERCADO.....	30
3.10. INVESTIMENTOS NA MINERAÇÃO DE COBRE.....	31
<b>4. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE COBRE .....</b>	<b>33</b>
<b>5. MINERAÇÃO DE COBRE NO MUNDO: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS .....</b>	<b>34</b>
5.1. RESERVAS MUNDIAIS .....	34
5.2. PRODUÇÃO E CAPACIDADE DAS MINAS.....	35
5.3. CONSUMO MUNDIAL .....	40
5.4. COMÉRCIO INTERNACIONAL .....	41
5.5. PERSPECTIVAS DO MERCADO MUNDIAL.....	42
<b>6. CONSUMO DE MINÉRIO DE COBRE BRASILEIRO: ATUAL E PROJETADO .....</b>	<b>44</b>
<b>7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL DE CONCENTRADO DE COBRE .....</b>	<b>53</b>
<b>8. BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO DE CONCENTRADO DE COBRE .....</b>	<b>57</b>
<b>9. NECESSIDADES ADICIONAIS DE RESERVAS DE MINÉRIO DE COBRE.....</b>	<b>61</b>
<b>10. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS.....</b>	<b>62</b>
<b>11. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS.....</b>	<b>63</b>
11.1. LEGAL .....	63
11.2. TRIBUTÁRIO .....	64
11.3. ACESSO A FINANCIAMENTOS E INCENTIVOS .....	65
<b>12. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>13. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>68</b>

## 1. SUMARIO EXECUTIVO

As reservas totais<sup>1</sup> de minério de cobre do país, predominantemente formadas por minerais sulfetados, estão estimadas em cerca de 21,7 milhões de toneladas de cobre contido, em 2005, e distribuem-se por nove estados. São eles: Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Rio Grande do Sul e São Paulo. Entretanto, é no estado do Pará que se concentram mais de 85% dessas reservas e os maiores e os mais importantes depósitos econômicos de cobre do país.

A mineração de cobre brasileira, que ultrapassou o patamar de produção de 220.000 toneladas anuais de cobre contido em concentrado em 2008, é realizada predominantemente nos estados do Pará e Goiás, que juntos respondem por cerca de 85% da produção do país, sendo que do primeiro estado provém cerca de 57% do total. A Bahia, outrora o maior produtor do país, responde agora por apenas 12%.

A concentração da produção em poucas unidades mineiras é também uma característica observada na mineração de cobre brasileira. Cerca de 97 % da produção de concentrado e de catodo *SX/EW*<sup>2</sup> provém essencialmente de dois complexos mineiros - voltados única e exclusivamente à produção de concentrado de cobre, com ouro e prata como subprodutos -, quais sejam: o Complexo Sossego/Sequeirinho, localizado na Província Mineral de Carajás, em Canaã dos Carajás, estado do Pará, e formado por duas frentes de lavra e uma única concentradora, e o Complexo Caraíba, compreendendo uma mina subterrânea e frentes de lavra a céu aberto na área da mina Caraíba, uma única planta de concentração e uma planta hidrometalúrgica para produção de catodo *SX/EW*, todos localizados no Distrito Cuprífero do Vale do Curaçá, em Jaguarari, estado da Bahia, e da mina de Chapada, em Alto Horizonte, estado de Goiás, que tem o concentrado de cobre e o ouro nele contido como co-produtos. O concentrado de cobre é produzido também como subproduto da mineração de níquel laterítico em Niquelândia, estado de Goiás.

Em razão do volume de minério movimentado e do seu baixo valor unitário, todo minério de cobre lavrado no país é tratado em usinas de concentração situadas, sem exceção, na própria área da mina, buscando as mineradoras a obtenção do menor custo de movimentação de minério possível.

Na área de produção de catodo de cobre *SX/EW*, o país conta também, desde final de dezembro de 2006, com uma planta hidrometalúrgica de 5.000 tpa<sup>3</sup> de catodo de cobre, na Mineração Caraíba para tratar minério oxidado. Além de planta *SX/EW*, a cadeia do cobre conta hoje com a Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC), em Canaã dos Carajás, estado do Pará, implantada pela Vale para tratar concentrados sulfetados da região de Carajás. Objetiva-se comprovar a viabilidade e a eficiência em escala industrial. Para tanto, a UHC operará 21 meses, contados de seu início de operação, em dezembro de 2008.

A atual mineração de cobre brasileira caracteriza-se por não ser integrada a jusante na cadeia produtiva. Por outro lado, por ser orientada para mercado, a mineração de cobre destina sua produção tanto para o mercado interno quanto o externo.

Internamente, o único cliente da mineração de cobre é a planta metalúrgica da Caraíba Metais S/A, localizada em Dias D'Ávila, estado da Bahia, a qual por razões estratégicas, comerciais e operacionais, compra cerca de 20% de suas necessidades de concentrado de produtores locais.

---

<sup>1</sup> Compreendem o somatório das reservas medidas, indicadas e inferidas.

<sup>2</sup> *Solvent Extraction/Electrowinning* - processo de extração por solvente do cobre dissolvido em lixívia ácida, seguida de eletrodeposição do metal, que permite obter catodo com pureza de 99,9%.

<sup>3</sup> tpa – tonelada por ano.

As atividades de prospecção e exploração mineral para minério de cobre espriam-se por inúmeros estados, com ênfase, no geral, naqueles onde já ocorrem reservas e recursos de cobre em razão da existência de ambientes geológicos comprovadamente favoráveis, e, em particular, no estado do Pará, em áreas circunscritas à Província Mineral de Carajás ou em regiões promissoras no seu entorno, bem como na região abrangida pelo município de Alta Floresta d'Oeste, no estado de Rondônia.

A mineração de cobre brasileira é conhecida por ter um elevado nível de concentração, estando sob controle de apenas três empresas mineradoras a quase totalidade da oferta de concentrado de cobre no país (97,4%), no ano de 2008. A Cia. Vale do Rio Doce-Vale é a líder do segmento e responde por cerca de 56,9% da oferta, seguida pela Mineração Maracá S/A (28,5%) e Mineração Caraíba (12,1%). A partir de 2016, com a entrada em operação de novos projetos em Carajás, a Vale concentrará mais de 80% da produção de concentrado.

Com exceção da Vale, que é a 2º maior grupo empresarial de mineração do mundo, da canadense Yamana Gold, controlador da Mineração Maracá S/A e da Cia. Níquel Tocantins, parte integrante do Grupo Votorantim, um dos maiores grupos empresarial do país, as mineradoras que produzem concentrado de cobre são empresas de porte médio a pequeno.

No que tange ao nível gerencial e organizacional, a mineração de cobre brasileira se sobressai no setor mineral brasileiro, por contar com a participação expressiva de empresas conhecidas pela excelência gerencial e organizacional, de reconhecido padrão internacional, como é o caso da Vale, da Yamana, Cia. Níquel Tocantins do Grupo Votorantim, e a Mineração Caraíba S/A, a mais antiga e tradicional produtora de concentrado do país.

A logística de escoamento do concentrado de cobre e do catodo SX/EW produzido no país está baseada no transporte intermodal com predominância do transporte ferroviário. Cabe mencionar que com exceção das minas de Sossego/Sequeirinho e Caraíba, as demais carecem de transporte de custo mais baixo, pois o transporte rodoviário é ainda dominante.

Com exceção da mina da Caraíba, a mais antiga mina de cobre em operação no país, todas as demais unidades produtoras, sejam elas voltadas exclusivamente para mineração de cobre ou tenham o cobre como subproduto, são minas novas e modernas com menos de 6 anos de operação. A produtividade média na mineração do cobre no Brasil situa-se no patamar de 100 toneladas de cobre contido por empregado/ano.

Tanto na lavra quanto na concentração, a mineração de cobre brasileira teve significativos avanços tecnológicos com a entrada da Vale, através da sua mina Sossego, e da Mineração Maracá (controlada da Yamana Gold), através de sua mina de Chapada, na produção de concentrado. Seus projetos de grande escala industrial pelo volume de material movimentado em suas minas (mais de 40 a 60 milhões tpa de minério bruto e estéril) e pelo volume de minério bruto tratado em suas usinas (de 15 a 20 milhões tpa de minério alimentação) contemplam o que de mais moderno existe em processo e equipamento para lavra a céu aberto e para beneficiamento, impondo, assim, um novo padrão de referência à mineração do cobre no país. Tanto as grandes, quanto as médias e pequenas produtoras, estão em linha com este novo padrão trazido pelas líderes do segmento.

Mesmo a Mineração Caraíba, a mais antiga e tradicional mineradora de cobre do país, vem modernizando suas unidades produtivas, de forma não só aumentar a vida útil de reservas, como também tratar minérios até então antieconômicos ou não susceptíveis à concentração convencional via flotação.

Talvez por ser um segmento com uma estrutura industrial praticamente nova e no estado da arte no tocante a processos, equipamentos e gerenciamento, a atual mineração de cobre brasileira é, provavelmente, no setor mineral, a mineração que melhor retrata o equacionamento e o

gerenciamento das questões ambientais, nos seus múltiplos aspectos, decorrentes, direta ou indiretamente, de sua atividade.

A tabela a seguir apresenta a evolução da produção de concentrado de cobre doméstica e o seu valor, no período de 2000 a 2009, o qual retrata as significativas mudanças no segmento da mineração de cobre. A partir de 2004, tanto a produção quanto o seu valor experimentam forte incremento em razão não apenas do aumento da tonelagem, mas também da melhoria do preço do concentrado, no período de 2006 a 2008.

#### EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO E DO VALOR DO CONCENTRADO DE COBRE

ANO	QUANTIDADE PRODUZIDA (t de Cu contido)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)
2000	31.788	100.250.441,00
2001	32.412	101.235.846,00
2002	29.632	132.550.544,00
2003	27.482	176.004.196,00
2004	101.239	849.697.535,00
2005	131.928	993.897.773,00
2006	148.475	1.760.518.298,00
2007	208.812	2.679.067.970,00
2008 <sup>p</sup>	221.571	2.621.365.176,98
2009 <sup>e</sup>	225.632	1.846.392.880,10

Fontes: Anuário Mineral Brasileiro - edições de 2000 a 2007 (prévia parcial); Sumário Mineral - edições de 2000 a 2008; 6º Distrito do DNPM; Relatórios anuais da Cia. Vale do Rio Doce - Vale, Yamana GoldInc. e Mineração Caraíba S/A.  
p - Preliminar. e - Estimado.

Entre 1988 e 2008, o consumo aparente de concentrado de cobre cresceu a uma taxa de 3,2% a.a., não se antevendo taxa muito diferente desta para os próximos anos, em razão de inexistir plano de novo *smelter* no país, mas tão-somente a expansão da Caraíba Metais S/A de 220.000 para 277.000 tpa de cobre eletrolítico, o que significará algo como 51.000 toneladas a mais a partir de 2015, quando o consumo atingirá cerca de 283.000 tpa. No entanto, cabe mencionar que existe espaço para expansão da produção de metal primário, seja através da usina existente quanto de uma nova. É esta a hipótese levada em consideração na projeção do consumo de concentrado até 2030.

A oferta projetada de concentrado de cobre no Brasil, para o horizonte 2009-2030, que espelha as intenções e os planos das mineradoras atuais, é prevista atingir um pico de 712 mil toneladas de cobre contido em concentrado em 2016/2017, a partir das 225.000 toneladas em 2009, finalizando em 2030 em um patamar de 374.000 toneladas.

O balanço produção-consumo aparente de concentrado de cobre, expresso em metal contido, é apresentado para cada cenário, respectivamente, nas **Tabelas A, B e C** a seguir.

Ressalte-se que independentemente do cenário, as reservas brasileiras são suficientes para suportar um projeto nacional de auto-suficiência, bastando para tanto apenas pesquisa mineral de detalhe, objetivando incorporar às reservas medidas e indicadas boa parte das reservas inferidas já identificadas.

Caso as empresas desejem também ter uma participação no mercado internacional de concentrado da mesma ordem de grandeza da de hoje, cerca de 200.000 toneladas, além da manutenção da auto-suficiência doméstica, haverá a necessidade de expansão do parque produtor com a abertura de novas minas e/ou expansão das em operação em igual montante. E mais. Reservas adicionais no montante de 4,0 milhões de toneladas de cobre contido teriam que ser agregadas às reservas medidas e indicadas existentes, seja através de projetos de exploração mineral em escala nacional, seja através do detalhamento de depósitos de elevado potencial, mas carentes de pesquisa mineral.

Em suma, a mineração de cobre tem condições, no horizonte de 2010-2030, de levar o país à auto-suficiência e torná-lo um *player* de porte médio no mercado mundial de concentrado de mercado desde que investimentos sejam realizados, conforme indicados a seguir:

- **Pesquisa mineral** – na faixa de US\$ 60,0 milhões a US\$ 75,0 milhões para quantificar e qualificar reservas da ordem de 500 milhões de toneladas com teor médio 0,90% de Cu, em um prazo de execução de 3 anos, no máximo;
- **Exploração mineral** – na faixa de US\$ 150,0 milhões a 250,0 milhões para encetar um programa de exploração em áreas promissoras para cobre abrangendo uma área total de 100.000 hectares, investimento este a ser realizado ao longo do horizonte 2010-2025. O investimento anual seria de US\$ 10,0 milhões a US\$ 16,6 milhões e teria elevada probabilidade de sucesso de descobrir, qualificar e quantificar depósitos de cobre com reservas e recursos entre 500 milhões de toneladas a 800 milhões com teor superior a 0,6% de Cu;
- **Produção** – investimentos totais em uma unidade produtiva (mina, usina e infraestrutura) com capacidade de produção de 200.000 toneladas de cobre contido em concentrado variando entre US\$ 1,0 bilhão a US\$ 1,4 bilhão.

As projeções de necessidades de mão de obra adicional decorrente da abertura de novas minas estão assim quantificadas: 6.000 empregados, sendo 420 profissionais de nível superior, 720 profissionais de nível médio e 4.860 profissionais dos mais diferentes níveis de escolaridade. Essa mão de obra deverá ser recrutada e mobilizada a partir de 2012 pari passo com a entrada em operação das minas novas, praticamente todas elas localizadas na região de Carajás. A mina requerida para atendimento das exportações em 200.000 toneladas entraria em operação no ano de 2020, portanto, sua mão de obra já começaria a ser recrutada a partir de 2019.

Embora as empresas mineradoras estejam investindo no segmento da mineração de cobre, haja vista a expansão experimentada pela indústria do concentrado nos últimos anos e as perspectivas para as próximas décadas, é importante que algumas questões aqui abordadas sejam devida e seriamente tratadas e equacionadas pelos governos federal e estadual e, em menor extensão, pelo municipal, como apoio efetivo à atividade de mineração. São elas:

- **No plano educacional**, urge que os governos Federal e estaduais, notadamente, nos estados do Pará, Goiás e Bahia, busquem ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível médio com perfil próprio para a mineração e a metalurgia do cobre, visto que até hoje, em grande parte, a preparação destes profissionais tem cabido às empresas, quando, na realidade, é um papel de governo. Assim sendo, recomenda-se que o Ministério de Minas e Energia - MME interceda junto ao Ministério da Educação - MEC para ampliar a rede de escolas profissionalizantes e criar centros de treinamento para qualificação de pessoal voltado à atividade mineiro-metalúrgica nas principais regiões de interesse do cobre, principalmente em Carajás e seu entorno, no estado do Pará, no estado de Goiás, nos pólos produtores de cobre e níquel; e na Bahia, junto ao Pólo de Camaçari, por conta da Caraíba Metais, e na região cuprífera do Vale do Curaçá;
- **No plano da logística**, com exceção da Região de Carajás, importante centro produtor de minério de cobre, que tem na Estrada de Ferro Carajás a via para escoamento de sua produção, todos os demais, notadamente os de Goiás, e em menor extensão o da Bahia, carecem de infraestrutura de transporte ferroviário adequado, razão pela qual se recomenda que o Ministério de Minas e Energia atue eficazmente junto ao Ministério de Transporte para que estas regiões sejam atingidas pelas malhas ferroviárias da Norte-Sul e da Ferrovia Centro Atlântica, dentro dos programas de infraestrutura de transporte do PAC.

Tabela A  
**BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO APARENTE DE  
CONCENTRADO DE COBRE 2008-2030  
CENÁRIO FRÁGIL**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO	PRODUÇÃO INTERNA DE CONCENTRADO PROJETADA E FIRME	SALDO	
			IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO DE CONCENTRADO	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE CONCENTRADO
2008 <sup>P</sup>	363.188	221.571	141.617	
2009	377.682	225.632	152.050	
2010	399.793	225.500	174.293	
2011	390.181	235.500	154.681	
2012	396.584	359.700	36.884	
2013	403.093	425.500		22.407
2014	409.708	509.000		99.292
2015	416.432	662.500		246.068
2016	422.902	712.500		289.598
2017	429.473	712.500		283.027
2018	435.770	709.000		273.230
2019	442.159	674.000		231.841
2020	448.642	570.000		121.358
2021	454.566	520.000		65.434
2022	460.567	500.000		39.433
2023	465.975	500.000		34.025
2024	471.446	500.000		28.554
2025	476.982	494.000		17.018
2026	482.582	459.000	23.582	
2027	488.248	444.000	44.248	
2028	493.981	434.000	59.981	
2029	499.781	434.000	65.781	
2030	508.229	374.000	134.229	

Fonte: Tabelas 6.e e 7.c.

**Tabela B**  
**BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO APARENTE DE**  
**CONCENTRADO DE COBRE 2008-2030**  
**CENÁRIO VIGOROSO**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO	PRODUÇÃO INTERNA DE CONCENTRADO PROJETADA E FIRME	SALDO	
			IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO DE CONCENTRADO	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE CONCENTRADO
2008 <sup>P</sup>	363.188	221.571	141.617	
2009	380.270	225.632	154.638	
2010	403.908	225.500	178.408	
2011	398.266	235.500	162.766	
2012	407.581	359.700	47.881	
2013	417.113	425.500		8.387
2014	426.869	509.000		82.131
2015	436.853	662.500		225.647
2016	447.701	712.500		264.799
2017	458.819	712.500		253.681
2018	470.879	709.000		238.121
2019	483.257	674.000		190.743
2020	495.960	570.000		74.040
2021	509.711	520.000		10.289
2022	523.845	500.000	23.845	
2023	539.129	500.000	39.129	
2024	554.859	500.000	54.859	
2025	571.049	494.000	77.049	
2026	587.711	459.000	128.711	
2027	604.859	444.000	160.859	
2028	622.507	434.000	188.507	
2029	640.670	434.000	206.670	
2030	662.727	374.000	288.727	

Fonte: Tabelas 6.f e 7.c.

**Tabela C**  
**BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO APARENTE DE**  
**CONCENTRADO DE COBRE 2008-2030**  
**CENÁRIO INOVADOR**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO	PRODUÇÃO INTERNA DE CONCENTRADO PROJETADA E FIRME	SALDO	
			IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO DE CONCENTRADO	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE CONCENTRADO
2008 <sup>P</sup>	363.188	221.571	141.617	
2009	382.417	225.632	156.785	
2010	407.333	225.500	181.833	
2011	405.058	235.500	169.558	
2012	416.877	359.700	57.177	
2013	429.040	425.500	3.540	
2014	441.558	509.000		67.442
2015	454.442	662.500		208.058
2016	469.657	712.500		242.843
2017	485.381	712.500		227.119
2018	503.738	709.000		205.262
2019	522.789	674.000		151.211
2020	542.560	570.000		27.440
2021	565.400	520.000	45.400	
2022	589.202	500.000	89.202	
2023	616.547	500.000	116.547	
2024	645.161	500.000	145.161	
2025	675.103	494.000	181.103	
2026	706.435	459.000	247.435	
2027	739.221	444.000	295.221	
2028	773.528	434.000	339.528	
2029	809.428	434.000	375.428	
2030	851.315	374.000	477.315	

Fonte: Tabelas 6.g e 7.c.

## 2. APRESENTAÇÃO

O presente relatório analisa a evolução, a situação atual e as perspectivas do segmento de mineração da cadeia produtiva do cobre no Brasil e a sua inserção no contexto mundial, com o objetivo de subsidiar, no tocante a este metal, a elaboração do Plano Duodecenal (2010-2030) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, a cargo do Ministério de Minas e Energia - MME, através de sua Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, com o apoio do Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD (Banco Mundial).

O segmento da mineração de cobre é caracterizado e analisado sob múltiplos aspectos, levando-se em consideração, notadamente, usos, consumo, produção e demanda futura de concentrado, reservas minerais, projeção das necessidades de investimentos e de recursos humanos, tecnologia, capacitação gerencial e empresarial, gargalos legais, acesso a financiamento, aspectos ambientais e logísticos de escoamento. A partir dessa caracterização e dessa análise são tiradas conclusões e feitas recomendações de forma a lastrear as proposições do Plano Duodecenal relativamente a esse segmento da cadeia.

Para fins de caracterização e de análise, a mineração de cobre é aqui entendida como o conjunto de atividades que vão desde a prospecção e a exploração mineral, com a descoberta, qualificação, quantificação e desenvolvimento de recursos e reservas, até a lavra e a concentração do minério de cobre, com predominância dos sulfetados, objetivando a produção de concentrado de cobre, principal fonte primária para extração do metal pelo segmento da transformação mineral.

Ainda faz parte do segmento de mineração, conforme entendimento internacionalmente aceito, o cobre recuperável, por via hidrometalúrgica, de minérios oxidados e silicatados, ou sulfetados de baixo teor considerados antieconômicos e não susceptíveis à concentração industrial, e de rejeitos, sob a forma de:

- Catodo de cobre, também conhecido como cobre SX/EW, ou cobre grau *electrowon*. É obtido a partir de soluções com cobre dissolvido resultantes de lixiviação - ácida, em geral, as quais são submetidas à operação conjunta de extração por solventes (*Solvent Extraction*) e eletrodeposição (*Electrowinning*) do cobre, sem necessidade de fundição ou refino eletrolítico. Trata-se de um cobre metálico de 99,9% de pureza, de amplo uso na cadeia produtiva;
- Cimento de cobre, também conhecido como precipitado de cobre. Sua obtenção se dá a partir de soluções de lixiviação, com cobre dissolvido, submetidas ao processo de cementação, utilizando-se o ferro, em ambiente aquecido, como elemento químico facilitador da precipitação do cobre. Trata-se de uma mistura de cobre metálico, sulfato, sulfeto e óxidos de cobre e ferro, contendo em média 60% Cu, sendo usada como carga juntamente com o concentrado tradicional no processo pirometalúrgico.

### **3. MINERAÇÃO DE COBRE NO BRASIL: SUAS CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE**

O mês de **junho de 2004** pode ser considerado como um importante marco e divisor da história da mineração de cobre no Brasil, quando a Companhia Vale do Rio Doce – Vale deu início à produção e à comercialização do concentrado de cobre da mina Sossego, na Província Mineral de Carajás, no município de Canaã dos Carajás, estado do Pará.

Com esse evento, a mineração brasileira mais que triplica a sua produção de concentrado, passando de um patamar médio de 30.000 toneladas anuais de cobre contido, observado no período 1998-2003, para mais de 100.000 toneladas já em 2004, vindo a atingir 216.000 toneladas em 2008. Mais do que isso, são criadas as condições básicas para a consecução da auto-suficiência doméstica e para tornar o país um novo *player* no mercado internacional, em médio prazo.

