



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto  
Departamento de Engenharia de Minas  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral – PPGE M

---



# **AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA DO PROJETO DE MINÉRIO DE FERRO ELUVIONAR DE CASSINGA NORTE EM ANGOLA**

**Autora: DJANIRA ALEXANDRA MONTEIRO DOS SANTOS**

**Orientador: Prof. Dr. VALDIR COSTA E SILVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral do Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mineral.

Área de concentração:  
**Economia Mineral**

Ouro Preto, Junho de 2010

S237a

Santos, Djanira Alexandra Monteiro dos.

Análise econômica e financeira do projeto de minério eluvionar de Cassinga Norte em Angola [manuscrito] / Djanira Alexandra Monteiro dos Santos. – 2008.  
xiii, 127 f.: il.; color.; graf. ; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Costa e Silva.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.  
Departamento de Engenharia de Minas. Programa de Pós-graduação em  
Engenharia Mineral.

Área de concentração: Economia mineral.

1. Angola - Teses. 2. Minérios de ferro - Teses. 3. Minas e recursos minerais -  
Projetos - Teses. I. Universidade Federal de Ouro Preto. II. Título.

CDU: 622.341(673)

Catálogo: [sisbin@sisbin.ufop.br](mailto:sisbin@sisbin.ufop.br)

**“AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA DO PROJETO DE  
MINÉRIO DE FERRO ELUVIONAR DE CASSINGA NORTE EM  
ANGOLA”**

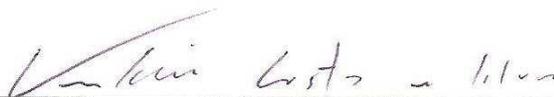
**AUTORA: DJANIRA ALEXANDRA MONTEIRO DOS SANTOS**

Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 07 de julho de 2010, pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:



---

• Prof. Dr. Dorival de Carvalho Pinto (Membro) – UFPE



---

• Prof. Dr. Valdir Costa e Silva (Orientador) – UFOP



---

• Prof. Dr. Wilson Trigueiro de Sousa (Membro) – UFOP

## **Agradecimentos**

A Deus, pela saúde e pela vida.

À Ferrangol E.P., empresa angolana responsável pela oportunidade de realizar esse mestrado, agradecendo particularmente ao Eng<sup>o</sup> Diamantino Pedro Azevedo por ter apostado em mim e acreditado nas minhas capacidades para realizar esse mestrado e pelos dados fornecidos.

Aos meus pais, Eugénio e Luisa, por me terem mostrado que na vida as coisas não nos são dadas de graça e nem de forma fácil, precisamos sempre lutar para alcançar os nossos objetivos. Agradeço-lhes pelo incentivo e por me apoiarem incondicionalmente.

Ao meu noivo, Emanuel, pelo apoio moral nas horas difíceis, pela força e incentivo para seguir em frente e não desistir, e principalmente por entender a minha ausência para realizar essa formação.

Ao professor Valdir Costa e Silva, meu orientador, pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso e por sua orientação durante o desenvolvimento de todo esse trabalho.

Ao professor José Fernando Miranda, por auxiliar-me com grande dedicação na revisão técnica do texto.

Ao amigo, Marcelo Costa, secretário do PPGEM, por me ajudar sempre que precisei de imprimir ou redigir algum documento, pela amizade e por me ouvir atenciosamente sempre que precisei desabafar.

Ao colega e amigo, Henriques Kiaku Simão, pela contribuição no esclarecimento de algumas dúvidas e pela ajuda na elaboração dos cálculos econômicos.

## Resumo

A avaliação econômica de projetos de mineração é uma ferramenta de extrema importância na análise de projetos, auxiliando os investidores na tomada de decisões relativas aos investimentos que pretendem realizar. Este trabalho trata da avaliação econômica e financeira do projeto de exploração de minério de ferro eluvionar na região de Cassinga Norte em Angola. Este país que se encontra na costa ocidental de África possui um grande potencial em recursos minerais, incluindo o minério de ferro. Aplicando, portanto, as técnicas de avaliação econômica de projetos de mineração, analisou-se o valor econômico das jazidas de ferro na referida região e determinou-se os seus indicadores de rentabilidade. Submetendo os elementos do fluxo de caixa do projeto (preço, investimento, custos e reserva) a variações percentuais em seus valores, foi possível criar diferentes cenários que poderão auxiliar os investidores do projeto na decisão de investimento.

**Palavras-chave:** Angola, avaliação econômica, minério de ferro, projetos de mineração, investimento.

## **Abstract**

The economic evaluation of mining projects is an extremely important tool in the analysis of projects, assisting investors in making decisions on investments they want to perform. This work deals with the economic and financial evaluation of the project of exploitation of iron ore in Cassinga North, in Angola. This country that lies on the western coast of Africa has a great potential in mineral resources including iron ore. And hence by applying the techniques of economic evaluation of mining projects, we analyzed the economic value of deposits of iron in that region and we determined their profitability indicators. Submitting the elements of the project's cash flow (price, investment costs and reserves) with percentage changes in their values, it was possible to create different scenarios that could help investors design in choosing the best investment alternative.

**Keywords:** Angola, economic evaluation, iron ore, mining projects, investment.

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. Apresentação do problema	2
1.2. Objetivo	4
1.3. Relevância do projeto	4
1.4. Estrutura do trabalho	6
<b>2. MERCADO MUNDIAL DE MINÉRIO DE FERRO</b>	<b>7</b>
2.1. Reservas e produção mundiais	7
2.2. Principais importadores e exportadores	12
2.3. Preços do minério de ferro no mercado mundial	18
2.4. Efeitos da crise financeira no setor de minério de ferro	24
2.5. Perspectivas para o futuro do setor	28
<b>3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS DE MINERAÇÃO</b>	<b>31</b>
3.1. Introdução	31
3.2. Conceitos básicos	32
3.2.1. Projeto de Investimento	32
3.2.2. Custo de oportunidade	33
3.2.3. Custo de capital	34
3.2.4. Taxa mínima de atratividade	34
3.2.5. Valor do dinheiro no tempo	35
3.3. Cálculos financeiros aplicados à avaliação econômica de projetos	35
3.3.1. Juros	35
3.3.2. Capitalização de juros	36
3.3.3. Fatores de atualização do capital	37
3.3.4. Sistemas de amortização	40

3.4.	Métodos de avaliação económica de projetos	44
3.4.1.	Fluxo de caixa de um projeto	44
3.4.2.	Parâmetros económicos usados na avaliação de projetos	47
3.4.3.	Principais métodos de avaliação económica	53
3.5.	Risco e Incerteza	62
3.5.1.	Análise de sensibilidade	63
<b>4.</b>	<b>MINÉRIO DE FERRO DE ANGOLA</b>	<b>64</b>
4.1.	Generalidades sobre Angola	64
4.2.	Reservas de minério de ferro	68
4.3.	Histórico das explorações e explorações de minério de ferro em Angola	73
4.4.	Situação actual do mercado angolano de minério de ferro	75
4.4.1.	Demanda e suprimento de minério de ferro	76
4.4.2.	Perspectivas para o sector angolano de minério de ferro	78
<b>5.</b>	<b>CÁLCULO ECONÓMICO DA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO DAS JAZIDAS DE CASSINGA NORTE</b>	<b>81</b>
5.1.	Descrição do projecto Cassinga Norte	81
5.1.1.	Investimentos de capital (CAPEX)	83
5.1.2.	Custos totais estimados	84
5.1.3.	Encargos de capital	85
5.1.4.	Impostos	86
5.1.5.	Preços de venda	86
5.1.6.	Taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade	86
5.2.	Cálculo das grandezas económicas do projeto	86
5.2.1.	Valor Bruto do depósito	86
5.2.2.	Reserva recuperável	87
5.2.3.	Teores recuperáveis	87
5.2.4.	Receita anual bruta	87
5.2.5.	Investimento total	88
5.2.6.	Custo total de produção	89
5.2.7.	Receita operacional	89
5.2.8.	Depreciação	89

5.2.9. Royalties	90
5.2.10. Lucro tributável	90
5.2.11. Imposto de renda	90
5.3. Projeção do fluxo de caixa do projeto	91
5.4. Determinação dos indicadores de rentabilidade	93
5.4.1. Valor Atual Líquido (VAL)	93
5.4.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)	93
5.4.3. Índice de Valor Atual (IVA)	94
5.4.4. Período de Retorno (PR)	95
5.5. Análise de sensibilidade aplicada ao projeto	96
5.5.1. Análise de sensibilidade unidimensional	97
5.5.2. Análise de sensibilidade multidimensional	98
5.6. Fluxo de caixa do projeto com financiamento	103
<b>6. ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>107</b>
6.1. Resultados dos indicadores de rentabilidade	107
6.2. Resultados da análise de sensibilidade	109
6.3. Resultados do financiamento do projeto	112
<b>7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>113</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>116</b>

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Reservas mundiais de minério de ferro em 2009_____	9
Tabela 2 – Produção mundial de minério de ferro (2001-2009)_____	10
Tabela 3 – Principais empresas produtoras de minério de ferro_____	11
Tabela 4 – Histórico de preços de contrato de longo prazo entre o minério brasileiro e o minério australiano_____	21
Tabela 5 – Histórico de preços do minério de ferro no mercado à vista_____	22
Tabela 6 – Descrição dos fatores de atualização de capital_____	39
Tabela 7 – Planilha de amortização do empréstimo pelo sistema SAC_____	42
Tabela 8 – Planilha de amortização do empréstimo pelo sistema SAF_____	43
Tabela 9 – Fluxo de caixa de um projeto de exploração mineral_____	47
Tabela 10 – Cálculo do PR simples de um projeto com fluxos de caixa iguais_____	59
Tabela 11 – Cálculo do PR simples de um projeto com fluxos de caixa diferentes_____	60
Tabela 12 – Cálculo do período de retorno descontado_____	61
Tabela 13 – Informações relevantes sobre Angola_____	65
Tabela 14 – Reservas conhecidas de minério de ferro_____	72
Tabela 15 – Importações de derivados de ferro e aço do Brasil para Angola_____	78
Tabela 16 – Características principais das 5 jazidas em estudo_____	82
Tabela 17 – Distribuição dos investimentos do projeto Cassinga Norte_____	83
Tabela 18 – Distribuição dos custos totais do projeto Cassinga Norte_____	84
Tabela 19 – Fluxo de caixa do projeto Cassinga Norte_____	92
Tabela 20 – Determinação do período de retorno do projeto Cassinga Norte_____	95
Tabela 21 – Indicadores de rentabilidade do projeto Cassinga Norte_____	96
Tabela 22 – Resultados da análise de sensibilidade unidimensional, para uma taxa de desconto de 12% a.a._____	97
Tabela 23 – Resultados da análise de sensibilidade unidimensional, para uma taxa de desconto de 15% a.a._____	98
Tabela 24 – Resultados da análise de sensibilidade multidimensional_____	99
Tabela 25 – Resultados da análise de sensibilidade multidimensional (cont.)_____	100

Tabela 26 – Amortização do financiamento pelo sistema SAC _____	104
Tabela 27 – Fluxo de caixa do financiamento ou capital próprio (alavancado) _____	105
Tabela 28 – Indicadores de rentabilidade do fluxo de caixa do capital próprio _____	106

## Lista de figuras

Figura 1 – Localização de Cassinga Norte	3
Figura 2 – Formação ferrífera bandada	7
Figura 3 – Comparação da produção das maiores produtoras de minério de ferro	12
Figura 4 – Crescimento do mercado transoceânico	13
Figura 5 – Participação das importações chinesas no mercado transoceânico de minério de ferro	14
Figura 6 – Comercio mundial de minério de ferro em 2007	15
Figura 7 – Evolução do comércio transoceânico de minério de ferro	16
Figura 8 – Maiores fornecedores de minério de ferro no mercado transoceânico	17
Figura 9 – Evolução dos preços benchmark do minério australiano	19
Figura 10 – Evolução dos preços do minério de ferro Brasil x China 2008	20
Figura 11 – Relação entre os preços do minério de ferro no mercado <i>spot</i> e no <i>benchmark</i>	23
Figura 12 – Preços do aço bruto após a crise financeira	25
Figura 13 – Fases de investimento num projeto de mineração	33
Figura 14 – Regimes de capitalização de juros	37
Figura 15 – Fatores de atualização do capital	38
Figura 16 – Elementos do fluxo de caixa de um projeto de mineração	45
Figura 17 – Representação gráfica dos critérios de aceitação da TIR	58
Figura 18 – Localização de Angola no mundo	64
Figura 19 – Crescimento do PIB e dos setores não petrolíferos de Angola	66
Figura 20 – Mapa dos principais recursos minerais de Angola	67
Figura 21 – Localização das áreas com ocorrências de minério de ferro	69
Figura 22 – Jazidas de minério de ferro de Cassinga Norte e Cassinga Sul	71
Figura 23 – Produtos industrializados de maior procura em Angola	77
Figura 24 – Cálculo do VAL através das funções financeiras do Excel 2007	93
Figura 25 – Cálculo da TIR através das funções financeiras do Excel 2007	94
Figura 26 – Efeitos da sensibilidade multidimensional no VAL	101
Figura 27 – Efeitos da sensibilidade multidimensional na TIR	101

Figura 28 – Efeitos da sensibilidade multidimensional no IVA	102
Figura 29 – Efeitos da sensibilidade multidimensional no PR	102

## Lista de siglas e abreviaturas

BIF	Banded Iron Formation – formação ferrífera bandada
BHQ	Banded Hematite Quartzite – Bandas de hematita e quartzito
CAPEX	Capital Expenditure
CIF	Cost Insurance and Freight – Custo, seguro e frete
CML	Companhia Mineira do Lobito
Dmtu	Dry metric tonne unit – Unidade de tonelada métrica seca
FC	Fluxo de Caixa
FCD	Fluxo Caixa Descontado
Fe	Ferro
FOB	Free on Board – Preço sem frete incluso
FRC	Fator de Recuperação de Capital
i	Taxa de juros por período
IVA	Índice de Valor Atual
IR	Imposto de Renda
IT	Investimento Total
LME	London Metal Exchange
OPEX	Operational Expenditure
PAC	Produção Anual do Concentrado
PIB	Produto Interno Bruto
PR	Período de Retorno
RAB	Receita Anual Bruta
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VA	Valor Atual
VAE	Valor Anual Equivalente
VAL	Valor Atual Líquido
VF	Valor Futuro
SAC	Sistema de Amortização Constante
SAF	Sistema de Amortização Francês

# 1. Introdução

No mundo de hoje praticamente todas as empresas operam em um mercado muito volátil e até mesmo imprevisível, o qual é impactado por inúmeros fatores como: as flutuações cambiais, globalização dos mercados, inovações tecnológicas etc. Por essa razão, os investidores tornam-se mais cautelosos na hora de tomar decisões e buscam nas teorias de administração financeira formas de minimizar os riscos envolvidos nos projetos de investimento.

Através da realização da avaliação econômica do projeto é possível identificar as variáveis que poderão gerar maiores probabilidades de risco para o investimento. Para que se possa avaliar economicamente um projeto de investimento, é importante identificar *a priori* os proveitos que se deseja alcançar, para posteriormente compará-los aos investimentos e custos a ele associados.

Para transformar em mina um depósito mineral recentemente descoberto, é necessária a realização de estudos para avaliar o seu valor e a sua viabilidade econômica, e demonstrar que a sua lavra será economicamente atrativa.

A avaliação econômica de projetos de mineração surge para auxiliar os investidores através de critérios econômicos, na escolha da melhor opção de investimento. Através desta avaliação é possível determinar a rentabilidade do projeto e assim, realizar investimentos mais lucrativos, com retorno num curto espaço de tempo e com grandes perspectivas de crescimento.

Para isso é necessário aplicar algumas técnicas de avaliação econômica, cujo objetivo é o de indicar os parâmetros de viabilidade e economicidade do projeto. Esses parâmetros são analisados com base na montagem de um fluxo de caixa, que deve ser representativo de todo o projeto e deve abranger toda a vida do mesmo. Os resultados deste fluxo de caixa serão determinantes da decisão de investir ou não no projeto.

## **1.1. Apresentação do problema**

Angola é um país da costa ocidental de África com um grande potencial de recursos minerais. No seu subsolo podem ser encontrados alguns dos minerais mais importantes do mercado mundial como, petróleo, diamantes, gás natural, ferro, ouro, rochas ornamentais etc.

O país está vivendo o “boom” econômico, registando elevadas taxas de crescimento motivadas pela estabilidade militar, política e econômica, e pelo bom desempenho dos setores petrolífero e diamantífero.

O crescimento econômico levou ao aumento da procura por bens minerais e outros bens de consumo, incentivando o governo angolano a dar início ao desenvolvimento dos setores de mineração e industrial do país para diversificar a sua economia.

Angola possuiu, durante os anos de colonialismo português, um setor de minério de ferro e indústria siderúrgica muito desenvolvidos, e com grande importância na economia do país. Houve atividades de mineração de ferro em várias províncias do país, nomeadamente Huíla, Bié, Huambo e Cuanza Norte, com lavra de elevadas quantidades de minério de ferro e produção de concentrados, que eram escoados através do Porto do Namibe e abasteciam países como Japão, Estados Unidos da América e Alemanha (GCL, 2008).

A região de Cassinga Norte, situada na província da Huíla, a Sul de Angola (ver figura 1), possui um grande potencial em minério de ferro e foi uma das áreas que registou intensa atividade de mineração na época colonial.



Fonte: GCL, 2008

Figura 1 – Localização de Cassinga Norte.

Devido ao conflito armado que durou mais de 20 anos, as minas de Cassinga Norte foram abandonadas, deixando grandes reservas de minério de ferro por lavar e potenciais ocorrências por explorar.

Visando a exploração da “Reserva Remanescente” (reserva que ficou por lavar e já estava estudada para tal) de Cassinga Norte, está em estudo um Projeto de Retomada da mineração na região, que tem como base a existência de 42 milhões de

toneladas de minério de ferro por explorar, dos quais 20,3 milhões de toneladas são considerados como “Reserva Provada”.

O total da "Reserva Provada" está contido em 5 jazidas – Indungo, Cassongue, Mussessas, e Osse A e B, com um teor médio de 45,56% Fe e com minério do tipo itabirito BHQ (bandas de hematita-quartzito).

Esta reserva permite considerar Cassinga Norte como uma zona potencial de implementação de atividades mineiras que poderão atender aos interesses do governo de Angola e talvez de outros países.

## **1.2. Objetivo**

O objetivo deste trabalho é de realizar a avaliação econômica e financeira do projeto de minério de ferro eluvionar de Cassinga Norte, para verificar se as informações existentes sobre as 5 jazidas em questão, obtidas em estudos realizados nas décadas de 60 e 70 e comprovados na década de 80, garantem resultados econômicos positivos e viabilizam o projeto sem a necessidade de se realizarem novas pesquisas, no curto prazo.

