5

Conclusões e Recomendações para Pesquisas Futuras

Neste trabalho foram demonstradas diversas técnicas e modelos para tratamento da incerteza na avaliação de oportunidades de investimentos e ainda aplicações desse conjunto de metodologias na análise de projetos da Indústria Siderúrgica Brasileira.

No capítulo 2 foi apresentado um retrospecto do setor siderúrgico mundial e brasileiro. Foram detalhadas as características e etapas dos principais processos produtivos do aço – Siderurgia Integrada e Semi-Integrada – descritos os principais tipos de aço; analisado desempenho histórico do setor siderúrgico nas últimas décadas; discutida a estrutura do mercado mundial de produção de aço; e detalhadas as características do mercado nacional, incluindo a análise dos principais grupos empresariais da siderurgia nacional. A análise efetuada demonstra que mesmo após o forte aumento da demanda pelo aço observado na última década, há ainda espaço para crescimento de mercado, estando a siderurgia brasileira preparada e bem posicionada para absorção de parte desse movimento, o que deverá implicar na realização de diversos projetos de investimento neste segmento no decorrer dos próximos anos. Como também discutido, ocorre, porém, que os investimentos na siderurgia são cercados de forte incerteza, localizada principalmente em variações que ciclicamente ocorrem na demanda e preços do aço, amplificadas no retorno dos projetos siderúrgicos em função da alta alavancagem operacional comumente observada nesses projetos. Por outro lado, foram mapeadas flexibilidades gerenciais nos processos siderúrgicos, que associadas a tais incertezas determinam o surgimento de um campo fértil para o surgimento de valiosas opções reais na siderurgia. Além de opções tradicionais como espera e expansão, foram verificadas opções de parada temporária especificamente em projetos de siderúrgicas semi-integradas e opções de troca de tecnologia (troca de produto) em siderúrgicas integradas. Entende-se que há uma grande relevância na análise dessas opções e no reconhecimento do seu valor, possibilitando maior acurácia na orçamentação de capital na indústria siderúrgica.

O capítulo 3 é focado na apresentação e análise de processos estocásticos e seu uso em aplicações na avaliação de opções. Foram descritas, discutidas e apresentadas as formulações dos processos de um fator estocástico - entre esses o Movimento Geométrico Browniano (MGB) e Movimento de Reversão à Média Artimético de Ornstein Uhlenbeck - e ainda modelos mais complexos contendo mais de um fator estocástico, dentre os quais podemos destacar: os modelos apresentados em Schwartz (1997), Schwartz & Smith (2000) e Dias e Rocha (1998). Após a revisão bibliográfica, foi efetuada uma discussão sobre a adequação e aplicabilidade dos modelos expostos para descrição dos processos de preços do aço e seu uso na avaliação de projetos na siderurgia, na qual apontamos os modelos de 2 fatores apresentados em Schwartz (1997) e Schwartz & Smith (2000) como conceitualmente mais adequados às características dos preços do aço. Tais modelos combinam fatores estocásticos de crescimento e simultaneamente de reversão à média dos preços, correspondendo à observação empírica dos preços dos produtos siderúrgicos, que no decorrer da última década vêm apresentando uma tendência ascendente, entremeada, porém, de movimentos cíclicos em função de oscilações de curto prazo da oferta e demanda. Foi ponderado, porém, que aplicação desses modelos na prática seria inadequada, em função da necessidade de um histórico consistente de preços futuros do aço para estimação de seus parâmetros utilizando a abordagem Espaço-Estado/Filtro de Kalman, como proposto por seus autores. Os contratos de preços futuros de aço além de recentes – iniciados em maio de 2008 na London Metal Exchange – são restritos a poucas maturidades e poucas rotas, somando-se o fato de registrarem um período fortemente influenciado pela crise econômica mundial deflagrada no 3º trimestre de 2008, movimento atípico que determina uma tendência de preços negativa para o período. Em função das restrições apresentadas optou-se pelo desenvolvimento da análise com a utilização de dados históricos utilizando 3 tipos distintos de processos estocásticos: o Movimento Geométrico Browniano; o MRM, mais especificamente o Modelo 1 de Schwartz (1997); e ainda um terceiro modelo que denominamos de Movimento de Reversão à Média com Tendência, para qual foram desenvolvidas formulações a partir dos Modelos de Pindyck (1999). Esse terceiro modelo parte da mesma concepção de Schwatz & Smith (2000) de que os processos de preços de commodities possuem fatores de tendência de crescimento e reversão à media combinados, tendo como desvantagem a inabilidade de

