

2

Referencial teórico

2.1.

O mercado de cobre

2.1.1.

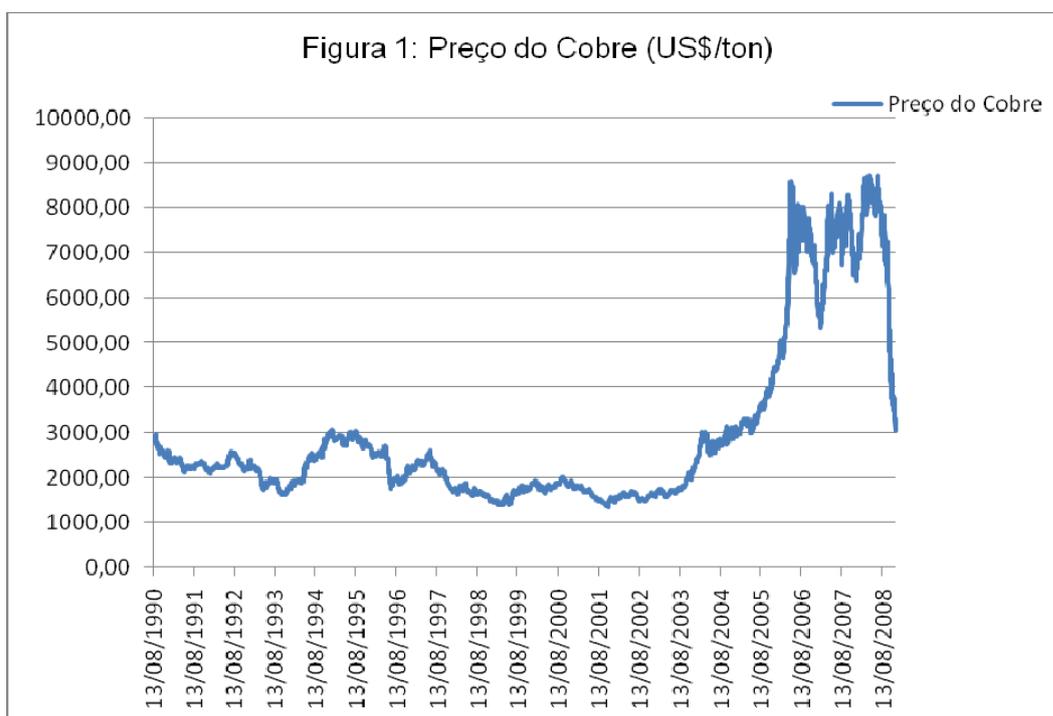
Aspectos gerais

Commodity é uma palavra em inglês que possui um significado genérico de “um artigo de comércio”. De acordo com o Novo Dicionário de Economia, é “um tipo particular de mercadoria em estado bruto ou produto primário de importância comercial, como é o caso do café, algodão, estanho, cobre, entre outros”. Na prática, o conceito de commodity é associado a um produto não especializado, ou de tecnologia amplamente difundida, produzido e transportado em grandes volumes.

O minério de cobre é utilizado pelo homem há mais de 7000 mil anos e seu uso combinado com o estanho, formando o bronze, tem registros de utilização de mais de 5000 anos. Até meados do século XIX, o comércio de cobre foi controlado pela Inglaterra, que possuía maior tecnologia para o tratamento no minério. Entretanto, ainda naquele século, foram descobertas novas minas nos Estados Unidos, Chile e Austrália. Este fato, aliado ao desenvolvimento de novas tecnologias de concentração, que permitiram o aproveitamento de minério de baixo teor de concentração, resultou na expansão global do mercado de minério de cobre no século XX (NYMEX, 2008).

O cobre metálico é excelente condutor de eletricidade e calor, tendo vasta aplicação em diversos setores industriais, como: construção civil, telecomunicações, eletrônica, transmissão e distribuição de energia (ANDRADE et al, 2001). Entre suas utilizações, destaca-se a produção de cabos e fios elétricos, tubos, combinações com estanho e níquel resultando em outras ligas, como: bronze, latão, cupro-níquel, etc.

De modo geral, até meados de 2008, o comércio mundial de minérios estava em alta, notadamente impulsionado principalmente pelo crescimento da China de do mundo todo de forma geral. Dessa forma a produção mundial de minério de cobre não vinha superando a demanda nos últimos anos, provocando altas sucessivas no seu preço desde meados de 2002. Podemos observar esse fato no gráfico a seguir, que mostra o aumento do preço spot do cobre até 2007 e desde então essa tendência foi revertida fazendo os preços das commodities caírem sucessivamente devido à crise econômica mundial.