A mina Sossego é fruto de um amplo e bem sucedido programa de exploração mineral para metais básicos encetado pela Vale, a partir de meados da década de 1970, na Região de Carajás, que culmina com a descoberta, a caracterização e o desenvolvimento de vários e importantes depósitos de minério de cobre, de médio a grande porte, e considerados de classe internacional, muitos deles com amplas possibilidades de se tornarem minas nos cinco próximos anos. Além de Sossego, ali se encontram os depósitos de Salobo, Alemão, Cristalino, Alvo 118, Pojuca, Gameleira dentre outros, todos encravados na Província Mineral de Carajás, cujos recursos e reservas podem colocá-la entre as mais importantes províncias cupríferas do mundo. Estimuladas pelo sucesso da Vale e pelo favorável ambiente metalogenético para cobre e demais metais básicos, outras empresas investem na região, como é o caso da líder mundial do setor de cobre, a chilena Corporación Nacional del Cobre - Codelco, que descobre o depósito de Boa Esperança, em Tucumã, vindo a vendê-lo, posteriormente, à Mineração Caraíba S/A.

Até então, a produção de concentrado de cobre no país provinha exclusivamente da mina Caraíba, localizada no município de Jaguarari, estado da Bahia, pertencente à Mineração Caraíba S/A, já que em 1998 se dá o fechamento da mina de Camaquã, estado do Rio Grande do Sul, a mais antiga mina de cobre do país. O contínuo declínio da produção da mina Caraíba, em decorrência da exaustão de suas reservas lavráveis, foi mais que compensado pela produção da mina Sossego, como também pela entrada em operação comercial, em fevereiro de 2007, da mina de ouro e cobre de Chapada, no município de Alto Horizonte, estado de Goiás, pertencente à Mineração Maracá S/A.

#### **3.1. MINERAÇÃO DE COBRE: SUA LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO**

##### **3.1.1. Base mineral da Indústria**

As reservas totais<sup>4</sup> de minério de cobre do país, predominantemente formadas por minerais sulfetados, estão estimadas em cerca de 21,7 milhões de toneladas de cobre contido, em 2005, e distribuem-se por nove estados. São eles: Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Rio Grande do Sul e São Paulo (vide detalhes na **Tabela 3.1.a**). Entretanto, é no estado do Pará que se concentram mais de 85% dessas reservas e os maiores e os mais importantes depósitos econômicos de cobre do país, na maioria dos quais predominam os minérios sulfetados e, em geral, com ouro e prata associados, e, secundariamente, molibdênio. Em razão desse quadro promissor, é esperada para o estado do Pará, notadamente na Província Mineral de Carajás, a expansão e a concentração da mineração de cobre nas próximas décadas.

<sup>4</sup> Compreendem o somatório das reservas medidas, indicadas e inferidas.

**Tabela 3.1.a**  
**RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIO DE COBRE – 2005**

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	RESERVAS (Milhares de t de Cu contido)				DISTRIBUIÇÃO DAS RESERVAS
	MEDIDAS	INDICADAS	INFERIDAS	TOTAIS	
PARÁ	5.384	6.938	6.204	18.526	85,3%
GOIÁS	263	968	9	1.240	5,7%
BAHIA	845	38	35	918	4,2%
ALAGOAS	133	335	-	468	2,2%
CEARÁ	351	68	-	419	1,9%
OUTROS <sup>(1)</sup>	58	39	53	150	0,7%
<b>BRASIL</b>	<b>7.033</b>	<b>8.385</b>	<b>6.302</b>	<b>21.720</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 2006

<sup>(1)</sup> Rio Grande do Sul, Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais

Em 2005, as reservas lavráveis ascendiam a mais de 1,6 bilhão de toneladas de minério de cobre, com teor médio da ordem de 0,72% Cu, equivalentes a 11,5 milhões de toneladas de metal contido, conforme mostrado em detalhe na **Tabela 3.1.b**. Cabe destacar que mais de 95% dessas reservas estão localizadas nos estados do Pará e Goiás, sendo que o primeiro detém mais de 85%.

**Tabela 3.1.b**  
**RESERVAS LAVRÁVEIS DE MINÉRIO DE COBRE - 2005**

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	RESERVAS LAVRÁVEIS (Milhares de t de Cu contido)	DISTRIBUIÇÃO
PARÁ	9.858	85,6%
GOIÁS	1.224	10,6%
BAHIA	258	2,2%
OUTROS <sup>(1)</sup>	182	1,6%
<b>BRASIL</b>	<b>11.522</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 2006

<sup>(1)</sup> Alagoas, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais

### 3.1.2. Minas e Usinas de Concentração

A mineração de cobre brasileira, que ultrapassou o patamar de produção de 220.000 tpa de cobre contido em concentrado em 2008, é realizada predominantemente nos estados do Pará e Goiás, que juntos respondem por cerca de 85% da produção do país, sendo que do primeiro estado provém cerca de 57% do total.

A Bahia, que liderou a produção de concentrado a partir do início da década de 1980, seguida pelo Rio Grande do Sul, perdeu sua hegemonia em 2004 com a entrada em operação da mina de Sossego e com a exaustão de grande parte das reservas da mina Caraíba. Hoje, este estado responde por apenas 12% da produção brasileira, estando incluída neste percentual a única produção comercial de catodo de cobre SX/EW do país. A **Tabela 3.1.c** apresenta a distribuição geográfica da produção da mineração de cobre doméstica.

Em razão do volume de minério movimentado e do seu baixo valor unitário, todo minério de cobre lavrado no país é tratado em usinas de concentração situadas, sem exceção, na própria área da mina, buscando as mineradoras a obtenção do menor custo de movimentação de minério possível.

Na área de produção de catodo de cobre *SX/EW*, o país conta também, desde final de dezembro de 2006, com uma planta hidrometalúrgica de 5.000 tpa de catodo de cobre, na Mineração Caraíba para tratar minério oxidado. Além de planta *SX/EW*, a cadeia do cobre conta hoje com a Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC), em Canaã dos Carajás, estado do Pará, implantada pela Vale para tratar concentrados sulfetados da região de Carajás. Objetiva-se comprovar a viabilidade e a eficiência, em escala industrial. Para tanto a UHC operará 21 meses, contados de seu início de operação, em dezembro de 2008.

### **3.1.3. Prospecção e Exploração Mineral**

As atividades de prospecção e exploração mineral para minério de cobre espraiam-se por inúmeros estados, com ênfase, no geral, naqueles onde já ocorrem reservas e recursos de cobre em razão da existência de ambientes geológicos comprovadamente favoráveis, e, em particular, no estado do Pará, em áreas circunscritas à Província Mineral de Carajás ou em regiões promissoras no seu entorno, bem como na região abrangida pelo município de Alta Floresta d'Oeste, no estado de Rondônia.

### **3.1.4. Universo de Clientes**

A atual mineração de cobre brasileira caracteriza-se por não ser integrada a jusante na cadeia produtiva, inexistindo, portanto, qualquer catividade societária entre as mineradoras e os consumidores, mas tão-somente parcerias comerciais. Por ser orientada para mercado, a mineração de cobre destina sua produção tanto para o mercado interno quanto o externo.

Internamente, o único cliente da mineração de cobre é a planta metalúrgica da Caraíba Metais S/A, localizada em Dias D'Ávila, estado da Bahia, a qual por razões estratégicas, comerciais e operacionais, compra cerca de 20% de suas necessidades de concentrado de produtores locais. Entre seus fornecedores, destaca-se a Mineração Caraíba, tradicional supridora da usina, que responde por mais de 50% do suprimento advindo das mineradoras brasileiras. O restante é dividido entre a Mineração Maracá (mina de Chapada) com 10% e a Vale (mina de Sossego) com o restante (40%).

No mercado externo, o concentrado brasileiro destina-se principalmente às usinas de fundição e refino de cobre não integradas da Alemanha, Índia, Bulgária e Coréia do Sul, que, em conjunto, absorveram mais de 70% das exportações do ano de 2007, que alcançaram o patamar de 177.705 toneladas de cobre contido.

No que tange ao catodo de cobre *SX/EW* produzido no país, sua colocação é feita tanto no mercado interno – indústria de semimanufaturados de cobre da Grande São Paulo, quanto no mercado externo. Neste caso, a União Européia é o principal destino.

**Tabela 3.1.c**  
**EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA MINERAÇÃO DE COBRE**

ESTADO	MINA				DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO					
					(TONELADAS DE COBRE CONTIDO)					
	CONCESSIONÁRIA	NOME	MUNICÍPIO	PRODUTO	2000		2004		2008 <sup>P</sup>	
TONELAGEM					PARTIC.	TONELAGEM	PARTIC.	TONELAGEM	PARTIC.	
BAHIA	Mineração Caraíba S/A	Caraíba e Baraúna	Jaguarari	Concentrado de Cu, com Au	31.786	100,0%	25.748	25,0%	22.911	10,3%
				Catodo de cobre SX/EW	-	-	-	-	3.808	1,7%
	<b>TOTAL BAHIA</b>				<b>31.786</b>	<b>100,0%</b>	<b>25.748</b>	<b>25,0%</b>	<b>26.719</b>	<b>12,1%</b>
PARÁ	Cia. Vale do Rio Doce	Sossego/Sequeirinho	Canaã dos Carajás	Concentrado de Cu com Au	-	-	75.333	73,0%	126.000	56,9%
	Serabi Mineração Ltda.	Palito	Itaituba	Concentrado de Cu como subproduto	-	-	-	-	nd	0,0%
	<b>TOTAL PARÁ</b>				<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>75.333</b>	<b>73,0%</b>	<b>126.000</b>	<b>56,9%</b>
GOIÁS	Mineração Maracá S/A	Chapada	Alto Horizonte	Concentrado de Cu como co-produto do Au	-	-	-	-	63.050	28,5%
	Prometálica Mineração Ltda.	Santa Marta	Americano do Brasil	Concentrado de Cu como co-produto do concentrado de Ni	-	-	-	-	0	0,0%
	Cia. Niquel Tocantins	Buriti	Niquelândia	Concentrado de Cu como subproduto do Ni	-	-	1.432	1,4%	4.457	2,0%
	<b>TOTAL GOIÁS</b>				<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>1.432</b>	<b>1,4%</b>	<b>67.507</b>	<b>30,5%</b>
MATO GROSSO	Prometálica Mineração Ltda.	Santa Helena	Rio Branco	Concentrado de Cu como subproduto de Au	-	-	-	-	1.345	0,6%
	<b>TOTAL MATO GROSSO</b>				<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>1.345</b>	<b>0,6%</b>
SÃO PAULO	Mineração Santa Blandina S/A	Santa Blandina	Itapeva	Concentrado de cobre como co-produto do Au	-	-	640	0,6%	nd	0,0%
	<b>TOTAL SÃO PAULO</b>				<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>640</b>	<b>0,6%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
<b>BRASIL</b>					<b>31.786</b>	<b>100,0%</b>	<b>103.153</b>	<b>100,0%</b>	<b>221.571</b>	<b>100,0%</b>

Fontes: Vale - Form 20-F da SEC; Yamana Inc. (Mineração Maracá) - Annual Report 2008; DNPM - Sumário Mineral 2000 / 2008

<sup>P</sup> Preliminar

## **3.2. RECURSOS E RESERVAS DE MINÉRIO DE COBRE**

### **3.2.1. Características Metalogenéticas**

No Brasil, as reservas minerais de cobre são constituídas, em sua expressiva maioria, por minerais sulfetados, com ouro e prata associados, e secundariamente, por minerais oxidados, particularmente nas zonas de oxidação.

No tocante à metalogenia, predominam no país os depósitos dos tipos<sup>5</sup>:

- de segregação magmática – resultantes da imiscibilidade de líquidos ricos em sulfetos, em complexos básicos máficos e ultramáficos. Neste tipo, enquadram-se:

- o distrito cuprífero-niquelífero de Americano do Brasil, no estado de Goiás, onde o cobre é explotado como co-produto do níquel;
- o distrito cuprífero do Vale do Curaçá (Caraíba e Baraúna, Surubim e Angico), no estado da Bahia, onde o cobre é o produto dominante, ocorrendo ouro e prata associados;
- o depósito de Serrote da Laje, em Arapiraca, no estado de Alagoas, ora em desenvolvimento para cobre;
- o depósito de Fortaleza de Minas, no estado de Minas Gerais, ora em plena operação, onde sulfetos de cobre ocorrem associados marginalmente ao níquel sulfetado explotado;
- o Complexo de Canindé (Poço Redondo e Porto da Folha), no estado de Sergipe;

- vulcanogênicos – resultantes da precipitação de metais e/ou seus compostos a partir de atividades magmáticas, principalmente exalações vulcânicas. Em geral, têm ouro e prata como subprodutos, podendo ocorrer também zinco e chumbo associados. No Brasil, dentre os depósitos vulcanogênicos de minério de cobre, com ouro e prata associados, destacam-se:

- os depósitos de Salobo, Pojuca e Igarapé Bahia na Província Mineral de Carajás, no estado do Pará. Todos eles estão no rol de prioridade da Vale para desenvolvimento e exploração para cobre;
- os depósitos de Palmeirópolis e Bom Jardim no estado de Goiás, ainda em fase exploratória;
- o depósito de Chapada, em Goiás, onde cobre e ouro são explotados como co-produtos.

- sedimentares – resultantes de deposições sedimentares detríticas relacionadas a sequências de conglomerados e arenitos em ambientes continentais ou transicionais, ou ainda, a folhelhos em ambientes lacunares ou marinhos. Em geral, nesses depósitos ocorrem ouro, prata, chumbo e zinco, entre outros metais, associados ao cobre. O Distrito Cuprífero de Camaquã, no município de Camaquã, estado do Rio Grande do Sul, que já teve lavra de minério de cobre, enquadra-se neste tipo de depósito.

Como depósitos vulcano-sedimentares de cobre, destacam-se: Sossego, Gameleira, Antas Sul/Rio Verde, Alvo 118, todos situados na Província Mineral de Carajás, estado do Pará.

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. Nos primeiros, destacam-se os depósitos de Itapeva, estado de São Paulo, os de Adrianópolis, estado do Paraná e os de Alenquer, no estado do Pará. Já no segundo tipo, enquadram-se os depósitos de ouro com cobre associado de Cabaçal, no estado do Mato Grosso.

---

<sup>5</sup> Caracterização metalogenética dos depósitos e ocorrências de cobre, conforme Balanço Mineral Brasileiro - 2001.

Os depósitos porfíricos ou de cobre-pórfiro – resultantes da concentração maciça de sulfetos de cobre trazidos por soluções hidrotermais associadas a intrusões dioríticas ou granodioríticas, ainda são de pouca expressão no contexto geológico brasileiro. Caracterizados por serem de grandes volumes, de médio a baixo teor de cobre, com molibdênio associado e, em geral, de baixo custo de lavra, estes tipos de jazimentos contribuem com cerca de 60% da produção mundial de minério de cobre. Depósitos vulcanogênicos e sedimentares, por sua vez, representam cerca de 25%.

Em que pese essa aparente desvantagem do ambiente geológico brasileiro, os depósitos de cobre da Província Mineral de Carajás podem ser considerados de médio a grande porte e de classe internacional.

### **3.2.2. Evolução das Reservas**

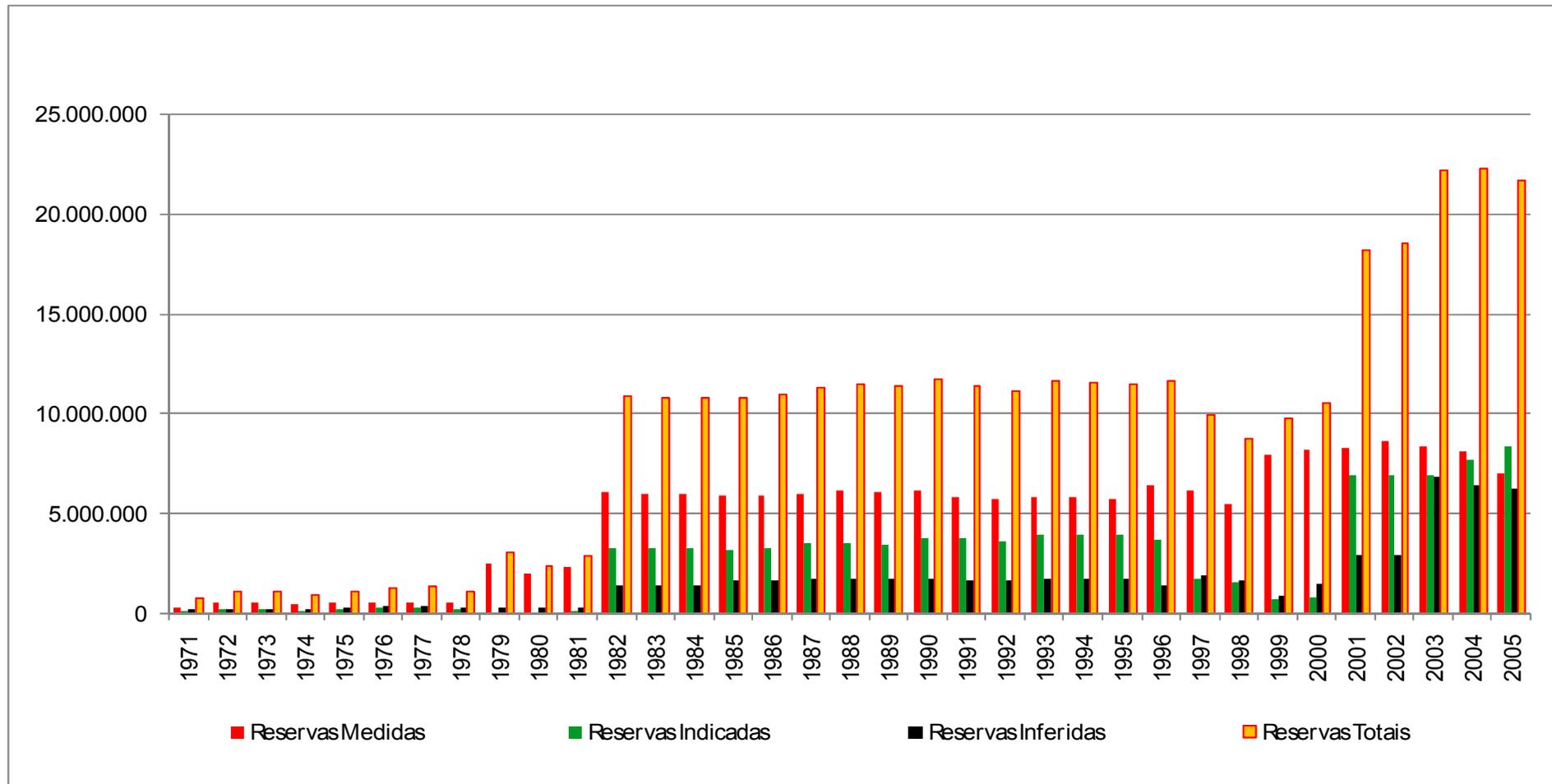
Conforme mostrado na **Figura 3.2.a**, as poucas reservas de minério de cobre do país que estavam praticamente estabilizadas há décadas, no patamar das 700 mil toneladas de cobre contido, experimentam um substancial incremento, a partir de 1982, quando mais do que decuplicam como resultado do intenso programa de exploração mineral para metais básicos levado a cabo, na Província Mineral de Carajás, pela DOCEGEO – Rio Doce Geologia e Mineração S/A, subsidiária da Cia. Vale do Rio Doce, à época uma empresa estatal.

Por razões estratégicas e por falta de atratividade na expansão da indústria do cobre local, aliadas aos preços deprimidos do metal, vigente à época, e ao desestímulo trazido pela Constituição de 1988 à atividade de mineração no Brasil, as reservas de cobre no país se mantiveram inalteradas praticamente por duas décadas, situando-se no entorno de 11,0 milhões de toneladas de cobre contido.

A retomada da confiança no marco regulatório da mineração brasileira, em decorrência da reforma constitucional que garantiu tratamento equânime para as empresas mineradoras, independentemente da origem do seu capital, a estabilidade experimentada pelo país, e a mudança de foco da Vale, a maior empresa mineradora do país, a partir de 2001, que busca expandir o seu portfólio de negócios com ênfase naqueles segmentos minerais onde ela detém significativas reservas (cobre, por exemplo), contribuem para o novo ciclo de aumento das reservas de cobre. Some-se a isso, a retomada de investimentos em exploração no Brasil por parte dos grandes grupos de mineração, a maioria deles com forte presença na indústria de cobre mundial.

Hoje, as reservas totais brasileiras ascendem a mais de 21 milhões, com perspectivas de incrementos significativos se mantidos os esforços de investimentos em prospecção e exploração mineral observados nas últimas décadas.

**Figura 3.2.a**  
**EVOLUÇÃO DAS RESERVAS BRASILEIRAS DE MINÉRIO DE COBRE**  
**(TONELADAS DE COBRE CONTIDO)**



Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM: diferentes edições do Anuário Mineral Brasileiro e do Sumário Mineral; Banco de Dados MINERALDATA do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM .

### 3.3. Estrutura Empresarial da Mineração de Cobre

A mineração de cobre brasileira caracteriza-se por ter um elevado nível de concentração, estando sob controle de apenas três empresas mineradoras a quase totalidade (97,4%) da oferta de concentrado de cobre no país, no ano de 2008. A Cia. Vale do Rio Doce-Vale é a líder do segmento e responde por cerca de 56,9% da oferta, seguida pela Mineração Maracá S/A (28,5%) e Mineração Caraíba (12,1%). A **Tabela 3.1.c**, já apresentada anteriormente, mostra o percentual detido pelas demais empresas atuantes no segmento da mineração do cobre.

A parcela restante da oferta (2,6%) é distribuída entre 4 (quatro) empresas – Cia. Níquel do Tocantins, Prometálica Mineração S/A, Serabi Mineração S/A e Mineração Santa Blandina Ltda. -, que produzem o concentrado de cobre como subproduto do beneficiamento de minério de níquel ou de ouro primário, ou ainda, de forma marginal e esporádica, como co-produto de ouro ou mesmo de níquel. A Cia. Níquel Tocantins se destaca, dentre essas empresas, por produzir o concentrado de cobre como subproduto do níquel de forma continuada, contribuindo com 2% da oferta nacional.

Com exceção do grupo Vale, que é a 2º maior grupo empresarial de mineração do mundo, do grupo canadense Yamana Gold, controlador da Mineração Maracá S/A e da Cia. Níquel Tocantins, parte integrante do Grupo Votorantim, um dos maiores grupos empresarial do país, as mineradoras que produzem concentrado de cobre são empresas de porte médio a pequeno.

No que tange ao nível gerencial e organizacional, a mineração de cobre brasileira se sobressai no setor mineral brasileiro, por contar com a participação expressiva de empresas conhecidas pela excelência gerencial e organizacional, de reconhecido padrão internacional, como é o caso da Vale, da Yamana, Cia. Níquel Tocantins do Grupo Votorantim, e a Mineração Caraíba S/A, a mais antiga e tradicional produtora de concentrado do país.

A **Tabela 3.2.a** sintetiza o perfil das principais empresas que atuam no segmento da mineração de cobre no país.