## **1.3. Relevância do projeto**

A retomada das atividades de mineração na região de Cassinga Norte causará um forte impacto econômico e social em Angola. A implantação do projeto vai exigir a construção de infra-estruturas importantes para a região, o que gerará empregos diretos e indiretos, incentivará o desenvolvimento das indústrias siderúrgicas e outras, dinamizará o comércio local etc.

O projeto levará à produção de uma das matérias-primas mais importantes para a produção de aço, uma das *commodities* de maior consumo no mundo. O desenvolvimento de uma indústria siderúrgica no país, motivará o comércio

internacional e este aumentará a entrada de receitas em moeda estrangeira contribuindo de forma positiva para a balança comercial da região e do país.

Estas receitas reverterão para o Estado e poderão permitir a melhoria das condições de vida da população da região e dos arredores, com a construção de escolas, hospitais, moradias, saneamento básico etc.

#### **1.4. Estrutura do trabalho**

Este trabalho está organizado em 7 capítulos. O primeiro capítulo aborda de forma breve a importância da avaliação econômica dos projetos de mineração e a forma como essa avaliação interfere na tomada de decisão do investimento. A seguir é descrito o problema a ser analisado neste trabalho, juntamente com o seu objetivo, a relevância do projeto e estrutura do trabalho.

No capítulo 2 apresenta-se uma breve análise do mercado de minério de ferro, em termos de reservas e produção mundial, importadores e exportadores, as formas de negociação dos preços do minério e a sua cotação atual no mercado mundial, os efeitos causados pela crise financeira mundial no setor e as perspectivas para o futuro.

No capítulo 3 apresenta-se uma revisão bibliográfica relacionada aos conceitos financeiros utilizados para a avaliação econômica de projetos de mineração, tais como, o conceito de fluxo de caixa e de valor do dinheiro no tempo, técnicas de avaliação econômica de projetos e os cálculos envolvidos etc.

No capítulo 4 faz-se uma descrição de Angola e das suas reservas de minério de ferro, apresenta-se também um breve histórico da exploração de minério no país e uma síntese da situação atual do mercado angolano de minério de ferro.

No capítulo 5 são realizados os cálculos econômicos e financeiros necessários para a avaliação econômica do projeto de extração de minério de ferro das jazidas de Cassinga Norte em Angola.

No capítulo 6 é feita uma análise dos resultados obtidos nos cálculos económicos do capítulo 5, para diagnosticar a viabilidade ou inviabilidade do projeto em questão.

Finalmente no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e apontadas algumas recomendações para os futuros trabalhos.

## 2. Mercado mundial de minério de ferro

O ferro (Fe) é um dos elementos químicos mais abundante e extensamente distribuído da crosta terrestre, sendo os seus minérios os mais produzidos e consumidos no mundo. Os principais minerais que contêm ferro são a magnetita, hematita, siderita, limonita, goetita e pirita.

As reservas mundiais mais importantes de minério de ferro ocorrem em rochas sedimentares ricas em ferro conhecidas como *formações ferríferas bandadas* (figura 2) ou *itabirito*, compostas de hematita e sílica, que constituem a principal fonte de grandes concentrações de minério atualmente lavradas no mundo.



Fonte: Society of Economic Geology.

Figura 2 – Formação ferrífera bandada.

### 2.1. Reservas e produção mundiais

Apesar do minério de ferro ser um dos elementos mais abundantes no mundo, as jazidas mais importantes estão em apenas 5 países que, em conjunto, detêm 73% do total mundial. A maior reserva de minério encontra-se na Ucrânia que detém 20% das

reservas totais, a seguir vem a Rússia com 16%, a China e a Austrália ambas com 13%, e em quinto lugar o Brasil com 9,5% (*U.S. Geological Survey, 2009*).

As reservas do Brasil e da Austrália são consideradas as de maior teor de ferro contido no minério, em relação ao resto do mundo. O Brasil é o país que mais se destaca neste cenário devido ao alto teor de ferro contido nas suas jazidas, sendo as suas ocorrências de hematita com teores de 60,0 a 67,0% e itabiritos com teores de 50,0 a 60,0% (*Quaresma, 2001*).

Estimam-se que os recursos mundiais de minério de ferro sejam superiores a 800 bilhões de toneladas de minério bruto contendo mais de 230 bilhões de toneladas de ferro (*U.S. Geological Survey, 2009*).

Na tabela 1 são apresentadas as reservas mundiais de minério de ferro apuradas em 2009.

Tabela 1 - Reservas mundiais de minério de ferro em 2009 (milhões de toneladas).

Países	Minério bruto		Ferro contido	
	Reservas <sup>(1)</sup>	%	Reservas <sup>(1)</sup>	%
África do Sul	2.300	0,7	1.500	0,9
Austrália	45.000	13,0	28.000	17,5
Brasil	33.000	9,5	17.000	10,6
Canadá	3.900	1,1	2.500	1,6
China	46.000	13,2	15.000	9,4
Estados Unidos	15.000	4,3	4.600	2,9
Índia	9.800	2,8	6.200	3,9
Irão	2.500	0,7	1.500	0,9
Cazaquistão	19.000	5,5	7.400	4,6
Mauritânia	1.500	0,4	1.000	0,6
México	1.500	0,4	900	0,5
Rússia	56.000	16,1	31.000	19
Suécia	7.800	2,2	5.000	3,1
Ucrânia	68.000	20	20.000	12,5
Venezuela	6.000	1,7	3.600	2,2
Outros Países	30.000	8,6	17.000	10,6
<b>TOTAL</b>	<b>350.000</b>	<b>100,0</b>	<b>160.000</b>	<b>100,0</b>

Fonte: U.S. Geological Survey, 2009. <sup>(1)</sup> Reservas medidas e indicadas.

A produção mundial de minério de ferro em 2007 sofreu um incremento pelo sexto ano consecutivo, registrando um aumento de 11% em relação a 2006, referente a 1,8 bilhões de toneladas (tabela 2).

Tabela 2 – Produção mundial de minério de ferro 2001- 2009.

Países	Produção mundial (em milhões de toneladas)								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 <sup>(e)</sup>
África do Sul	35	36	38	39	40	41	42	49	53
Austrália	180	183	187	231	262	275	299	342	370
Brasil	210	212	212	255	280	318	355	355	380
Canadá	29	31	31	28	30	34	33	31	27
China	220	231	261	310	420	588	707	824	900
Estados Unidos	46	52	46	55	54	53	52	54	26
Índia	79	80	106	121	140	140	180	220	260
Irão	-	11	16	17	19	20	32	32	33
Cazaquistão	14	15	17	20	16	19	24	23	21
Mauritânia	10	10	10	11	11	11	12	11	11
México	-	84	11	12	12	11	12	12	12
Rússia	83	36	92	97	97	102	105	100	85
Suécia	20	20	22	22	23	23	25	24	18
Ucrânia	55	59	62	66	69	74	78	73	56
Venezuela	-	18	18	22	20	23	23	21	16
Outros Países	78	38	34	37	42	67	47	47	47
<b>TOTAL</b>	<b>1.060</b>	<b>1.080</b>	<b>1.160</b>	<b>1.340</b>	<b>1.540</b>	<b>1.800</b>	<b>2.000</b>	<b>2.220</b>	<b>2.300</b>

Fonte: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2003 - 2009. <sup>(e)</sup> Dados estimados.

De 2007 à 2008 houve um aumento de 9,9% na produção mundial de minério de ferro proporcionado essencialmente pelos maiores produtores: Austrália, Brasil, China e Índia. A China destacou-se dos outros países contribuindo com 37% da produção de minério, o Brasil com 16%, a Austrália com 15% e a Índia com 10% (U.S. Geological Survey, 2009).

A China, com uma produção de mais de 800 milhões de toneladas, lidera o grupo de maiores produtores de minério de ferro. Nos últimos 10 anos este país aumentou sua produção em 73% (pelos dados da tabela 2). O segundo maior produtor é o Brasil, cuja produção em 2008 foi de quase 360 milhões de toneladas (*U.S. Geological Survey, 2009*).

A China produz a maior quantidade de minério de ferro no mundo mas os seus minérios são de qualidade inferior aos minérios brasileiros e australianos. Por essa razão, este país ainda é muito dependente das importações de minério de ferro, perdendo o lugar de 1º produtor para o Brasil que tem minérios de mais alta qualidade, seguido da Austrália.

O mercado mundial de minério de ferro é controlado por três grandes empresas produtoras: as anglo-australianas BHP Billiton e Rio Tinto, e a brasileira Vale (tabela 3). Em conjunto elas foram responsáveis por 75% do comércio em 2008 (*ALMG, 2009*) e dominam 80% do mercado transoceânico de minério de ferro e seus derivados (*MMX Mineração e metálicos SA, 2009*).

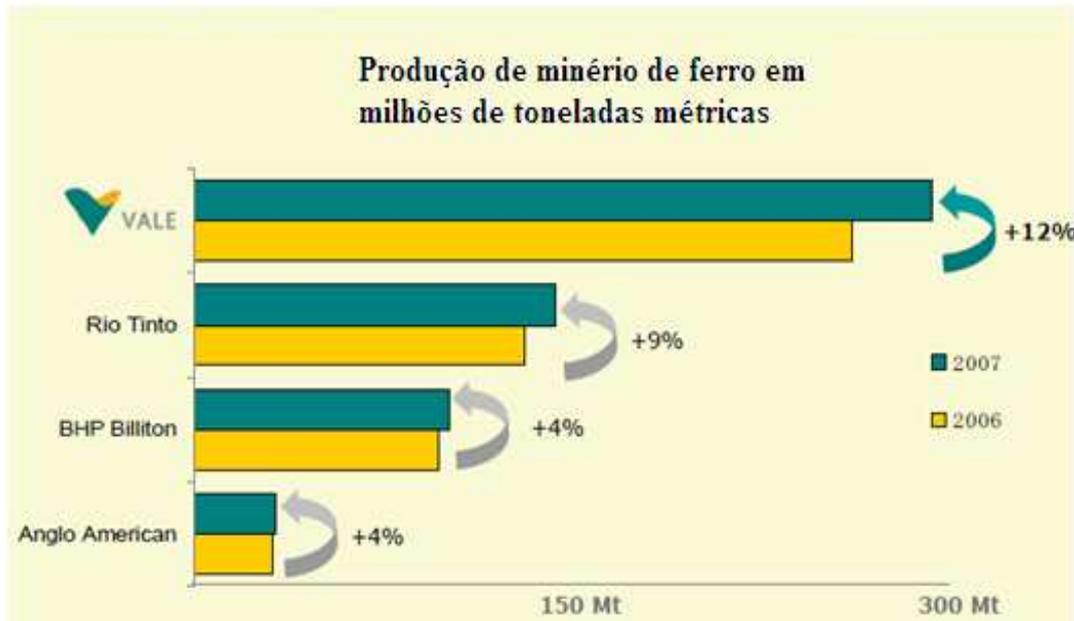
Tabela 3 – Principais empresas produtoras de minério de ferro (milhões de toneladas).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Vale</b>	133,8	168,6	188,5	211,2	233,8	264,1	303,1	301,7	237,9
<b>Rio Tinto</b>	90,5	90,9	102,6	107,7	124,5	132,7	144,7	153,4	171,5
<b>BHP Billiton</b>	34,3	37,1	42,6	47,4	48,4	49,5	53,6	59,2	62,6
<b>Total</b>	258,6	296,6	333,7	366,3	406,7	446,3	501,4	514,3	472

Fonte: Relatórios de produção da Vale, BHP Billiton e Rio Tinto (2000 – 2009).

De 2001 à 2007, a produção da Vale aumentou a uma taxa média anual de 14,7%, um acréscimo de 170 milhões de toneladas em 6 anos. Na figura 3 apresenta-se a comparação da produção das maiores produtoras, Vale, Rio Tinto, BHP Billiton e Anglo American, que

permite visualizar a incontestável liderança da Vale na produção mundial de minério de ferro. Em um ano essa empresa aumentou a sua produção em mais de 12%.



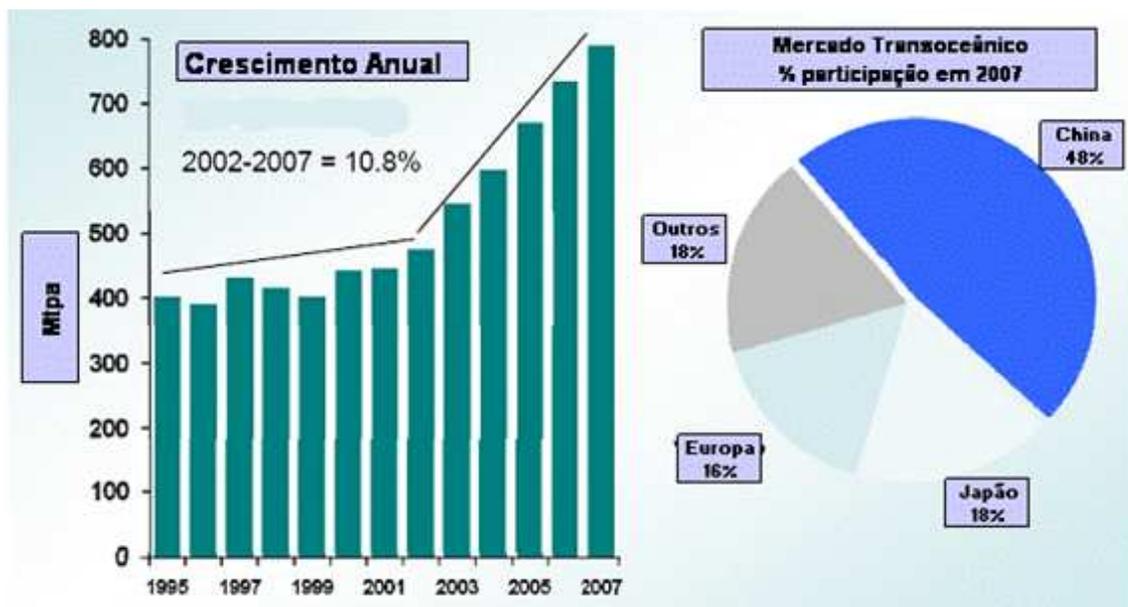
Fonte: Vale (2008).

Figura 3 – Comparação da produção das maiores produtoras de minério de ferro.

## 2.2. Principais importadores e exportadores

O consumo mundial de minério de ferro cresce de ano a ano e países como a China, Japão, Alemanha, República da Coreia e Rússia são alguns dos seus principais consumidores. A região do sudeste asiático tem apresentado a maior taxa de aumento no consumo deste minério, elevando também as suas importações para suprir a demanda. A China destaca-se do resto dos países, sendo atualmente o país que mais consome minério de ferro do mundo.

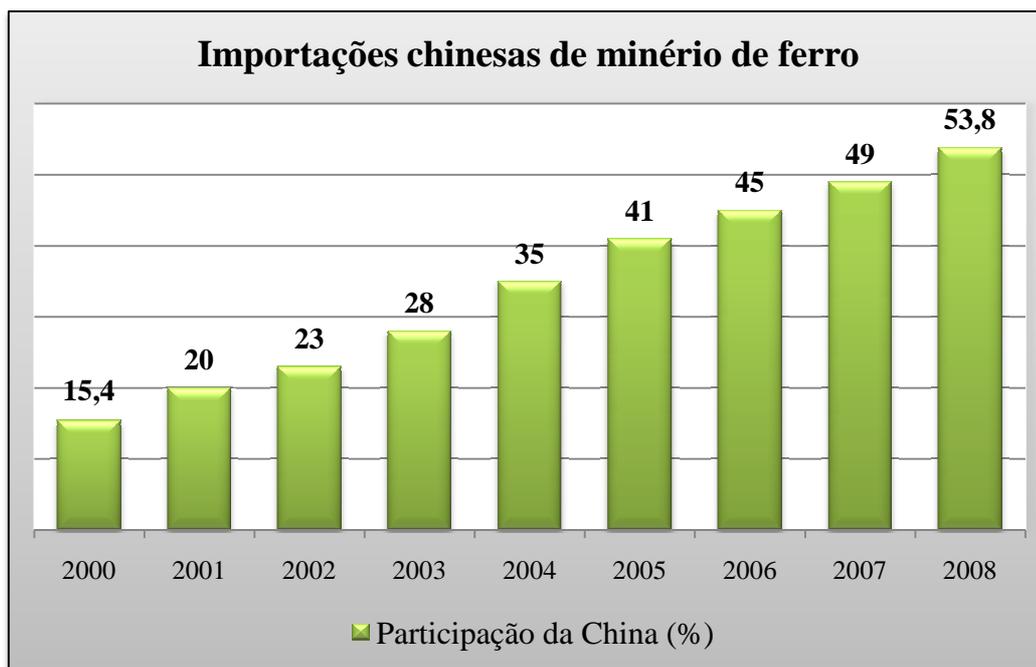
O crescimento do mercado transoceânico do minério de ferro foi impulsionado pela China que de 1992 a 2002 foi responsável por 62% deste crescimento e de 80% entre 2001 e 2002 (ABAMEC e Vale, 2003). A partir de 2002 este mercado passou a crescer a uma taxa média anual de 10,8%, como mostrado na figura 4, com uma maior participação da China.



Fonte: MMX Mineração e Metálicos SA (2009).

Figura 4 –Crescimento do mercado transoceânico

A China tornou-se o motor do mundo, motivando o comércio internacional e consumindo commodities, principalmente de minério de ferro, em grande escala para garantir o seu crescimento econômico. No gráfico da figura 5 mostra-se a participação das importações chinesas no mercado transoceânico de minério de ferro.