Fonte: Bloomberg

2.1.2.

Mercado brasileiro de cobre

No Brasil, em 1874, foi descoberta a primeira mina de cobre no sertão da Bahia. Setenta anos depois, foram iniciados os trabalhos de sondagem para verificar seu potencial tendo sido fundada em 1969 o primeiro empreendimento para exploração do minério em Jaguari – BA (PARANAPAMENA, 2005). As minas de cobre do Complexo Minerador de Carajás foram descobertas na década de 90, a partir da identificação de anomalias magnéticas que revelaram a

existência de calcopirita, o principal minério de cobre (PARANAPAMENA, 2005).

No entanto, o Brasil, até 2003, não possuía produção expressiva de minério de cobre, com cerca de 32 mil toneladas frente a uma necessidade de 300 mil toneladas, importando cobre contido em concentrado do Chile, Argentina, Peru, Portugal e Indonésia, para abastecer as empresas produtoras de catodo e de semi-acabados de cobre (UDESC, 2005).

Segundo a DNPM (Departamento Nacional de Pesquisas Minerais), as reservas mundiais de minério de cobre (medidas e indicadas) registraram em 2007 um total de 937 milhões de toneladas (Mt) de metal contido, apresentando uma estabilização frente ao ano de 2006. As reservas brasileiras em 2007 somaram 14,28 Mt de cobre contido, apresentando aumento de 0,5% frente às reservas do ano anterior. O Pará representou 84% das reservas medidas e indicadas contidas de cobre; Goiás, 6,5 %; Bahia, 4,2%; e Ceará, com 2,7%. No quadro mundial destas reservas, a participação brasileira em 2007 permaneceu em 1,5%. A produção mundial de concentrado de cobre, em metal contido, alcançou no ano de 2007 uma quantidade de 15,47 Mt, registrando acréscimo de 3,2 % sobre a de 2006. Os principais produtores foram os países que detêm as maiores reservas de minério, destacando-se o Chile, com 35,9% do total mundial. A participação brasileira na produção de concentrado de cobre, em metal contido, alcançou 1,3% do quadro mundial. Quanto ao metal, no ano de 2007 a produção mundial de cobre refinado (primário e secundário) ficou em 18,16 Mt, apresentando um crescimento de 4,6 % frente ao ano de 2006. A China (19,5%), o Chile (16,2%), o Japão (8,7%) e os EUA (7,3%) foram os principais produtores do metal. A produção brasileira registrou uma quantidade de 218,37 mil toneladas (Mt), atingindo 1,2% do total mundial de refinado de cobre (20º lugar). Esses dados podem ser comprovados na tabela a seguir:

Tabela 1: Reserva e Produção Mundial de Cobre

Discriminação	Reservas * (10 ³ t)		Produção ** (10 ³ t)		
	2007	(%)	2006	2007	(%)
Países					
Brasil	14.284	1,5	147,8	205,7	1,3
Chile	360.000	38,4	5.360,8	5.556,8	35,9
Estados Unidos	70.000	7,5	1.221,8	1.205,4	7,8
China	63.000	6,7	889,0	944,4	6,1
Peru	60.000	6,4	1.049,1	1.190,3	7,7
Polônia	48.000	5,1	497,2	452,0	2,9
Austrália	43.000	4,6	858,8	860,3	5,6
México	40.000	4,3	337,7	346,7	2,3
Indonésia	38.000	4,1	816,2	788,9	5,1
Zâmbia	35.000	3,8	474,1	528,3	3,4
Rússia	30.000	3,2	675,0	690,0	4,5
Canadá	20.000	2,1	603,3	589,1	3,8
Cazaquistão	20.000	2,1	434,1	406,8	2,6
Outros Países	95.716	10,2	1632,2	1.707,0	11,0
Total	937.000	100,0	14.997,1	15.471,7	100,0

Fonte: DNPM

A produção brasileira de concentrado de cobre, em metal contido, alcançou, em 2007, um total de 205.731 toneladas (t) (680.301 t de concentrado, com teor médio de 30,2%), representando um aumento de 39,2% frente à de 2006. Participaram desta produção as empresas: Vale (118.236 t – 57,5%) e Serabi (564 t – 0,3%), ambas no Pará; Mineração Caraíba (24.129 t – 11,7%), na Bahia; Mineração Maracá (56.039 t – 27,2%) e Votorantim Metais Níquel (4.897 t – 2,4%), ambas em Goiás; e Prometalica Mineração (1.976 t – 0,9%), no Mato Grosso.