**Tabela 3.3.a**  
**PERFIL DAS PRINCIPAIS EMPRESAS DE MINERAÇÃO DE COBRE NO PAÍS**

EMPRESA CONCESSIONÁRIA	GRUPO EMPRESARIAL	PRINCIPAIS ÁREAS DE ATUAÇÃO DO GRUPO OU EMPRESA	PORTE DO GRUPO OU EMPRESA	CONTROLE DO CAPITAL VOTANTE	NOME DA MINA	LOCALIZAÇÃO DA MINA (MUNICÍPIO/ESTADO)	CERTIFICAÇÃO DA MINA ISO (9000, 14000, 18000) OU EQUIVALENTES	PRODUÇÃO (t Cu contido) 2008p	PARTICIPAÇÃO NA OFERTA DOMÉSTICA
Cia. Vale do Rio Doce	Vale	Mineração de ferro, manganês, níquel, cobre, caulim, bauxita, carvão; metalurgia de alumínio, níquel, metais do grupo da platina, ouro, etc; produção de alumina; siderurgia (participação); logística de transporte	Grande	100% Nacional (Empresa listada nas bolsas de valores de São Paulo e New York)	Sossego e Sequeirinho	Canaã dos Carajás/PA	Certificação em processo de implantação. Sistema de gestão integrada em qualidade, meio ambiente, saúde e segurança, baseado nas normas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001.	126.000	56,9%
Mineração Maracá S/A	Yamana Gold Inc.	Mineração de ouro, prata, cobre, zinco e molibdênio	Grande	100% Canadense (empresa listada nas bolsa de valores de Toronto, New York, etc)	Chapada	Alto Horizonte/GO	Em processo de implantação o sistema de gestão integrada em qualidade, meio ambiente, saúde e segurança, baseado em padrão internacional Yamana. Certificação ISO 14001 em processo.	63.050	28,5%
Mineração Caraíba S/A	Mineração Caraíba	Mineração de cobre e ouro	Médio	100% Nacional	Caraíba e Baraúna	Jaguarari/BA	Certificações: ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001.	26.719	12,1%
Cia. Níquel Tocantins	Votorantim	Mineração de ferro, níquel, cobre, bauxita, calcário, argila; metalurgia de alumínio, níquel, produção de alumina, cimento; siderurgia	Grande	100% Nacional	Buriti	Niquelândia/GO	Sistema de Gestão de Qualidade Integrada atendendo às seguintes normas: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 e SA 8000	4.457	2,0%

Fontes: Vale - Form 20-F da SEC; Yamana Inc. (Mineração Maracá) - Annual Report 2008; Votorantim Metais (site); Revista Brasil Mineral, Revista Minérios e Minerales

<sup>p</sup> Preliminar

### 3.4. Parque Produtivo

A concentração da produção em poucas unidades mineiras é também uma característica observada na mineração de cobre brasileira. Ressalte-se que cerca de 97 % da produção de concentrado e de catodo *SX/EW* provêm essencialmente de dois complexos mineiros - voltados única e exclusivamente à produção de concentrado de cobre, com ouro e prata como subprodutos -, quais sejam:

- Complexo Sossego/Sequeirinho, localizado na Província Mineral de Carajás, em Canaã dos Carajás, estado do Pará, e formado por duas frentes de lavra e uma única concentradora, e
- Complexo Caraíba, compreendendo uma mina subterrânea e frentes de lavra a céu aberto na área da mina Caraíba e em concessões vizinhas, uma única planta de concentração e uma planta hidrometalúrgica para produção de catodo *SX/EW*, todos localizados no Distrito Cuprífero do Vale do Curaçá, em Jaguarari, estado da Bahia,

e da mina de Chapada, em Alto Horizonte, estado de Goiás, que tem o concentrado de cobre e o ouro nele contido como co-produtos.

O concentrado de cobre é produzido também como subproduto da mineração de níquel laterítico em Niquelândia, estado de Goiás.

A **Tabela 3.4.a** sumariza o perfil das minas produtoras de concentrado de cobre em operação no Brasil. A **Tabela 3.4.b** complementa aquele perfil com a evolução da produção das minas no período de 2000 a 2008, sendo este último uma estimativa preliminar.

No que tange à produção de catodo de cobre *SX/EW*, o segmento de mineração já conta com duas plantas hidrometalúrgicas: uma na Mineração Caraíba, em Jaguarari, com capacidade de 4.500 tpa de catodo, voltada ao tratamento das pilhas de minério oxidado, e a outra, a Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC), recém implantada pela Vale nas proximidades da mina de Sossego, em Canaã dos Carajás, no estado do Pará. A UHC tem capacidade para tratar 35.000 tpa de concentrado de cobre sulfetado, produzindo 10.000 tpa de catodo *SX/EW*, com 99,99% Cu. Caso se confirme a eficiência do processo hidrometalúrgico em um período de 21 meses, todos os projetos de cobre da Vale destinarão os seus concentrados sulfetados para a produção de catodo *SW/EW*. Nesta hipótese, uma nova planta será implementada em escala maior e adequada à capacidade de geração de concentrados das minas.

**Tabela 3.4.a**  
**PERFIL DAS MINAS DE COBRE EM OPERAÇÃO NO BRASIL**

EMPRESA	MINA			LOCALIZAÇÃO		RESERVAS EM 31/12/2008 <sup>(1)</sup> (Milhões de t de minério)						TIPO DE LAVRA	CAPACIDADE DA PLANTA CONCENTRADORA (2008) (toneladas anuais de minério)
						MEDIDA		INDICADA		TOTAL			
	NOME	MINÉRIO	PRODUTO PRINCIPAL	MUNICÍPIO	ESTADO	Tonelagem	Teor (%)	Tonelagem	Teor (%)	Tonelagem	Teor (%)		
Mineração Caraíba S/A	Complexo Caraíba (Caraíba e Baraúna)	Cobre sulfetado, com ouro e prata associados	Concentrado de cobre (34% Cu), com ouro e prata contidos	Jaguarari	Bahia	nd	nd	nd	nd	13,8 <sup>(2)</sup>	1,18%	Subterrânea (Caraíba) e lava a céu aberto	3.300.000 <sup>(3)</sup>
		Cobre oxidado proveniente de lava a céu aberto	Catodo de cobre SX/EW (99,99% Cu)			nd	nd	nd	nd	3,0 <sup>(4)</sup>	0,77%	Recuperação de pilha de minério oxidado estocado	840.000 <sup>(5)</sup>
	Mineração Caraíba - Total					-	nd	nd	nd	16,8	1,11%	-	4.140.000
Cia. Vale do Rio Doce - Vale	Complexo Sossego/Sequeirinho	Cobre sulfetado, com ouro e prata associados	Concentrado de cobre (30% Cu), com ouro contido	Canaã dos Carajás	Pará	124,6	1,00%	41,9	0,91%	166,5	0,93%	A céu aberto	13.000.000 <sup>(6)</sup>
Mineração Maracá S/A	Chapada	Cobre e ouro como coprodutos	Concentrado de cobre (28% Cu), com ouro contido	Alto Horizonte	Goiás	179,3	0,33%	166,1	0,31%	345,4 <sup>(7)</sup>	0,32%	A céu aberto	16.000.000 <sup>(8)</sup>
Cia. Níquel Tocantins	Buriti	Níquel, com cobre e cobalto como subproduto da mina	Concentrado de cobre (28% Cu)	Niquelândia	Goiás	nd	nd	nd	nd	57,9 <sup>(10)</sup>	0,09%	A céu aberto	5.000.000 <sup>(11)</sup>
Prometélica Mineração Centro Oeste Ltda.	Santa Marta	Níquel e cobre como coprodutos	Concentrado de cobre (28% Cu), com ouro e prata contidos	Americano do Brasil	Goiás	nd	nd	nd	nd	3,6	0,61%	Subterrânea	720.000 <sup>(9)</sup>
Prometélica Mineração Ltda.	Santa Helena	Ouro com cobre associado	Concentrado de cobre com ouro contido	Rio Branco	Mato Grosso	nd	nd	nd	nd	nd	nd	A céu aberto	nd
Serabi Mineração Ltda.	Palito	Ouro com cobre associado	Concentrado de cobre como subproduto	Itaituba (Tapajós)	Pará	nd	nd	nd	nd	nd	nd	A céu aberto	nd
Mineração Santa Blandina Ltda.	Santa Blandina	Ouro e cobre como coprodutos	Concentrado de cobre como co-produto	Itapeva	São Paulo	nd	nd	nd	nd	nd	nd	A céu aberto	nd
<b>TOTAL BRASIL</b>						<b>303,9</b>	<b>0,60%</b>	<b>208,0</b>	<b>0,43%</b>	<b>590,1</b>	<b>0,49%</b>	-	<b>38.860.000</b>

Fontes: Vale - Form 20-F da SEC; Yamana (Mineração Maracá) - Annual Report 2008; DNPM - Sumário Mineral 2000 / 2008; Revista Brasil Mineral; Revista Minérios.

p - preliminar; e - estimado; nd - não disponível

(1) As reservas medidas da Vale e da Mineração Maracá referem-se a reservas provadas, segundo conceito adotado em âmbito internacional. Por sua vez, as reservas indicadas de ambas empresas referem-se a reservas prováveis.

(2) Conservadoramente a empresa contempla reservas, incluindo estoques de minério de baixo teor, apenas para 5 anos. No entanto, as pesquisas recentes apontam para mais de 20,0 milhões de t de minério com 1,1% Cu.

(3) Equivalente a 90.000 tpa de concentrado.

(4) Os estoques de minério oxidado de antigas frentes de lava a céu aberto permitem a operação da Planta de SX/EW ao ritmo de 4.000 t de catodo por, no mínimo, 5 anos.

(5) Capacidade nominal de 4.500 tpa de catodo de cobre SX/EW.

(6) Equivalente a 410.000 tpa de concentrado (120.000 tpa de Cu contido).

(7) Recursos totais (medidos, indicados e inferidos), exclusive reservas, ascendem a mais de 700.000 t de Cu contido.

(8) Equivalente a 255.500 tpa de concentrado (68.000 tpa de Cu contido).

(9) Equivalente a 12.500 tpa de concentrado (3.500 tpa de Cu contido).

(10) Reserva de laterita níquelífera, com 0,09% Cu.

(11) Equivalente a 4.500 tpa de Cu contido.

**Tabela 3.4.b**  
**EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DAS MINAS DE COBRE EM OPERAÇÃO NO BRASIL**

EMPRESA	MINA	EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO								
	NOME	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Mineração Caraíba S/A	Complexo Caraíba (Caraíba e Baraúna)	31.788	30.212	29.619	27.326	26.028	23.578	22.720	24.129	22.911
									1.975	3.808
	Total	31.788	30.212	29.619	27.326	26.028	23.578	22.720	26.104	26.719
Cia. Vale do Rio Doce - Vale	Complexo Sossego/ Sequeirinho					73.326	106.159	117.514	118.236	126.000
Mineração Maracá S/A	Chapada							2.547	56.039	63.050
Cia. Níquel Tocantins	Buriti		2.175	nd	nd	1.245	2.008	4.490	4.897	4.457
Prometalica Mineração Centro Oeste Ltda.	Santa Marta								996	0
Prometalica Mineração Ltda.	Santa Helena								1.976	1.345
Serabi Mineração Ltda.	Palito							564	564	nd
Mineração Santa Blandina Ltda.	Santa Blandina		25	13	156	640	183	0	nd	nd
<b>TOTAL BRASIL</b>		<b>31.788</b>	<b>32.412</b>	<b>29.632</b>	<b>27.482</b>	<b>101.239</b>	<b>131.928</b>	<b>147.835</b>	<b>208.812</b>	<b>221.571</b>

Fontes: Vale - Form 20-F da SEC; Yamana (Mineração Maracá) - Annual Report 2008; DNPM - Sumário Mineral 2000 / 2008; Revista Brasil Mineral; Revista Minérios.

A logística de escoamento do concentrado de cobre e do catodo SX/EW produzido no país está baseada no transporte intermodal, conforme descrito a seguir:

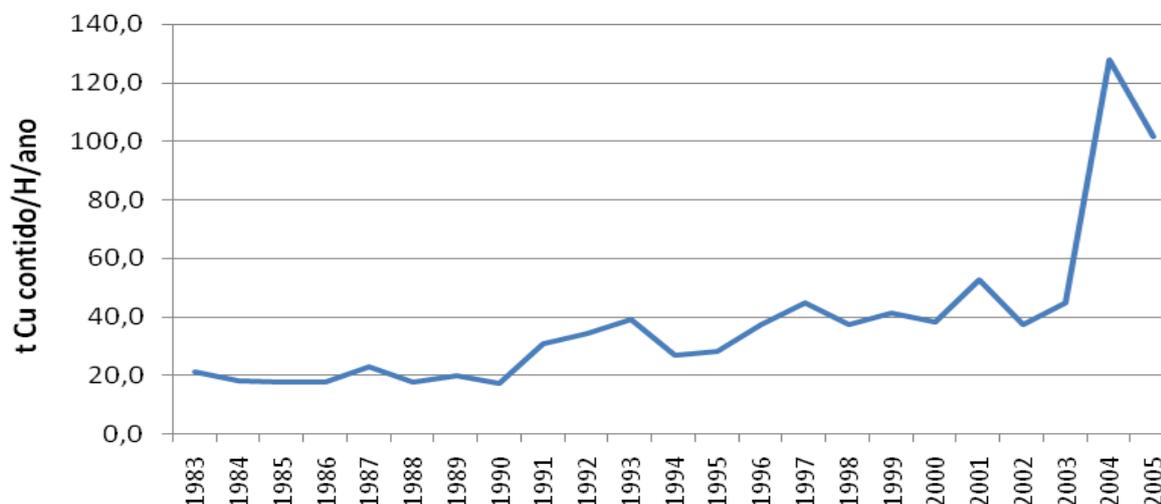
- Complexo Sossego/Sequeirinho - o concentrado é transportado em caminhões da usina de concentração até um armazém junto à Estrada de Ferro Carajás (EFC), na cidade de Parauapebas, de onde é enviado por ferrovia até o Terminal Marítimo de São Luís, no estado do Maranhão, sendo dali embarcado para os mercados interno (planta da Caraíba Metais, via Porto de Aratu) e externo (Ásia e Europa).  
A Vale tem planos de construir uma ramal ferroviário para atender o escoamento atual e futuro de suas minas de cobre e níquel. Com isso, evitar-se-á a movimentação rodoviária de concentrado na região;
- Complexo Caraíba – o concentrado é transportado em caminhões da usina de concentração até uma área de armazenagem junto à Ferrovia Centro Atlântica (FCA), em Jaguarari, de onde segue até a planta da Caraíba Metais, em Dias D'Ávila, na área do Pólo de Camaçari, estado da Bahia. O catodo é enviado para o mercado interno em caminhão. Segue também em caminhão até o Porto de Salvador para ser embarcado para o mercado externo;
- Mina de Chapada – o concentrado é transportado em caminhão até Dias D'Ávila, quando se destina à planta da Caraíba, ou até Anápolis para ser embarcado em vagões da Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e transportado até o Porto de Vitória, no estado do Espírito Santo, de onde segue para os EUA e Europa;

O escoamento das demais minas se dá por caminhão das usinas - situadas em Niquelândia/GO, Americano do Brasil/GO, Rio Branco/MT e Itapeva/SP - até o Porto de Santos, principal porto de escoamento do produto destinado ao mercado externo.

Com exceção da mina da Caraíba, a mais antiga mina de cobre em operação no país, todas as demais unidades produtoras, sejam elas voltadas exclusivamente para mineração de cobre ou tenham o cobre como subproduto, são minas novas com menos de 6 anos de operação. Incorporam, conforme informações das concessionárias, os mais modernos processos e equipamentos de produção, tanto na lavra quanto na concentração, o que se traduz em elevados índices de produtividade para o segmento de mineração do cobre. A Mineração Caraíba, por seu lado, como forma de estender a vida útil de sua mina, sempre buscou investir em atualização de processos e equipamentos, resultando também em sensíveis melhorias de produtividade em suas unidades.

A **Figura 3.4.a** mostra a evolução da produtividade média na mineração do cobre no Brasil, no período 1983 a 2005. Observe-se que até 1990 a produtividade na indústria manteve-se praticamente estável, vindo a ter um forte incremento na década de 1990 com a melhoria operacional e modernização da mina da Caraíba e a exaustão gradativa da mina Camaquã.

**FIGURA 3.4.a**  
**EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE**  
**NA MINERAÇÃO DE COBRE**



FONTES: Banco de Dados MINERALDATA do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM; Anuário Mineral Brasileiro.

O acentuado aumento de produtividade experimentado pela indústria, a partir de 2003, se deve à mina de Sossego, cujos avanços tecnológicos aportados ao seu projeto, tanto na lavra quanto na concentração, a colocam entre as minas mais modernas e competitivas do mundo.

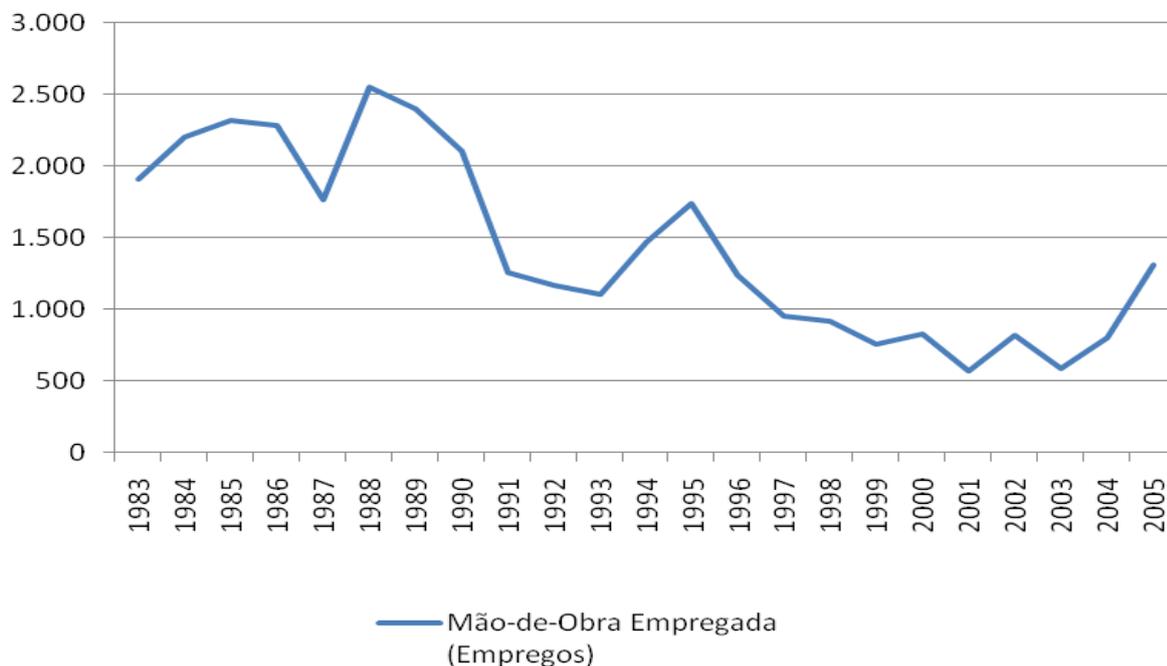
### 3.5. Recursos Humanos da Mineração de Cobre

O contingente de pessoal diretamente vinculadas à mineração de cobre, cuja evolução pode ser observado na **Figura 3.5.a**, tem decrescido desde 1983 (quando tiveram início os registros no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM), vindo de um patamar de 1.900 para 500 empregados em 2000, fato este decorrente da exaustão da mina de Camaquã e da diminuição da atividade na mina da Caraíba por conta da exaustão de suas reservas e da modernização do seu método de lavra subterrânea, menos intensiva em mão de obra. Com a entrada em operação da mina de Sossego o contingente retoma sua curva de crescimento, prevendo-se fortes incrementos nos próximos 10 anos com a entrada em produção de diversas minas da Vale na Província Mineral de Carajás.

Entretanto, visto que a mineração de cobre moderna e competitiva é intensiva em capital, e não em mão de obra, não se espera demanda de pessoal em níveis como aqueles do passado. Este fato é válido praticamente para todos os segmentos do setor mineral, notadamente aqueles que movimentam e tratam grandes volumes de ROM<sup>6</sup>

<sup>6</sup> ROM – *run-of-mine* (minério bruto como saído da mina).

**FIGURA 3.5.a**  
**MÃO DE OBRA EMPREGADA NA MINERAÇÃO DE COBRE**

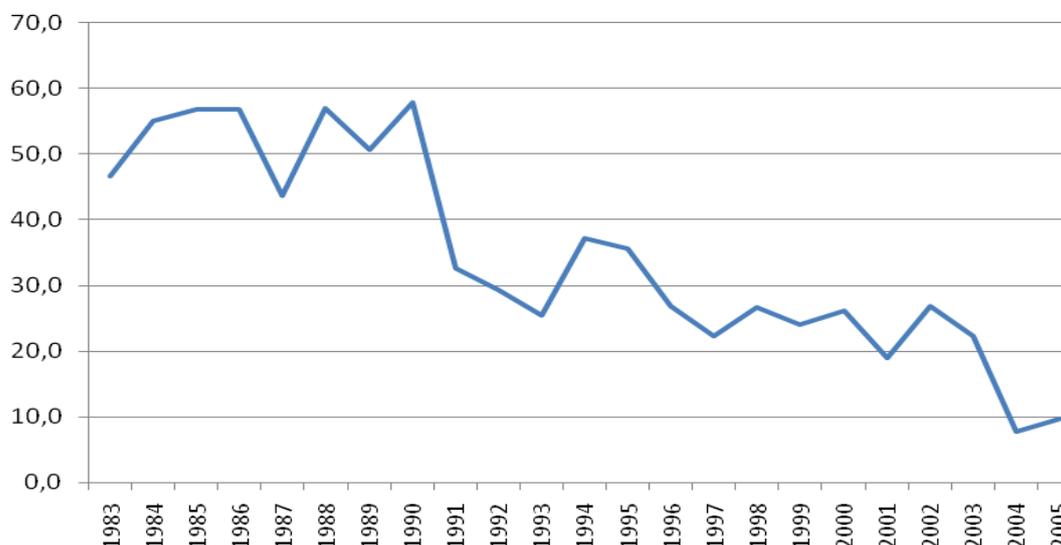


FONTES: Banco de Dados MINERALDATA do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM; Anuário Mineral Brasileiro.

Como pode ser observado na **Figura 3.5.b.**, o índice de coeficiente de ocupação de mão de obra na mineração do cobre, expresso em número de empregos por mil toneladas de cobre contido em concentrado, no caminho inverso do aumento da produtividade, em decorrência desta, vem caindo sistematicamente desde 1983 (início dos registros do DNPM), o que se acentuou a partir de 1990. Este índice variou de 55 empregos por tonelada de cobre contido em concentrado em 1984, para praticamente 10 em 2005, o que representa 5,5 vezes a otimização do uso da mão de obra empregada na mineração.

O gráfico da referida figura mostra uma nítida tendência de estabilização do índice entre 9 e 10 empregos, com base nas estatísticas disponibilizadas pelo DNPM até 2005. Entretanto, se for considerada a líder do segmento, a Vale com a sua mina de Sossego, o índice fica em torno de 5 empregos/t de cobre contido (2006). Caso se considere a mina da Caraíba, que é lavrada por método subterrâneo com teor 3 vezes mais rico que a média das minas a céu aberto, este índice se situaria no em torno de 19.