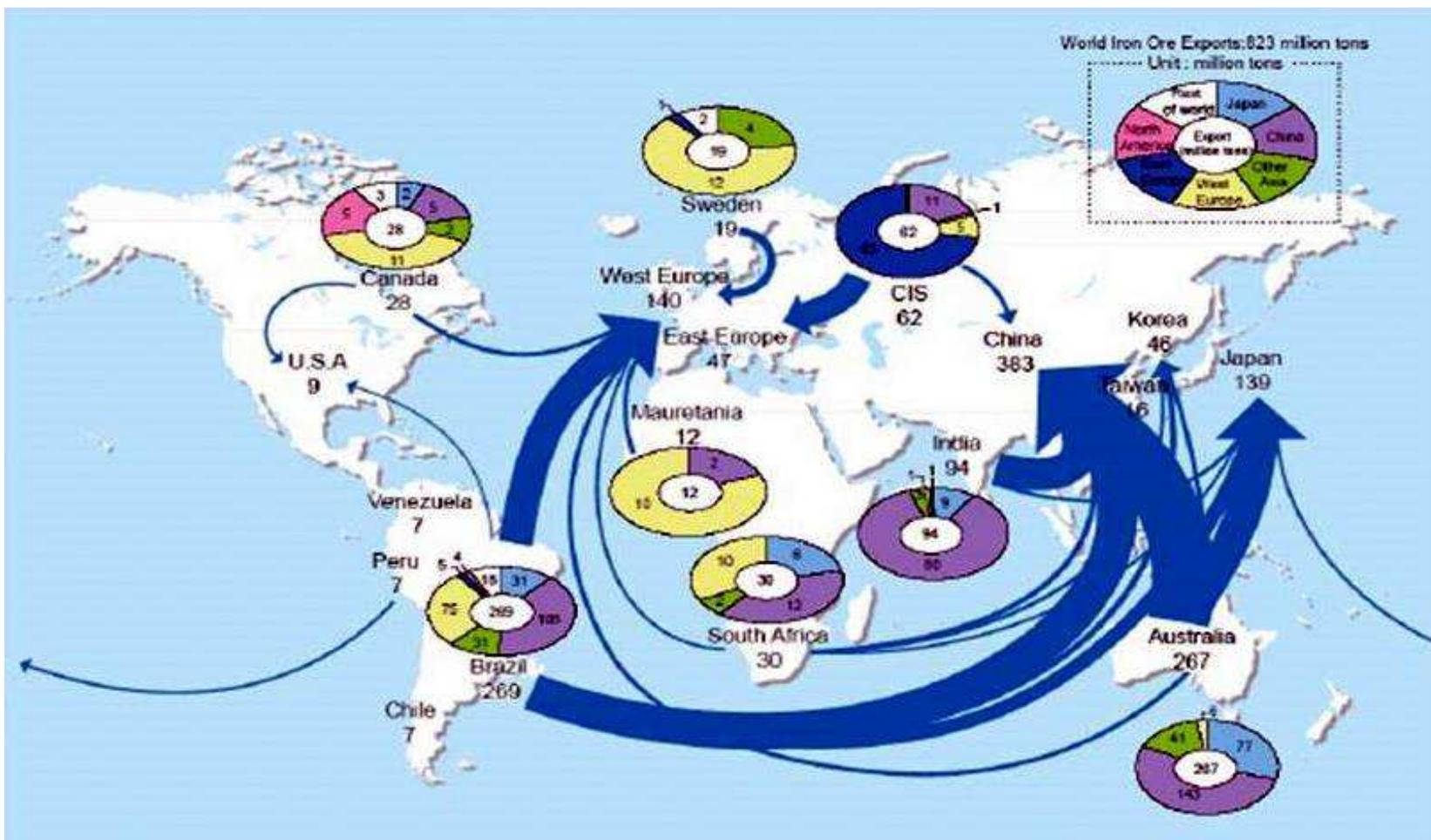


Fonte: Desenhado com os dados dos resultados trimestrais da Vale.

Figura 5 – Participação das importações chinesas no mercado transoceânico de minério de ferro (em %)

As importações chinesas em 2008 alcançaram o valor de 444 milhões de toneladas, 16% a mais do que em 2007. O Japão, segundo maior importador, teve um aumento de 1,1% nas importações de 2008, alcançando 140 milhões de toneladas. Estes países, em conjunto com o terceiro e quarto maiores importadores, Alemanha e Coreia do Sul, representaram 75% das importações mundiais de minério de ferro, equivalente a 678 milhões de toneladas (*Ericsson e Löf, 2009*).

O comércio internacional de minério de ferro é muito intenso e maioritariamente os grandes produtores do minério são, também, os grandes exportadores. No mercado transoceânico Austrália, Brasil e Índia são os principais exportadores mundiais de minério de ferro, como se pode ver na figura 6.



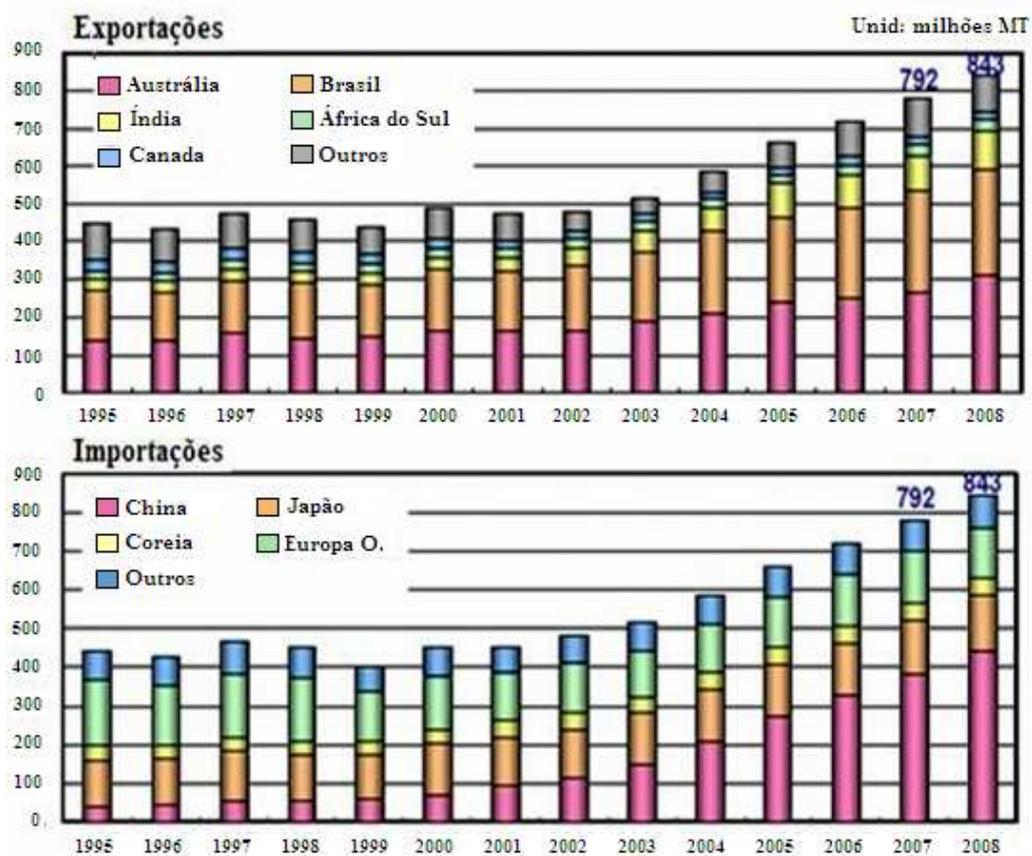
Fonte: Mitsui & Co. (2009).

Figura 6 – Comércio mundial de minério de ferro em 2007.

Em 2007 as exportações de minério de ferro alcançaram um recorde pelo sexto ano consecutivo, referente a 823 milhões de toneladas, um incremento de aproximadamente 8,1 % (Ericsson e Löf, 2008).

Em 2008, as exportações mundiais do minério aumentaram em 7,2%, chegando a 882 milhões de toneladas, com maior contribuição dos três maiores exportadores. A Austrália, de 2007 para 2008, incrementou em 16% as exportações do minério, alcançando mais de 300 milhões de toneladas. O Brasil que ocupa o segundo lugar alcançou exportações de 282 milhões de toneladas e a Índia, terceiro maior exportador, 101 milhões de toneladas (Ericsson e Löf, 2009).

A figura 7 apresenta a evolução do comércio internacional de minério de ferro em termos de exportação e importação.

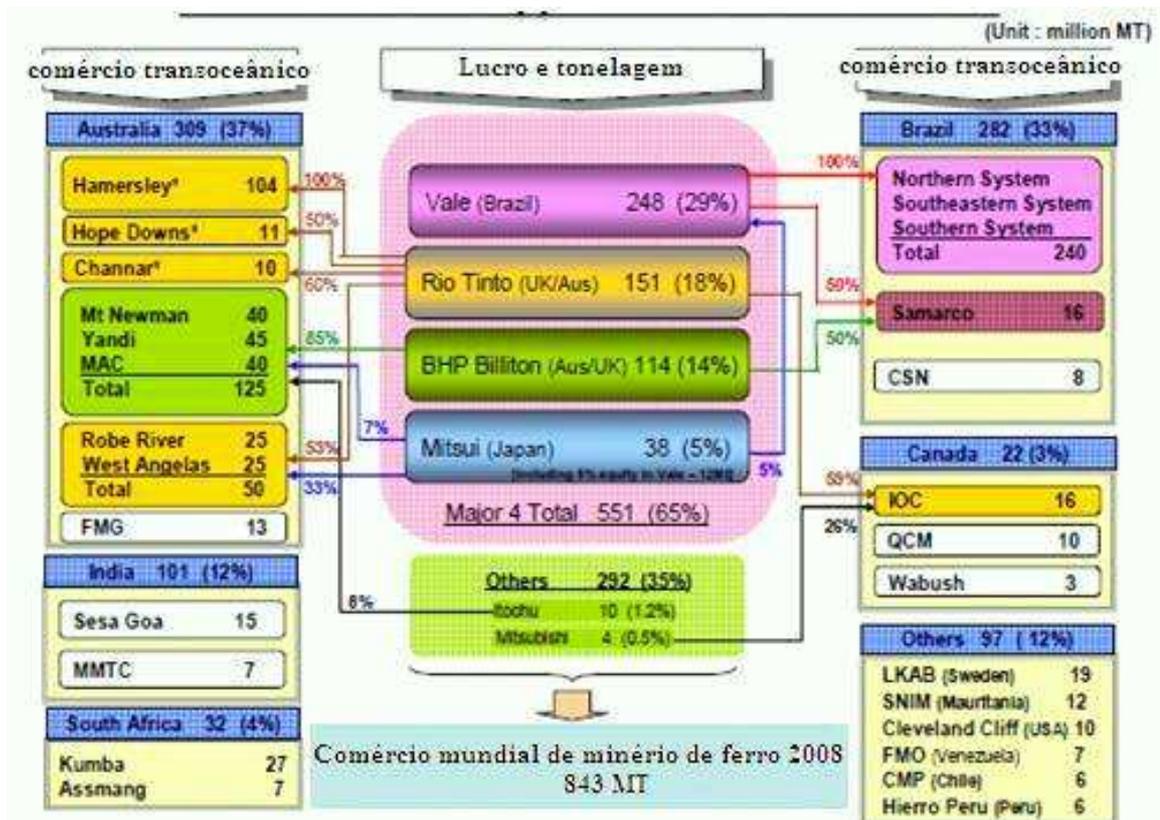


Fonte: Mitsui & Co.(2009).

Figura 7 – Evolução do comércio transoceânico de minério de ferro.

As maiores empresas exportadoras de minério de ferro são a Vale, a Rio Tinto e a BHP Billiton. A Vale destaca-se como a maior empresa brasileira exportadora e produtora mundial de minério de ferro, com 87% do total das exportações brasileiras (Sinferbase, 2009) e controle de 36% do mercado transoceânico total (Ericsson e Löf, 2008). Os três grupos empresariais em conjunto dominam 69% deste mercado (Ericsson e Löf, 2009).

A figura 8 apresenta o fluxograma das relações comerciais no mercado transoceânico de minério de ferro e a participação (em porcentagem) das maiores empresas fornecedoras do minério.



Fonte: Mitsui & Co. (2009).

Figura 8 – Maiores fornecedoras de minério de ferro no mercado transoceânico.

### 2.3. Preço do minério de ferro no mercado mundial

Os preços do minério de ferro, até 2009, eram definidos com base no fechamento de contratos de longo prazo, com preços fixos por um período de 1 ano, entre os principais fornecedores e as maiores siderúrgicas do mundo, europeias e asiáticas. É o chamado **Benchmark**, usado pelas grandes mineradoras para garantir maior segurança e estabilidade, servindo o preço estabelecido por uma delas como referência para as negociações das outras.

Os chineses até 2007 lideravam as negociações de preços, mas perderam o seu lugar para a Vale quando esta assinou o primeiro acordo para 2008 com a Nippon Steel e Posco, de 118,98 US\$/dmu para os finos do Sistema Sudoeste FOB Tubarão, um incremento de 65%, enquanto os finos de Carajás sofreram um incremento de 71%, sendo fixados em 125,17 US\$/dmu<sup>(1)</sup> (Ericsson e Löf, 2008).

Geralmente, a Vale era a primeira mineradora a fechar negociações de preço com grandes consumidores, sendo os seus preços usados como referência pelas suas rivais Rio Tinto e BHP Billiton. Mas em 2008, pela primeira vez em muitos anos, os preços negociados pela Vale foram ignorados pelas suas concorrentes, conseguindo a BHP Billiton vender o seu minério para a China por preços significativamente maiores que os da Vale, alegando um menor custo de frete.

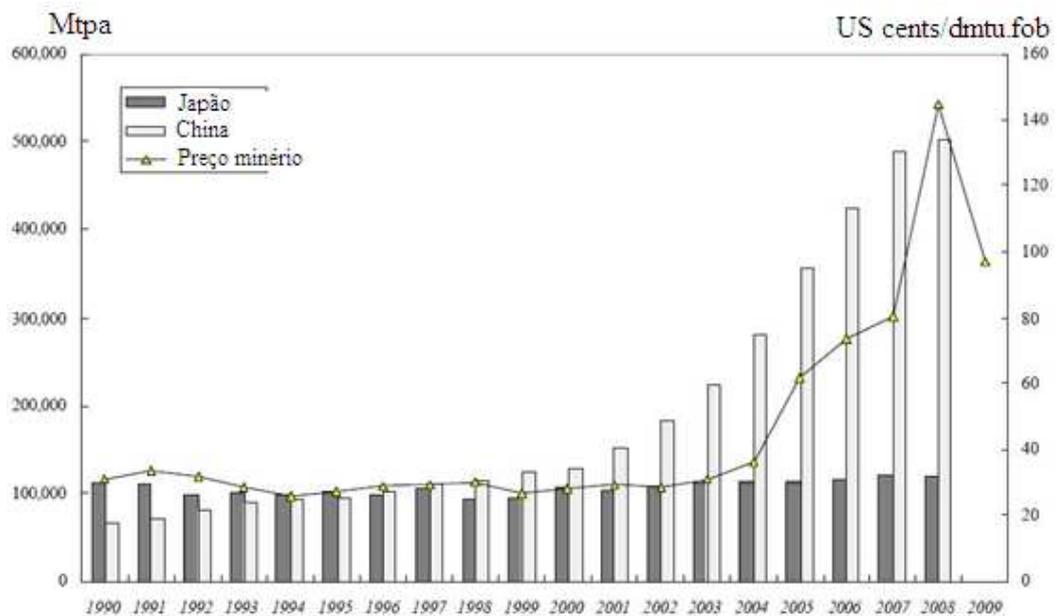
Por essa razão, as negociações entre produtores de aço chineses e produtores de minério de ferro australianos foram longas, naquele ano. Os australianos exigiam um “prêmio frete” pela proximidade geográfica entre a Austrália e a Ásia, que os chineses não aceitavam. Mas em Junho de 2008 a Baosteel acabou fechando um acordo com a Rio Tinto, para um aumento de 79,88% para os finos (144,66 US\$/dmu) e 96,5% para o lump ou granulado (201,69 US\$/dmu). A BHP Billiton negociou nesse mesmo nível de preços (Ericsson e Löf, 2008).

---

<sup>(1)</sup>dmu (dry metric tonne unit) – unidade de tonelada métrica seca, refere-se a 1% de teor de ferro, ou ao preço por unidade de 10kg de ferro. Fonte: Steelonthe net.com.

[http://www.steelonthenet.com/commodity\\_prices.html](http://www.steelonthenet.com/commodity_prices.html)

A figura 9 apresenta a evolução dos preços *benchmark* do minério australiano de 1990 a 2009, em cêntimos de dólar por tonelada métrica seca, em comparação com os volumes de produção da China e do Japão em milhões de toneladas.

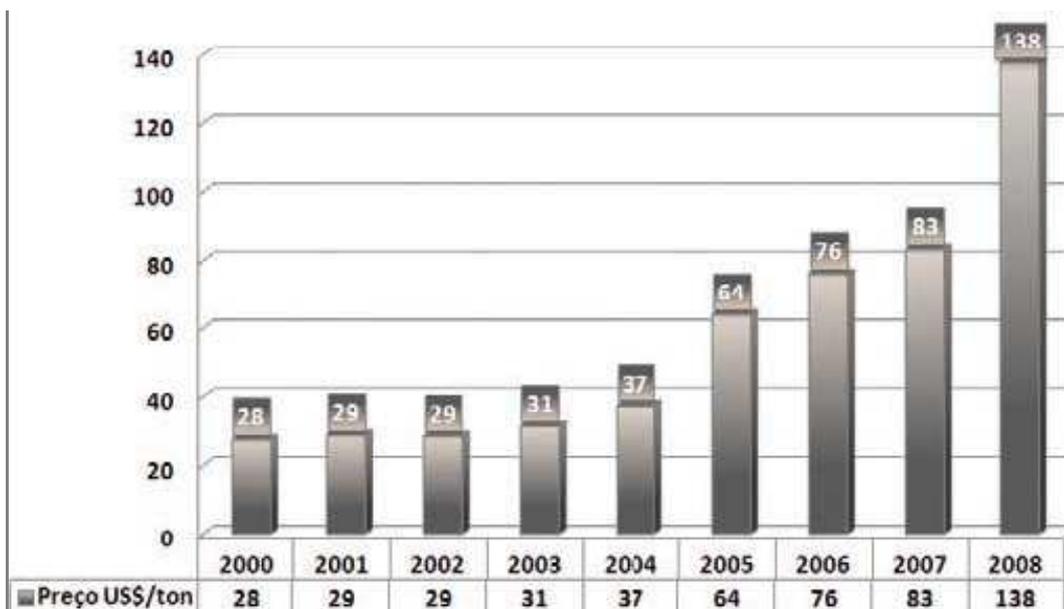


Fonte: MMX Mineração e metálicos SA (2009).

Figura 9 – Evolução dos preços benchmark do minério australiano.

De 2007 para 2008, os preços do minério australiano passaram da faixa dos 80,00 US\$/dmtu para valores acima dos 140,00 US\$/dmtu, um aumento de mais de 75% em apenas 1 ano (de acordo com a figura 9).

No caso do minério brasileiro, de 2000 a 2008 os preços do minério de ferro aumentaram vertiginosamente, passando de 28 US\$/t para 138 US\$/t, um incremento de US\$ 110,00 em 8 anos (figura 10).



Fonte: IBRAM (2008).

Figura 10 – Evolução dos preços do minério de ferro Brasil x China 2008.

Mas em 2009, os tempos dourados acabaram com a crise financeira mundial que se desencadeou no último trimestre de 2008. As negociações de preços naquele ano estenderam-se por vários meses e fecharam todas com um decréscimo dos mesmos.

A Nippon Steel fechou o primeiro contrato em Maio de 2009 com a Rio Tinto, acordando uma queda de 33% para os finos e de 44% para o minério granulado. Os preços dos finos foram para US\$ 97/tonelada métrica seca e do lump foi para US\$ 112 por tonelada métrica seca. A BHP tomou estes preços como referência nas suas negociações com a Japonesa JFE (*Ericsson e Löf, 2009*).