O Brasil no ano de 2007 importou 482.941 t de bens primários de cobre, sendo 99,8% de concentrado de cobre sulfetado, equivalentes a um total de 154.541 t em metal contido, a um custo de US\$ FOB 1,08 bilhão procedentes primordialmente do Chile, com 86% do valor total, e Argentina, com 9%.

Foram exportadas em 2007 pelo Brasil 573.241 t de bens primários de cobre, sendo 77,5% de concentrado de sulfeto de cobre, equivalentes a um total de 177.705 t de cobre contido, num valor de US\$ FOB 1,03 bilhão, dirigidos para a Alemanha, com 22% do valor total, Índia, com 20%, Bulgária, com 17%, e Coréia do Sul, com 13%.

O consumo *per capita* brasileiro apresentou em 2007 um índice de 1,8 kg/hab. Os preços médios do concentrado de cobre domésticos atingiram em média US\$ 3.180/t em 2007, representando um aumento de 51,4% frente ao ano anterior.

A indústria de cobre encontra-se aquecida principalmente pela demanda nos setores da construção civil, automobilístico e energia, trabalhando com uma capacidade de utilização de 70%, a qual deverá se ampliar em decorrência de fortes investimentos previstos dentro do Programa PAC (DNPM, 2008).

Tabela 2: Principais Estatísticas de Cobre do Brasil

Discriminação			2005	2006	2007
Produção	Concentrado	(t)	133.325	147.836	205.728
	Metal Primário	(t)	199.043	219.700	218.367
	Metal Secundário	(t)	25.000	27.000	24.000
Importação	Concentrado	(t)	132.780	176.894	154.541
		(10 ³ US\$-FOB)	413.266	1.068.678	1.077.660
	Metal	(t)	200.410	210.300	217.900
		(10 ³ US\$-FOB)	736.707	1.430.040	1.550.555
Exportação	Concentrado	(t)	116.051	120.133	177.705
		(10 ³ US\$-FOB)	299.237	519.969	1.032.312
	Metal	(t)	112.520	113.450	102.000
		(10 ³ US\$-FOB)	413.624	838.904	725.822
Consumo Aparente	Concentrado	(t)	150.054	204.597	182.564
	Metal	(t)	311.933	343.550	358.267
Preços	Concentrado	US\$/t	1.483,0	2.100,0	3.180,0
	Metal	US\$/t	3.785,0	6.850,0	7.290,0
	Metal - LME	US\$/t	3.676,0	6.722,0	7.115,9

Fonte DNPM

O setor industrial brasileiro do cobre, incluindo o da produção de refinado, o de condutores elétricos e o de semimanufaturados, apresentou no ano de 2007 um faturamento de US\$ 5,03 bilhões, gerando US\$ 890 milhões em impostos e 17.998 postos de trabalho, com exportações de US\$ 1,65 bilhão (DNPM, 2008).

Diversos novos projetos estão em andamento ou previstos para o Brasil nos próximos anos, aumentando ainda mais a importância desse metal na balança comercial brasileira. Com esses novos projetos e novas minas, a produção nacional deverá chegar a 650mil t/ano de cobre contido em concentrado até o ano de 2010, o que colocará o Brasil entre os cinco maiores exportadores do mundo (ROSA, 2003), gerando quantidade suficiente para abastecer o mercado interno e favorecer a balança comercial do País.

2.1.3.

Análise histórica de eventos que influenciaram o preço do cobre

Ao longo do tempo, a lei da oferta e demanda pode ser atribuída como a maior influência para a formação do preço mundial do minério de cobre. Com isso, pode-se realizar correlações entre o cenário mundial e os preços do cobre (EDELSTEIN, 1999).

Nos anos 60 até início dos anos 70 a demanda pelo produto estava em alta, principalmente em função da guerra do Vietnã e do desenvolvimento acelerado da economia mundial na chamada “Era de Ouro”. Até 1974 a produção estava ajustada e demanda, e os preços mantiveram-se estáveis com pequenas altas.

Entre 1975 e 1986 ocorreu um excedente de produção em relação à demanda pelo minério, provocando queda mundial e baixa volatilidade dos preços. Com exceção de alguns meses durante o ano de 1980, o período foi finalizado com uma recessão mundial até o ano de 1986, agravando a queda dos preços do minério.