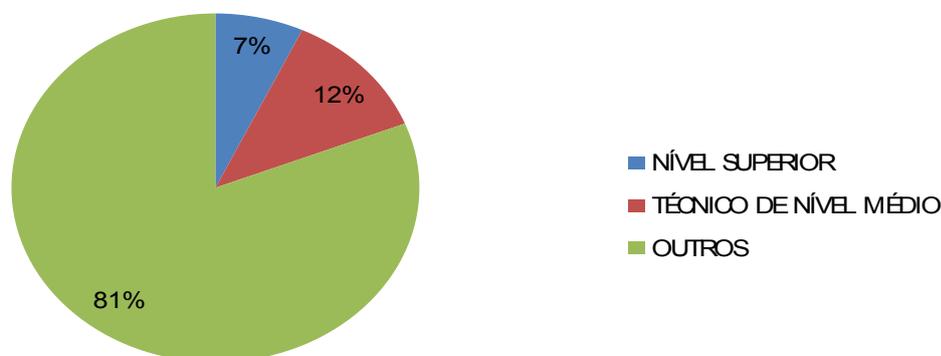
**FIGURA 3.5.b**  
**COEFICIENTE DE OCUPAÇÃO DE MÃO DE OBRA**  
**NA MINERAÇÃO DE COBRE**  
**(EMPREGOS/1.000 TONELADAS DE CU CONTIDO EM CONCENTRADO)**



FONTES: DADOS CETEM/MINERAL DATA E DNPM/ANUÁRIO MINERAL.

Tomando-se como base as 3 principais empresas produtoras de concentrado de cobre com dados disponíveis de pessoal, pode-se admitir que, em média, cerca de 77% trabalha em área fim (operacional) e 23% em área meio (administração). Por outro lado, considerando-se que como empresas industriais devem ter um corpo técnico especializado de nível superior, legalmente habilitados para atuarem nos diversos setores, bem como equipes qualificadas de técnicos de nível médio, responsáveis diretos pelas operações dos processos, ambos tanto das áreas de produção, quanto das áreas meio, admite-se, no geral, que uma média de 7% dos empregados são de nível superior e 12% de nível médio na mineração de cobre brasileira, percentuais estes relevantes para as projeções futuras relativas à mão de obra.. Esse fato é ilustrado na **Figura 3.5.c** a seguir apresentada.

**FIGURA 3.5.c**  
**DISTRIBUIÇÃO DO PESSOAL POR NÍVEL EDUCACIONAL**



FONTES: Banco de Dados MINERALDATA do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM; Anuário Mineral Brasileiro.

### 3.6. Aspectos Tecnológicos da Mineração de Cobre

Tanto na lavra quanto na concentração, a mineração de cobre brasileira teve significativos avanços tecnológicos com a entrada da Vale, através da sua mina Sossego, e da Mineração Maracá (controlada da Yamana Gold), através de sua mina de Chapada, na produção de concentrado. Seus projetos de grande escala industrial pelo volume de material movimentado em suas minas (mais de 40 a 60 milhões tpa de ROM e estéril) e pelo volume de ROM tratado em suas usina (de 15 a 20 milhões de ROM alimentação) contemplam o que de mais moderno existe em processo e equipamento para lavra a céu aberto e para beneficiamento, impondo, assim, um novo padrão de referência à mineração do cobre no país. Tanto as grandes, quanto as médias e pequenas produtoras, estão em linha com este novo padrão trazido pelas líderes do segmento.

Mesmo a Mineração Caraíba, a mais antiga e tradicional mineradora de cobre do país, vem modernizando suas unidades produtivas, de forma não só aumentar a vida útil de reservas, como também tratar minérios até então antieconômicos ou não susceptíveis à concentração convencional via flotação. No primeiro caso, a empresa investiu em um novo método de lavra subterrânea, de tecnologia canadense, chamado de **Vertical Retreat Mining** (VRM), que permite a lavra de todo o maciço rochoso, localizado a profundidade superior a 800 metros, e para tanto emprega o método de preenchimento das aberturas subterrâneas (realces e pilares) denominado de **Paste fill**, inédito no Brasil. A atividade sísmica da mina (microsísmos induzidos pela lavra) é monitorada por um sistema eletrônico on-line, 24h por dia, de vital importância para aumentar as condições de segurança e auxiliar no gerenciamento das atividades produtivas.

Com esse novo método de lavra, recuperação da reserva aumentou de 50% para 70%, e, conseqüentemente, a produção e a vida útil da mina Caraíba. Por outro lado, o emprego desse método requereu a instalação de uma unidade produtora de pasta formada por 78% de rejeito sólido da concentração do minério de cobre e 4% de cimento e água. Esta mistura é a pasta de preenchimento dos realces e pilares desmontados. Com isso, maximizou-se a recuperação de água da concentradora, além de minimizar o lançamento de sólidos em bacia de rejeito. Os resíduos do próprio subsolo a ele retornam, dando ao processo um caráter de “tecnologia limpa”, conforme anúncios da empresa.

Ainda na Mineração Caraíba, cabe registrar a iniciativa pioneira da empresa ao montar e operar a primeira planta hidrometalúrgica com a tecnologia SX/EW para tratar minério oxidado de cobre e obter catodo de cobre. As soluções com cobre dissolvido, resultantes de lixiviação ácida do minério oxidado empilhado, são submetidas à operação conjunta de extração por solventes (**Solvent Extraction**) e eletrodeposição (**Electrowinning**) do cobre, sem necessidade de fundição ou refino eletrolítico. O catodo de cobre, também conhecido como cobre SX/EW, ou cobre grau *electrowon*, tem pureza superior a 99,9% e é de amplo uso na cadeia produtiva.

A Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC) implantada e posta em marcha pela Vale em dezembro de 2008, em Carajás/Pará, é outra iniciativa inovadora e revolucionária na indústria de cobre que merece registro e reflete as novas face e fase da mineração de cobre do país. Trata-se de uma planta hidrometalúrgica com tecnologia desenvolvida pela empresa canadense Cominco Engineering Services Ltd. (CESL), do grupo Teck-Cominco, ainda com caráter experimental em escala industrial, e tem capacidade para tratar 35.000 toneladas de concentrado de cobre sulfetado, gerando 10.000 toneladas de catodo de cobre com 99,99% de pureza, sem que haja necessidade de fundição ou refino eletrolítico. Os investimentos nesta unidade foram da ordem de US\$ 90 milhões. Prevê-se que a operação da planta dar-se-á por um período de 21 meses, a partir de dezembro de 2008, ao fim do qual se espera que seja comprovada a eficiência do processo. Caso afirmativo, a Vale partirá para a construção de uma nova planta industrial em escala de tamanho adequado para tratar o concentrado de cobre de suas minas, a atual e as futuras, localizadas na Província Mineral de Carajás. O sucesso desta iniciativa, segundo a empresa, a colocará em posição bastante competitiva no mercado internacional do cobre metálico.

O desenvolvimento tecnológico trazido pela Vale para o segmento de mineração, associado *in loco* com a transformação mineral por via não convencional, poderá mudar e redirecionar a indústria do cobre no Brasil, em particular, e impactar a mundial, no geral.

O grande impacto será no custo do investimento e no custo operacional do segmento da transformação mineral, visto que um projeto hidrometalúrgico com a tecnologia CESL, ora em comprovação industrial, demandará investimentos menores – algo entre 20 a 30%, segundo fontes da indústria - que um projeto convencional pirometalúrgico com a mesma capacidade. O fato de ser implantado junto a mina/concentração ou nas proximidades, o projeto metalúrgico propiciaria ganhos em sinergia com a mina no tocante à infraestrutura e flexibilidade operacional (redução de produção pari passo com a mina, sem maiores problemas), além de ganho com redução em mais de 2/3 no custo de transporte (metal versus concentrado com 30% Cu). E mais ainda e de forma relevante, as vantagens relativas ao meio ambiente (inexistência de emissão de gases poluentes e, em decorrência, de planta de ácido sulfúrico).

No que concerne à tecnologia SX/EW, hoje responsável por 25% da produção de metal, a sua desvantagem diz respeito ao não aproveitamento dos subprodutos como ouro e prata e, em alguns casos, não atingir a pureza 99,99% requerida por determinados segmentos de consumo. Neste caso, o catodo SX/EW é submetido a refino. O custo de investimento da planta SX/EW é 30 a 40% de uma planta pirometalúrgica, além de permitir escalas menores e flexibilidade operacional. O aproveitamento dos metais nobres associados ao cobre é uma questão meramente de tempo, pois na medida em que a tecnologia se espalhar, como de fato vem ocorrendo no mundo, fatalmente novos processos surgirão para remover esta desvantagem do processo SX/EW. Hoje, no mundo, 25% do cobre primário provêm de plantas SX/EW.

Graças ao maior grau de abertura e interação da economia brasileira com o exterior, o segmento da mineração de cobre não sofre quaisquer restrições para acessar e adquirir tecnologias necessárias à modernização de suas unidades, comprar equipamentos e serviços de qualquer natureza, seja para lavra, seja para a concentração, ou ainda adquirir outros fatores de produção, tanto interna quanto externamente. A indústria de bens de capital brasileira é hoje competitiva e está perfeita e globalmente integrada, atuando de forma bastante competitiva vis-à-vis a indústria do exterior.

A área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da mineração do cobre conta com centros de pesquisa de excelência no país para o aproveitamento de seus recursos, podendo ainda buscar alternativas no exterior, notadamente, naqueles países de tradição mineira.

### **3.7. Aspectos Ambientais**

Talvez por ser um segmento com uma estrutura industrial praticamente nova e no estado da arte no tocante a processos, equipamentos e gerenciamento, a atual mineração de cobre brasileira é, provavelmente, no setor mineral, a mineração que melhor retrata o equacionamento e o gerenciamento das questões ambientais, nos seus múltiplos aspectos, decorrentes, direta ou indiretamente, de sua atividade.

Além de serem ambientalmente licenciadas de conformidade com os rigores da Legislação Ambiental vigente nos níveis federal e estadual, e atenderem os condicionantes estabelecidos por suas licenças de operação, tanto as minas novas - com menos de 5 anos de operação, como por exemplo, o complexo mineiro de Sossego/Sequeirinho e a mina de Chapada -, quanto a mais antiga, o complexo mineiro da Caraíba, empregam o que de mais moderno existe em termos de equipamentos, instalações e técnicas operacionais que, comprovadamente, mitigam impactos ambientais resultantes, inexoravelmente, da atividade mineira.

As certificações já obtidas ou em processo de obtenção pelo parque produtor de concentrado de cobre, conforme já apresentado na **Tabela 3.3.a** demonstram a preocupação das empresas do segmento do cobre com o meio ambiente e sua integração com qualidade, saúde e segurança.

Em todas as minas de cobre, sem exceção, as bacias de rejeitos são convencionais e foram construídas dentro do melhor padrão geotécnico e de engenharia existentes, que permitem atender os mais rigorosos requisitos de segurança ambiental. Programas de gerenciamento de resíduos sólidos estão implantados em todas as minas e usinas.

Nesse particular, vale destacar novamente a iniciativa da Mineração Caraíba (vide item **3.6**) ao introduzir na mina da Caraíba um novo e moderno de lavra subterrânea de origem canadense, que além de propiciar aumento significativo da recuperação de reservas, permite que os rejeitos da concentração retornem à mina, como uma mistura com cimento e água, e preencham os realces e pilares desmontados na lavra subterrânea. Trata-se de um avanço em busca de uma “tecnologia limpa” do ponto vista ambiental.

Conforme constatado, programas de gestão e controle ambiental, programas de qualidade das águas de processo e efluentes, programas de controle de emissões atmosféricas, programas de preservação e conservação ambiental de áreas circunvizinhas à mina, programas de áreas degradadas e mineradas, programa de gestão de resíduos industriais (que não os rejeitos de lavra e beneficiamento) e programa de redução de consumo de água e energia, bem como de combustíveis, dentre outros, já estão implantados ou em implantação nas minas de cobre brasileiras.

Ainda na questão ambiental, cabe mencionar o trabalho de integração da empresa mineradora de cobre com a comunidade do município (em geral, de baixo índice de desenvolvimento humano), onde se situa a mina, seja contribuindo para melhorias da infra-estrutura urbana (saneamento, por exemplo), seja na área educacional e de saúde, ou ainda na contratação de serviços, independentemente do fato de ser a principal empregadora na região. Os exemplos da Mineração Caraíba em Jaguarari, da Mineração Maracá em Alto Horizonte, da Vale em Canaã dos Carajás, bem como do Grupo Votorantim em Niquelândia, mostram claramente uma nova e avançada visão empresarial da questão ambiental, no seu aspecto socioeconômico.

### **3.8. Evolução da Produção de Minério e do Seu Valor**

A **Tabela 3.8.a** apresenta a evolução da produção de concentrado de cobre doméstica e o seu valor, no período de 2000 a 2009, o qual retrata as significativas mudanças no segmento da mineração de cobre. A partir de 2004, tanto a produção quanto o seu valor experimentam forte incremento em razão não apenas do aumento da tonelagem, mas também da melhoria do preço do concentrado, no período de 2006 a 2008 (vide **Figura 3.9.a**).

Tabela 3.8.a

**EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO E DO VALOR DO CONCENTRADO DE COBRE**

ANO	QUANTIDADE PRODUZIDA (t de Cu contido)	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)
2000	31.788	100.250.441,00
2001	32.412	101.235.846,00
2002	29.632	132.550.544,00
2003	27.482	176.004.196,00
2004	101.239	849.697.535,00
2005	131.928	993.897.773,00
2006	148.475	1.760.518.298,00
2007	208.812	2.679.067.970,00
2008 <sup>p</sup>	221.571	2.621.365.176,98
2009 <sup>e</sup>	225.632	1.846.392.880,10

Fontes: Anuário Mineral Brasileiro - edições de 2000 a 2007 (prévia parcial); Sumário Mineral - edições de 2000 a 2008; 6º Distrito do DNPM; Relatórios anuais da Cia. Vale do Rio Doce - Vale, Yamana GoldInc. e Mineração Caraíba S/A.  
p - Preliminar. e - Estimado.

### 3.9. Evolução e Tendência do Preço de Mercado

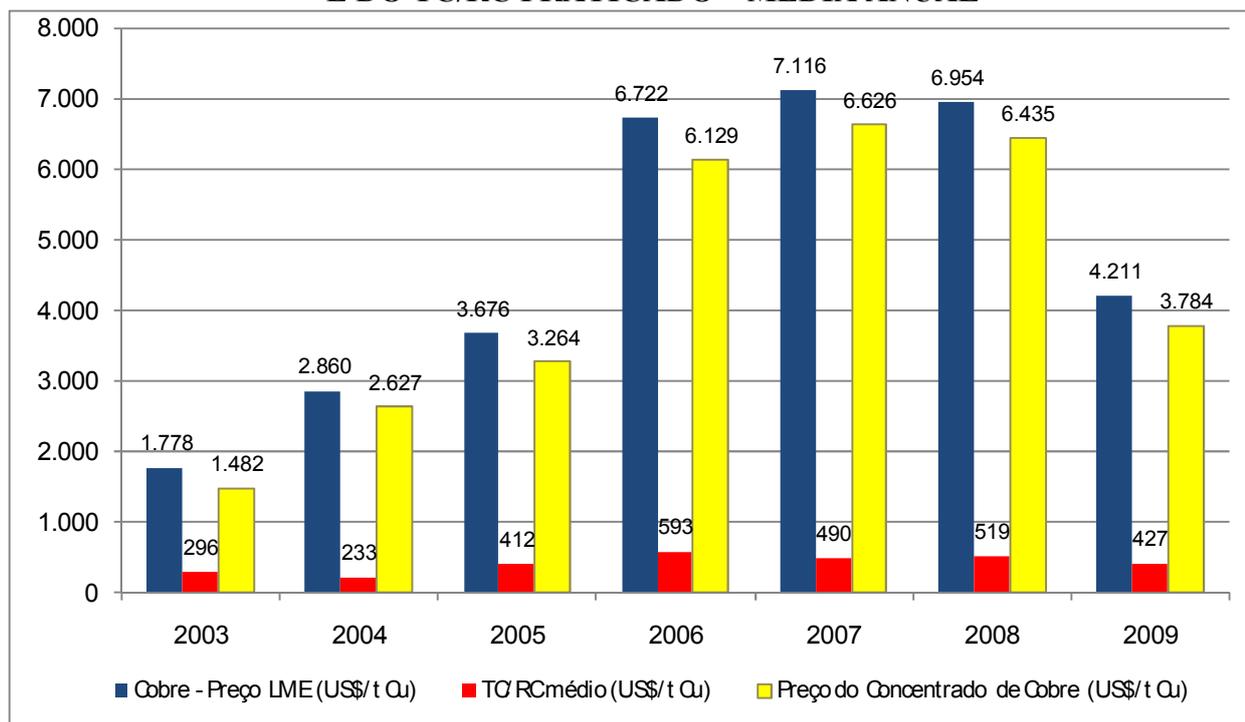
O preço do concentrado de cobre em qualquer mercado é estabelecido com base no preço do metal na Bolsa de Metais de Londres (*London Metal Exchange – LME*) do dia considerado como de fechamento da compra menos os descontos referentes às taxa de tratamento metalúrgico (*Treatment Charge*) e refino eletrolítico ou a fogo (*Refining Charge*), negociados entre a mineradora e a fundição/refinadora (planta metalúrgica).

Esses descontos são negociados e acordados em função principalmente das condições de oferta e demanda de concentrado no mercado mundial e tendem a diminuir em época de crescente demanda ou oferta reduzida, propiciando maiores ganhos para a mineradora. O inverso ocorre quando há oferta em excesso no mercado ou a demanda está deprimida, revertendo-se o ganho para a fundição/refinadora. É claro que a relação comercial de longo entre mineradora e cliente também influi no valor do desconto final.

A **Figura 3.9.a** apresenta a evolução do preço do concentrado e da TC/RC médio em alguns mercados.

No tocante à tendência do preço, a grave crise vivida pela economia mundial a partir do 2º semestre de 2008 desestabilizou os mercados das *commodities* metálicas, provocando a erosão dos preços a patamares um pouco acima daqueles verificados em 2005. Até haver sinais claros e firmes de saída da recessão por parte da maioria das economias do primeiro mundo – EUA, União Européia e Japão - e de retorno da China a taxas de crescimento históricas observadas antes da crise, a volatilidade do preço do cobre na LME, bem como dos demais metais, será a tônica nos dias atuais. Alguns analistas do mercado internacional de metais arriscam prever que os preços do cobre se situem na faixa de US\$ 3.500,00 a US\$ 5.500 nos próximos 5 anos, caso não haja pressão de demanda exageradamente forte por parte da China, com redução de estoques, e sem que ocorra ajustes da oferta mundial.

**Figura 3.9.a**  
**EVOLUÇÃO RECENTE DO PREÇO DO CONCENTRADO DE COBRE**  
**E DO TC/RC PRATICADO – MÉDIA ANUAL**



Fonte: Caraíba Metais S/A

### 3.10. Investimentos na Mineração de Cobre

Para a execução de trabalhos de exploração geológica – desde a procura ao dimensionamento e avaliação do jazimento -, uma vez localizadas as áreas com indícios diretos e ou evidências indiretas, estabelece-se um plano de pesquisa organizado de forma semelhante aos de outras substâncias, adequados às peculiaridades técnicas do cobre.

Detectada a presença de minério durante os primeiros reconhecimentos de campo, um programa básico de exploração e pesquisa para definir a extensão, profundidade, espessura, teores, características físicas, paragenese mineral, dentre outros elementos, do jazimento que se encontrar à medida dos avanços dos trabalhos. Em resumo, os trabalhos numa primeira fase de avaliação a serem executados e os valores unitários, são apresentados na **Tabela 3.10.a**.

Como exemplo, tomando-se por base uma suposta área de 1.000 ha, em ambiente vulcano-sedimentar, com expectativa de conter corpo mineralizado, para um programa de exploração completo de duração de dois anos, os investimentos ascenderiam a cerca de R\$ 10,8 milhões (vide detalhes na **Tabela 3.10.b**), dos quais cerca de R\$ 10,0 milhões seriam gastos apenas em sondagem rotativa, com furos de 150m de profundidade, em média, ou 92% do total, o que mostra o peso do custo deste serviço no investimento total das pesquisas. No caso de pesquisas no entorno de minas em operação, os custos de infraestrutura, pessoal, equipamentos, topografia, e, até, análises e testes, podem ser bastante minimizados, levando-se em conta a infraestrutura que a própria mina poderá oferecer.

Complementarmente, segundo pesquisa feita junto a inúmeros geólogos seniores, com larga e comprovada experiência em exploração de metais básicos e ferrosos, associada às informações levantadas sobre os investimentos da Vale e outras grandes mineradoras em exploração/pesquisa mineral no Brasil e os seus resultados ao longo dos últimos 30 anos, é possível se ter como referência aceitável (com boa acuidade) os seguintes parâmetros e faixa de valor unitário para inversão por tonelada de reserva:

- **parâmetros** – área com ambiente geológico já conhecido e favorável a metais básicos; área situada em região com um mínimo de infraestrutura (urbana e de estradas estaduais e vicinais); programa de sondagem, cujos furos estejam distribuídos em malha de conformidade com os padrões internacionalmente aceitos; dimensionamento de reservas totais (medida+indicada+inferida) para se alcançar 100 milhões de toneladas de minério com de 0,95 a 1,05% de Cu;
- **faixa de valor** – investimentos totais entre US\$ 12 milhões e US\$ 15 milhões, ou, em valores unitários na faixa de US\$ 0,12/tonelada a US\$ 0,15/ tonelada de reserva total.

Com relação a investimentos em projetos de expansão e de novas minas de cobre, a pesquisa sobre projetos recém implantados e/ou com anúncio de implantação a curto e médio prazos, aponta para as faixas de valores mostrados na **Tabela 3.10.c**.

**Tabela 3.10.a**  
**PREÇOS UNITÁRIOS DOS SERVIÇOS DE PESQUISA DE COBRE**

SERVIÇOS	UNIDADE DE MEDIDA	VALOR UNITÁRIO (R\$)	OBSERVAÇÃO
Infraestrutura de apoio	1	100.000,00	A depender da região
Geologia	01 Geólogo/mês	15.000,00	
Topografia	km	2.000,00	
Trincheiras	m	100,00	
Sondagem (incluindo mobilização)	m	500,00	
Análises químicas	amostra	100,00	
Análises físicas	amostra	100,00	
Testes de Caracterização	amostra	5.000,00	
Testes de Concentração	amostra	50.000,00	Medida em toneladas
Relatório Final	1	100.000,00	
Pick Up	1	5.000,00	Leasing ou aluguel mensal
Eventuais	-	100.000,00	Imprevistos

FONTE: Arquivo pessoal, a partir de entrevistas com geólogos seniores de reconhecida experiência em exploração mineral.