A Vale reduziu em 28,2% o preço dos finos e em 44,47% o preço do minério granulado, em relação a 2008. Assim, o preço dos finos do Sudeste caiu para 85,43 US\$/dmu e dos finos de Carajás para 89,87 US\$/dmu. O preço do minério granulado ficou em 99,42 US\$/dmu e o das pelotas fixou-se em 110,43 US\$/dmu, um decréscimo de 48,3% (*Ericsson e Löf, 2009*).

Apesar dos elevados custos de frete referentes a distância geográfica entre Brasil e China, geralmente, o minério brasileiro da Vale é mais barato que o minério australiano. Isso pode ser observado no histórico de preços *benchmark* do minério brasileiro e do minério australiano apresentado na tabela 14.

Tabela 4 – Histórico de preços de contrato de longo prazo entre o minério brasileiro e o minério australiano.

<b>Ano</b>	<b>Minério australiano, por tonelada</b>	<b>Minério brasileiro, por tonelada</b>
2000	US\$ 17	US\$ 16
2001	US\$ 18	US\$ 16
2002	US\$ 18	US\$ 16
2003	US\$ 19	US\$ 17
2004	US\$ 23	US\$ 20
2005	US\$ 39	US\$ 35
2006	US\$ 46	US\$ 42
2007	US\$ 51	US\$ 46
2008	US\$ 91	US\$ 75

Fonte: Pereira N.(2010).

Outra forma de negociar os preços do minério é através do *Mercado Spot* ou mercado à vista, onde o preço de venda é determinado no dia da negociação. É um mercado muito volátil, por isso os preços não são iguais aos do *benchmark*.

O desenvolvimento deste mercado foi estimulado pela elevada demanda da China, que provoca a flutuação dos preços e incentiva a sua subida. Na tabela 5 é apresentado um histórico de preços do minério de ferro no mercado spot de 2000 a 2009.

Tabela 5 – Histórico de preços do minério de ferro no mercado à vista.

<b>Período</b>	<b>Preço (por tonelada)</b>
Dezembro 2000	US\$ 28,79
Dezembro 2001	US\$ 30,00
Dezembro 2002	US\$ 29,33
Dezembro 2003	US\$ 31,95
Dezembro 2004	US\$ 37,90
Dezembro 2005	US\$ 65,00
Dezembro 2006	US\$ 77,35
Dezembro 2007	US\$ 84,70
Dezembro 2008	US\$ 140,60
Dezembro 2009	US\$ 101,00

Fonte: Pereira N.(2010).

O mercado à vista, antes quase sem importância, atualmente representa metade do comércio transoceânico de minério de ferro (Pereira N., 2010). Em 2009, as negociações para os preços de longo prazo estenderam-se por alguns meses porque as mineradoras e as grandes siderúrgicas chinesas demoraram para entrar em consenso. Isso, segundo Pereira R. (2010), obrigou os asiáticos a voltarem as suas atenções para o mercado spot o que provocou a subida vertiginosa dos preços à vista, ficando estes 60% mais elevados que os preços do benchmark (figura 11).



Fonte: Pereira R.(2010).

Figura 11 – Relação entre os preços do minério de ferro no mercado spot e no *benchmark*.

O preço do minério de ferro no mercado à vista nos últimos meses de 2009 estava cotado em aproximadamente US\$ 90 por tonelada, atingindo no início de 2010 o valor de US\$ 128 por tonelada (*Agência Estado, 2010*), preço significativamente maior que o praticado nos contratos de longo prazo. Em Março de 2010 o preço do minério de ferro no mercado à vista chinês alcançou um patamar médio em torno de US\$ 140 por tonelada (*Branco, 2010*).

A subida dos preços no mercado *spot* desestabilizou o sistema de preços *benchmark*, colocando-o sob pressão, levando a um questionamento sobre a continuidade desse sistema, já que o mesmo apresentava sinais de que não sobreviveria por mais tempo, o que gerou especulações sobre a criação de um novo sistema de fixação de preços.

Nas negociações deste ano para os preços 2010 – 2011, as maiores fornecedoras de minério de ferro do mundo mudaram a forma de reajustar os preços. A Vale acordou com a maior siderúrgica japonesa, a Sumitomo Metal Industries, o preço de US\$ 100 a US\$ 110 por tonelada métrica de minério de ferro por um período trimestral, a partir de 1º de Abril, o que

representa um aumento de 90% no preço do minério (Farias, 2010). Este preço trimestral é formado com base na média dos preços do mercado spot nos últimos três meses, descontando o frete.

Após quarenta anos de negociações anuais com as siderúrgicas, a BHP Billiton e a Rio Tinto seguindo o exemplo da Vale, também optaram pelas negociações trimestrais para reajuste dos preços do minério de ferro. Estas mudanças representam o fim do sistema de precificação por contratos de longo prazo, *benchmark*.

## **2.4. Efeitos da crise financeira no setor de minério de ferro**

A crise financeira começou com uma crise no setor imobiliário dos Estados Unidos da América, que se infiltrou no sistema financeiro e espalhou-se por todos os setores econômicos do mundo.

Antes da crise financeira o mundo vivia um cenário de consumismo desenfreado comandado pelo crescimento dos países em desenvolvimento como a China, Índia, Rússia, Brasil e México, os quais motivavam o aumento da demanda por bens minerais e aceleravam a economia internacional – era o “boom” da mineração.

Porém, com a crise econômica internacional, que iniciou em setembro de 2008, o setor mineral (extração e transformação) começou a enfrentar desafios significativos provocados pelas quedas expressivas na atividade industrial em todo o mundo, tanto em países desenvolvidos, quanto naqueles emergentes.

A crise provocou uma retração da procura global de minerais e metais, que veio acompanhada por uma forte queda dos preços internacionais das *commodities* minerometalúrgicas.

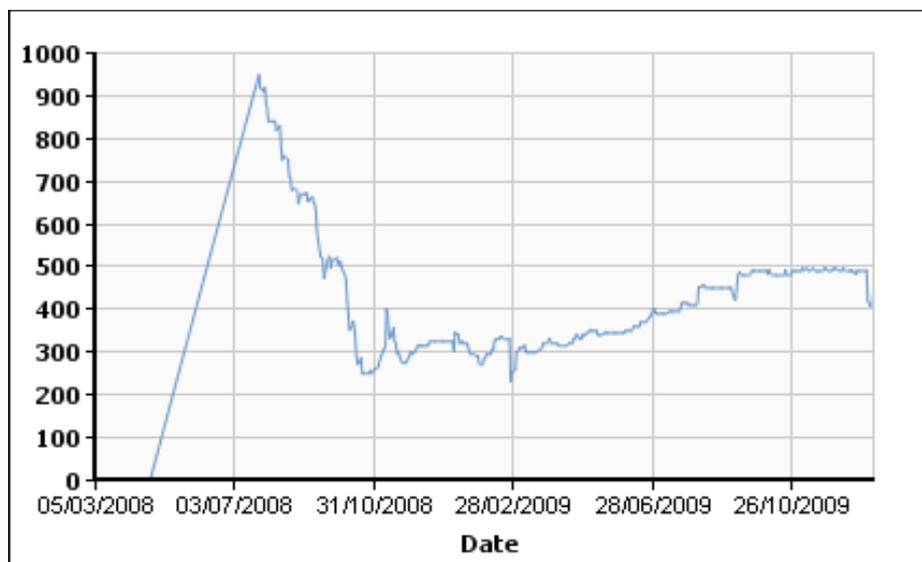
A China, que representa aproximadamente 40% da produção mundial de aço (Ericsson e Löf, 2009), sofreu uma desaceleração na sua economia, que é a que comanda os mercados mundiais de minério de ferro e siderúrgico.

O minério de ferro, cuja utilização principal é a produção das principais matérias-primas para a produção de aço bruto (ferro-gusa e DRI - ferro por redução direta), teve a sua produção directamente afetada com a redução da produção siderúrgica.

O elevado volume de minério estocado e a redução da produção de aço causada pela depressão da demanda, provocaram um colapso no comércio de minério e uma queda de 24% na produção siderúrgica mundial em 2008 (ALMG).

Até 2007, a produção mundial de aço bruto estava em alta, mas em 2008 houve um decréscimo de 1,5%, passando de 1.344 milhões de toneladas para 1.325 milhões de toneladas (Ericsson e Löf, 2008 e 2009).

Essa queda na produção de aço além de deixar o mercado internacional super-ofertado, provocou, em todo mundo, o declínio dos preços do aço em torno 40% e 60% (Torrico), que pode ser observado na figura 12.



Fonte: LME (2009).

Figura 12 – Preços do aço bruto após a crise financeira.

Com a diminuição dos preços do aço, as empresas produtoras de minério de ferro tiveram que enfrentar a primeira queda no preço, em sete anos. O valor do minério de ferro no “Mercado Spot” desabou no último trimestre de 2008, levando vários comerciantes que compraram e estocaram o minério a venderem por qualquer preço.

Em 2009, com a queda da demanda e do preço do aço bruto, as siderúrgicas romperam os contratos de preços fixos assinados no *benchmark* e compraram minério de ferro no mercado à vista a preços inferiores aos de referência (*Pereira N., 2010*).

A crise provocou um efeito dominó, com um problema causando outro, afetando direta e indiretamente diversas áreas do setor mineral, como as seguintes:

### **1. Crédito**

A falta de crédito foi sentida nas principais economias do mundo, levando os bancos centrais a injetarem, continuamente, dinheiro nos mercados. Com a instabilidade econômica, cresceu o medo de conceder empréstimos devido ao elevado índice de inadimplência. Com menos capital disponível, as empresas de mineração foram obrigadas a diminuir os seus investimentos, reduzir as contratações de pessoal e também frear o surgimento de novos projetos visando minimizar os efeitos da crise.

### **2. Investimentos na mineração**

Algumas minas, devido a redução dos preços das commodities minerais no mercado internacional, tornaram-se antieconômicas desmotivando os investimentos em pesquisa mineral e causando fortes impactos às pequenas mineradoras.

Muitas companhias foram obrigadas a suspender os seus planos de investimento em 2009, e isso poderá implicar em menos crescimento no setor siderúrgico. Por exemplo, com a queda dos preços mundiais de minério de ferro em 2009, algumas minas chinesas tornaram-se mais caras e menos competitivas, a produção doméstica do minério caiu, levando as siderúrgicas a ficarem mais dependentes das importações (*Batson e Oster, 2009*).

### **3. Desemprego**

Um dos efeitos da desaceleração econômica é o desemprego, que está diretamente ligado à diminuição do consumo e dos investimentos. Com relação às empresas do setor de minério de ferro, o cenário não é diferente. De 2008 para 2009, várias empresas de mineração e siderúrgicas tiveram que reduzir drasticamente a sua força de trabalho para minimizarem os seus custos.

A Sociedade Nacional de Minas – Sonami - do Chile anunciou a dispensa de 12.000 funcionários, a australiana-britânica BHP Billiton, 6.000, a Rio Tinto, mais de 2.300, a ArcelorMittal, primeiro grupo siderúrgico mundial, previu a demissão de até 9.000 funcionários no mundo, dos quais 6.000 na Europa (*France Presse e Folha Online, 2009*).

### **4. Produção e venda de minérios**

Com o agravamento da crise financeira e a queda dos preços das *commodities*, a produção de minérios de ferro sofreu uma forte redução. Grandes empresas de mineração viram-se obrigadas a diminuir o seu volume de produção para se adaptar à desaceleração da economia mundial.

Em finais de 2008, a Vale anunciou uma redução de 30 milhões de toneladas anuais na produção de minério de ferro, no Brasil e em minas no exterior, sendo algumas na França, Noruega, China e Indonésia (*Folha Online, 2008*). Várias siderúrgicas brasileiras tiveram que abafar os seus fornos e trabalhar com 80% de ociosidade (*Vieira, 2009*).

Outro efeito da crise se fez sentir no sistema de precificação do minério de ferro. Antes da crise financeira mundial as vendas da Vale baseavam-se em contratos de longo prazo, vendas FOB com entrega no porto e preços *benchmark*. Com a crise a demanda pelo minério de ferro diminuiu, incapacitando a empresa de escoar o seu minério, obrigando-a a vendê-lo também no mercado *spot*.

Atualmente, tanto a Vale, quanto as suas grandes concorrentes Rio Tinto e BHP fazem uso do mercado *spot* para se desfazerem do minério que foi rejeitado pelos seus clientes habituais ou que está estocado há muito tempo.

Estes impactos no setor mineral foram, até certo ponto, minimizados pelo crescimento econômico da China que, apesar da crise, continuou, ainda que em escala menor, a importar minérios evitando assim uma forte retração no consumo destes, como a registrada pela Europa, Estados Unidos e Japão, países mais intensamente afetados pela crise.

## **2.5. Perspectivas para o futuro do setor**

O setor mineral apesar de ter sido intensamente impactado pela crise financeira mundial, já começa a apresentar sinais de recuperação nos mercados internacionais. A demanda por minérios está voltando a aumentar e os preços comercializados começam a estabilizar-se e a voltar aos patamares ideais.

No primeiro semestre de 2009, a indústria mundial de minério de ferro funcionou abaixo da sua capacidade, o mercado continuava superofertado e a demanda pelo minério abaixo dos níveis registados em 2008. Mas com a abertura do crédito os empresários voltaram a ganhar confiança e estão retomando os seus projetos de investimentos.

Devido a intensa e crescente demanda chinesa por matérias-primas para a produção de aço bruto, o minério de ferro foi uma das commodities que apresentou melhor desempenho em 2009. A produção de aço na China teve um aumento significativo da ordem de 12 a 13%, passando de 500 milhões de toneladas em 2008 para cerca de 565-570 milhões de toneladas em 2009 (*Purnell, 2010*).

Graças a este consumismo da China, muitos países conseguiram fechar o ano de 2009 com resultados positivos. A Austrália, uma das maiores exportadoras de minério

de ferro para a China, alcançou em 2009 resultados superiores aos de 2008. A Coreia do Sul viu suas importações crescerem 25% no mesmo ano (*Fagundes, 2010*).

Com os mercados mundiais novamente aquecidos, as mineradoras voltaram a operar com mais disposição e a previsão para 2010 é de forte crescimento no setor siderúrgico com a retomada das operações dos altos-fornos inativos durante a recessão.

Para tirar proveito do reaquecimento da economia e intensificar ainda mais o oligopólio mundial do minério, dois gigantes do setor de minério de ferro, a BHP e a Rio Tinto, fizeram uma fusão das suas operações na Austrália para ampliar a produção. (*Agência Estado, 2009*).

As incertezas giram agora em torno da oferta de minério, em saber quanto desta demanda crescente será abastecido pelo Brasil e pela Austrália. As distâncias geográficas favorecem a Austrália, permitindo-lhe negociar o minério a preços um pouco melhores. Para minimizar essa desvantagem, o Brasil tem em vista a duplicação do tamanho dos seus navios visando a redução dos seus custos de frete, para garantir que o seu minério tenha preços mais competitivos no mercado asiático (*Purnell, 2010*).

Segundo as previsões do Citi Investment Research para 2010, as exportações australianas poderão chegar a 390 milhões de toneladas, em comparação com os 360 milhões de toneladas de 2009 (*Purnell, 2010*).

Com a crise financeira muitas mudanças estão ocorrendo no setor de minério de ferro, principalmente no que se refere aos preços do minério. Até 2009 os preços eram negociados com base em contratos anuais entre produtores e siderúrgicas, mas para 2010 as produtoras apresentaram propostas de reajustes trimestrais.

Alguns analistas afirmam que o sistema de reajustes trimestrais é muito volátil mas poderá trazer mudanças positivas para o mercado. O mercado está mudando e com essas mudanças surgem novas soluções de precificação do minério, já que os preços estabelecidos no sistema *benchmark* estavam bem abaixo dos preços do mercado à vista, o que prejudicava as produtoras do minério (*Leite, 2010*).

Ainda na visão dos analistas (*Leite, 2010*), com negociações de reajuste de preço mais frequentes, também poderão ocorrer mudanças no sistema de preços em termos de taxas de frete FOB (Free On Board – preço sem frete incluso, significa que as despesas de frete, seguro e custo de venda da mercadoria são de responsabilidade do vendedor até que o transportador faça a coleta na origem, a partir dali o comprador assume as despesas, ou seja, o comprador paga o frete) e CIF (Cost Insurance and Freight – custo, seguro e frete, significa que no preço de venda ou de exportação do produto estão incluídos o seu custo da mercadoria, o seguro de transporte e o frete de transporte até o porto de destino, ou seja, as despesas do frete são por conta do vendedor).

O mercado continuará crescendo com força, pelo menos até 2011, está prevista a entrada de novos produtores no mercado, o que poderá aumentar a oferta equilibrando a intensa demanda da China. Também estão previstas na Austrália Ocidental e em outros países, quantidades significativas de novas capacidades, algumas já em desenvolvimento, o que ajudará a nivelar preços e produção (*Purnell, 2010*).

### **3. Avaliação econômica de projetos de mineração**

#### **3.1. Introdução**

Os projetos de mineração são limitados à existência de uma jazida, e é essa particularidade que os torna diferentes dos outros projetos industriais. A tradução desta particularidade em números que possam ser interpretados por profissionais capacitados constitui a sua avaliação econômica.

Projetos de mineração são essencialmente projetos de investimento, os quais, de acordo com a análise financeira, devem ser avaliados economicamente com a preocupação principal de aumentar o valor da empresa. Neste sentido, a avaliação econômica de jazidas minerais e de empresas de mineração visa a determinação de parâmetros quantitativos que indicarão a sua viabilidade econômica e ajudarão na tomada de decisão de investir para, assim, permitir um melhor aproveitamento dos depósitos minerais disponíveis e a maximização do capital das empresas.

Segundo Silva (2009), nesta avaliação são considerados diversos aspectos técnicos (como método de lavra e de beneficiamento), econômicos (análise de mercado, dinâmica da indústria, preço do minério), financeiros (fontes de financiamento), intangíveis (instabilidade política e/ou econômica, sócios-ambientais), entre outros.

Este capítulo apresenta as bases teóricas necessárias para a avaliação econômica de um projeto de investimento mineiro, tais como os conceitos relacionados ao fluxo de caixa e do dinheiro no tempo, cálculos financeiros envolvidos na avaliação econômica etc. Também se descreve a classificação das alternativas de investimentos, os critérios de decisão do investidor e os métodos de avaliação econômica de investimentos. Finalmente apresentam-se os conceitos de análise de sensibilidade e risco, em que consistem, sua aplicação e importância na análise financeira dos projetos de mineração.

## 3.2. Conceitos básicos

### 3.2.1. Projeto de investimento

Woiler e Mathias (2008) definem o *projeto* como um conjunto de informações internas e/ou externas à empresa, coletadas e processadas com o objetivo de se analisar e, eventualmente, se implantar uma decisão de investimento.