Devido aos anos de recessão, acumularam-se altos estoques, preços baixos, indústria estagnada, falta de investimentos, fechamento de minas, suspensões de produção. A partir de 1987, os estoques estavam baixos e havendo um reaquecimento dos preços, chegando ao final de 1988 a níveis jamais vistos até então.

Como num movimento cíclico, a indústria voltou a investir; recordes de produção voltaram a ocorrer e os estoques começaram a crescer no início da década de 90, provocando quedas acentuadas a partir de 1992.

Em 1994, houve um grande aumento sistemático de demanda, provocado principalmente pelo desenvolvimento dos países asiáticos. No ano de 1995 os preços subiram mais ainda devido a operações de corner¹ conduzidas pelo banco japonês Sumitomo. Com a descoberta da manipulação os preços caíram novamente e não se recuperaram mais, pois em 1997 iniciou-se a crise asiática.

No início da crise asiática, os países do sudeste asiáticos eram responsáveis por 40% das importações mundiais de cobre refinado e 54,6% das importações de cobre concentrado (ANDRADE, 1998). Como resultado houve uma queda de aproximadamente 50% no preço do cobre.

Nos anos seguintes os preços do minério ficaram estáveis mesmo com o aumento da utilização do cobre, como nos setores de eletrônicos, aquecimentos e equipamentos médicos.

A recuperação dos preços só ocorreu a partir de 2002, com o intenso crescimento da China que provocou uma forte descompensação entre a demanda e a capacidade de produção mundial, fato que acarretou no período entre 2002 e 2005 um aumento superior a 200% no preço mundial do cobre. Até 2008 os preços do cobre oscilaram com pequenas quedas e altas, batendo sucessivamente recordes históricos. Além do crescimento da China, o mundo inteiro encontrava-se em grande crescimento econômico, forçando ainda mais os preços das commodities, que chegaram a valores nunca antes imagináveis. Adiciona-se a essa conjuntura, outros fatores, como a desvalorização do dólar frente ao euro e ao ien aumentando o poder de compra da Europa e da Ásia, a grande confiança mundial, as compras especulativas por parte de fundos de hedge e a lenta resposta dos produtores mundiais de minérios que demoraram em investir em expansão.

Segundo o *International Copper Study Group* (ICSG), o mercado mundial do cobre metálico no ano de 2007 apresentou uma escassez de produção frente ao consumo da ordem de 64 Mt, prevendo-se respectivamente um excesso de 85 Mt e

¹ Fazer um corner em um Mercado é tomar o controle desse mercado através da compra de tantos títulos que poucos desses títulos restem. Assim, esse indivíduo ou grupo acaba definindo o preço do ativo acima de qualquer preço considerando a relação entre a oferta e a procura (Think Finance, 2006).

429 Mt para 2008 e 2009. A China em 2007 absorveu 27% do consumo mundial do cobre, seguido em quantidade pelos EUA (11,8%), Alemanha (7,6%), Japão (6,9%) e Coréia do Sul (4,4%).

Em 2008 ocorreu o inesperado, devido à crise no crédito que começou nos EUA e se expandiu para todo mundo e a rápida desaceleração chinesa, os preços das commodities em geral desabaram. Estoques se multiplicaram. A incerteza e a expectativa de recessão mundial agravaram o cenário. O preço do minério de cobre caiu para os mesmos níveis do ano de 2003, ou seja, em menos de um ano o preço caiu aproximadamente 65%.

As expectativas para os preços futuros são incertas. Somente é sabido que como em toda a história dos preços do cobre, ciclos de altos preços e baixos estoques são seguidos por ciclos de altos estoques e baixos preços (VALOR, 2006).

Como vimos, os preços históricos do cobre são uma composição de diversos fatores interligados, como: oferta, demanda, crescimento mundial, estoques, expectativas e outros.

2.2. Pesquisas

A questão da pesquisa de comportamento de preços de commodities é um assunto que vem sendo ostensivamente discutido pela comunidade acadêmica internacional desde a década de 80 (WATKINS; MCALEER, 2004), tendo sido encontrados estudos desde a década de 60 (MANDELROT, 1963). Constata-se na literatura do assunto, que pesquisas realizadas nos últimos 25 anos alternam-se entre análises empíricas que enfocam o risco e a volatilidade do comportamento dos preços dessas commodities. Sobre a revisão bibliográfica do tema, vale ressaltar que os estudos realizados sobre o assunto evoluíram com o tempo.