incorporar a volatilidade no drift e como vantagem a possibilidade da estimação de seus parâmetros a partir de preços spot históricos utilizando o Método dos Mínimos Quadrados Não-Lineares. Utilizando series históricas de 6 índices de preços de produtos siderúrgicos distintos obtidas junto ao IBS, referentes ao período de janeiro de 2000 até abril de 2009, foram estimados os parâmetros dos 3 modelos citados. Partindo dos resultados obtidos foram realizadas análises a partir de 3 tipos distintos de medidas de aderência para avaliação dos modelos – Pseudo R^2 , MAPE e EQM – que apesar de apontarem a superioridade dos modelos MRM e MRM com Tendência, não permite a conclusão quanto a inadequação do MGB como modelo para representação do comportamento estocástico dos preços do aço, em função da pequena diferenças em termos numéricos demonstrada. A exceção a essa conclusão é o caso da série das placas de aço no qual o teste de Dickey-Fuller Aumentando com Tendência rejeitou a hipótese da presença da raiz unitária – o que equivaleria a negar a hipótese da presença do MGB – e para qual foi também demonstrada maior aderência do MRM com Tendência pelos 3 tipos de medidas analisadas.

Por fim, no capítulo 4, denominado de Metodologias de Avaliação, foram apresentados os principais métodos utilizados na avaliação de opções, com maior aprofundamento nos modelos de opções reais em tempo discreto e simulação de Monte Carlo. Além dos tradicionais modelos de Black & Scholes (1973) e o Método Binomial de Cox, Ross & Rubinstein (1979), foram apresentadas formulações desenvolvidas por Bastian-Pinto, Brandão e Hahn (2010) para o Método Binomial para Reversão à Média. Na seção 4.7 foram descritas os diversos tipos de opções reais abordados na literatura e na sequência, na seção 4.8, foram apresentadas aplicações em 2 tipos de projetos hipotéticos na siderurgia: projeto de uma Siderúrgica Semi-Integrada com capacidade de produção anual de 1 milhão de toneladas de aço, considerando uma opção de Parada Temporária; e o projeto de uma Siderúrgica Integrada composta de um Alto-Forno e um Laminador a Quente com capacidade anual de produção de 2,8 milhões de toneladas de aço, considerando uma opção de Troca de Tecnologia (Troca de Produto). Nos 2 casos foram utilizados 3 tipos distintos de processos estocásticos – MGB, MRM e MRM com Tendência – cujas formulações, estimação de parâmetros e testes de aderência foram apresentadas no capítulo 3. Para o caso da

Opção de Parada Temporária na Siderúrgica Semi-Integrada foi utilizado o Método Binomial de Cox, Ross e Rubinstein (1979) para o MGB e para o MRM e MRM com Tendência foram utilizadas Árvores Binomiais Não-Sensuradas metodologia apresentada em Bastian-Pinto, Brandão e Hahn (2010). No caso da Opção de Troca de Tecnologia em Siderúrgicas Integradas foi utilizado o Método de Simulação de Monte Carlo. Para os 2 tipos de opções avaliadas as diferenças observadas pela suposição dos processos estocásticos distintos foram relevantes, sendo os maiores valores foram verificados com a suposição do MGB, seguidos pelos resultados obtidos pelo MRM e em último lugar o MRM com Tendência, o que nos reforça a importância da análise e escolha do modelo estocástico na avaliação de opções reais na siderurgia.