Para a empresa, o investimento é definido por Souza e Clemente (2004) como um desembolso feito visando gerar um fluxo de benefícios futuros, usualmente superior a um ano. Ainda segundo estes autores, a decisão de investir certo capital é parte integrante de um processo que envolve a geração e avaliação das diversas alternativas que atendam às especificações técnicas dos investimentos.

O projeto de investimento pode ser definido como aquele cujos valores iniciais do fluxo de caixa são negativos e os seguintes são positivos. Para que possam ser avaliados economicamente, os projetos de investimento são classificados em:

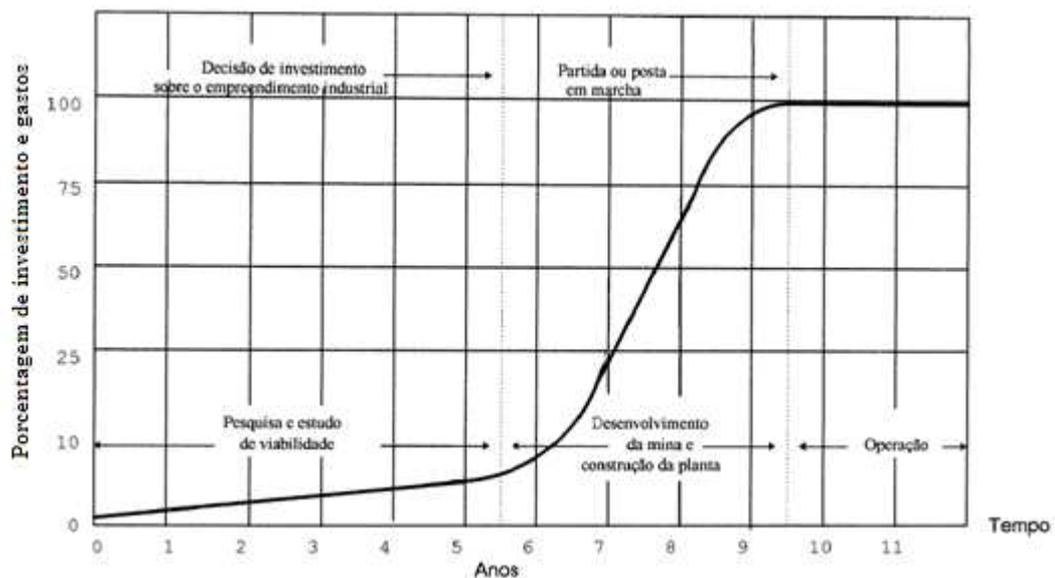
- a. Projetos Mutuamente Excludentes: são aqueles em que a escolha de uma alternativa de investimento elimina as demais;
- b. Projetos Independentes: quando a seleção de uma alternativa de investimento não afeta a escolha das outras;
- c. Projetos Condicionados: são aqueles cuja aceitação condiciona a aceitação das outras alternativas.

A análise de investimentos pode ser definida como um conjunto de técnicas que possibilitam comparar o resultado de uma decisão de investir, relativa a diferentes alternativas. A decisão de investir em determinada alternativa pode apresentar as seguintes características:

- Os investimentos são parcialmente ou completamente irreversíveis, ou seja, se o investidor muda de ideia no meio do projeto, ele não conseguirá recuperar na totalidade o investimento inicial aplicado;

- O retorno dos investimentos envolve incertezas quanto a recuperação total ou parcial dos montantes aplicados;
- Existe flexibilidade na hora de fazer o investimento, e isso permite ao investidor adiar as suas intenções até que sejam dissipadas todas as incertezas.

Num projeto de mineração os investimentos não são realizados todos de uma vez, geralmente acontecem em fases diferentes. A figura 13 apresenta o gráfico com as principais fases de investimento num projeto de mineração e a porcentagem de gastos em cada fase.



Fonte: Castro (1997).

Figura 13 – Fases de investimento num projeto de mineração.

### 3.2.2. Custo de Oportunidade

O conceito de custo de oportunidade é fundamental na avaliação econômica de qualquer projeto e relaciona-se diretamente com o princípio de escassez de recursos. No mundo de hoje os recursos existentes não são suficientes para satisfazer todas as nossas necessidades, por isso, quando se opta por usar certo recurso para satisfazer determinada necessidade, perde-se a oportunidade de usa-lo para outra necessidade.

Em termos de investimento, o custo de oportunidade pode ser interpretado como o custo associado a escolha de não se investir, diante de uma ótima oportunidade de rendimento. Este conceito deve ser levado em consideração na determinação do custo de capital.

### **3.2.3. Custo de Capital**

O custo de capital pode ser definido como a taxa de retorno que uma empresa espera obter sobre os seus investimentos, para satisfazer a taxa de rentabilidade exigida pelos investidores. Tem grande importância para as empresas e seus acionistas, auxiliando-os na tomada de decisão dos investimentos, onde se busca sempre obter a melhor aplicação dos recursos financeiros, com vista na maximização das suas riquezas.

Todo o investimento ou uso de capital deve passar por uma análise de viabilidade, com vista na avaliação das alternativas disponíveis perante o custo de capital. Projetos de investimento que permitem retornos superiores ao custo de capital da empresa aumentam o valor desta (e vice-versa), visto que o mesmo tem grande influência sobre os resultados operacionais da empresa que, subsequentemente, afetam a sua lucratividade.

Quando, para atender as suas necessidades de capital, a empresa se vê obrigada a encontrar fontes de recursos financeiros, neste caso o custo de capital vai representar uma média ponderada entre os custos de todos os elementos de financiamento utilizados pela empresa. Este custo é denominado *Custo Médio Ponderado de Capital (Weighted Average Cost of Capital – WACC)*.

### **3.2.4. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)**

A taxa mínima de atratividade pode ser definida como uma taxa de juros que representa a rentabilidade mínima que um investidor se propõe a ganhar quando investe o seu capital em determinado empreendimento. Cada investidor estabelece a sua própria TMA, e quanto maior for o seu valor, mais exigente ele é em relação aos lucros que pretende obter.

Também conhecida como a taxa de desconto que determina o valor do dinheiro no tempo, ela é usada para calcular valores futuros e atualizar valores passados. Na avaliação econômica de projetos, ela é aplicada nos seus fluxos de caixa para calcular o valor equivalente de cada fluxo em uma mesma data.

### **3.2.5. Valor do dinheiro no tempo**

O valor do dinheiro no tempo é o conceito que se refere ao fato que um dólar hoje vale mais que um dólar recebido daqui a um ano, e isso pode ser devido a três razões: o dinheiro pode ser investido hoje e render juros que aumentarão o montante inicial, a inflação pode mudar o poder de compra do dinheiro com o tempo, e, finalmente, os rendimentos que se espera obter no futuro são incertos.

Por essas e por outras razões os investidores só se dispõem a aplicar determinado capital, se o retorno no futuro for bastante atrativo e compensar o tempo de espera pelo recebimento do montante. O custo de optar por ganhar amanhã em vez de hoje, por um investimento realizado é o que os economistas chamam de custo de oportunidade.

Essa compensação pela espera do retorno é medida pela taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade, que é a taxa de juros que calcula o valor do dinheiro no tempo. Supondo uma taxa de desconto fixa, o montante a ser recebido no futuro será tanto maior, quanto maior for o seu período de recuperação.

## **3.3. Cálculos financeiros aplicados à avaliação econômica de projetos**

### **3.3.1. Juros**

O *juro* pode ser definido como a retribuição futura que um credor espera receber pelo não usufruto de uma quantia, quando realiza o empréstimo da mesma por determinado período de tempo.

De acordo com Silva (2009), as seguintes expressões são válidas como definição de juros: “1) *ganho obtido pela aplicação de um capital*; 2) *remuneração do fator capital*; 3) *dinheiro pago pelo uso do dinheiro*”.

Portanto, a quantia emprestada ou aplicada é chamada de *Capital*, a remuneração ou retribuição devida pela utilização do capital é o *juro* e, finalmente, a razão entre os juros pagos ou cobrados no fim de um período e o capital inicialmente aplicado, que é chamada de *taxa de juros*.

Souza (1995) afirma que a taxa de juros é o parâmetro que mede a intensidade dos juros e pode ser mensal, anual, trimestral, semestral, etc. Segundo Silva (2009), essa taxa deve ser suficiente para remunerar: “1) *o risco envolvido na operação, representado genericamente pela incerteza com relação ao futuro*; 2) *a perda do poder de compra devido a inflação*; 3) *a remuneração do capital, como forma de compensar o adiamento do uso do mesmo*”.

### **3.3.2. Capitalização dos juros**

A forma como o capital se comporta no tempo é dependente do modo como o mesmo foi aplicado, ou seja, do regime de capitalização. A *capitalização* é portanto, o processo pelo qual os juros se incorporam ao capital.

Os regimes de capitalização podem ser classificados em contínuos e descontínuos, sendo as modalidades descontínuas as mais comuns e subdivididas em simples e compostas. A *capitalização simples* é aquela em que os juros não se incorporam ao capital no fim de cada período, de modo que apenas o capital inicial rende juros durante o prazo de aplicação. Neste tipo de capitalização os juros crescem linearmente ao longo do tempo.

Na *capitalização composta* os juros são incorporados ao capital no fim de cada período e passam também a render juros. Essa capitalização apresenta um crescimento exponencial e pode ser dada pela expressão:

$$VF = VA (1+i)^n$$

em que:

VF = valor futuro;

VA = valor atual;

$i$  = taxa de juros por período

$n$  = número de períodos.

A figura 14 mostra com clareza o modo de crescimento do capital nos dois regimes de capitalização aqui definidos.

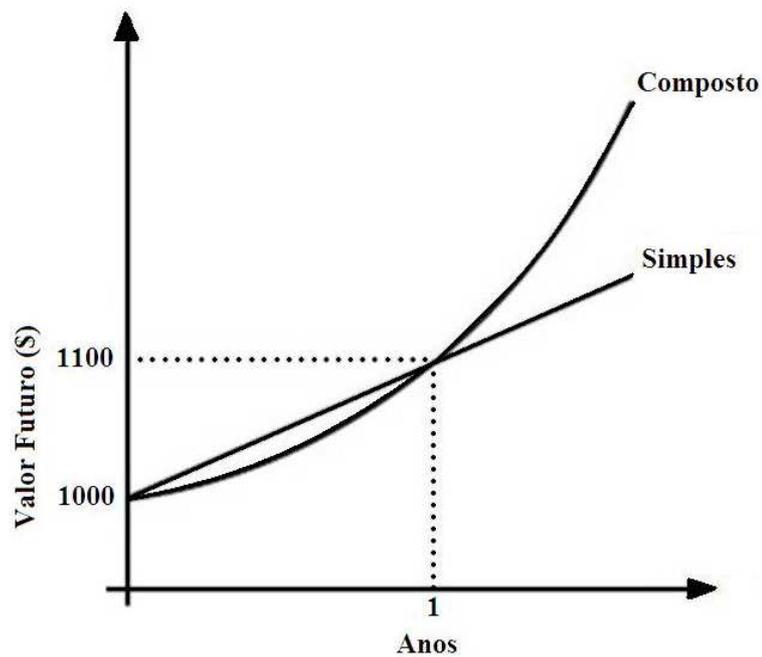
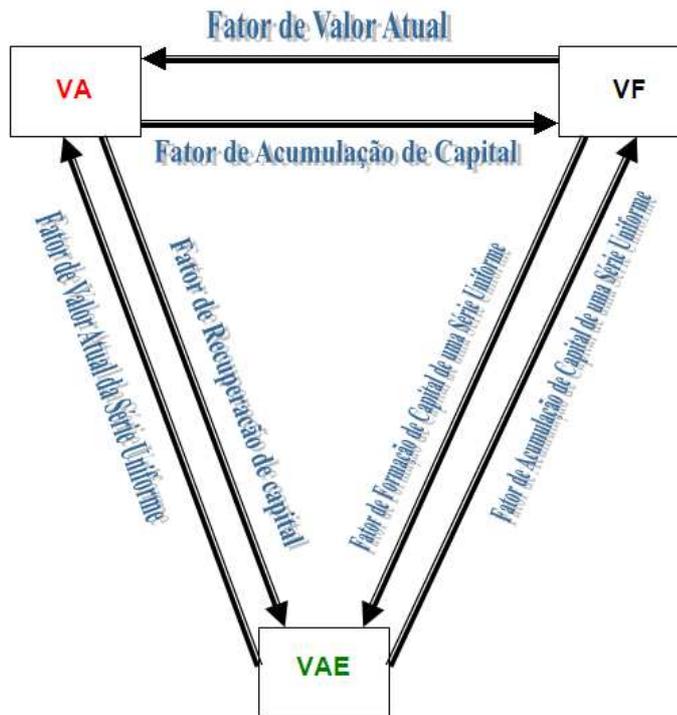


Figura 14 – Regimes de capitalização de juros.

### 3.3.3. Fatores de atualização do capital

Segundo Baudson (2008), os fatores de atualização do capital são aplicados aos juros compostos para possibilitar a movimentação de um capital ao longo de determinado período de tempo, visando estabelecer as relações existentes entre Valor Atual (VA), Valor Futuro (VF) e Valor Anual Equivalente (VAE), como apresentado na figura 15.



Fonte: Silva, 2009.

Figura 15 – Fatores de atualização do capital.

Os principais fatores de atualização de capital e sua respectiva aplicação estão resumidamente descritos na tabela 6, de acordo com as definições expostas por Silva (2009). Esses fatores podem ser calculados através de expressões matemáticas ou ser obtidos em tabelas de fatores de atualização.

Tabela 6 – Descrição dos fatores de atualização de capital

Nome	Fórmula	Aplicação
Fator de Acumulação de Capital (FAC)	$(1+i)^n$	Cálculo de uma quantidade “VF” decorrente de depósitos efetuados durante $n$ períodos de aplicação à taxa $i$ , ou seja, encontrar VF sendo dado VA
Fator de Valor Atual (FVA)	$(1+i)^{-n}$	Cálculo do valor atual de um simples pagamento após $n$ períodos de aplicação à taxa $i$ , ou seja, encontrar VA sendo dado VF.
Fator de Recuperação de Capital (FRC)	$\frac{i}{[1 - (1+i)^{-n}]}$	Cálculo de uma série uniforme de pagamentos anuais que serão produzidos por uma dada soma investida agora, ou seja, encontrar VAE dado VA.
Fator de Valor Atual da Série Uniforme (FVASU)	$\frac{[1 - (1+i)^{-n}]}{i}$	Calcular o valor atual “VA” na data Zero de uma série uniforme de $n$ pagamentos, isto é, encontrar VA dado VAE.
Fator de Formação de Capital da Série Uniforme (FFCSU)	$\frac{i}{[(1+i)^n - 1]}$	Cálculo de uma série de $n$ pagamentos anuais uniformes, o qual acumulará uma dada soma ao término de $n$ anos, ou seja, encontrar VAE sendo dado VF.
Fator de Acumulação de Capital de uma Série Uniforme (FACSU)	$\frac{[(1+i)^n - 1]}{i}$	Cálculo o valor futuro de uma série de $n$ pagamentos anuais uniforme, ou seja, encontrar VF sendo dado VAE

Fonte: Modificado de Silva, 2009.

### 3.3.4. Sistemas de amortização

Para a implantação de qualquer empreendimento devem estar disponíveis os recursos financeiros necessários, os quais podem ser alocados de três formas: através do capital próprio da empresa ou acionistas, por meio do empréstimo ou financiamento de instituições financeiras (capital de terceiros), ou por uma combinação de ambos.

Quando se toma um empréstimo ou financiamento, quer seja de uma instituição financeira, quer de uma pessoa física, é esperada a devolução da quantia acrescida de juros. A *amortização* é o processo de quitar gradualmente uma dívida através de vários pagamentos periódicos, denominados *prestações*.

Foram desenvolvidas diferentes maneiras de amortecer as operações de empréstimo e financiamento, que envolvem desembolsos e reembolsos periódicos do principal e dos juros. Os *Sistemas de Amortização* representam a forma como o capital ou principal e os juros são restituídos pelo devedor ao credor do montante.

Segundo Assaf Neto (2006), os principais sistemas de amortização são:

- Sistema de Amortização Constante (SAC);
- Sistema de Amortização Francês (SAF) - Tabela Price;
- Sistema de Amortização Misto (SAM);
- Sistema de Amortização Americano (SAA);
- Sistema de Amortizações Variáveis.

Para visualizar como o empréstimo ou financiamento será restituído é necessário elaborar para cada sistema uma planilha financeira, na qual é usada a seguinte terminologia:

- Amortização – pagamento parcelado do capital emprestado, sendo cada parcela deduzida do saldo devedor a cada pagamento;
- Saldo Devedor – representa o valor do principal relativo ao empréstimo, em determinado momento, após serem deduzidas as amortizações já realizadas pelo devedor;

- Encargos financeiros – juros da operação que representam o retorno para o credor e custos para o devedor;
- Prestação – representa a soma da amortização e dos juros, em determinado período de tempo;
- Carência – período de tempo compreendido entre o prazo de uso do empréstimo e o pagamento da primeira amortização, durante o qual o devedor paga apenas os juros. Os sistemas de amortização podem ter ou não um período de carência.

Os sistemas de amortização mais difundidos pelo mercado e mais utilizados pelas instituições financeiras são o SAC e o SAF.

### **Sistema de Amortização Constante (SAC)**

Neste sistema, como o próprio nome diz, as amortizações periódicas são iguais ou constantes e as prestações são continuamente decrescentes. Os juros incidem no saldo devedor e determinam-se, em cada período, multiplicando a taxa de juros pelo saldo devedor do período anterior.

**Exemplo de aplicação do sistema SAC:** Supondo que uma empresa de mineração tenha contraído um empréstimo no valor de \$ 80.000,00 para realizar a pesquisa de uma jazida mineral. A quantia deve ser restituída num prazo de 5 anos, em 5 prestações anuais à taxa de juros de 12% a.a. e sem período de carência. A planilha financeira é apresentada na tabela 7.

Tabela 7 – Planilha de amortização do empréstimo pelo sistema SAC.

<b>N</b>	<b>Saldo Devedor</b>	<b>Amortização</b>	<b>Juros</b>	<b>Prestação</b>
0	120.000,00			
1	96.000,00	24.000,00	11.520,00	35.520,00
2	72.000,00	24.000,00	8.640,00	32.640,00
3	48.000,00	24.000,00	5.760,00	29.760,00
4	24.000,00	24.000,00	2.880,00	26.880,00
5	0,00	24.000,00	0,00	24.000,00
<b>Total</b>		<b>120.000,00</b>	<b>28.800,00</b>	<b>148.800,00</b>

Onde:

$$Amortização = \frac{\text{valor do empréstimo}}{\text{número de prestações}}$$

$$Prestação = amortização + juros$$

$$Juro = Saldo devedor \times 12\%$$

$$Saldo devedor = saldo devedor anterior - amortização$$

### **Sistema de Amortização Francês (SAF)**

Contrariamente ao que acontece no sistema anterior, no SAF as parcelas de amortização são crescentes a cada período e as prestações são periódicas, sucessivas e constantes. A soma da amortização e juros corresponde ao valor da respectiva prestação. Portanto, o devedor é obrigado a devolver o montante, acrescida dos juros, em prestações iguais entre si.