Fama e French (1987) embasados na teoria do estoque desenvolveram uma pesquisa com 21 commodities, entre as quais, cobre, prata, platina e ouro, a fim de identificar elementos que influenciam as cotações futuras. Em um primeiro momento do estudo, os autores determinaram uma equação linear na qual a dependente “preços futuros” era função dos “preços à vista”, da “taxa de juros” e de uma variável dummy, para identificar se o produto possuía sazonalidade. O

modelo mostrou baixa capacidade de previsão para os metais analisados. Em um segundo momento do estudo, foi estabelecida uma nova equação linear cuja dependente “preços de contratos futuros” era função dos “preços à vista” mais um “prêmio pela expectativa de variação no tempo”. O modelo mostrou evidências da influência das expectativas de prêmio, mas não se mostrou estatisticamente significativa quando testado para o cobre, ouro e platina, e se mostrou “confuso” para o minério de prata.

Chang et al (1990) utilizando a abordagem do CAPM, analisaram se o retorno médio foi proporcional ao risco do contrato de contratos futuros de três metais (cobre, platina e prata) entre os anos de 1964 e 1983. Nesse estudo, foram comparados o risco e o retorno dos ativos commodities com o retorno do mercado de ações e títulos sem risco. Como resultado, os autores observaram que os contratos futuros eram consistentemente mais arriscados do que o mercado de ações e títulos do governo, e ainda, que esses contratos, como regra geral, não tinham sido bem recompensados pelo mercado. Adicionalmente, observaram que existe uma correlação negativa entre o beta e o tempo de maturidade do contrato, comprovando que o risco sistemático de um ativo com vida limitada é uma função da vida remanescente deste ativo.

Chowdhury (1991) testou a hipótese da eficiência dos mercados para quatro metais não-ferrosos (cobre, chumbo, estanho e zinco) a partir da teoria da cointegração. A abordagem deste estudo foi analisada de duas formas diferentes. Na primeira forma, foi determinado se ambos os preços futuro e spot do mercado de uma commodity, são cointegrados com os mesmos preços futuro e spot de mercados de outras commodities. Neste caso, a cointegração entre dois ativos diferentes em dois mercados diferentes indica que um mercado é influenciado por outro, demonstrando ineficiência. Em um segundo momento, testes para cointegração foram conduzidos entre preços spot e futuro de cada um dos quatro mercados analisados. Assim, considerando que a hipótese da eficiência dos mercados pressupõe que ambos os preços, spot e futuro, devem seguir a mesma tendência, variando na mesma direção, os preços spot e futuro devem ser cointegrados quando analisado um único mercado. Os resultados encontrados pelo autor sugeriram uma não rejeição da hipótese nula de que há cointegração entre os diferentes mercados analisados, e adicionalmente, de que não há um vetor de

cointegração envolvendo os preços spot e futuro de um mesmo mercado, ou seja, a rejeição da hipótese de eficiência para o mercado das quatro commodities.

McMillan e Speight (2001) analisaram a volatilidade de preços diários de seis commodities de metais não-ferrosos no período compreendido entre 1971 e 2000, desmembrando a volatilidade em curto e longo prazo. Sob esta abordagem, objetivaram isolar alguns fatores que contribuem para a volatilidade de curto prazo, como movimentos especulativos, chegada de novas informações e posições de hedge, e fatores fundamentais, que contribuem para a volatilidade no longo prazo, como a disponibilidade física dos produtos e as leis de demanda e oferta. Esta decomposição em curto e longo prazo foi possível com a utilização de um modelo GARCH modificado, chamado component-GARCH ou somente CGARCH. Como resultados foram demonstrados que a meia vida de choques de volatilidade de curto prazo direcionada pelo mercado se estendem por até oito dias, enquanto a meia vida média de choques de volatilidade de longo prazo é de cerca de 190 dias. Encontraram-se evidências de que existe vínculo entre a volatilidade dos metais, uma tendência dirigida em um primeiro momento pelos preços do alumínio e em um segundo momento pelos preços do cobre. Mais especificamente, a volatilidade dos preços de longo prazo, enquanto exibe uma memória de longo prazo, de fato é estacionário e possui tendência de reversão a média.