**Tabela 3.10.b**  
**ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO DE EXPLORAÇÃO PARA COBRE EM ÁREA DE 1.000 HA**

ITEM	DETALHAMENTO	VALOR (R\$)
Infraestrutura de apoio		100.000,00
Geologia	12 meses x R\$ 15.000,00/mês	180.000,00
Topografia	40 km x R\$ 2.000,00/km	80.000,00
Trincheiras	500 m x R\$ 100,00/m	50.000,00
Sondagem	20.000 m x R\$ 500,00/m	10.000.000,00
Análises químicas	400 x R\$ 100,00/análise	40.000,00
Testes de caracterização	10 amostras x R\$ 5.000,00/amostra	50.000,00
Testes de concentração	2 x R\$ 50.000,00/teste	100.000,00
Relatório Final		100.000,00
Outros		100.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>10.800.000,00</b>

Tabela 3.10.c

ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO UNITÁRIO PARA MINERAÇÃO DE COBRE

TIPO DE PROJETO	VALOR DO INVESTIMENTO UNITÁRIO (US\$/ tonelada de Cu contido em concentrado ou catodo SX/EW)
<b>PRODUÇÃO DE CONCENTRADO</b> (mina , usina de concentração e infraestrutura)	
<b>Expansão</b>	<b>5.000 a 7.000</b>
<b>Mina nova (dependendo da localização)</b>	<b>6.000 a 9.000</b>
<b>PRODUÇÃO DE CATODO SX/EW</b> (mina, planta hidrometalúrgica e infraestrutura)	
<b>Planta nova</b>	<b>5.500 a 6.500</b> (dependendo da localização)

Fonte: Levantamento a partir de relatórios anuais e *press release* de empresas de mineração.

#### 4. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE COBRE

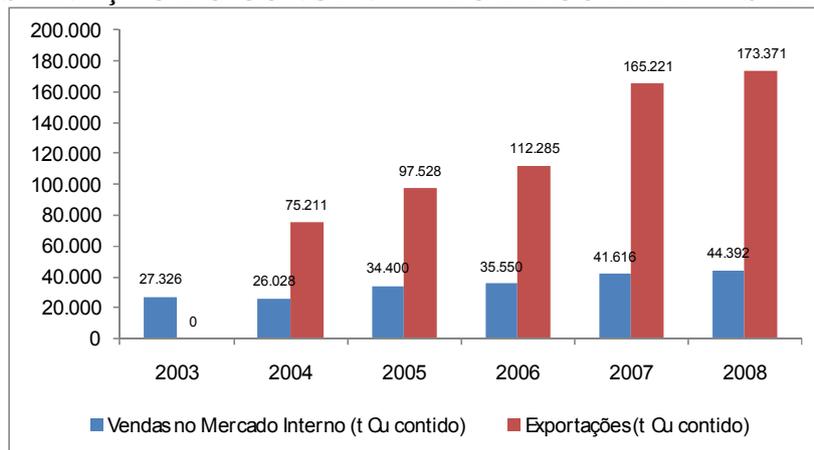
O concentrado de cobre destina-se, única e exclusivamente, à produção do cobre metálico pela via pirometalúrgica. Como abordado no item 3.6, referente aos aspectos tecnológicos da mineração de cobre, a rota hidrometalúrgica da tecnologia da CESL, ora em teste industrial pela Vale, em Canaã dos Carajás, poderá ser outra alternativa para os concentrados sulfetados. Caso seja comprovada a sua eficácia em produzir catodo de cobre de grau 99,99%, a partir de concentrado sulfetado de Sossego, criar-se-á uma séria e forte alternativa à pirometalurgia, hoje dominante no mundo. Desta forma, cria-se também um novo uso para o concentrado de cobre produzido no país. A rota em questão, além de permitir a produção de catodo de alta pureza, tem um custo de investimento de 30 a 40% menor.

Hoje o concentrado de cobre brasileiro destina-se predominantemente ao mercado externo, já que a Caraíba Metais S/A, por razões estratégicas, comerciais, fiscais, e operacionais, adquire das mineradoras locais apenas parte de suas necessidades. Em 2008, as compras no mercado interno, da ordem de 44 mil toneladas de Cu contido em concentrado, representaram cerca de 20% do total produzido no país. A **Figura 4.a** apresenta a distribuição do destino do concentrado de cobre brasileiro.

O coeficiente técnico de utilização do concentrado na metalurgia de cobre é em média 3,3 toneladas de concentrado de 30% Cu por tonelada de cobre eletrolítico.

Em geral, o teor médio dos concentrados de mercado - aquele que se destina às fundições-refinadoras não integradas a montante, ou seja, sem controle ou participação na mineração -, gira em torno de 30% de Cu contido, com uma boa parte já sendo vendida no patamar de 28%. A tendência é mesmo essa: vir para 28% ou um pouco menos, 27%, por exemplo, em razão da redução de teor das principais minas vocacionadas para a produção de concentrado de mercado.

**Figura 4.a**  
**DESTINAÇÃO DO CONCENTRADO DE COBRE BRASILEIRO**



Fonte: DNPM – Sumário Mineral, diversas edições

No que concerne ao catodo de cobre SX/EW, a pequena produção é vendida nos mercados interno e externo, e destina-se basicamente à produção de trefilados, laminados e extrudados de cobre. Em que pese ter pureza superior a 99,9%, o catodo *eletrown* (SX/EW) contém elementos deletérios - mesmo que sejam meros traços - que o inviabilizam para uso direto na fabricação de condutores elétrico, que demanda necessariamente o catodo eletrolítico. Para esta aplicação o catodo deve ser refinado eletroliticamente, pois somente assim elimina seus elementos indesejáveis.

## 5. MINERAÇÃO DE COBRE NO MUNDO: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS

### 5.1. Reservas Mundiais

Em 2007, de acordo com o DNPM, as reservas mundiais de cobre estavam estimadas em cerca de 937 milhões de toneladas de metal contido, estando distribuídas por inúmeros países no mundo. Contudo, apresentam grande concentração com 5 países controlando mais de 2/3 das reservas mundiais, sendo que só o Chile detém 38,4%. O Brasil continua a ocupar a 13ª posição no ranking mundial, detendo apenas 1,5% das reservas mundiais. A **Tabela 5.1.a** mostra a distribuição e valores das reservas mundiais.

**Tabela 5.1.a**  
**RESERVAS MUNDIAIS DE COBRE**

PAÍSES	RESERVAS (Milhares de t de Cu contido)	PERCELA DO TOTAL
Chile	360.000	38,4%
Estados Unidos	70.000	7,5%
China	63.000	6,7%
Peru	60.000	6,4%
Polonia	48.000	5,1%
Austrália	43.000	4,6%
Mexico	40.000	4,3%
Indonesia	38.000	4,1%
Zambia	35.000	3,7%
Russia	30.000	3,2%
Canada	20.000	2,1%
Cazaquistão	20.000	2,1%
Brasil <sup>1</sup>	14.284	1,5%
Outros	95.716	10,2%
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>937.000</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: DNPM - Sumário Mineral Brasileiro - 2008

<sup>1</sup> Base da estimativa: reservas medidas mais indicadas

Os recursos de cobre em terra (em todos os continentes), segundo o United States Geological Survey – USGS, ascendem a mais de 3 bilhões de toneladas de cobre contido. Já os nódulos marinhos de cobre são estimados em mais de 700 milhões de toneladas de cobre.

## 5.2. Produção e Capacidade das Minas

No período de 1998 a 2008, a produção da mineração de cobre mundial - concentrado de cobre mais catodo de cobre SX/EW -, expressa em metal contido, evoluiu de 12,2 milhões de toneladas em 1998 para 15,5 milhões de toneladas em 2008, com previsão de alcançar 16,0 milhões de toneladas em 2009, apesar da crise mundial. No período considerado, a taxa média anual de crescimento da produção ficou em torno de 2,4% a.a., enquanto a capacidade instalada cresceu a uma taxa de quase 4% a.a., conforme mostrado na **Tabela 5.2.a**.

A mineração de cobre mundial vem trabalhando nos últimos anos a taxas de ocupação de capacidade abaixo de 90%, chegando a operar em 2008 com taxa de 82,1%. Qualquer retomada da demanda por concentrado a mineração mundial tem condições aumentar a produção em, pelo menos, 15%, e ainda assim estaria trabalhando a uma taxa de 94,5%, nível este já observado no passado, em 2001.

**Tabela 5.2.a**  
**MINERAÇÃO DE COBRE MUNDIAL: PRODUÇÃO X CAPACIDADE INSTALADA**

<b>ANO</b>	<b>PRODUÇÃO DAS MINAS DE COBRE (t mil Cu contido)</b>	<b>CAPACIDADE INSTALADA DAS MINAS DE COBRE (t mil Cu contido)</b>	<b>TAXA DE UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE (%)</b>
<b>1998</b>	<b>12.248</b>	<b>12.994</b>	<b>94,3%</b>
<b>1999</b>	<b>12.775</b>	<b>13.702</b>	<b>93,2%</b>
<b>2000</b>	<b>13.203</b>	<b>14.184</b>	<b>93,1%</b>
<b>2001</b>	<b>13.633</b>	<b>14.429</b>	<b>94,5%</b>
<b>2002</b>	<b>13.577</b>	<b>15.091</b>	<b>90,0%</b>
<b>2003</b>	<b>13.757</b>	<b>15.318</b>	<b>89,8%</b>
<b>2004</b>	<b>14.594</b>	<b>16.042</b>	<b>91,0%</b>
<b>2005</b>	<b>14.924</b>	<b>16.814</b>	<b>88,8%</b>
<b>2006</b>	<b>14.990</b>	<b>17.164</b>	<b>87,3%</b>
<b>2007</b>	<b>15.464</b>	<b>18.146</b>	<b>85,2%</b>
<b>2008p</b>	<b>15.458</b>	<b>18.824</b>	<b>82,1%</b>

Fonte: International Copper Study Group - ICSG

A capacidade instalada das minas é prevista crescer 21% entre 2008 e 2012, devendo atingir nesse último ano o patamar de 22,8 milhões de toneladas de cobre contido nos produtos das minas, um aumento de 4 milhões em relação a 2008. Deste total, a capacidade de concentrado é esperada crescer cerca de 2,4 milhões (3,8% a.a.), enquanto a de catodo SX/EW crescerá 1,4 milhões de toneladas (9% a.a.). A evolução e a projeção da capacidade instalada são apresentadas na **Tabela 5.2.b**.

Cabe ressaltar o contínuo aumento da capacidade instalada de produção de catodo SX/EW, que representará 25% da capacidade total da mineração mundial já em 2012.

**Tabela 5.2.b**  
**MINERAÇÃO DE COBRE MUNDIAL: EVOLUÇÃO E PROJEÇÃO DA**  
**CAPACIDADE INSTALADA**

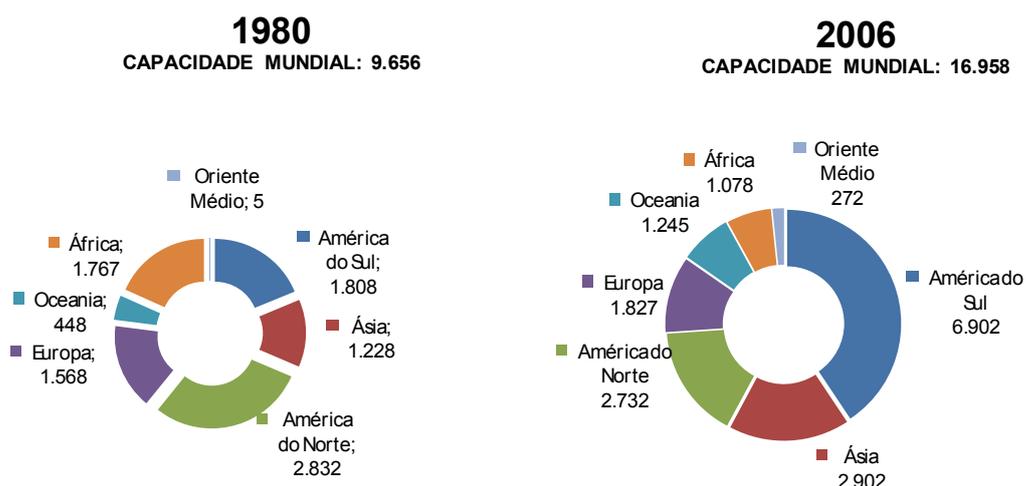
ANO	PRODUÇÃO DE CONCENTRADO (t mil Cu contido)		PRODUÇÃO DE CATODO SX/EW (t mil Cu contido)		CAPACIDADE TOTAL DAS MINAS (t mil Cu contido)	
2000	11.869	84%	2.315	16%	14.184	100%
2008	14.744	78%	4.080	22%	18.824	100%
2009	15.228	77%	4.602	23%	19.830	100%
2010	15.467	76%	4.924	24%	20.391	100%
2011	16.053	75%	5.284	25%	21.337	100%
2012	17.082	75%	5.718	25%	22.800	100%
Crescimento Anual (a.a.)	3,08%		7,83%		4,03%	

Fonte: International Copper Study Group - ICSG

Em termos de distribuição regional, a América do Sul destaca-se hoje como a região líder na mineração de cobre mundial, em decorrência da pujança do Chile, seguida pela Ásia, com a China ai liderando, e Oceania, onde Papua Nova Guiné e Austrália passaram a ter posição de destaque no cenário mundial (vide **Figura 5.2.a**).

O declínio lento e gradual da América do Norte como região produtora, em razão da estagnação da mineração de cobre nos Estados Unidos e a perda acentuada de capacidade na África, fruto da derrocada da indústria no Zaire e na Zâmbia, são fatos dignos de registros. Ressalte-se que essa redução de capacidade nas duas regiões se deve não apenas à diminuição das reservas de alto teor, mas à perda de competitividade da indústria de mineração local comparativamente às condições favoráveis da mineração de cobre em outros países principalmente no Chile.

**Figura 5.2.a**  
**MINERAÇÃO DE COBRE MUNDIAL: DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA**  
**CAPACIDADE INSTALADA**  
**(Milhares de toneladas de cobre contido)**



Fonte: International Copper Study Group - ICSG

Ainda no que tange à distribuição da produção da mineração de cobre, o Chile é o líder mundial absoluto, respondendo por cerca de 35% da produção de cobre contido em concentrado e catodo SX/EW. Cinco países - Chile, Estados Unidos, Peru, China e Austrália – concentram 68% da produção mundial, o que mostra o grau de concentração da mineração, em que pese ela estar presente em inúmeros países (vide **Tabela 5.2.c**).

A **Tabela 5.2.d** mostra os maiores incrementos verificados no período de 1998 a 2008, cabendo destacar o expressivo aumento da produção de concentrado no Brasil (527%) - produção ainda pequena à luz do potencial do país e do padrão internacional -, seguido por Peru (162%) e China (114%). Ressalte-se também o crescimento experimentado pela produção no Chile, na Austrália e na Rússia nos últimos 10 anos.

**Tabela 5.2.c**  
**PRODUÇÃO MUNDIAL DE CONCENTRADO DE COBRE – 1998/2008**

PAÍSES	PRODUÇÃO (Milhares de t de Cu contido)								PARCELA DO TOTAL EM 2008
	1998	1999	2000	2004	2005	2006	2007	2008p	
Chile	3.687,0	4.383,0	4.564,0	5.412,5	5.320,5	5.360,8	5.556,8	5.330,1	34,5%
Estados Unidos	1.886,0	1.623,0	1.496,0	1.174,0	1.156,8	1.221,8	1.194,2	1.327,5	8,6%
Peru	483,0	536,0	554,0	1.035,6	1.009,5	1.049,1	1.190,3	1.268,8	8,2%
China	487,0	520,0	548,0	612,5	772,0	889,0	946,2	1.046,5	6,8%
Austrália	607,0	719,0	829,0	854,1	926,1	858,8	871,2	885,0	5,7%
Rússia	500,0	510,0	525,0	630,0	660,0	675,0	788,9	705,0	4,6%
Indonésia	809,0	786,0	1.005,0	843,2	1.064,9	816,2	690,0	650,6	4,2%
Canadá	705,0	620,0	634,0	562,8	595,5	603,3	596,2	603,7	3,9%
Zâmbia	(a)	(a)	(a)	412,0	433,5	474,1	528,3	544,6	3,5%
Polónia	436,0	463,0	456,0	531,0	512,0	497,2	451,9	430,2	2,8%
Cazaquistão	(a)	(a)	(a)	461,8	401,7	434,1	406,8	419,9	2,7%
México	385,0	381,0	390,0	405,5	429,0	337,7	337,5	246,9	1,6%
Irã	(a)	(a)	(a)	190,0	192,4	216,2	244,2	248,1	1,6%
Brasil	(a)	(a)	(a)	98,7	130,8	142,9	199,0	216,0	1,4%
Outros	2.243,0	2.186,0	2.236,0	1.283,6	1.379,5	1.416,0	1.456,1	1.534,6	9,9%
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>12.228,0</b>	<b>12.727,0</b>	<b>13.237,0</b>	<b>14.507,3</b>	<b>14.984,2</b>	<b>14.992,2</b>	<b>15.457,6</b>	<b>15.457,5</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Anuários Estatísticos do SINDICEL - Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos, Trefilação e Laminação de Metais Não-Ferrosos do Estado de São Paulo / ABC - Associação Brasileira do Cobre.

p - Preliminar. <sup>1</sup> – Inclui catodo SX/EW. (a) Incluído em “Outros”.

**Tabela 5.2.d**  
**PRODUÇÃO MUNDIAL DE CONCENTRADO DE COBRE:  
MAIORES INCREMENTOS**

PAÍSES	PRODUÇÃO <sup>1</sup> (Milhares de t de Cu contido)		INCREMENTO (%)
	1998	2008p	
Brasil	34,4	216,0	527,1%
Peru	483,0	1.268,8	162,7%
China	487,0	1.046,5	114,9%
Austrália	607,0	885,0	45,8%
Chile	3.687,0	5.330,1	44,6%
Rússia	500,0	705,0	41,0%
Polónia	436,0	430,2	-1,3%
Canadá	705,0	603,7	-14,4%
Indonésia	809,0	650,6	-19,6%
Estados Unidos	1.886,0	1.327,5	-29,6%
México	385,0	246,9	-35,9%
Outros	2.208,6	2.747,2	24,4%
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>12.228,0</b>	<b>15.457,5</b>	<b>26,4%</b>

Fontes: Anuários Estatísticos do SINDICEL - Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos, Trefilação e Laminação de Metais Não-Ferrosos do Estado de São Paulo / ABC - Associação Brasileira do Cobre; Sumário Mineral 1998. p - Preliminar. <sup>1</sup> – Inclui catodo SX/EW.

Por ser uma indústria capital intensiva, a mineração de cobre se caracteriza pela expressiva participação de grandes grupos de mineração globalizados, que em número de 7 – Corporación Nacional del Cobre - Codelco, BHP-Billiton, Rio Tinto, Anglo American, Freeport McMoRan, Xtrata Plc e Grupo Mexico – detêm o controle de mais de 55% da produção mundial. Este seleto grupo de empresas mineradoras, entre as quais a Codelco é a única corporação de capital estatal, tem como estratégia de negócio ser parcialmente integrado a jusante na cadeia produtiva do cobre (*smelters*). Assim, além de controlar significativa parcela da produção mundial de cobre eletrolítico, este grupo atua fortemente no mercado de concentrado de cobre de “mercado”, i.e., aquele concentrado destinado a fundições/refinarias não integradas ou parcialmente integradas. A **Tabela 5.2.e** mostra a capacidade das **21 minas top** da indústria mundial, que somam 8,8 milhões de toneladas de cobre contido, e seus controladores.

No que concerne à expansão da oferta de concentrado e de catodo SX/EW por parte das principais mineradoras, a crise mundial fez a indústria adiar inúmeros investimentos em expansão de minas em operação e aberturas de novas unidades por, pelo menos, 2 anos, e, em menor extensão conforme anúncios trazidos ao conhecimento público. De qualquer forma, a indústria de cobre mundial como um todo está preparada para retomar o crescimento da oferta de concentrado em harmonia com o crescimento da demanda, que terá na China, a nova locomotiva da economia mundial, o maior propulsor.

No Brasil, os projetos de mineração de cobre da Vale, que pretende atingir a meta de produção de 1,0 milhão de toneladas de concentrado (equivalente a 300 mil toneladas de metal contido), até o final da próxima década, vem corroborar com a tese de que a indústria de mineração de cobre mundial se antecipa às perspectivas de aumento de demanda. Por outro lado, na medida em que se trata de um segmento mais flexível do ponto de vista de adaptação às condições de mercado do que o segmento da fundição/refino, a reabertura ou o fechamento de mina pode se dar com maior rapidez. Para qualquer planta pirometalúrgica, incluindo aí as siderúrgicas, fechar uma usina temporariamente, com desligamento de forno, por exemplo, implica operação de elevado risco e custo, o que requer planejamento e prazo para execução. A própria retomada também tem os seus complicadores operacionais.

Tabela 5.2.e  
CONTROLES SOCIETÁRIOS DAS 21 MAIORES MINAS DE COBRE DO MUNDO

RANK	NOME DA MINA	CAPACIDADE (1.000 t de Cu contido)	PAÍS	CONTROLADORES
1	Escondida	1.430	Chile	BHP-Billiton (57,5%), Rio Tinto (30%), Outros (12,5%)
2	Codelco Norte	970	Chile	Codelco (100%) (Codelco é controlada pelo Governo Chileno)
3	Grasberg	800	Indonésia	Freeport McMoRan (100%)
4	Collahuasi	460	Chile	Anglo American (44%), Xstrata (44%), Mitsui/Nippon (12%)
5	Morenci	430	EUA	Freeport McMoRan (80%) Sumitomo (20%)
6	Taimyr Peninsula	430	Rússia	Norilsk Nickel (100%)
7	El Teniente	430	Chile	Codelco (100%)
8	Antamina	400	Peru	BHP-Billiton (33,75%), Teck-Cominco (22,5%), Xstrata (33,75%), Mitsubishi (10%)
9	Los Pelambres	360	Chile	Antofagasta Holding, Mitsubishi Materials, Nippon Mining
10	Cerro Verde	360	Peru	Freeport McMoRan (53,6%), Sumitomo (21%), Outros (25,4%)
11	Batu Hijau	300	Indonésia	P.T. Pukuafu Indah, Newmont, Sumitomo Corp. Sumitomo Metal Mining
12	Bingham Canyon	300	EUA	Kennecott (100%). (Kennecott é controlada 100% pela Rio Tinto)
13	Los Bronces	300	Chile	Anglo American (100%)
14	Andina	260	Chile	Codelco (100%)
15	Olympic Dam	255	Austrália	BHP-Billiton (100%)
16	El Abra	248	Chile	Freeport McMoRan (51%), Codelco (49%)
17	Zhezkazgan Complex	230	Cazaquistão	Kazakhmys
18	Rudna	220	Polónia	KGHM Polska Miedz S.A.
19	Mount Isa	212	Austrália	Xstrata Plc (100%)
20	Toquepala	210	Peru	Southern Copper Corp. (Grupo Mexico 54,2%, Freeport McMoRan 14%, Outros 31,8%)
21	Cananea	210	México	Grupo Mexico

Fonte: The World Copper Factbook 2007 - ICSG; Minerals Yearbook - 2006

### 5.3. Consumo Mundial

De acordo com o *International Copper Study Group - ICSG*<sup>7</sup>, o consumo aparente mundial de cobre (em inglês *copper usage*) refere-se a todo e qualquer metal refinado<sup>8</sup> consumido ou demandado pelo mercado de seminafaturados – trefilados, laminados, extrudados, outros semis, inclusive o que vai para fabricação de produtos químicos -, e fornecidos pelas plantas de refino. Assim conceituado, o consumo mundial de cobre atingiu o nível de 17,99 milhões de toneladas em 2008, apresentando um crescimento da ordem de 2,8% a.a., nos últimos 48 anos, partindo de um patamar de 4,7 milhões em 1960.