Na planilha financeira deste sistema, inicialmente determina-se o valor da prestação utilizando-se a fórmula seguinte (Baudson, 2008):

$$P = VA \times FRCn, i = VA \times \frac{(1 + i)^n \times i}{(1 + i)^n - 1}$$

Em que:

P – Prestação

VA – Valor atual do empréstimo

i – taxa de juros

n – número de prestações

Após determinar a prestação calcula-se os juros do período, a parcela de amortização, que é a diferença entre a prestação e os juros, e finalmente, o saldo devedor.

Utilizando o mesmo exemplo do sistema anterior, para melhor compreensão e visualização das diferenças entre os dois sistemas, foi elaborada uma planilha financeira que é apresentada na tabela 8.

Cálculo da prestação:

$$P = VA \times FRC(12\%, 5) = 120.000 \times \frac{(1 + 0,12)^5 \times 0,12}{(1 + 0,12)^5 - 1} \Rightarrow P = 33.289,20$$

Tabela 8 – Planilha de amortização do empréstimo pelo sistema SAF.

<b>N</b>	<b>Saldo Devedor</b>	<b>Amortização</b>	<b>Juros</b>	<b>Prestação</b>
0	120.000,00			
1	101.110,00	18.889,00	14.400,00	33.289,00
2	79.954,00	21.155,00	12.133,00	33.289,00
3	56.260,00	23.694,00	9.594,00	33.289,00
4	29.722,00	26.538,00	6.751,00	33.289,00
5	0,00	29.722,00	3.566,00	33.289,00
<b>Total</b>		<b>120.000,00</b>	<b>46.444,00</b>	<b>166.446,00</b>

### **3.4. Métodos de avaliação econômica de projetos**

Os projetos de investimento envolvem entradas e saídas futuras de dinheiro do caixa da empresa. Por essa razão, a aplicação dos métodos de avaliação econômica é feita com base nas projeções de um fluxo de caixa, considerando o valor do dinheiro no tempo.

#### **3.4.1. Fluxo de caixa de um projeto**

O fluxo de caixa (FC) é a ferramenta que permite identificar a capacidade de um empreendimento produzir rendimentos suficientes para suportar as suas responsabilidades e obrigações financeiras, e gerar lucros. Essa ferramenta financeira possibilita um melhor planejamento dos recursos financeiros disponíveis, e representa a diferença entre as entradas e saídas de caixa, associadas a um projeto de investimento ou empreendimento, durante um determinado período de tempo.

Barboza (2005) aponta os conceitos de valor de dinheiro no tempo e fluxo de caixa, como essenciais nas técnicas de avaliação econômica de projetos. Segundo esse autor, a projeção do *Fluxo de Caixa Descontado* (FCD) mostra todas as entradas e saídas de caixa em determinado período de tempo, normalmente anual.

Segundo Pessoa (2006), o método do FCD fundamenta-se no princípio do valor atual ou do conceito de valor do dinheiro no tempo, que calcula o valor de qualquer ativo através do valor dos seus futuros fluxos de caixa, descontados pelo custo de oportunidade no tempo.

O método do FDC é uma excelente ferramenta de avaliação de projetos de investimento, que permite prever a agregação de valor de um projeto ao longo do tempo e os riscos a ele associados, para garantir a eficiência na tomada de decisões.

Os resultados econômicos de um projeto de mineração são avaliados através das projeções do seu FC, que representará o conjunto de fluxos que abrangem toda a vida útil do empreendimento. Este fluxo de caixa é chamado FC Líquido Anual que é dado pela equação seguinte (Souza, 1995):

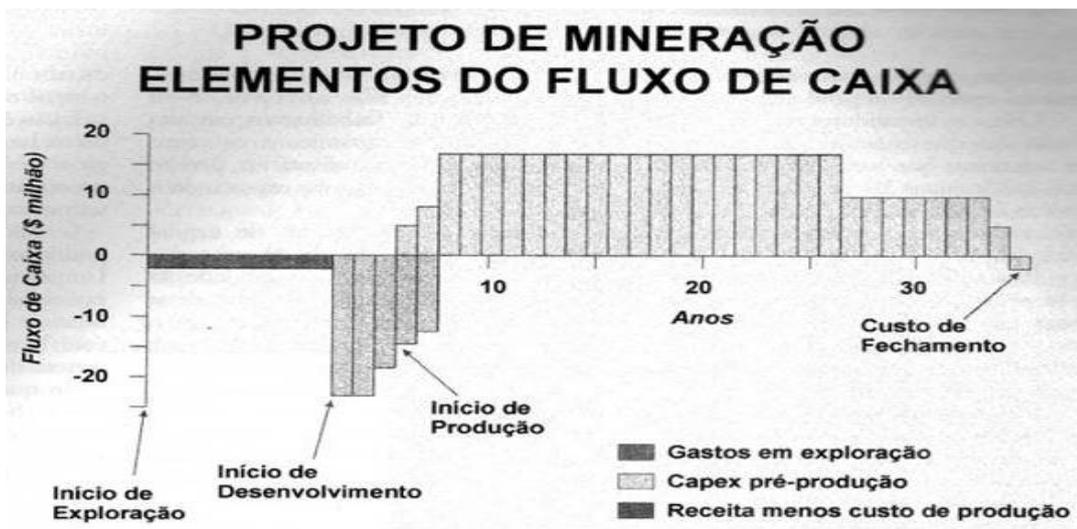
$$FC \text{ Líquido Anual} = \text{Entradas anuais de caixa} - \text{Saídas anuais de caixa}$$

Onde:

Entradas Anuais de Caixa = receitas operacionais, recuperação do capital de giro, entrada de recursos de terceiros, receita pela venda do bem mineral etc.

Saídas Anuais de Caixa = investimento fixo, injeção do capital de giro, aquisição de direitos minerários, despesas de “Start up” (posta em marcha), despesas com reposição e reforma de equipamentos, pagamentos de impostos, juros e amortização de financiamentos etc.

De um modo geral, os elementos que compõem os fluxos de caixa de projetos de mineração são os apresentados na figura 16.



Fonte: Filho (2000)

Figura 16 - Elementos do fluxo de caixa de num projeto de mineração.

Na figura 16 a reta horizontal representa uma escala de tempo (anos) que progride da esquerda para a direita. A reta vertical representa as entradas ou recebimentos de dinheiro (valores positivos), e as saídas ou aplicação de dinheiro (valores negativos).

Geralmente os períodos iniciais do projeto são negativos porque é uma fase com grande investimento para a implantação do projeto e não há produção, logo, não entram rendimentos. O capital inicial dispendido, normalmente é desembolsado a cada ano

cobrindo todo o período de pesquisa e desenvolvimento da mina. Ao iniciar a produção, começam a entrar as receitas a medida que são comercializados os produtos gerados, ficando o fluxo de caixa positivo. Podem ocorrer alguns períodos negativos após a produção, que podem ser derivados de reinvestimentos, por exemplo, para substituição e modificação de equipamentos, expansão do projeto, instalação de aparelhos para controle de impacto ambiental etc.

A montagem do fluxo de caixa de um projeto de mineração requer o conhecimento de uma série de parâmetros econômicos inerentes ao projeto, que devem ser levantados no estudo de viabilidade do mesmo e estão apresentados na tabela 9.

Tabela 9 – Fluxo de caixa de um projeto de exploração mineral

(1) Investimento fixo: (1.1)+(1.2)+(1.3)+(1.4)
(1.1) Investimento fixo inicial (equipamentos e serviços)
(1.2) Reposição e reforma de equipamentos
(1.3) Direitos minerários e outros direitos
(1.4) Despesas de “posta em marcha” ou Start Up
(2) Capital de giro (injeção inicial e recuperação final)
(3) Investimento total: (1)+(2)
(4) Receita operacional líquida
(5) Receita não operacional (valor residual ou do salvado)
(6) Receita total: (4)+(5)
(7) Custos operacionais
(8) Lucro Antes do Imposto de Renda IR: (6)-(7)
<b>(I) FC do Projeto Antes do IR: (3)+(8)</b>
(9) Encargos de capital: (9.1)+(9.2)+(9.3)
(9.1) Depreciação
(9.2) Amortização fiscal
(9.3) Exaustão
(10) Lucro tributável: (8)-(9)
(11) Imposto de renda IR: (alíquota)x(10)
(12) Lucro Após IR: (8)-(11) ou (10)-(11)+(9)
<b>(II) FC do Projeto Após IR: (I)-(11) ou (3)+(12)</b>

### 3.4.2. Parâmetros econômicos usados na avaliação de projetos

Os parâmetros econômicos necessários na montagem do fluxo de caixa do projeto de mineração são também de extrema importância na sua avaliação econômica, e são descritos a seguir.

a) Vida útil da mina

A vida útil da mina é definida por Souza (1995), como o tempo (em anos) que um projeto deve se manter em operação, e durante ou até ao final do qual os capitais investidos devem ser recuperados, para garantir a atratividade da empresa em relação as outras oportunidades de investimento.

b) Investimentos de Capital (CAPEX = Capital Expenditure)

Segundo Silva (2009), basicamente os primeiros anos de um projeto mineral são de investimento, para preparar as condições necessárias ao início da produção do bem mineral. É nessa altura que se aplicam os investimentos iniciais que compreendem as despesas com a pesquisa ou aquisição da jazida, construção de infra-estrutura etc., bem como o capital de giro necessário para cobrir os custos inerentes ao início das atividades produtivas.

Os investimentos envolvidos num projeto de mineração são geralmente os seguintes:

i. Investimentos iniciais

- Despesas com a pesquisa mineral ou de aquisição da jazida;
- Compra de equipamentos de lavra, beneficiamento e oficinas, e sua instalação;
- Construção de infra-estruturas, tais como escritórios, residências, oficinas, escolas, hospitais, vias de acesso, captação de energia e água etc.;
- Despesas com estudos técnicos e econômicos e com os projetos de engenharia;
- Despesas pré-operacionais relativas ao treinamento de mão-de-obra, início de produção (fase de testes dos produtos) etc.;
- Desenvolvimento da mina.

## ii. Capital de giro

O capital de giro constitui uma reserva de recursos financeiros que serão utilizados de acordo com as necessidades diárias de uma empresa ao longo do tempo. Geralmente estes recursos ficam distribuídos pelos estoques, contas a receber, na conta bancária ou caixa. Deve ser cuidadosamente estimado e para isso é necessário estabelecer as políticas de venda a adotar, os volumes dos estoques na mina e/ou usina, e os valores necessários em caixa para se equilibrar as contas de curto prazo (Baudson, 2008).

Nos fluxos de caixa dos projetos o capital de giro é aplicado nos anos iniciais de produção e recuperado no fim da sua vida útil.

## c) Receitas anuais

Baudson (2008) define as receitas de um empreendimento como as entradas de caixa resultantes da venda dos produtos gerados pelo investimento.

Nos processos de avaliação de empreendimentos de mineração, as receitas anuais são determinadas através da multiplicação da quantidade de minério ou concentrado produzido, pelo seu preço futuro de comercialização.

De acordo com Silva (2009), a quantidade de material produzido é dependente da escala anual de extração e da recuperação no beneficiamento, e o preço de comercialização do produto é estimado com base numa cotação média anual, previamente verificada, e estabelecida a partir de retas ou curvas de tendência.

Grande parte dos minerais é comercializada em bolsas de valores, como o caso do níquel, cobre e alumínio, e por isso são denominados commodities. A principal bolsa de comercialização de minerais existe desde 1877 e é a *London Metal Exchange* (LME).

Nem todos os minerais são cotados em bolsa de valores, como é o caso do carvão e do minério de ferro, cujos preços são estabelecidos com base em contratos de médio e longo prazo entre o produtor e o comprador.

#### d) Custos envolvidos no projeto

Segundo Silva (2009), todos os custos decorrentes da produção são considerados custos operacionais, também chamados de OPEX (Operational Expenditure). Estes custos correspondem as saídas de caixa envolvidas no processo produtivo e devem ser minuciosamente estimados, e detalhados em termos de serviços (extração, beneficiamento, transporte etc.) e nos seus principais componentes: material, pessoal, energia elétrica, serviços terceirizados, reposição de equipamentos, impostos e taxas etc.

Os custos são usualmente classificados em:

- Custos variáveis, aqueles que dependem diretamente do volume de produção;
- Custos fixos, aqueles que não são influenciados pelo volume de produção.

#### e) Encargos de capital

Os encargos de capital são definidos por Souza (1995), como despesas não monetárias que não exigem desembolsos de caixa, isto é, são descontadas da receita operacional (ou lucro antes do imposto de renda) para obtenção da renda tributável, sobre a qual incide aquele imposto. Por outras palavras, são despesas assumidas para reduzir a carga tributária incidente sobre as atividades produtivas durante a lavra.

Na distribuição dos fluxos de caixa, esses encargos não são considerados como despesas normais, por isso não devem ser incluídos nos custos operacionais. Eles são representados pela exaustão, depreciação e amortização.

- Exaustão mineral, de acordo com Paione (1998), é o encargo financeiro aplicado na aquisição de recursos minerais, ou seja, pode ser incluída, em cada período de avaliação do imposto de renda, como custo ou despesa, o montante correspondente à diminuição do valor dos recursos minerais, resultante da sua lavra.

Segundo Souza (1995), a exaustão tem a função econômica de recuperar o capital investido na aquisição ou obtenção do direito minerário devido a redução das reservas durante a lavra.

Silva (2009) apresenta a seguinte expressão para o cálculo da exaustão anual ( $E_a$ ):

$$E_a = \frac{VA}{PT} \times P_i$$

Onde:

VA = valor gasto na obtenção ou aquisição de direitos de lavra;

$P_i$  = Produção do minério no ano  $i$ ;

PT= produção total (reservas recuperáveis).

- Depreciação: é definida como a perda de valor que resulta do desgaste de um bem material, devido ao efeito do tempo. Pode incorrer de causas técnicas, motivadas exclusivamente pelo uso (depreciação funcional) ou pelo decorrer do tempo independentemente da utilização (depreciação física). Também pode ocorrer devido a causas econômicas, derivadas de inovações tecnológicas, queda em desuso, disposições legais etc.

A depreciação anual física é determinada tendo em conta os valores de aquisição e residual do ativo. A depreciação fiscal é calculada pelo método linear, sem ter em conta o valor residual do ativo. Este método é mais simples e consiste na aplicação de taxas constantes durante o tempo de vida útil do ativo.

- Amortização: o seu conceito é semelhante ao da depreciação, mas existe uma diferença, a depreciação incide sobre o valor dos bens corpóreos ou físicos, e a amortização sobre o valor dos bens incorpóreos (direitos). Em termos económicos a amortização é definida como a diminuição de valor do direito devida à sua extinção gradual com o passar do tempo. A cota anual de amortização é determinada através do custo de aquisição e do tempo de existência (anos) ou uso do direito.

f) Tributos (impostos, contribuições fiscais etc.)

Os tributos associados às atividades de mineração são estabelecidos de acordo com a legislação minerária vigente em cada país. De acordo com Souza (1995), existem dois grupos de tributos que afetam os projetos de exploração mineral: os diretos, que recaem sobre o lucro, e os indiretos que recaem sobre a receita operacional bruta (faturamento).

Em Angola, segundo o *Regulamento do Regime Fiscal para a Indústria Mineira (Diário da República, 1996)*, o tributo indireto que afeta o faturamento é representado pelo Royalty, que é o imposto que incide sobre o valor dos recursos minerais extraídos à boca da mina ou sobre o valor dos concentrados produzidos no beneficiamento.

Para efeitos de cálculo do royalty, o valor dos minerais produzidos será determinado em função do preço médio das vendas realizadas anteriormente ou será fixado em função da média das cotações internacionais. As taxas de royalty para Angola são as seguintes:

- Pedras e metais preciosos – 5%;
- Pedras semi-preciosas – 4%;
- Minerais metálicos – 3%;
- Outros recursos minerais – 2%.

O tributo que afeta o lucro é representado pelo Imposto de Rendimento pela atividade mineira, cuja taxa cobrada é de 40%.

g) Condições de financiamento do projeto

Referem-se aos recursos financeiros adquiridos através de instituições financeiras, para alavancar o projeto e dar início as atividades produtivas.

### 3.4.3. Principais métodos de avaliação econômica

Para avaliar economicamente um projeto de mineração são aplicadas técnicas específicas, através das quais se determinam os parâmetros de viabilidade e economicidade, com o objetivo comum de auxiliar os investidores na tomada de decisão de investir ou não no projeto.

Essas técnicas são complementares entre si e são utilizadas para transformar os dados estimados de um projeto em indicadores econômicos. Mas para determinar os indicadores de rentabilidade é necessário considerar uma taxa de juros, que é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Essa taxa representa o mínimo que o projeto pode alcançar para que seja economicamente viável e é também a taxa utilizada para descontar o fluxo de caixa do projeto.

Geralmente, as técnicas mais aplicadas na avaliação de projetos de mineração baseiam-se nos princípios dos seguintes métodos: *Valor Atual Líquido (VAL)*, *Índice do Valor Atual (IVA)*, *Custo Anual Equivalente (CAE)*, *Taxa Interna de Retorno (TIR)*, e *Período de Retorno (PR)*.

#### 1) Valor Presente Líquido (VPL) ou Valor Atual Líquido (VAL)

O Valor Atual Líquido (VAL), como o próprio nome indica, é definido como a soma algébrica de todas as entradas e saídas de caixa (pagamentos e recebimentos), cujos valores são atualizados pela taxa de desconto ou TMA da empresa.

De acordo com Ferreira e Andrade (2004), este método consiste na conversão dos fluxos de caixa de uma alternativa de investimento, em um valor equivalente na data zero.

Silva (2009), define o VAL de um fluxo de caixa como a diferença entre o valor presente das quantias futuras envolvidas e o investimento inicial. Segundo este autor, calcula-se o valor atual do fluxo de caixa usando a TMA, se o resultado for positivo significa o investimento é atrativo, já que as quantias futuras, descontadas àquela taxa,

superam o investimento necessário. No caso de um resultado negativo, significa que os investimentos são superiores aos ganhos que se irá obter, logo o investimento não é atrativo.

Pode-se dizer em outras palavras que o Valor Atual das quantias futuras de um fluxo de caixa, corresponde ao valor máximo que o investidor se dispõe a investir para obter tais quantias.