Utilizando-se a metodologia Box & Jenkins e a commodity cobre temos o trabalho de Hu (2008) em que ele testa a série de preços das commodities cobre e alumínio especificamente no mercado chinês entre os anos de 2003 e 2007. Primeiramente, para previsão se preços futuros das commodities, aplica-se modelos univariados (ARIMA) e posteriormente modelos multivariados, baseados na cointegração e no VEC (Vetor de Correção de Erro). Ao final, concluí-se que os preços presentes são influenciados pelos preços passados, comprovando-se a utilidade dos modelos ARIMA. Entretanto, ao se adicionar novas variáveis, com a utilização de modelos multivariados, o resultado se tornou mais consistente do que somente com os modelos univariados, tendo uma melhor acurácia.

No Brasil são poucas as pesquisas realizadas sobre o comportamento de preços de commodities, e quase a totalidade dos estudos encontrados na revisão bibliográfica enfoca o estudo de commodities agrícolas. Temos como exemplos o livro de Marques, Melo e Filho (2008) no qual se analisa de forma teórica e

prática o funcionamento dos mercados futuros e de opções agropecuárias. Nele, é discutido os fundamentos de opções sobre futuros agropecuários; estratégias avançadas com mercados futuros, opções e derivativos; análise de preços e operações de contratos futuros.

Bressan e Lima (2000) trataram da aplicabilidade de modelos de previsão de series temporais como ferramenta de decisão de compra e venda de contratos futuros da commodity boi gordo na BM&F, em datas próximas ao vencimento. Os modelos estudados foram o ARIMA, Redes Neurais e Modelos Lineares Dinâmicos. Calculando o índice Sharpe os modelos foram comparados. Utilizando os dados semanais entre 1996 e 1999, foram encontrados resultados dos retornos financeiros, sendo positivos na maioria dos contratos analisados, mostrando o potencial de aplicabilidade dessa ferramenta para futuras decisões. Somente o modelo ARIMA e os Lineares Dinâmicos tiveram resultados satisfatórios.

Berti (2004) analisou neste trabalho a aplicabilidade de modelos econométricos para previsão de preço, como forma de oferecer suporte a decisão de compra e venda da commodity celulose. Para isso utilizou-se uma série de preços internacionais de 1986 até 2002. No trabalho foram comparados o modelo univariado, o modelo VAR (vetor Auto-regressivo entre o preço da celulose e o nível de estoques) e o modelo VEC (entre o preço da celulose, o nível de estoques e a demanda mundial da commodity). Como resultado o modelo VEC foi o que obteve melhor previsão. Entre os modelos univariados, o AR(1) foi o que apresentou melhor aderência a série.

Medeiros et al (2006) realizou estudos sobre a previsão do preço da arroba boi gordo utilizando modelos ARIMA na série histórica de preços do ano de 1995 até 2005. O modelo apresentou coeficientes estatísticos significantes, com indicadores de erro pequenos e boa explicação da variação dos dados originais. Sob o ponto de vista prático, ele se revelou um processo de previsão acurado, produzindo resultados consistentes e próximos dos valores de mercado.

Albuquerque e Moraes (2007) realizaram um estudo para prever o preço médio mensal para a commodity cacau tendo como base de dados o período de 1970 até 2005. Utiliza-se a metodologia Box & Jenkins e através do AIC (Akaike Information Criterion) escolhe-se o melhor modelo. Verifica-se por meio de uma

previsão ex-antes, fundamentada nos dados amostrais, uma pequena queda no preço futuro do produto durante o ano de 2006.

De fato são raras as publicações brasileiras que abordam o estudo de comportamento de preços de commodities minerais, como a realizada por Castro e Rossi Jr. (2000), na qual foi estudado o comportamento de exportação de commodities brasileiras, inclusive minério de ferro e alumínio, a partir de modelos vetoriais auto-regressivos (VAR) sob a influência de variáveis exógenas.

Matias (2006) também enfoca os minerais em que se utiliza a abordagem dos fractais para estudar os preços da commodity cobre. Neste estudo, através da teoria dos fractais, é desenvolvido um modelo estatístico de previsão de preços para a commodity cobre, utilizando-se como base de dados o período de 1974 e 2005. A Teoria dos Fractais abre um novo e contraditório mercado, pois vai contra a moderna teoria de finanças, principalmente a Hipótese de Eficiência de Mercado. Ao final, o estudo mostra que apesar da aplicabilidade do modelo, os resultados não são persistentes, não se encontrando uma equação geral para a série.