A **Tabela 5.3.a** e **Figura 5.3.2** mostram a evolução do consumo mundial no período de 1960 a 2008, bem como a da produção das minas e da de cobre refinado, no mesmo período. Destaque-se que a crise econômica mundial reduziu significativamente o consumo de cobre, notadamente nos Estados Unidos, União Européia e Japão, com retração média da ordem de 14%. O consumo é esperado cair para 17,23 milhões de toneladas de cobre em 2009. Já em 2010, se prevê uma retomada do consumo, que poderá ultrapassar o patamar de 18,3 milhões de toneladas.

**Tabela 5.3.a**  
**CONSUMO MUNDIAL DE COBRE REFINADO**

<b>ANO</b>	<b>PRODUÇÃO DAS MINAS</b> (Mil t de Cu contido)	<b>PRODUÇÃO DE COBRE REFINADO</b> (Mil t de Cu)	<b>CONSUMO DE COBRE REFINADO</b> (Mil t de Cu)
<b>1960</b>	<b>3.924</b>	<b>4.998</b>	<b>4.738</b>
<b>1970</b>	<b>5.562</b>	<b>7.212</b>	<b>7.291</b>
<b>1980</b>	<b>7.230</b>	<b>9.261</b>	<b>9.396</b>
<b>1990</b>	<b>9.226</b>	<b>10.804</b>	<b>10.886</b>
<b>2000</b>	<b>13.203</b>	<b>14.796</b>	<b>15.138</b>
<b>2005</b>	<b>14.921</b>	<b>16.573</b>	<b>16.773</b>
<b>2006</b>	<b>14.983</b>	<b>17.292</b>	<b>17.042</b>
<b>2007</b>	<b>15.441</b>	<b>18.016</b>	<b>18.175</b>
<b>2008<sup>p</sup></b>	<b>15.450</b>	<b>18.244</b>	<b>18.007</b>
<b>2009<sup>proj</sup></b>	<b>16.035</b>	<b>18.486</b>	<b>17.230</b>
<b>2010<sup>proj</sup></b>	<b>17.239</b>	<b>19.734</b>	<b>18.333</b>

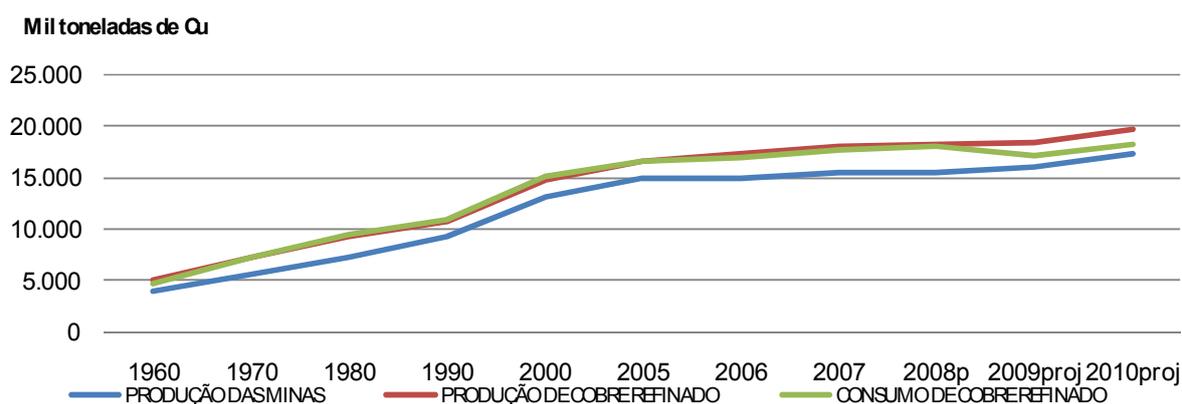
Fonte: International Copper Study Group - ICSG

O consumo de metal, com raros anos de desequilíbrio, é razoavelmente atendido pela produção das refinarias de cobre, que, por seu lado, acompanham pari passo a evolução do consumo, ajustando sua taxa de ocupação de capacidade, hoje, no entorno de 80%.

<sup>7</sup> Organização internacional intergovernamental, com sede em Lisboa, dedicada a elaboração de estatísticas do cobre, estudos e discussões sobre o metal e sua promoção.

<sup>8</sup> Metal contendo, no mínimo 99,85% de cobre em peso, e obtido por refino: eletrolítico, a fogo, químico ou extração por eletrodeposição (*Eletrowon*).

**Figura 5.3.a**  
**CONSUMO MUNDIAL DE COBRE REFINADO**



Fonte: International Copper Study Group - ICSG

A distribuição do consumo por região é mostrada na **Tabela 5.3.b**. Observe-se que cerca de 50% do consumo mundial concentra-se hoje na Ásia, com destaque para a China, de longe, o maior consumidor naquela região, seguida pela Índia e Coréia do Sul. Ao contrário do que se observa na indústria de mineração, onde os países em desenvolvimento são os líderes na produção, na transformação mineral e no consumo predominam os países desenvolvidos – EUA, Europa e Japão –, e mais a China.

**Tabela 5.3.b**  
**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO CONSUMO MUNDIAL DE COBRE**

(Milhares de t de Cu contido)

REGIÃO	2004		2005		2006		2007		2008p	
	Quant.	Part.(%)								
ÁFRICA	202	1,2%	230	1,4%	237	1,4%	267	1,5%	286	1,6%
AMÉRICA	3.657	21,7%	3.531	21,0%	3.336	19,6%	3.218	17,7%	3.061	17,0%
ÁSIA	7.774	46,2%	7.929	47,3%	8.059	47,3%	9.401	51,7%	9.598	53,3%
EUROPA	5.040	29,9%	4.829	28,8%	5.267	30,9%	5.141	28,3%	4.911	27,3%
OCEANIA	167	1,0%	255	1,5%	143	0,8%	148	0,8%	151	0,8%
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>16.839</b>	<b>100,0%</b>	<b>16.773</b>	<b>100,0%</b>	<b>17.042</b>	<b>100,0%</b>	<b>18.175</b>	<b>100,0%</b>	<b>18.007</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: International Copper Study Group - ICSG. p - Preliminar.

#### 5.4. Comércio Internacional

Atualmente, o fluxo do comércio internacional de concentrado e catodo de cobre SX/EW se caracteriza pelo movimento exportação a partir de 2 grandes blocos de países exportadores. O primeiro, representado pela América do Sul, com o Chile liderando as exportações, seguido pelo Peru e, em menor extensão, pelo Brasil, e Argentina, com o produto destinando, em grande parte, para a Ásia, seguida pela Europa e para a própria América do Sul, no caso, o Brasil. Para os Estados Unidos a exportação é apenas marginal.

O segundo bloco, representado pela Oceania – Austrália e Papua Nova Guiné - destina a maior parte de suas exportações para o mercado asiático, basicamente, a China e Coréia, bem como a Índia. A Europa é o segundo destino deste bloco, cabendo a Papua Nova Guiné a quase totalidade destas exportações.

As exportações da América do Norte, basicamente do Canadá e EUA, que se encontram em lento e gradual declínio, são orientadas para os mercados asiáticos, principalmente a China. Já a África exporta quantidades marginais de concentrado para a Europa.

Em 2006, segundo o ICSG, o volume transacionado no mercado internacional alcançou o a marca de 5,1 milhões de toneladas. Aos preços atuais do concentrado, o comércio internacional de concentrado representaria um negócio da ordem de US\$ 20 bilhões por ano. A **Figura 5.3.a** mostra a distribuição das exportações e importações por país, no ano de 2006.

O Chile, de longe, é o maior exportador mundial de concentrado, detendo uma parcela expressiva de 42% do total transacionado no mercado internacional. Em segundo lugar, vem o Peru com 10% do total.

Pelo lado das importações, cabe ressaltar que China isoladamente já responde por 1/5 do total das importações mundiais, embora o Japão ainda continue a ser o maior importador com uma parcela de 25% do total, com tendência à estabilização.

O Brasil, como exportador, ainda tem um papel secundário no mercado mundial (2% do total). Todavia, a se confirmarem as intenções de sua indústria de mineração de cobre, poderá vir a ser um player relevante no mercado internacional.

### **5.5. Perspectivas do Mercado Mundial**

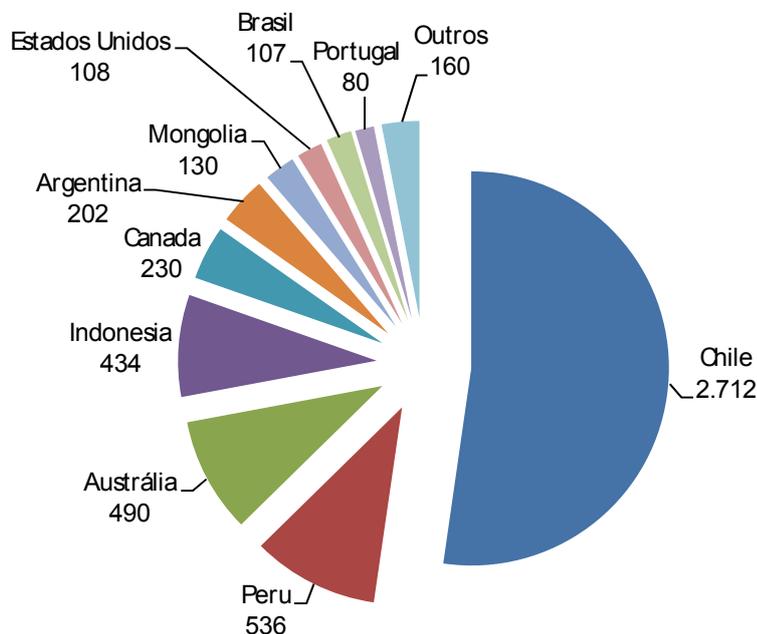
O quadro recessivo vivido pela economia mundial, em decorrência da crise financeira gerada na economia americana, já a partir de 2007, impactou e continua a impactar a mineração de cobre mundial, que não é nenhuma exceção entre os segmentos das *commodities* metálicas, levando à redução generalizada de atividades, haja vista a menor utilização da capacidade instalada, conforme já mostrado anteriormente neste estudo.

Embora tenha havido redução de produção, a queda observada no semestre de 2009, comparativamente com o mesmo período do ano anterior, foi bem menor do que se esperava na indústria. Em grande parte, devido à China que, de alguma forma, se ajustou rapidamente à nova situação mundial, sem grandes comprometimentos de suas metas de crescimento.

**Figura 5.3.a**  
**COMERCIO INTERNACIONAL**

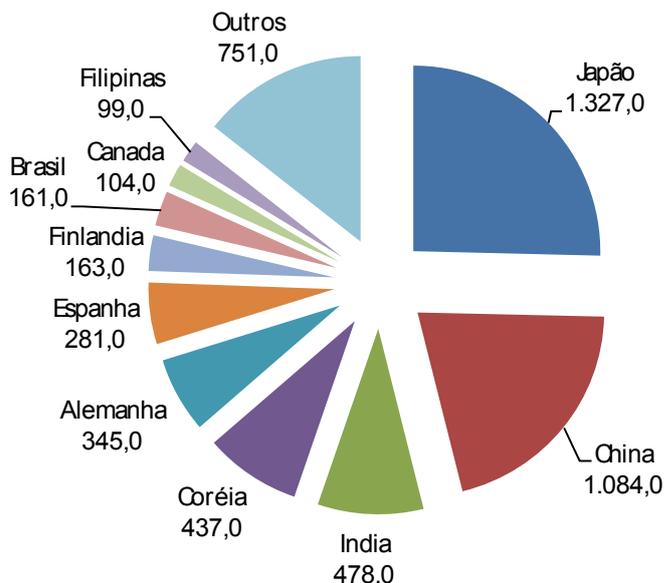
**PAISES EXPORTADORES DE CONCENTRADO**  
**2006**

Exportações Mundiais: 5.188 mil t Cu contido



**PAISES IMPORTADORES DE CONCENTRADO**  
**2006**

Importações Mundiais: 5.188 mil t Cu contido



Fonte: International Copper Study Group - ICSG

A médio prazo, a mineração de cobre mundial, como de resto todo e qualquer setor industrial, deverá se ajustar à nova realidade que advirá com o saída da economia mundial da recessão, nos próximos dois anos, conforme expectativa geral. O mundo provavelmente será outro a partir daí. Novos parâmetros para decisão terão que ser levados em consideração, visto que à China é reservado importante papel na retomada e sustentabilidade do crescimento mundial, em que pese a relevância das economias dos países industrializados, notadamente os Estados Unidos.

De qualquer sorte, não se antever maiores problemas para a mineração de cobre nos próximos anos. Os planos de expansão de capacidade e de abertura de novas minas continuam em carteira, tendo sido temporariamente postergados até que o quadro da economia mundial esteja mais nítido para tomada de decisão de voltar a se investir. Há uma expectativa geral, na mineração de cobre, como também entre outros segmentos minerais, que a crescimento da demanda por metal passará necessariamente pelo continente asiático, notadamente pela China, a nova e mais uma locomotiva da economia global.

É provável que o mundo veja doravante taxas de crescimento do consumo de metais, no geral, e do cobre, em particular, mais arrefecidas, porém ainda em patamares aceitáveis, da ordem de 2 a 3% a.a.

## 6. CONSUMO DE MINÉRIO DE COBRE BRASILEIRO: ATUAL E PROJETADO

O consumo de concentrado de cobre no Brasil está diretamente relacionado às necessidades da única planta de cobre metálico aqui existente, pertencente à Caraíba Metais S/A, e localizada em Dias D'Ávila, estado da Bahia.

Na prática, o parque industrial atual da mineração de cobre brasileira já poderia atender em mais de 80% das necessidades do *smelter* da Caraíba, mas por razões diversas tanto por parte da Caraíba, quanto por parte das mineradoras, conforme já mencionado anteriormente, a parcela destinada ao concentrado nacional no *blend* da planta é de 20% do total adquirido.

Por não serem disponíveis no Brasil os dados estatísticos sobre o consumo real de cobre contido em concentrado, adotou-se o conceito de consumo aparente (CA) amplamente aceito, no qual o consumo é estimado de forma aproximada pela diferença entre a soma da produção interna (P) mais as importações (I) menos às exportações (E) do bem mineral (ou outro produto qualquer) em questão. Assim sendo, tem-se a equação  $CA = P + I - E$ . A **Tabela 6.a** mostra a evolução do consumo aparente de concentrado de cobre no país, expresso em metal contido, para o período de 1988 a 2008, visto que para esses anos há dados estatísticos com razoável grau de confiabilidade.

**Tabela 6.a**  
**EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE CONCENTRADO NO BRASIL 1982-2008**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	PRODUÇÃO INTERNA	IMPORTAÇÃO	EXPORTAÇÃO	CONSUMO APARENTE
1988	44.845	100.604	0	145.449
1989	47.439	101.450	0	148.889
1990	36.440	113.914	3.765	146.589
1991	38.628	115.507	3.657	150.478
1992	39.844	116.079	374	155.549
1993	43.398	125.954	0	169.352
1994	39.673	130.560	0	170.233
1995	48.933	121.410	0	170.343
1996	46.203	120.955	0	167.158
1997	42.872	138.699	0	181.571
1998	34.446	138.148	0	172.594
1999	31.371	195.149	219	226.301
2000	31.788	163.046	0	194.834
2001	32.412	182.179	0	214.591
2002	29.632	155.147	0	184.779
2003	27.482	138.229	0	165.711
2004	101.239	247.915	76.806	272.348
2005	131.928	132.780	116.051	148.657
2006	147.835	176.894	120.133	204.596
2007	208.812	154.541	177.705	185.648
2008 <sup>p</sup>	221.571	180.000	190.000	211.571

Fonte: DNPM – Balanço Mineral Brasileiro 2001 e Sumário Mineral edições 1989 a 2008.

p - Preliminar

Entre 1988 e 2008, o consumo aparente de concentrado de cobre cresceu a uma taxa de 1,9% a.a., não se antevendo taxa muito diferente desta para os próximos anos, em razão de inexistir plano de novo *smelter* no país, mas tão-somente a expansão da Caraíba Metais S/A de 220.000 toneladas para 277.000 tpa de cobre eletrolítico. Em termos de concentrado de cobre, esta expansão significará um consumo da ordem de 281.000 tpa de cobre contido em concentrado<sup>9</sup> a partir de 2015.

O consumo aparente de concentrado de cobre foi projetado para o horizonte 2010-2030 a partir do consumo aparente do cobre metálico também projetado para o mesmo período, assumindo-se 3 cenários, quais sejam:

- Cenário Frágil - PIB crescendo a uma taxa correspondente a 75% do crescimento médio histórico,
- Cenário Vigoroso - PIB crescendo a uma taxa correspondente a 100% da taxa de crescimento médio histórico, e
- Cenário Inovador - PIB crescendo a uma taxa equivalente a 125% do crescimento médio histórico,

conforme devidamente tratado no “RT-63 Perfil do Cobre”, do Projeto ESTAL, do MME/Banco Mundial, cujos resultados são mostrados nas **Tabelas 6.b, 6.c e 6.d.**

<sup>9</sup> Adotou-se a relação: 1,0152 t de Cu contido em concentrado para cada 1,0 tonelada de cobre metálico.

Para a quantificação do consumo aparente do concentrado de cobre foram assumidas as seguintes premissa de trabalho:

- o consumo aparente de metal primário seria atendido pela Caraíba Metais S/A, com sua planta atual e expansões, conforme as tabelas acima mencionadas, e mais a produção adicional de metal proveniente de novas expansões da usina existente no país e/ou de uma nova planta metalúrgica cuja capacidade seria escalonada de forma a atender as necessidades adicionais domésticas de metal primário;
- cada tonelada de produção de cobre primário demandaria 1,0152 toneladas de cobre contido no concentrado, equivalendo a uma perda de 1,5% em cobre em todo o processo pirometalúrgico.

As **Tabelas 6.e, 6.f e 6.g** apresentam os consumos aparentes de concentrado de cobre, expresso em metal contido, projetados para os três cenários pré-estabelecidos.

Tabelas 6.b

**CONSUMO APARENTE PROJETADO DE COBRE METÁLICO**  
**CENÁRIO FRÁGIL**

(EM TONELADAS DE COBRE)

ANO	PRODUÇÃO DE COBRE PROJETADA E FIRME			CONSUMO APARENTE PROJETADO DE METAL	SALDO	
	PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	TOTAL		IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO INTERNA	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE COBRE
2008 <sup>P</sup>	225.440	25.000	250.440	409.200	158.760	
2009	210.000	42.000	252.000	446.421	194.421	
2010	240.000	48.000	288.000	472.555	184.555	
2011	240.000	48.000	288.000	461.194	173.194	
2012	255.000	51.000	306.000	468.762	162.762	
2013	277.000	55.400	332.400	476.455	144.055	
2014	277.000	55.400	332.400	484.275	151.875	
2015	277.000	55.400	332.400	492.222	159.822	
2016	277.000	55.400	332.400	499.870	167.470	
2017	277.000	55.400	332.400	507.637	175.237	
2018	277.000	55.400	332.400	515.080	182.680	
2019	277.000	55.400	332.400	522.632	190.232	
2020	277.000	55.400	332.400	530.295	197.895	
2021	277.000	55.400	332.400	537.297	204.897	
2022	277.000	55.400	332.400	544.391	211.991	
2023	277.000	55.400	332.400	550.783	218.383	
2024	277.000	55.400	332.400	557.250	224.850	
2025	277.000	55.400	332.400	563.792	231.392	
2026	277.000	55.400	332.400	570.412	238.012	
2027	277.000	55.400	332.400	577.109	244.709	
2028	277.000	55.400	332.400	583.885	251.485	
2029	277.000	55.400	332.400	590.741	258.341	
2030	277.000	55.400	332.400	597.677	265.277	

Fonte: Caraiba Metais S/A, DNPM e Projeções do Consumo Aparente de Cobre Metálico (vide RT-63 Perfil do Cobre, MME/Banco Mundial)

Tabelas 6.c

**CONSUMO APARENTE PROJETADO DE COBRE METÁLICO**  
**CENÁRIO VIGOROSO**

(EM TONELADAS DE COBRE)

ANO	PRODUÇÃO DE COBRE PROJETADA E FIRME			CONSUMO APARENTE PROJETADO DE METAL	SALDO	
	PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	TOTAL		IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO INTERNA	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE COBRE
2008 <sup>P</sup>	225.440	25.000	250.440	409.200	158.760	
2009	210.000	42.000	252.000	449.479	197.479	
2010	240.000	48.000	288.000	477.420	189.420	
2011	240.000	48.000	288.000	470.750	182.750	
2012	255.000	51.000	306.000	481.760	175.760	
2013	277.000	55.400	332.400	493.028	160.628	
2014	277.000	55.400	332.400	504.559	172.159	
2015	277.000	55.400	332.400	516.360	183.960	
2016	277.000	55.400	332.400	529.183	196.783	
2017	277.000	55.400	332.400	542.324	209.924	
2018	277.000	55.400	332.400	556.579	224.179	
2019	277.000	55.400	332.400	571.210	238.810	
2020	277.000	55.400	332.400	586.224	253.824	
2021	277.000	55.400	332.400	602.479	270.079	
2022	277.000	55.400	332.400	619.184	286.784	
2023	277.000	55.400	332.400	637.251	304.851	
2024	277.000	55.400	332.400	655.844	323.444	
2025	277.000	55.400	332.400	674.980	342.580	
2026	277.000	55.400	332.400	694.674	362.274	
2027	277.000	55.400	332.400	714.943	382.543	
2028	277.000	55.400	332.400	735.803	403.403	
2029	277.000	55.400	332.400	757.272	424.872	
2030	277.000	55.400	332.400	779.367	446.967	

Fonte: Caraiba Metais S/A, DNPM e Projeções do Consumo Aparente de Cobre Metálico (vide RT-63 Perfil do Cobre, MME/Banco Mundial)

Tabelas 6.d

## CONSUMO APARENTE PROJETADO DE COBRE METÁLICO CENÁRIO INOVADOR

(EM TONELADAS DE COBRE)