Segundo Pessoa (2006), o VAL é uma técnica do Método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), considerado o mais adequado para a avaliação de investimentos de capital. Ferreira e Andrade (2004) afirmam que os métodos que se baseiam no FCD consideram de forma combinada, o fluxo de caixa e o valor do dinheiro no tempo. Isso permite a avaliação de projetos ou alternativas de investimento na mesma data (presente ou futura) ou num mesmo período de tempo.

O valor atual líquido é determinado através da seguinte expressão (Silva, 2009):

$$VAL = \sum_{n=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Onde:

$i$  = taxa mínima de atratividade;

$FC_n$  = Fluxo de caixa no ano  $n$ ;

VAL = soma dos valores atuais das entradas e saídas de caixa do projeto.

A avaliação de um projeto de investimento através deste método é feita com base no seguinte critério de aceitação:

- $VAL > 0$ , o projeto é atrativo;
- $VAL < 0$ , o projeto não é atrativo.
- $VAL = 0$ , significa que é indiferente aceitar ou não o projeto de investimento.

## 2) Índice do Valor Atual (IVA)

O Índice do Valor Atual (IVA), também conhecido como índice de rentabilidade ou relação custo benefício, é um indicador de rentabilidade semelhante ao VAL, que pode ser definido como quociente entre o valor atual dos fluxos de caixa futuros de um investimento e o valor atual dos investimentos iniciais, ambos descontados à determinada taxa.

O IVA é um indicador de rentabilidade adimensional que, segundo Souza e Clemente (2004), mede quanto se espera ganhar por unidade de capital investido, isto é, a eficiência ou lucratividade do projeto. Ainda de acordo com esses autores, o IVA pode ser calculado pela fórmula seguinte:

$$IVA = \frac{\text{Valor atual do fluxo de benefícios ou entradas à taxa } i}{\text{Valor atual do fluxo de investimentos à taxa } i}$$

Silva (2009), afirma que o IVA pode ser obtido através do quociente entre o valor atual de uma oportunidade econômica e o valor absoluto dos fluxos de caixa descontados negativos, como apresentado na expressão seguinte:

$$IVA = \frac{\sum_{x=1}^n \frac{FC_x}{(1+i)^x}}{\sum_{x=1}^p \frac{FC_x}{(1+i)^x}}$$

Onde:

p = é o período de investimento.

Um projeto é ou não aceito pela avaliação deste indicador com base no seguinte critério:

- IVA > 1: o projeto é atrativo porque indica um VAL > 0;
- IVA < 1: o projeto não é atrativo porque o seu VAL é negativo;
- IVA = 1: apresenta um VAL = 0; em princípio este valor considera o projeto atrativo, pois remunera o acionista em sua taxa de atratividade.

### 3) Valor Anual Equivalente (VAE)

O Valor Anual Equivalente (VAE) é o método que sucede ao VAL, e que consiste na transformação dos valores dos fluxos de caixa anuais em uma série uniforme equivalente, relativa a vida útil do projeto.

De acordo com Ferreira e Andrade (2004), o VAE pode ser obtido de duas formas, ambas com a aplicação de uma taxa de desconto, a TMA do investidor que é a mesma usada no VAL. A primeira forma é calculando as séries de valores equivalentes de cada fluxo de caixa anual, resultando do somatório de cada ano uma série uniforme que corresponde ao VAE. A segunda forma, que é a mais simplificada e prática, consiste no cálculo do VAE a partir do VAL, aplicando o Fator de Recuperação de Capital (FRC).

Esses autores apresentam a seguinte expressão para o cálculo do VAE:

$$VAE = VAL \times FRC_{(i,n)}$$

Onde:

$$FRC_{(i,n)} = \frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Para analisar um projeto de investimento através desta técnica de avaliação, é aplicado o seguinte critério de aceitação:

- VAE > 0 – o projeto é atrativo;
- VAE < 0 – o projeto não é atrativo;
- VAE = 0 – é indiferente aceitar ou não o projeto.

Dentre as alternativas consideradas atrativas, deve-se dar preferência àquelas que apresentarem o maior VAE.

#### 4) Taxa Interna de Retorno (TIR)

Souza (1995) define a TIR como a taxa de desconto que iguala a soma do valor atual das entradas líquidas de caixa ao valor atual das saídas líquidas de caixa, ou seja, representa a taxa que, aplicada ao fluxo de caixa de um projeto, anula o VAL.

Enquanto os métodos do VAL, VAE e IVA necessitam da aplicação de uma taxa de desconto pré-definida nos seus cálculos, a TIR, pelo contrário, determina a taxa de retorno do investimento.

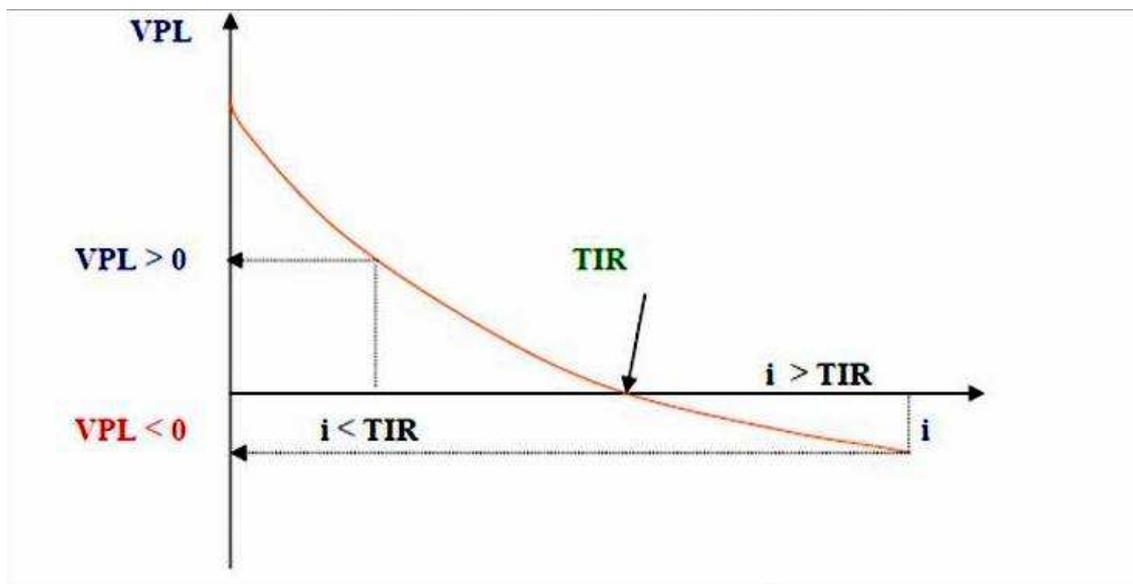
Souza e Clemente (2004), definem a TIR como a taxa  $i$  que torna verdadeira a expressão seguinte:

$$VAL = \sum_{j=0}^n \frac{[FC_j]}{(1+i)^j} = 0$$

Ferreira e Andrade (2004) afirmam que a TIR pode ser usada tanto para determinar a taxa de retorno de uma alternativa de investimento, quanto para avaliar os projetos em termos de rentabilidade. A condição mínima aceitável nessa avaliação é que a TIR deve ser maior ou igual a taxa de atratividade.

Os critérios adotados para classificar os projetos, com base na aplicação desse método são apresentados a seguir e estão representados na figura 17:

- $TIR > i$  – o projeto é atrativo;
- $TIR < i$  – o projeto não é atrativo
- $VAL > 0 \Rightarrow i < TIR$
- $VAL = 0 \Rightarrow i = TIR$
- $VAL < 0 \Rightarrow i > TIR$



Fonte: Silva, 2009.

Figura 17 – Representação gráfica dos critérios de aceitação da TIR.

Ao analisar um projeto exclusivamente pelo método da TIR, o qual é mais eficiente na escolha de alternativas independentes, o mesmo será mais atrativo quanto maior for o valor da TIR.

### 5) Período de Retorno (PR)

O Período de Retorno, também conhecido como Período de *Payback* ou de Recuperação do Investimento, como o próprio nome indica, é o tempo que se demora a recuperar os investimentos realizados.

Segundo Silva (2009), o PR é um bom indicador econômico, mas apresenta muitas limitações quando aplicado isoladamente nas análises econômicas de projetos, como por exemplo, não permite avaliar a rentabilidade de um investimento, e nem tem em consideração o valor do dinheiro no tempo nos fluxos de caixa. Essas limitações fazem Souza (1995) afirmar que na prática o PR não é considerado um método de avaliação, e sim um parâmetro estratégico de investimento para as empresas.

Ao analisar os resultados deste indicado, um projeto é considerado viável ou rentável, quanto menor for o tempo de retorno dos investimentos. Mas essa análise deve

ser muito cuidada porque, um projeto com menor PR, não garante maior rentabilidade sobre outro com PR maior.

O período de retorno pode ser simples ou descontado. O período de retorno simples, de acordo com Baudson (2008), pode ser determinado somando os valores dos fluxos de caixa negativos com os valores dos fluxos de caixa positivos, até essa soma resultar em zero.

Silva (2009), apresenta a seguinte expressão para o cálculo do período de retorno, a qual é aplicado no caso de projetos que apresentam fluxo de caixa igual até o fim da vida útil:

$$PR = \frac{\text{Quantia inicialmente Investida}}{\text{Fluxo de caixa uniforme anual}}$$

Exemplo: Supondo um investimento de \$ 120.000 e fluxos de caixa anuais de \$52.900, o período de retorno é determinado seguindo a seguinte metodologia:

Tabela 10 – Cálculo do PR simples de um projeto com fluxos de caixa iguais.

Ano	Fluxo de caixa simples	Fluxo de caixa acumulado
0	-120.000	-120.000
1	52.900	-67.100
2	52.900	-14.200
3	52.900	38.700
4	52.900	91.600
5	52.900	144.500

Através do fluxo de caixa acumulado é possível observar que o período de retorno do investimento encontra-se entre os anos 2 e 3. Aplicando a fórmula proposta por Silva (2009), teremos:

$$PR = \frac{120.000}{52.900} = 2,26 \text{ anos}$$

No caso de fluxos de caixa não uniformes o período de retorno é determinado como se mostra a seguir:

Os critérios de aceitação de projetos avaliados por este indicador de rentabilidade são apresentados a seguir:

- PR > limite do investidor – o projeto não é aceito;
- PR < limite do investidor – o projeto é aceito.

Tabela 11 – Cálculo do PR simples de um projeto com fluxos de caixa diferentes.

Ano	Fluxo de caixa simples	Fluxo de caixa acumulado
0	-1.200.000	-1.200.000
1	250.000	-950.000
<b>2</b>	400.000	<b>-550.000</b>
3	<b>500.000</b>	50.000
4	550.000	500.000
5	650.000	1.500.000

O período de retorno nesse caso encontra-se entre os anos 2 e 3, de acordo com o fluxo de caixa acumulado, é o período onde se verifica a passagem de fluxos de caixa negativos para positivos.

$$PR = 2 + \frac{550.000}{500.000} = 3,1 \text{ anos}$$

Neste método os cálculos são fáceis e rápidos, e a interpretação dos resultados é simples, mas apresenta algumas limitações. Não considera o valor do dinheiro no tempo e nem os fluxos de caixa após o período de recuperação do capital.

Essas limitações levaram a implementação do Período de Retorno Descontado, que tem em consideração o valor de dinheiro no tempo e é calculado através de um fluxo de caixa descontado a taxa mínima de atratividade do projeto. Nesse caso é necessário trazer todo o fluxo de caixa para valor atual.

Aplicando ao exemplo da tabela 11 uma taxa de desconto de 12% a.a., o período de retorno descontado é determinado da seguinte forma:

Tabela 12 – Cálculo do período de retorno descontado.

Ano	Fluxo de caixa simples	Operação	Valor Atual	Fluxo de caixa descontado acumulado
0	-1.200.000	$1.200.000 \div (1+0,12)^0$	-1.200.000	-1.200.000
1	250.000	$250.000 \div (1+0,12)^1$	280.000	-920.000
2	400.000	$400.000 \div (1+0,12)^2$	501.760	<b>-418.240</b>
3	500.000	$500.000 \div (1+0,12)^3$	<b>702.464</b>	284.224
4	550.000	$550.000 \div (1+0,12)^4$	865.435	1.149.659
5	650.000	$650.000 \div (1+0,12)^5$	1.145.522	2.295.181

O período de retorno descontado será:

$$PR = 2 + \frac{418.240}{702.464} = 2,6 \text{ anos}$$

### 3.5. Risco e incerteza

Nos projetos de investimento os valores dos principais elementos dos fluxos de caixa são determinados com base em previsões de acontecimentos econômicos futuros, os quais envolvem incertezas. Essas ocorrem porque não se consegue saber exatamente quando e com que intensidade aqueles eventos econômicos ocorrerão.

Qualquer processo de decisão envolve riscos porque, além de ser impossível prever o futuro, também não se consegue obter todas as informações relevantes. Woiler e Mathias (2008) afirmam que existe risco quando se conhecem as variações que poderão ocorrer no futuro e suas respectivas probabilidades de ocorrência.

Esses autores consideram duas fontes principais de risco: as *fontes endógenas*, relativas aos fatores internos do projeto (custo de produção, investimento, custos administrativos etc.), e as *fontes exógenas*, sobre as quais não se tem controle (mudanças tecnológicas, condições econômicas, militares e políticas do país, situação econômica do setor etc.).

Para Souza e Clemente (2004), a diferença entre risco e incerteza está associada ao nível de conhecimento do futuro. O termo *incerteza* usa-se quando se possui tão escassa informação, a qual não permite saber que eventos poderão ocorrer, ou conhecê-los mas não poder atribuir-lhes probabilidades de ocorrência. O termo risco é usado quando se tem informação suficiente para prever os possíveis eventos e conferir-lhes probabilidades.

Ainda de acordo com esses autores, as técnicas conhecidas para analisar risco e incerteza são:

- Análise de Sensibilidade;
- Geração Analítica da Distribuição de Probabilidade do Valor Presente Líquido;
- Geração Numérica da Distribuição de Probabilidade do Valor Presente Líquido do Projeto.

Esse trabalho vai se concentrar apenas na análise de sensibilidade, que será descrita a seguir.

### **3.5.1. Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade é uma técnica de análise do risco, cujo objetivo é determinar o grau de alteração dos resultados econômicos de determinado investimento (VAL, TIR, IVA etc.), quando se provocam variações nos valores dos elementos mais importantes dos fluxos de caixa do projeto, tais como preços de venda, custos operacionais, reserva, investimento inicial, teor etc.

Essa metodologia permite delinear diferentes cenários na análise de viabilidade de um projeto, que serão essenciais na identificação dos elementos mais sensíveis às oscilações e com maior tendência a gerar riscos para o investimento.

Silva (2009) classifica as análises de sensibilidade em unidimensionais e multidimensionais, dependendo do número de variáveis que sofrem oscilações ao mesmo tempo.

As *análises unidimensionais* consistem em provocar alterações arbitrárias (-20%, -10%, 10%, 20%), em cada um dos elementos importantes do projeto e analisar as mudanças sofridas pelo indicador econômico escolhido. Neste tipo de análise oscila-se um elemento ou variável de cada vez, mantendo os restantes constantes, sendo a sensibilidade de cada um deles, medida pela relação entre as percentagens de mudança do indicador econômico e das variáveis investigadas.

As *análises multidimensionais* consistem em submeter dois ou mais elementos do fluxo de caixa de um projeto a variações simultâneas, para posteriormente se analisar o seu efeito sob o indicador econômico escolhido.

## 4. Minério de ferro de Angola

### 4.1. Generalidades sobre Angola

Angola é um país com 1.247.000 km<sup>2</sup> localizado na costa ocidental de África, sendo as suas fronteiras com a República Democrática do Congo, Namíbia e Zâmbia (figura 18). O seu território divide-se em 18 províncias sendo Luanda a capital do país.



Fonte: Modificado de Google maps.

Figura 18 – Localização de Angola no mundo.

Em termos demográficos, o país tem mais de 12,7 milhões de habitantes, sendo 75% de raça negra divididos em vários grupos étnicos (CIA, 2010).

Em termos geográficos, Angola está dividida em uma orla litoral árida, temperada pela corrente fria de Benguela, um planalto interior húmido, uma savana seca no interior

sul e sudeste, e floresta tropical no Norte e em Cabinda. O clima é dividido em duas estações, verões quentes e secos e invernos temperados. O período chuvoso acontece de fevereiro a abril, mas nas zonas de maior altitude do interior, este período vai de novembro a abril, seguido de uma estação seca e fria de maio a outubro.

A tabela 13 apresenta informações básicas e dados econômicos relevantes de Angola.

Tabela 13 – Informações relevantes sobre Angola

<b>Dados básicos e econômicos</b>	
<b>Nome oficial</b>	República de Angola
<b>Capital</b>	Luanda
<b>População</b>	12.799.293 (Julho de 2009)
<b>Área total</b>	1.246.700 km <sup>2</sup>
<b>Localização</b>	Sudeste de África
<b>Línguas</b>	Português (oficial) e dialetos africanos
<b>Presidente</b>	José Eduardo dos Santos
<b>Divisão administrativa</b>	18 províncias
<b>Cidades importantes</b>	Benguela, Cabinda, Huambo, Lobito, Lubango, Malanje e Namibe
<b>Moeda</b>	Kwanza
<b>Câmbio oficial (US\$ - Kz)<sup>(1)</sup></b>	93,751
<b>PIB a preços correntes (est. 2009,)</b>	US\$ 70,53 bilhões
<b>Taxa de inflação</b>	13,1% (2009 est.)

Fonte: CIA, 2010. <sup>(1)</sup>Banco Nacional de Angola, 20/04/2010

Angola registou uma época de atividade agrícola intensa até 1970, sendo o café o seu principal produto. Também eram cultivados generos alimentícios como milho, amendoim, cana-de-açúcar, batata, arroz, cacau, banana etc, e produtos comerciais como tabaco, algodão, borracha e sisal. Atualmente é praticada a agricultura de subsistência, mas a maioria dos alimentos consumidos no país são importados.