Entende-se que as análises e aplicações efetuadas no decorrer dos três capítulos apresentados contribuem com a literatura sobre opções reais e demonstram o potencial do uso dessa metodologia na avaliação de oportunidades de investimento na indústria siderúrgica. As análises efetuadas na seção 3.8.5 sugerem a presença de componentes de reversão à média nos preços do aço. A consideração de componentes de reversão à média, por sua vez, pode modificar significativamente o valor das opções reais nos projetos, conforme demonstram as análises efetuadas na seção 4.8.5. Essas análises reforçam a importância da escolha do modelo estocástico na avaliação de opções reais na siderurgia e apontam para uso de modelos de reversão à média para os processos de preço do aço na avaliação de projetos siderúrgicos, em detrimento da maior complexidade na estimação de parâmetros e implementação computacional dos modelos de reversão à média, quando comparados aos métodos tradicionais.

Como sugestões para pesquisas futuras em aplicações de opções reais em projetos siderúrgicos, aponta-se 3 possibilidades de desenvolvimento: análise de opções de investir considerando o tempo de construção das plantas de produção, análise da opção de antecipação da parada para reforma de alto-fornos em siderúrgicas integradas e análise comparativa dos Modelos MRM com Tendência e Schwartz & Smith (2000).

Na siderurgia o início efetivo das operações – e a consequente geração de fluxos de caixa operacionais – não é simultânea à tomada de decisão de

investimento no projeto. Geralmente são necessários investimentos no decorrer de 2 a 5 anos até a montagem final de uma nova planta de produção de aço. Dessa forma, seria importante avaliar as possíveis decorrências do tempo de construção em opções de adiamento e expansão de escala em projetos, levando-se em conta os possíveis tipos de processos estocásticos relevantes para preços do aço e ativos siderúrgicos.

Conforme explicitado no decorrer do capítulo 2, em siderúrgicas integradas, iniciada a produção de aço o funcionamento dos alto-fornos comumente se dá de forma basicamente ininterrupta por períodos de 15 a 20 anos até a paralisação para sua manutenção, não havendo substancial flexibilidade para redução de custos de produção nesse período. A paralisação de um alto-forno determina obrigatoriamente a troca do refratário – parede de tijolos que reveste o interior do forno – o que se constitui em um alto investimento e reduz potencialmente o valor das opções de parada temporária em siderúrgicas integradas. Recentemente, porém, no início de 2009, em função da queda de demanda de aço verificada decorrente da redução do ritmo da economia com a crise mundial deflagrada no 3º trimestre de 2008, as siderúrgicas brasileiras CSN e Usiminas anunciaram a paralisação de alto-fornos que estariam próximos a realizar sua manutenção periódica. As empresas justificaram essa decisão em função do forte acúmulo de estoques e a expectativa de alongamento dos efeitos da crise nos próximos trimestres. Dessa forma, entende-se como relevante a análise do valor da opção de paradas temporárias em siderúrgicas em função da proximidade da paralisação periódica para manutenção dos alto-fornos.

Por fim, a terceira sugestão para realização de pesquisas futuras, seria a aplicação do modelo Schwartz & Smith (2000) em preços de produtos siderúrgicos e a comparação dos resultados obtidos e testes de aderência com os resultados do modelo MRM com Tendência. Para tanto, entende-se que seria necessário um maior histórico de preços futuros de produtos siderúrgicos para aplicação do modelo Espaço-Estado/Filtro de Kalman como efetuado no artigo de Schwartz & Smith (2000).

Entende-se que as 3 pesquisas sugeridas são importantes para o desenvolvimento da linha desenvolvida neste trabalho e relevantes para literatura de opções reais de forma geral.