ANO	PRODUÇÃO DE COBRE PROJETADA E FIRME			CONSUMO APARENTE PROJETADO DE METAL	SALDO	
	PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	TOTAL		EXPANDIR A PRODUÇÃO INTERNA OU IMPORTAR	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE COBRE
2008 <sup>P</sup>	225.440	25.000	250.440	409.200	158.760	
2009	210.000	42.000	252.000	452.016	200.016	
2010	240.000	48.000	288.000	481.468	193.468	
2011	240.000	48.000	288.000	478.779	190.779	
2012	255.000	51.000	306.000	492.748	186.748	
2013	277.000	55.400	332.400	507.125	174.725	
2014	277.000	55.400	332.400	521.922	189.522	
2015	277.000	55.400	332.400	537.150	204.750	
2016	277.000	55.400	332.400	555.135	222.735	
2017	277.000	55.400	332.400	573.721	241.321	
2018	277.000	55.400	332.400	595.418	263.018	
2019	277.000	55.400	332.400	617.936	285.536	
2020	277.000	55.400	332.400	641.306	308.906	
2021	277.000	55.400	332.400	668.303	335.903	
2022	277.000	55.400	332.400	696.437	364.037	
2023	277.000	55.400	332.400	728.758	396.358	
2024	277.000	55.400	332.400	762.580	430.180	
2025	277.000	55.400	332.400	797.972	465.572	
2026	277.000	55.400	332.400	835.006	502.606	
2027	277.000	55.400	332.400	873.759	541.359	
2028	277.000	55.400	332.400	914.311	581.911	
2029	277.000	55.400	332.400	956.744	624.344	
2030	277.000	55.400	332.400	1.001.147	668.747	

Fonte: Caraíba Metais S/A, DNPM e Projeções do Consumo Aparente de Cobre Metálico (vide RT-63 Perfil do Cobre, MME/Banco Mundial)

Tabelas 6.e  
**CONSUMO APARENTE PROJETADO DE  
CONCENTRADO DE COBRE  
CENÁRIO FRÁGIL**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	PRODUÇÃO DE COBRE PRIMÁRIO			CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO
	EXISTENTE PROJETADA E FIRME	ADICIONAL VIA NOVA PLANTA OU EXPANSÃO DA EXISTENTE	TOTAL	
2008 <sup>P</sup>	225.440	132.300	357.740	363.188
2009	210.000	162.017	372.017	377.682
2010	240.000	153.796	393.796	399.793
2011	240.000	144.328	384.328	390.181
2012	255.000	135.635	390.635	396.584
2013	277.000	120.046	397.046	403.093
2014	277.000	126.562	403.562	409.708
2015	277.000	133.185	410.185	416.432
2016	277.000	139.559	416.559	422.902
2017	277.000	146.031	423.031	429.473
2018	277.000	152.233	429.233	435.770
2019	277.000	158.527	435.527	442.159
2020	277.000	164.912	441.912	448.642
2021	277.000	170.747	447.747	454.566
2022	277.000	176.659	453.659	460.567
2023	277.000	181.986	458.986	465.975
2024	277.000	187.375	464.375	471.446
2025	277.000	192.827	469.827	476.982
2026	277.000	198.343	475.343	482.582
2027	277.000	203.924	480.924	488.248
2028	277.000	209.571	486.571	493.981
2029	277.000	215.284	492.284	499.781
2030	277.000	221.064	498.064	508.229

Fonte: Tabela 6.b

**Tabelas 6.f**  
**CONSUMO APARENTE PROJETADO DE**  
**CONCENTRADO DE COBRE**  
**CENÁRIO VIGOROSO**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	PRODUÇÃO DE COBRE PRIMÁRIO			CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO
	EXISTENTE PROJETADA E FIRME	ADICIONAL VIA NOVA PLANTA OU EXPANSÃO DA EXISTENTE	TOTAL	
2008 <sup>P</sup>	225.440	132.300	357.740	363.188
2009	210.000	164.566	374.566	380.270
2010	240.000	157.850	397.850	403.908
2011	240.000	152.292	392.292	398.266
2012	255.000	146.467	401.467	407.581
2013	277.000	133.856	410.856	417.113
2014	277.000	143.466	420.466	426.869
2015	277.000	153.300	430.300	436.853
2016	277.000	163.986	440.986	447.701
2017	277.000	174.937	451.937	458.819
2018	277.000	186.816	463.816	470.879
2019	277.000	199.008	476.008	483.257
2020	277.000	211.520	488.520	495.960
2021	277.000	225.066	502.066	509.711
2022	277.000	238.987	515.987	523.845
2023	277.000	254.042	531.042	539.129
2024	277.000	269.537	546.537	554.859
2025	277.000	285.483	562.483	571.049
2026	277.000	301.895	578.895	587.711
2027	277.000	318.786	595.786	604.859
2028	277.000	336.169	613.169	622.507
2029	277.000	354.060	631.060	640.670
2030	277.000	372.473	649.473	662.727

Fonte: Tabela 6.c

Tabelas 6.g  
**CONSUMO APARENTE PROJETADO DE  
CONCENTRADO DE COBRE  
CENÁRIO INOVADOR**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	PRODUÇÃO DE COBRE PRIMÁRIO			CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO
	EXISTENTE PROJETADA E FIRME	ADICIONAL VIA NOVA PLANTA OU EXPANSÃO DA EXISTENTE	TOTAL	
2008 <sup>P</sup>	225.440	132.300	357.740	363.188
2009	210.000	166.680	376.680	382.417
2010	240.000	161.223	401.223	407.333
2011	240.000	158.982	398.982	405.058
2012	255.000	155.624	410.624	416.877
2013	277.000	145.605	422.605	429.040
2014	277.000	157.935	434.935	441.558
2015	277.000	170.625	447.625	454.442
2016	277.000	185.612	462.612	469.657
2017	277.000	201.101	478.101	485.381
2018	277.000	219.182	496.182	503.738
2019	277.000	237.947	514.947	522.789
2020	277.000	257.422	534.422	542.560
2021	277.000	279.919	556.919	565.400
2022	277.000	303.364	580.364	589.202
2023	277.000	330.299	607.299	616.547
2024	277.000	358.484	635.484	645.161
2025	277.000	387.977	664.977	675.103
2026	277.000	418.839	695.839	706.435
2027	277.000	451.133	728.133	739.221
2028	277.000	484.926	761.926	773.528
2029	277.000	520.287	797.287	809.428
2030	277.000	557.289	834.289	851.315

Fonte: Tabela 6.d.

## 7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL DE CONCENTRADO DE COBRE

Com base nas informações tornadas públicas e anunciadas pelas empresas do segmento da mineração de cobre, foram montadas as **Tabelas 7.a** e **7.b**, que detalham para o período de 2009-2030, respectivamente, as intenções de produção das minas em operação e os projetos de expansão das minas existentes (*brownfield projects*) e de novas minas (*greenfield projects*).

Com exceção do projeto de expansão da mina Chapada, da Mineração Maracá, anunciado por sua controladora a Yamana Gold Inc. no seu *Annual Report – 2008*, e do projeto Boa Esperança, em Tucumã, no estado do Pará, da Mineração Caraíba S/A, todos os demais projetos de minas novas fazem parte do portfólio do negócio cobre da Vale.

A Vale, que controla quase que a totalidade das reservas cupríferas da Província Mineral de Carajás, planeja alcançar a meta de produção de 590 mil de toneladas de Cu contido em concentrado por volta de 2016, tornando-se a líder incontestada da mineração de cobre no Brasil, vindo a responder por mais de 83% da produção interna de concentrado.

A oferta atual e projetada de concentrado de cobre no Brasil, para o horizonte 2009-2030, é mostrada na **Tabela 7.c**, que espelha as intenções e os planos das mineradoras atuais. A oferta é prevista atingir um pico de 712 mil toneladas de cobre contido em concentrado em 2016/2017, a partir das 225.000 toneladas em 2009, finalizando em 2030 em um patamar de 374.000 toneladas.

Cabe ressaltar que em decorrência de contrato de risco celebrado entre a Vale e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, nos idos de 1980, a instituição financeira passou a deter participação em alguns projetos da Vale como compensação ao risco tomado na fase da pesquisa mineral. O percentual detido pelo BNDES vai de 33% no Projeto Cristalino a 50% nos projetos Alemão e Alvo 118.

**Tabela 7.a**  
**MINAS EM OPERAÇÃO: PRODUÇÃO PROJETADA**

EMPRESA	MINA					LOCALIZAÇÃO		PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO														
	NOME	MINÉRIO	PRODUTO PRINCIPAL	ENTRADA EM OPERAÇÃO	EXAUSTÃO PROVÁVEL	MUNICÍPIO	ESTADO	(Toneladas de cobre contido)														
								2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Mineração Caraíba S/A	Complexo Caraíba (Caraíba e Baraúna)	Cobre sulfetado, com ouro e prata associados	Concentrado de cobre (34% Cu), com ouro e prata contidos	1980	2013	Jaguarari	Bahia	28.132	28.000	28.000	25.000	20.000	0									
		Cobre oxidado proveniente de lavra a céu aberto	Catodo de cobre SX/EW (99,99% Cu)	2007	2012			5.000	5.000	5.000	5.000	0										
	Mineração Caraíba - Total							33.132	33.000	33.000	30.000	20.000	0									
Cia. Vale do Rio Doce - Vale	Complexo Sossego/ Sequeirinho	Cobre sulfetado, com ouro e prata associados	Concentrado de cobre (30% Cu), com ouro contido	2004	2021	Canaã dos Carajás	Pará	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	100.000	70.000	20.000	0	
Mineração Maracá S/A	Chapada	Cobre e ouro como coprodutos	Concentrado de cobre (28% Cu), com ouro contido	2006	2019	Alto Horizonte	Goiás	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	55.000	0			
Cia. Níquel Tocantins	Buriti	Níquel, com cobre e cobalto como subproduto da mina	Concentrado de cobre (28% Cu)	nd	nd	Niquelândia	Goiás	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	1.000	0				
<b>TOTAL BRASIL</b>								<b>225.632</b>	<b>225.500</b>	<b>225.500</b>	<b>222.500</b>	<b>212.500</b>	<b>192.500</b>	<b>192.500</b>	<b>192.500</b>	<b>192.500</b>	<b>189.000</b>	<b>155.000</b>	<b>70.000</b>	<b>20.000</b>	<b>0</b>	

Fontes: Vale - Form 20-F da SEC; Yamana (Mineração Maracá) - Annual Report 2008; DNPM - Sumário Mineral 2000 / 2008; Revista Brasil Mineral; Revista Minérios.

p - preliminar; e - estimado; nd - não disponível

**Tabela 7.b**  
**EXPANSÃO DE MINAS EM OPERAÇÃO E PROJETOS DE NOVAS MINAS: PRODUÇÃO PROJETADA**

EMPRESA	MINA			LOCALIZAÇÃO		RESERVAS EM 31/12/2008 <sup>(1)</sup> (Milhões de t de minério)						TIPO DE LAVRA	CAPACIDADE DA PLANTA PROJETADA (toneladas anuais de Cu contido em	PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO (Toneladas de cobre contido)						
	NOME	MINÉRIO	PRODUTO PRINCIPAL	MUNICÍPIO	ESTADO	MEDIDA		INDICADA		TOTAL										
						Tonelagem	Teor (%)	Tonelagem	Teor (%)	Tonelagem	Teor (%)			2009 <sup>o</sup>	2010	2015	2016	2020	2025	2030
<b>EXPANSÃO DE MINAS EM OPERAÇÃO ANUNCIADOS (TONELAGEM ADICIONAL)</b>																				
Mineração Maracá S/A	Chapada	Cobre e ouro como coprodutos	Concentrado de cobre (28% Cu), com ouro e prata contidos	Alto Horizonte	Goiás	179,3	0,33%	166,1	0,31%	345,4 <sup>(2)</sup>	0,32%	A céu aberto	24.000.000 <sup>(2)</sup>			20.000	20.000			
<b>EXPANSÕES PREVISTAS - TOTAL</b>						<b>179,3</b>	<b>0,33%</b>	<b>166,1</b>	<b>0,31%</b>	<b>345,4</b>	<b>0,32%</b>	-	<b>24.000.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20.000</b>	<b>20.000</b>			
<b>PROJETOS ANUNCIADOS DE NOVAS MINAS</b>																				
Mineração Caraíba S/A	Boa Esperança	Cobre sulfetado, com ouro e cobalto como subprodutos	Concentrado de cobre (28% Cu), com ouro e cobalto contidos	Tucumã	Pará	56,9	0,80%	11,4	0,81%	68,3	0,81%	A céu aberto	3.600.000 <sup>(3)</sup>			30.000	30.000	30.000	30.000	
Cia. Vale do Rio Doce - Vale	Salobo	Cobre sulfetado, com ouro, prata e molibdênio como subprodutos	Concentrado de cobre (37% Cu), com ouro e molibdênio	Marabá	Pará	508,2	0,80%	420,3	0,74%	928,5	0,77%	A céu aberto	30.000.000 <sup>(4)</sup>			254.000	254.000	254.000	254.000	254.000
	Alvo 118	Cobre oxidado	Catodo de cobre SX/EW	Canaã dos Carajás	Pará	53,8	0,94%	24,0	0,74%	77,8	0,88%	A céu aberto	5.000.000 <sup>(5)</sup>			36.000	36.000	36.000	30.000	
	Alemão	Cobre sulfetado, com ouro e prata como subprodutos	Concentrado de cobre (30% Cu), com ouro e cobalto contidos	Parauapebas	Pará	na	na	na	na	124,2 <sup>(6)</sup>	1,98%	Subterrânea	5.400.000 <sup>(7)</sup>			80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
	Cristalino	Cobre sulfetado, com ouro e prata como subprodutos	Concentrado de cobre (30% Cu), com ouro e cobalto contidos	Curionópolis	Pará	na	na	na	na	312,0 <sup>(8)</sup>	0,78%	A céu aberto	16.000.000			50.000	100.000	100.000	100.000	40.000
	<b>Vale - Total</b>						<b>562,0</b>	<b>0,81%</b>	<b>444,3</b>	<b>0,74%</b>	<b>1.442,5</b>	<b>0,88%</b>	-	<b>56.400.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>420.000</b>	<b>470.000</b>	<b>470.000</b>	<b>464.000</b>
<b>NOVAS MINAS PREVISTAS - TOTAL</b>						<b>618,9</b>	<b>0,81%</b>	<b>455,7</b>	<b>0,74%</b>	<b>1.510,8</b>	<b>0,88%</b>	-	<b>60.000.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>450.000</b>	<b>500.000</b>	<b>500.000</b>	<b>494.000</b>	<b>374.000</b>

Fontes: Vale - Form 20-F da SEC, anos 204 a 2008; Yamana (Mineração Maracá) - Annual Report 2008; DNPM - Sumário Mineral 2000 / 2008; Revista Brasil Mineral; Revista Minérios.

e - estimado; nd - não disponível

(1) As reservas medidas da Vale e da Mineração Maracá referem-se a reservas provadas. Já as reservas indicadas de ambas empresas referem-se a reservas prováveis.

(2) Recursos totais (medidos, indicados e inferidos), exclusive reservas, ascendem a mais de 700.000 t de Cu contido.

(3) Equivalente a 110.000 tpa de concentrado (30.000 tpa de Cu contido).

(4) A mina de Salobo inicia a operação em 2012 com uma capacidade de 340.000 tpa de concentrado (127.000 tpa Cu contido). A mina dobrará de capacidade já em 2013/2014 (254.000 tpa de Cu contido em concentrado).

(5) Capacidade equivalente a 36.000 tpa de catodo de cobre SX/EW.

(6) Reservas totais mínimas para garantir 23 anos de produção a 5,4 milhões tpa.

(7) Capacidade equivalente a 266.000 tpa de concentrado com 30% (80.000 tpa de Cu contido).

(8) Reservas totais mínimas para garantir 15 anos de produção a 16 milhões tpa.

(9) Capacidade equivalente a 330.000 tpa de concentrado com 30% (100.000 tpa de Cu contido).

**Tabela 7.c**  
**OFERTA DE CONCENTRADO DE COBRE E CATODO SX/EW - ATUAL E PROJETADA**

EMPRESA	PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO (Toneladas de cobre contido)																						
	2009 <sup>e</sup>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
<b>MINAS EM OPERAÇÃO</b>																							
Mineração Caraíba S/A	33.132	33.000	33.000	30.000	20.000	0																	
Cia. Vale do Rio Doce - Vale	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	100.000	70.000	20.000										
Mineração Maracá S/A	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	68.000	55.000												
Cia. Níquel Tocantins	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	1.000													
<b>MINAS EM OPERAÇÃO -</b>	<b>225.632</b>	<b>225.500</b>	<b>225.500</b>	<b>222.500</b>	<b>212.500</b>	<b>192.500</b>	<b>192.500</b>	<b>192.500</b>	<b>192.500</b>	<b>189.000</b>	<b>155.000</b>	<b>70.000</b>	<b>20.000</b>	<b>0</b>									
<b>EXPANSÕES PREVISTAS DE MINAS EM OPERAÇÃO (ADICIONAL)</b>																							
Mineração Maracá S/A	0	0	0	10.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	19.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>EXPANSÕES - TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10.000</b>	<b>20.000</b>	<b>20.000</b>	<b>20.000</b>	<b>20.000</b>	<b>20.000</b>	<b>20.000</b>	<b>19.000</b>	<b>0</b>											
<b>PROJETOS DE MINAS NOVAS</b>																							
Mineração Caraíba S/A	0	0	0	15.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	25.000	10.000	0	0	0	
Cia. Vale do Rio Doce - Vale	0	0	10.000	112.200	163.000	266.500	420.000	470.000	470.000	470.000	470.000	470.000	470.000	470.000	470.000	470.000	464.000	434.000	434.000	434.000	434.000	434.000	374.000
<b>MINAS NOVAS - TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10.000</b>	<b>127.200</b>	<b>193.000</b>	<b>296.500</b>	<b>450.000</b>	<b>500.000</b>	<b>494.000</b>	<b>459.000</b>	<b>444.000</b>	<b>434.000</b>	<b>434.000</b>	<b>374.000</b>									
<b>BRASIL</b>	<b>225.632</b>	<b>225.500</b>	<b>235.500</b>	<b>359.700</b>	<b>425.500</b>	<b>509.000</b>	<b>662.500</b>	<b>712.500</b>	<b>712.500</b>	<b>709.000</b>	<b>674.000</b>	<b>570.000</b>	<b>520.000</b>	<b>500.000</b>	<b>500.000</b>	<b>500.000</b>	<b>494.000</b>	<b>459.000</b>	<b>444.000</b>	<b>434.000</b>	<b>434.000</b>	<b>374.000</b>	

Fonte: Tabelas 7.a e 7.b.

## 8. BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO DE CONCENTRADO DE COBRE

O balanço produção-consumo aparente de concentrado de cobre, expresso em metal contido, é apresentado para cada cenário, respectivamente, nas **Tabelas 8.a, 8.b e 8.c**.

Como premissa de trabalho, adotou-se a prioridade ao atendimento do mercado interno de concentrado, destinando-se ao mercado externo apenas o que for excedente. Em todos os cenários, sem exceção, o saldo é negativo entre 2008 e 2012, visto que os projetos de expansão de mina em operação e de minas novas somente entrarão em operação a partir 2012. A partir daí haveria excedentes até 2020, 2021 e 2025, correspondendo, respectivamente, aos cenários Inovador, Vigoroso e Frágil.

Ressalte-se que independentemente do cenário, as reservas brasileiras são suficientes para suportar um projeto nacional de auto-suficiência, bastando para tanto apenas pesquisa mineral de detalhe, objetivando incorporar às reservas medidas e indicadas boa parte das reservas inferidas já identificadas.

Caso as empresas desejem também ter uma participação no mercado internacional de concentrado da mesma ordem de grandeza da de hoje, cerca de 200.000 toneladas, além da manutenção da auto-suficiência doméstica, haverá a necessidade de expansão do parque produtor com a abertura de novas minas e/ou expansão das em operação em igual montante. E mais. Reservas adicionais no montante de 4,0 milhões de toneladas de cobre contido teriam que ser agregadas às reservas medidas e indicadas existentes, seja através de projetos de exploração mineral em escala nacional, seja através do detalhamento de depósitos de elevado potencial, mas carentes de pesquisa mineral.

Em suma, a mineração de cobre tem condições, no horizonte de 2010-2030, de levar o país à auto-suficiência e torná-lo um *player* de porte médio no mercado mundial de concentrado de mercado.

Tabela 8.a  
**BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO APARENTE DE  
CONCENTRADO DE COBRE 2008-2030  
CENÁRIO FRÁGIL**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO	PRODUÇÃO INTERNA DE CONCENTRADO PROJETADA E FIRME	SALDO	
			IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO DE CONCENTRADO	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE CONCENTRADO
2008 <sup>P</sup>	363.188	221.571	141.617	
2009	377.682	225.632	152.050	
2010	399.793	225.500	174.293	
2011	390.181	235.500	154.681	
2012	396.584	359.700	36.884	
2013	403.093	425.500		22.407
2014	409.708	509.000		99.292
2015	416.432	662.500		246.068
2016	422.902	712.500		289.598
2017	429.473	712.500		283.027
2018	435.770	709.000		273.230
2019	442.159	674.000		231.841
2020	448.642	570.000		121.358
2021	454.566	520.000		65.434
2022	460.567	500.000		39.433
2023	465.975	500.000		34.025
2024	471.446	500.000		28.554
2025	476.982	494.000		17.018
2026	482.582	459.000	23.582	
2027	488.248	444.000	44.248	
2028	493.981	434.000	59.981	
2029	499.781	434.000	65.781	
2030	508.229	374.000	134.229	

Fonte: Tabelas 6.e e 7.c.

**Tabela 8.b**  
**BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO APARENTE DE**  
**CONCENTRADO DE COBRE 2008-2030**  
**CENÁRIO VIGOROSO**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO	PRODUÇÃO INTERNA DE CONCENTRADO PROJETADA E FIRME	SALDO	
			IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO DE CONCENTRADO	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE CONCENTRADO
2008 <sup>P</sup>	363.188	221.571	141.617	
2009	380.270	225.632	154.638	
2010	403.908	225.500	178.408	
2011	398.266	235.500	162.766	
2012	407.581	359.700	47.881	
2013	417.113	425.500		8.387
2014	426.869	509.000		82.131
2015	436.853	662.500		225.647
2016	447.701	712.500		264.799
2017	458.819	712.500		253.681
2018	470.879	709.000		238.121
2019	483.257	674.000		190.743
2020	495.960	570.000		74.040
2021	509.711	520.000		10.289
2022	523.845	500.000	23.845	
2023	539.129	500.000	39.129	
2024	554.859	500.000	54.859	
2025	571.049	494.000	77.049	
2026	587.711	459.000	128.711	
2027	604.859	444.000	160.859	
2028	622.507	434.000	188.507	
2029	640.670	434.000	206.670	
2030	662.727	374.000	288.727	

Fonte: Tabelas 6.f e 7.c.

Tabela 8.c  
**BALANÇO PRODUÇÃO-CONSUMO APARENTE DE  
CONCENTRADO DE COBRE 2008-2030  
CENÁRIO INOVADOR**

(EM TONELADAS DE COBRE CONTIDO)

ANO	CONSUMO APARENTE PROJETADO DE CONCENTRADO	PRODUÇÃO INTERNA DE CONCENTRADO PROJETADA E FIRME	SALDO	
			IMPORTAR OU EXPANDIR A PRODUÇÃO DE CONCENTRADO	EXCEDENTE EXPORTÁVEL DE CONCENTRADO
2008 <sup>P</sup>	363.188	221.571	141.617	
2009	382.417	225.632	156.785	
2010	407.333	225.500	181.833	
2011	405.058	235.500	169.558	
2012	416.877	359.700	57.177	
2013	429.040	425.500	3.540	
2014	441.558	509.000		67.442
2015	454.442	662.500		208.058
2016	469.657	712.500		242.843
2017	485.381	712.500		227.119
2018	503.738	709.000		205.262
2019	522.789	674.000		151.211
2020	542.560	570.000		27.440
2021	565.400	520.000	45.400	
2022	589.202	500.000	89.202	
2023	616.547	500.000	116.547	
2024	645.161	500.000	145.161	
2025	675.103	494.000	181.103	
2026	706.435	459.000	247.435	
2027	739.221	444.000	295.221	
2028	773.528	434.000	339.528	
2029	809.428	434.000	375.428	
2030	851.315	374.000	477.315	

Fonte: Tabelas 6.g e 7.c.

## 9. NECESSIDADES ADICIONAIS DE RESERVAS DE MINÉRIO DE COBRE

A partir do cotejo produção-consumo, e considerada a exportação como excedente, após a produção interna atender o consumo, verifica-se que em todos os cenários o país dispõe de reservas - 21,7 milhões de toneladas de cobre contido - mais do que suficientes para torná-lo auto suficiente.

Todavia, haveria a necessidade de se ampliar as reservas medidas e indicadas em, pelo menos, 3 milhões de toneladas de cobre contido, a partir das reservas inferidas, levando aquelas a níveis mais confortáveis no horizonte do estudo.

Caso a mineração de cobre pretenda manter um nível de exportação da ordem de 200.000 toneladas anuais no horizonte do estudo, tornam-se necessários investimentos em mina nova ou em expansão de mina em operação, cuja capacidade total seja, pelo menos, no mesmo montante das exportações.

Os investimentos necessários em pesquisa mineral de depósitos já conhecidos, porém carentes de mais detalhamento, em exploração mineral de áreas potencialmente promissoras para cobre, bem como em abertura de mina estão assim estimados:

- Pesquisa mineral – na faixa de US\$ 60,0 milhões a US\$ 75,0 milhões para quantificar e qualificar reservas da ordem de 500 milhões de toneladas com teor médio 0,90% de Cu, em um prazo de execução de 3 anos, no máximo;
- Exploração mineral – na faixa de US\$ 150,0 milhões a 250,0 milhões para encetar um programa de exploração em áreas promissoras para cobre abrangendo uma área total de 100.000 hectares, investimento este a ser realizado ao longo do horizonte 2010-2025. O investimento anual seria de US\$ 10,0 milhões a US\$ 16,6 milhões e teria elevada probabilidade de sucesso de descobrir, qualificar e quantificar depósitos de cobre com reservas e recursos entre 500 milhões de toneladas a 800 milhões com teor superior a 0,6% de Cu;
- Mina – investimentos totais em uma unidade (mina, usina e infraestrutura) com capacidade de produção de 200.000 toneladas de cobre contido em concentrado variando entre US\$ 1,0 bilhão a US\$ 1,4 bilhão.

A partir de 2012, qualquer que seja cenário vivido pela mineração de cobre, a expansão das reservas nacionais terá que ter continuidade em sua reposição e ser estimulada pelo Governo Federal, sob pena de haver exaustão de maior parte delas já pelos idos de 2025, o que certamente comprometerá o crescimento sustentado da indústria de mineração de cobre no país.

## 10. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS

Para avaliação das necessidades adicionais de mão de obra empregada na mineração em consequência das minas esperadas entrar em operação na próxima década (+ de 400.000 toneladas de Cu contido) e mais a do cenário de expansão de produção para manter o nível de exportação no entorno de 200.000 toneladas de cobre contido em concentrado com a abertura de nova(s) mina(s) com capacidade total de 200.000 tpa de cobre contido, e em relação à composição desta mão de obra, serão utilizadas as premissas analisadas e estabelecidas no **Cap.3.5**. Os parâmetros são os seguintes:

- Coeficiente de ocupação da mineração de cobre – 10 empregos/1.000 toneladas de Cu contido;
- 7% de nível superior, incluindo aí especialistas em tecnologia específica de engenharia e gestão;
- 12% de técnicos de nível médio; e
- 81% outros.

Desta forma, as projeções de necessidades de mão de obra adicional decorrente da abertura daquelas minas estão assim quantificadas: 6.000 empregados, sendo 420 profissionais de nível superior, 720 profissionais de nível médio e 4.860 profissionais dos mais diferentes níveis de escolaridade. Essa mão de obra deverá ser recrutada e mobilizada a partir de 2012 pari passo com a entrada em operação das minas novas, praticamente todas elas localizadas na região de Carajás. A mina requerida para atendimento das exportações em 200.000 toneladas entraria em operação no ano de 2020, portanto, sua mão de obra já começaria a ser recrutada a partir de 2019.

Os cenários do emprego de mão de obra para a mineração do cobre é de crescimento, mesmo em cenário econômico pessimista, isto em razão da qualidade, quantidade e modernidade tecnológica das grandes empresas do setor e do crescimento esperado da indústria nas próximas duas décadas.

## 11. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS

A mineração de cobre, como as demais, é regida pelo arcabouço apresentado sumariamente a seguir.

### 11.1. Legal

O arcabouço legal geral que rege as atividades de mineração no Brasil, é estabelecido na Constituição Federal do Brasil, de 1988, através dos Artigos n.ºs. 5, 20 a 26, 48, 49, 91, 155, 153, 174, 176, 177, 225 e 231. Destes, é fundamental o “Art. 20 – São bens da União” e seu item: IX – os recursos minerais, inclusive os do subsolo.”

Decorrente da Constituição Federal, a lei básica que rege a atividade de mineração, é o Código de Mineração, editado pelo Decreto-Lei N.º 227, de 28 de fevereiro de 1967 e o Regulamento do Código de Mineração, Decreto N.º 62.934, de 2 de julho de 1968. Para a lavra de águas minerais e potáveis de mesa, as atividades são reguladas pelo Código de Águas Minerais, editado pelo Decreto-Lei N.º 7.841, de 8 de agosto de 1945.

Decorrentes das determinações constitucionais, ainda de uma maneira geral, a mineração é regida a um conjunto de regulamentações nos três níveis de governos constitucionais: federal, estaduais e municipais.

Ainda decorrentes dos referidos códigos e legislações correlatas, existem decretos-lei, decretos, resoluções, instruções etc. que podem ser acessadas nos portais do Ministério de Minas e Energia e do Departamento Nacional de Produção Mineral.

Em nível federal, os órgãos designados para estabelecer as diretrizes e regulamentações, assim como atuar na concessão, fiscalização, arrecadação para o cumprimento da legislação mineral e ambiental, tendo em vista o aproveitamento econômico dos bens minerais, são os seguintes:

- Ministério de Minas e Energia – MME: responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo e gás;
- Ministério do Meio Ambiente – MMA: responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução;
- Secretaria de Geologia, Mineração e transformação Mineral – SGM/MME: responsável pela formulação e implementação das políticas do setor mineral;
- Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM: responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe, também, superintender as pesquisas biológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, de acordo com o Código de Mineração;
- Serviço Geológico do Brasil – SGB/Cia. De Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM: responsável por gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico do país, além de dispor informações e conhecimentos sobre o meio físico para a gestão territorial;
- Agência Nacional de Águas – ANA: responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos e para implementar o gerenciamento destes recursos no país. Como tal é responsável pela outorga de água superficial e subterrânea de uso industrial, inclusive as utilizadas pela mineração;
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA: órgão interministerial, com representação dos setores da sociedade organizada, é responsável por formular as políticas nacionais de meio ambiente, cujas resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que o poder legislativo não tenha aprovado legislação específica para o mesmo assunto;

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH: estruturado como o CONAMA, é o responsável por formular as políticas de recursos hídricos do país; promover a articulação do planejamento de recursos hídrico; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso do recursos hídricos e para a cobrança pelo su uso;
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA; responsável, em nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental;

Com relação à regulamentação de qualquer atividade que possa gerar possíveis impactos ambientais, na qual a mineração se inscreve, a lei básica que regula a questão é a Lei Nº 6.938/81 (Lei da Política Nacional de Meio Ambiente). Esta lei, no Art. 10, regula as concessões de licenciamentos ambientais e atribui aos órgãos estaduais a competência primária para o licenciamento ambiental, ou ao IBAMA, nos casos de impactos em nível regional ou nacional.

Ainda com relação ao licenciamento ambiental, a mineração, inclusive a de cobre, está sujeita à Lei de Crime Ambiental, Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Esta lei foi regulamentada pelo Decreto Nº 3.179/1999, que definiu multas e penalidades para as atividades consideradas ilegais e implementou outros instrumentos legais, como o TAC (Termo de Ajuste de Conduta), instrumento que está sendo largamente utilizado para ajustamento na conduta de negócios e sobre a gestão dos recursos naturais que possam ser impactados pelas operações das empresas. O Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989, estabelece as instruções sobre o EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental) para os projetos de mineração.

## **11.2. Tributário**

A atividade de mineração é impactada diretamente pela CFEM – Contribuição Financeira pela Exploração de Recursos Minerais. A CFEM legalmente não é considerada como um imposto, mas trata-se de uma compensação pela utilização econômica dos recursos minerais, propriedade da União, e, como tal, foi instituída para compensar os municípios e estados onde se situa e à União, através dos seus órgãos administrativos. Assim, os recursos arrecadados da CFEM destinam-se 65% ao município onde ocorre o fato gerador, 23% ao estado onde está o município e 12% para a união (DNPM, IBAMA E MCT). Ela foi instituída pela Constituição Federal, Art. 20, §10 e, de acordo com a Lei Nº 8.876/94, Art. 3º, inciso IX, foi atribuída ao DNPM a responsabilidade da gestão, regulamentação, arrecadação e fiscalização da CFEM.

O fato gerador da Compensação Financeira é a saída, por venda, do produto mineral das áreas da jazida, mina, salina ou outros depósitos minerais. E, ainda, a utilização, a transformação industrial do produto mineral ou mesmo o seu consumo por parte do minerador. Ela é calculada sobre o valor do faturamento líquido, obtido por ocasião da venda do produto mineral, entendido por faturamento líquido o valor da venda do produto mineral, deduzindo-se os tributos – ICMS (Imposto de Circulação de Mercadorias), PIS (Programa de Integração Social), COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social), que incidem na comercialização, como também as despesas com transporte e seguro.

É de 2% o preço da CFEM sobre a produção de concentrado de cobre.

Não há tributos específicos para a mineração no Brasil. Assim, além da CFEM, as empresas de mineração estão sujeitas aos tributos federais, estaduais e municipais incidentes sobre qualquer atividade comercial como, por exemplo, IR (Imposto de Renda), ICMS, PIS, COFINS, e CSSL (Contribuição Social sobre o Lucro Líquido).

### **11.3. Acesso a Financiamentos e Incentivos**

A mineração do cobre, hoje constituída basicamente por 3 grandes empresas, duas delas dedicadas principalmente ao mercado externo, como é o caso da Vale e Yamana, dispõe de fontes internacionais de financiamento de seus projetos, seja através de bancos de investimentos (Banco Mundial, Corporação Financeira Internacional - IFC, Eximbank e outros), bancos comerciais e mercados de ações.

No país, o Sistema BNDES desponta como o maior banco de investimento com linhas de crédito para o setor mineral, inclusive, participa de projetos da Vale em Carajás, em decorrência dos contratos de risco celebrados na década de 80.

O mercado de ações, embora apresente bom potencial, ainda é pouco utilizado no Brasil, salvo como no caso da Vale, que tem importante participação na Bolsa de Valores de São Paulo – Bovespa, na de New York e na de Madri.

Em relação ao desenvolvimento de estudos e projetos, o país já conta com o suporte de importantes organizações, especialmente estatais, para financiamentos de pequena monta. Em nível federal, a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, do Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, atua no apoio aos projetos de desenvolvimento tecnológico, inclusive na área mineral, com financiamentos bastante facilitados. Entre as atribuições, está a gestão dos recursos dos Fundos Setoriais do governo federal, um dos quais é o Fundo de Mineração, que tem apoiado projeto de P&D das empresas e dos institutos de pesquisas das universidades ou independentes, como o CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, do MCT. A FINEP dispõe de linhas de financiamentos a fundo perdido, reembolsáveis e outra forma a negociar.

Além daquelas instituições, o Banco da Amazônia S.A – BASA, o Banco do Nordeste S/A – BNB e as agências e banco estaduais de desenvolvimento também estão disponíveis para negociações de financiamentos, inclusive, algumas delas, com incentivos financeiros.

Com relação aos incentivos fiscais, os projetos da Amazônia gozam dos privilégios concedidos pela SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia e no Nordeste, da SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, que inclui também o norte do Estado de Minas Gerais.

## 12. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise da mineração de cobre brasileira abordada nos capítulos precedentes permite tirar importantes conclusões, que são apresentadas a seguir.

A mineração de cobre brasileira experimenta uma nova fase de crescimento sustentável, como reflexo da entrada efetiva de uma grande corporação mineira, a Cia. Vale do Rio Doce – Vale, no segmento da mineração da cadeia do cobre, levando-o a uma total reestruturação e criando as condições básicas para atingir escala internacional já a partir de meados da próxima década.

A Vale é a produtora líder de concentrado, respondendo hoje por mais de 56% da oferta interna do produto. Na próxima década, a Vale tornar-se-á hegemônica com a entrada em operação de seus projetos na Província Mineral de Carajás, vindo a concentrar em suas mãos mais de 80% da produção interna de concentrado, além de deter o controle de mais de 80% das reservas nacionais. Esta é a característica dominante da atual mineração de cobre no país, ou seja, trata-se de uma indústria fortemente concentrada.

No período 2008 a 2030, a produção interna de concentrado, com base nos projetos anunciados, crescerá a uma taxa média de 2,4% ao ano, atingindo a marca de 700 mil toneladas de cobre contido em 2016. Contudo, essa taxa de crescimento estará abaixo da taxa prevista para o consumo aparente de concentrado no período acima mencionado nos os cenários Inovador e Vigoroso, que prevêem taxas de 3,9% e 2,7%, respectivamente. Apenas no cenário Frágil é que a taxa de crescimento da produção de concentrado superará à do consumo.

Apoiada em reservas superiores a 21 milhões de toneladas de metal contido e em recursos geológicos que pode ser da mesma ordem de grandeza, a indústria de mineração de cobre brasileira está no limiar de passar a ter escala mundial, quando entrarem em operação os projetos de expansão e de minas novas em futuro próximo. Estarão criadas também as condições para, de forma sustentável, tornar o país auto suficiente no atendimento das suas necessidades de concentrado, podendo vir a ser um novo *player* no mercado internacional se investimentos adicionais forem feitos para expandir o parque produtor, além do que já está previsto, e ampliar com segurança as reservas de cobre conhecidas.

Hoje, a mineração de cobre brasileira destaca-se no setor mineral doméstico e internacional como uma das mais modernas operacional, tecnológica, gerencial e empresarialmente, estando constituída essencialmente por 3 grandes empresas de mineração – Vale, Mineração Maracá e Mineração Caraíba.

As minas e usinas de concentração estão no estado-da-arte da indústria, tanto na lavra quanto no beneficiamento. Além disso, a mineração já utiliza tecnologia não convencional para o aproveitamento de minérios oxidados e de baixo teor, como é o caso do processo hidrometalúrgico SX/EW da usina da Mineração Caraíba. Além desta tecnologia, encontra-se em teste de escala industrial na Usina Hidrometalúrgica de Carajás (UHC), da Vale, em Carajás, o processo hidrometalúrgico CESL, da empresa canadense Cominco, que objetiva a produção de catodo de cobre de alta pureza a partir de concentrado sulfetado, sem necessidade de fundição e refino por via pirometalúrgica. Comprovada sua eficácia, este processo poderá, certamente, modificar radicalmente a indústria de cobre no país, com impacto em toda a cadeia produtiva. A via pirometalúrgica para produção de catodo de alta pureza deixará de ser a única saída para produção do metal no país.

Por ser uma indústria moderna, atualizada e gerencialmente bem conduzida, além de trabalhar com depósitos de características técnicas e econômicas favoráveis à lavra e concentração do minério, a mineração de cobre brasileira vis-à-vis as suas concorrentes caracteriza-se por ter custos competitivos.

A auto-suficiência do Brasil no segmento do concentrado, ou mesmo a mudança do padrão de importador para exportador do produto, à luz do contexto do mercado global, é factível desde que, como já apontado anteriormente, investimentos de ampliação do parque produtor e das reservas nacionais continuem a ser realizados ao longo das próximas décadas.

No tocante aos preços, deve-se considerar que as perspectivas são ainda nebulosas por conta da crise mundial, mas visualizam-se patamares de preços capazes de manter a rentabilidade do negócio no longo prazo.

É esperado que o Brasil atinja níveis de competitividade compatíveis com a mudança de seu patamar na indústria do cobre, ascendendo à uma posição de destaque entre os maiores produtores mundiais, o que trará relevantes benefícios para a balança comercial do país, contribuindo para o desenvolvimento das regiões onde a mineração de cobre atua e a geração de novos empregos, com é prevista para a região de Carajás.

É importante frisar que a manutenção do marco regulatório da atividade mineração do país sem alteração é hoje, sem dúvida, um dos mais importantes fatores na tomada de decisão de se investir na mineração do cobre brasileira. Há muitos anos, as regras legais na mineração são claras, propiciando um ambiente de confiança e de garantia aos investimentos que ora estão sendo realizados pelas mineradoras.

Embora as empresas mineradoras estejam investindo no segmento da mineração de cobre, haja vista a expansão experimentada pela indústria do concentrado nos últimos anos e as perspectivas para as próximas décadas, é importante que algumas questões aqui abordadas sejam devida e seriamente tratadas e equacionadas pelos governos federal e estadual e, em menor extensão, pelo municipal, como apoio efetivo à atividade de mineração. São elas:

- **No plano educacional**, urge que os governos Federal e estaduais, notadamente, nos estados do Pará, Goiás e Bahia, busquem ampliar e consolidar a oferta de profissionais de nível médio com perfil próprio para a mineração e a metalurgia do cobre, visto que até hoje, em grande parte, a preparação destes profissionais tem cabido às empresas, quando, na realidade, é um papel de governo, Assim sendo, recomenda-se que o Ministério de Minas e Energia - MME interceda junto ao Ministério da Educação - MEC para ampliar a rede de escolas profissionalizantes e criar centros de treinamento para qualificação de pessoal voltado à atividade mínero-metalúrgica nas principais regiões de interesse do cobre, principalmente em Carajás e seu entorno, no estado do Pará, no estado de Goiás, nos pólos produtores de cobre e níquel; e na Bahia, junto ao Pólo de Camaçari, por conta da Caraíba Metais, e na região cuprífera do Vale do Curaçá;
- **No plano da logística**, com exceção da Região de Carajás, importante centro produtor de minério de cobre, que tem na Estrada de Ferro Carajás a via para escoamento de sua produção, todos os demais, notadamente os de Goiás, e em menor extensão o da Bahia, carecem de infraestrutura de transporte ferroviário adequado, razão pela qual se recomenda que o Ministério de Minas e Energia atue eficazmente junto ao Ministério de Transporte para que estas regiões sejam atingidas pelas malhas ferroviárias da Norte-Sul e da Ferrovia Centro Atlântica, dentro dos programas de infraestrutura de transporte do PAC.

### 13. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABC–SINDICEL. Associação Brasileira do Cobre e Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos, Trefilação e Laminação de Metais Não Ferrosos do Estado de São Paulo. Site institucional. Disponível em <http://www.sindicelabc.org.br>. Acessadas as edições do Anuário Estatístico do Cobre.

BHP-billiton, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.bhpbilliton.com/> . Acessados os diversos relatórios da SEC, relatórios anuais da empresas e outras informações institucionais.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2001. O Cobre Brasileiro em Ascensão no Cenário Mundial - Informe Setorial N° 13, março 2001.

Caraíba Metais S/A, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.caraiba metais.com/> . Acessados os diversos relatórios da SEC, relatórios anuais da empresas e outras informações institucionais.

Caraíba Metais S/A, 2009. *E-mail* com respostas a questionário encaminhado à Direção da empresa pelo Consultor.

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, 2009. Ferramenta de pesquisa e banco de dados Mineral Data, do Ministério de Ciência e Tecnologia. Disponível em [http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata/app/\\*](http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata/app/*), acessado em diferentes datas.

Codelco, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.codelco.com/> . Acessados os diversos relatórios da SEC, relatórios anuais da empresas e outras informações institucionais.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.cprm.gov.br>, acessado em diferentes datas.

Delboni Jr., H., 2008. Cominuição, Parte II, Capítulo 2, in Tendências Tecnológicas Brasil 2015, Eds. F. R. C. Fernandes, G. M. M. Matos, Z. C. Castilhos, A. B. Luz. Disponível em [http://www.cetem.gov.br/tendencias/livro\\_n.htm](http://www.cetem.gov.br/tendencias/livro_n.htm).

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2000. Tributação da Mineração no Brasil. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/>.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Site institucional. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/>. Acessadas as edições do Anuário Mineral Brasileiro.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Site institucional. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/>. Acessadas as edições do Sumário Mineral Brasileiro.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2007. Informações preliminares do Anuário Mineral Brasileiro 2007. Fornecido diretamente pelo DNPM.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2008. Informações preliminares do Anuário Mineral Brasileiro 2008. Fornecido diretamente pelo DNPM.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Site institucional. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/>. Acessadas as edições do Informe Mineral.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009. Economia Mineral - Produção e Comercialização: Goiás - 6º Distrito. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/go/conteudo.asp?IDSecao=525>.

DNPM, 2009. Pesquisa de Processos no Módulo Administrativos. Disponível em <https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/extra/site/admin/pesquisarProcessos.aspx>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção de População. Site institucional. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>.

ICSG – International Copper Study Group, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.icsg.org/>. Acessados os *Press Releases*, as estatísticas do cobre e o World Copper Factbook 2007, e outras publicações.

Mineração Caraíba S/A, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.minacaraiba.com/> . Acessadas as informações institucionais.

MME – Ministério de Minas e Energia, 2009. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). Site institucional. Disponível em <http://www.mme.gov.br/site/menu/> . Acessadas as edições da Prévia da Indústria Mineral.

MME – Ministério de Minas e Energia, 2009. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). Site institucional. Disponível em <http://www.mme.gov.br/site/menu/> . Acessadas as edições do Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Metálicos.

Revista Brasil Mineral. Edições diversas.

Revista Minérios & *Minerales*. 200 Maiores Minas Brasileira, Edições nº 308, agosto 2008..

Revista Minérios & *Minerales* 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.minerios.com.br/>. Acessados artigos sobre cobre e outras informações técnicas.

Rio Tinto, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.riotinto.com/> . Acessados os diversos relatórios da SEC, relatórios anuais da empresas e outras informações institucionais.

UN – United Nations, 2008. Industrial Commodity Statistics Database - Copper. Disponível em <http://data.un.org/>.

USGS - U.S. Geological Survey, 2009. Site institucional. Disponível em <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs> . Acessadas as edições do Mineral Commodity Summaries - Copper.

USGS - U.S. Geological Survey, 2009. Site institucional. Disponível em <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs> . Acessadas as edições do Mineral Yearbook – Copper.

Vale (Cia. Vale do Rio Doce), 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.vale.com/vale> . Acessados os diversos relatórios da SEC, relatórios anuais da empresas e outras informações institucionais.

Yamana, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.yamana.com/> . Acessados os diversos relatórios da SEC, relatórios anuais da empresas e outras informações institucionais.