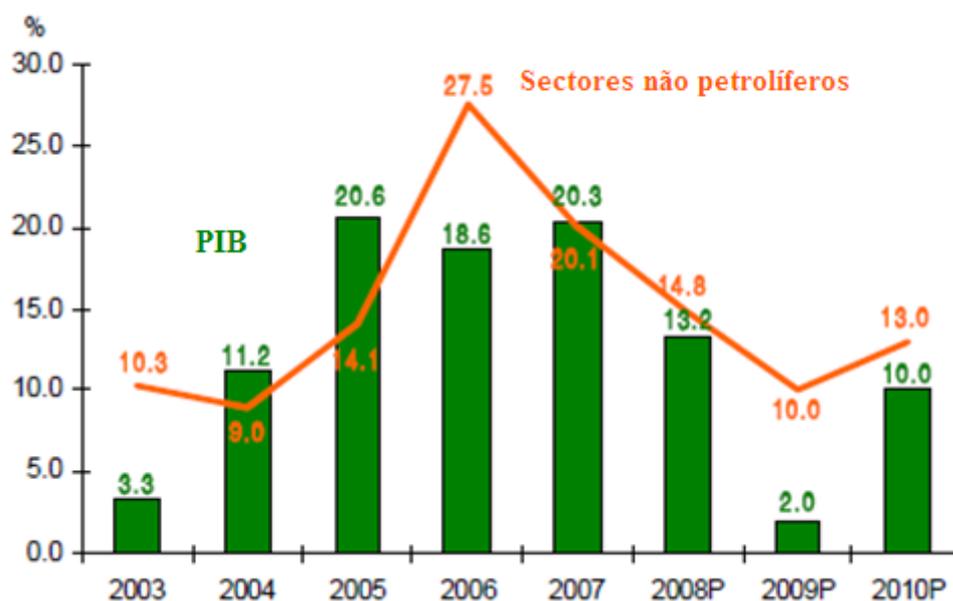
O país esteve em guerra civil durante 27 anos, por isso parte das suas infraestruturas estão danificadas e subdesenvolvidas. Com o fim da guerra em 2002, o Governo angolano começou os trabalhos de reconstrução das infraestruturas públicas usando linhas de crédito de países como a China, Brasil, Portugal, Alemanha, Espanha e

União Europeia, que desde 2005 têm emprestado bilhões de dólares ao país (CIA, 2010).

Os fatos econômicos mais importantes na economia angolana foram a redução das taxas de inflação ao consumidor, que caíram de 325% em 2000 para menos de 13% em 2008 (CIA, 2010), e o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) que de 2003 a 2007 aumentou a uma taxa média anual de 14,96% (BES, 2010).

A economia angolana é fortemente dependente dos desempenhos do setor petrolífero (produção e preços internacionais), que representa cerca de 55% do PIB, 79% das receitas do Estado e 95% das exportações (Angola Online, 2008).

A figura 19 apresenta o histórico do crescimento anual do PIB e dos setores não petrolíferos, de 2003 a 2010.



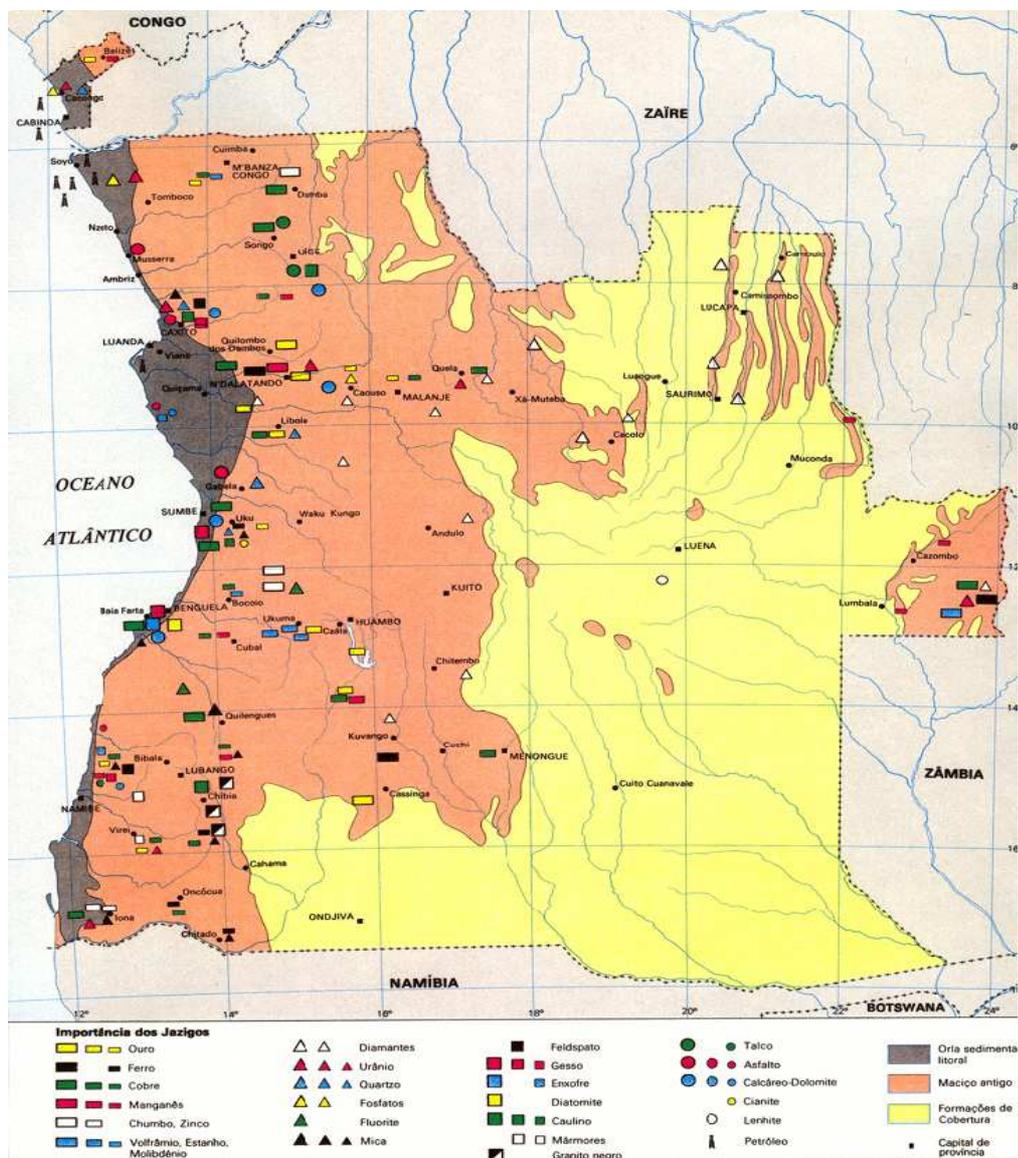
Fonte: BES (2010), The World Bank.(2010)

Figura 19 – Crescimento do PIB e dos setores não petrolíferos de Angola.

Após vários anos com um crescimento na casa dos dois dígitos, o país sofreu uma contração em 2009 devido à recessão global e a redução dos preços mundiais de

petróleo, mas espera-se que em 2010 a atividade econômica volte a acelerar. No caso dos setores não petrolíferos, o governo angolano tem feito esforços no sentido de diversificar a sua economia, mas ainda está longe de alcançar os resultados esperados.

Angola possui um grande potencial em recursos minerais, estima-se que no seu subsolo se encontrem 35 dos 45 minerais mais importantes do mercado mundial (*Info-Angola*), destacando-se o petróleo, gás natural, diamantes, fosfatos, ferro, magnésio, ouro, rochas ornamentais etc (figura 20).



Fonte: Info - Angola.

Figura 20 – Mapa dos principais recursos minerais de Angola.

O potencial dos recursos minerais de Angola é praticamente desconhecido porque apenas uma ínfima parte está completamente avaliada. As atividades angolanas de mineração, desde que o país se tornou independente em 1975, resumem-se na extração de diamantes, no nordeste do país, nas províncias Lunda Norte e Lunda Sul, e na extração de mármore e granito na região sudoeste, mas em escalas mais reduzidas.

No que se refere ao minério de ferro, a maioria dos depósitos de Angola é constituída por formações ferríferas do tipo BIF (Banded Iron Formation- formações ferríferas Bandadas) e BHQ (Banded Hematite Quartzite), ambas de minério do tipo itabirito.

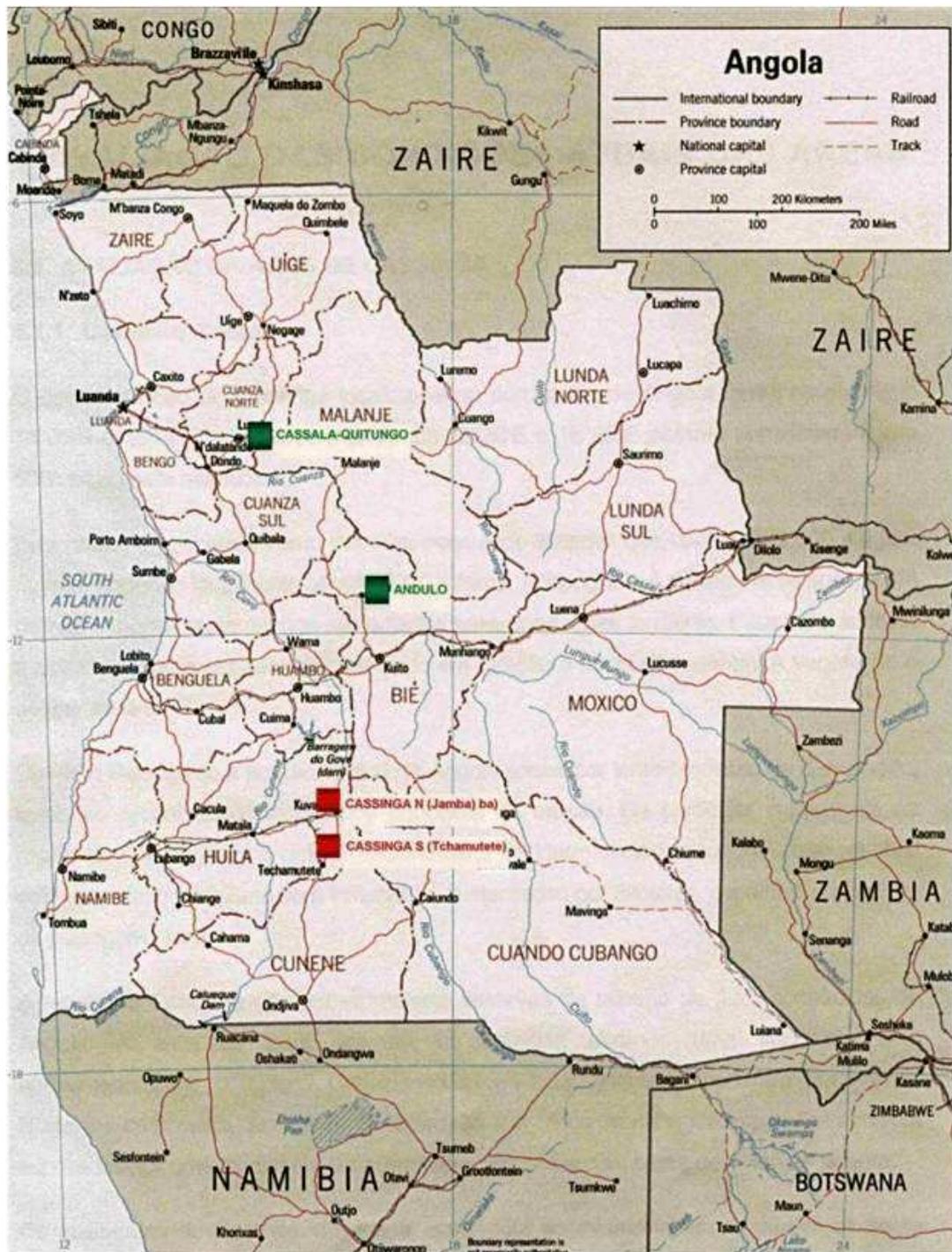
#### **4.2. Reservas de minério de ferro**

O minério ocorre principalmente nas províncias de Malanje, Bié (jazidas do Andulo), Huambo (jazidas do Bailundo e Kuíma), Huíla e Cuanza Norte. Mas as reservas mais importantes e significativas do país são as da região de Cassinga na província da Huíla e as de Cassala e Quitungo na província do Cuanza Norte (figura 21).

As regiões de Cassala e Quitungo situam-se a aproximadamente 230 km de Luanda, capital de Angola, e a 56 km do ramal ferroviário do Dongo, na província do Cuanza Norte. Trabalhos de prospecção realizados na província, na década de 50, reportam a existência de afloramentos de magnetita e titano-magnetita numa área que incluía Cassala, Jangada, Kaho e Quitungo, sendo este último considerado o maior depósito da região (*Klöckner, 1967*).

Para os depósitos de Cassala e Quitungo, as reservas estimadas (incluindo reservas provadas, prováveis e possíveis) de minério de ferro são da ordem de 260 milhões de toneladas, dos quais 72 milhões de toneladas encontram-se na jazida de Cassala. Deste total, 125 milhões de toneladas foram classificadas como reservas

provadas, sendo 38 milhões de toneladas pertencentes a jazida de Cassala, com teores entre os 34 – 41% (CMA, 1998).



Fonte: Gevale, 2004.

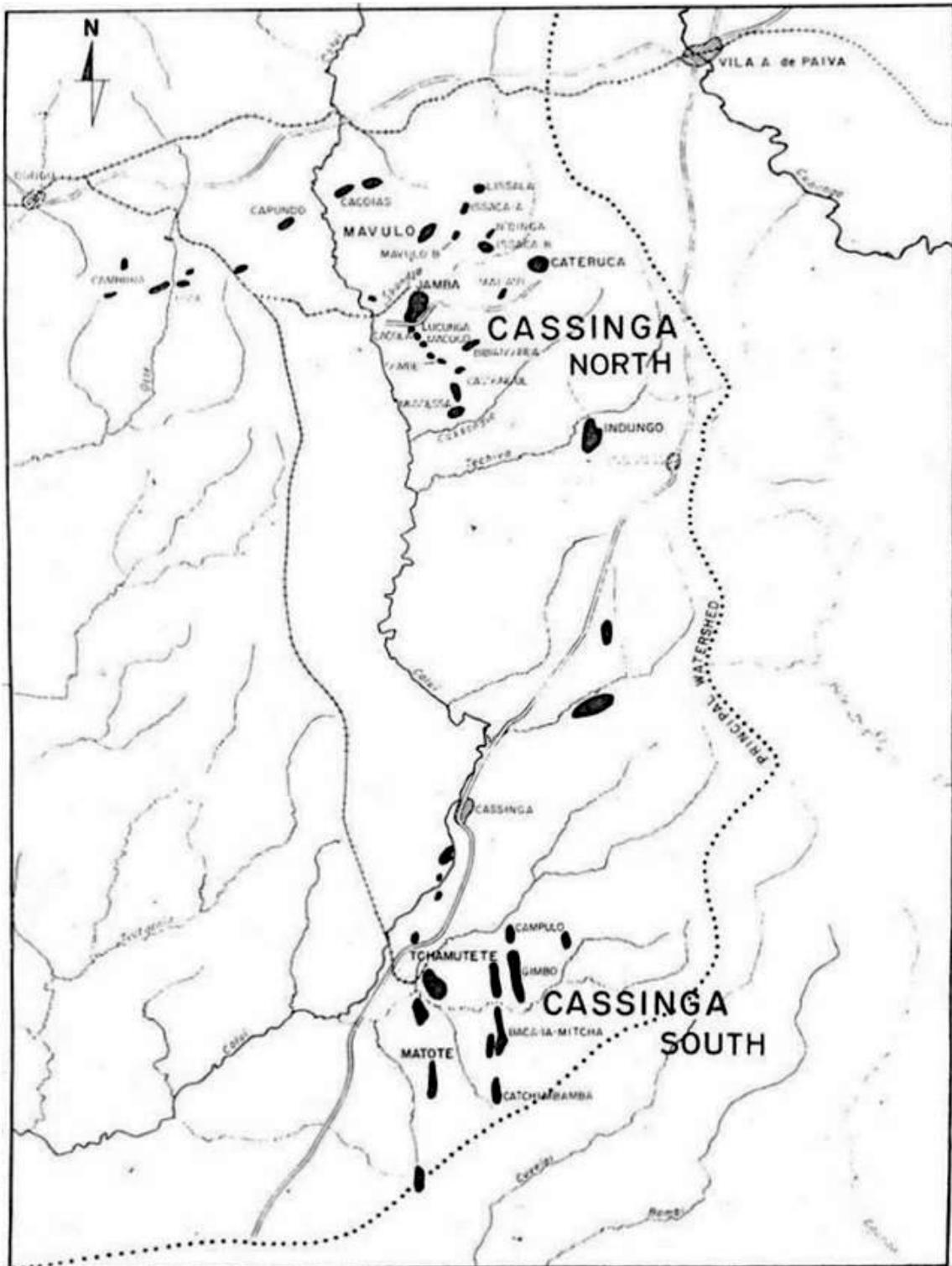
Figura 21 – Localização das áreas com ocorrências de minério de ferro.

A região de Cassinga, na província da Huíla, é uma peneplanície com cerca de 100 afloramentos de jazidas de itabirito do tipo BHQ (Banded Hematite Quartzite) identificadas, com reservas estimadas em mais de 4,2 bilhões de toneladas.

A região de Cassinga, dividida em Cassinga Norte e Cassinga Sul, por razões minerárias, é considerada a região de Angola mais rica em minério de ferro e com as maiores reservas.

Trabalhos de reconhecimento realizados em 1972, no município da Jamba, nas jazidas de Cateruca e Jamba (Cassinga Norte), e no município de Tchamutete nas jazidas de Tchamutete, Matote, Gimbo e Erema (Cassinga Sul), levaram a identificação de vastos recursos de “minério primário de ferro”, do tipo itabirito (BHQ) com mais de um bilhão de toneladas estimados de minério “in-situ” e teores da ordem de 35-47% de ferro (CMA, 1998; GCL, 2008).

A figura 22 apresenta um mapa com a delimitação das jazidas conhecidas de minério de ferro de Cassinga Norte e de Cassinga Sul.



Fonte: GCL, 2008.

Figura 22 – Jazidas de minério de ferro de Cassinga Norte e Cassinga Sul.

O depósito de Cateruca, localizado a cerca de 12 km a nordeste da cidade mineira da Jamba, é considerado como a jazida com as maiores reservas de minério de ferro de Cassinga.

O conhecimento das reservas mineráveis da região de Cassinga fundamentou-se nos estudos geológicos, geoestatísticos, mineralúrgicos e mineiros, que se realizaram na década de 1950, prosseguiram até a parada das atividades em 1975, e foram retomados nas décadas de 80 e 90 (CMA, 1998).

A maior parte das reservas de alto teor, tanto de Cassinga, quanto de Cassala e Quitungo, foi lavrada durante anos. Na tabela 14 apresentam-se as reservas remanescentes de minério de ferro de Angola, ou seja, recursos de minério que ficaram por lavar e que estavam identificados antes da interrupção das atividades de mineração.

Tabela 14 - Reservas conhecidas de minério de ferro de Angola

<b>Províncias</b>	<b>Região</b>		<b>Reservas Estimadas (10<sup>6</sup>t)</b>	<b>Reservas provadas (10<sup>6</sup>t)</b>	<b>Teor médio (%)</b>	<b>Tipo de minério</b>
<b>Cuanza Norte</b>	Cassala		260	125	34-41	Bandas de magnetita-quartzito
	Quitungo					
<b>Huíla</b>	Cassinga	Cassinga Norte (Jamba)	42	20,3 <sup>(1)</sup>	40-47	Quartzitos estriados de hematita-magnetita
		Cateruca	≈1000	614	31	
		Cassinga Sul (Tchamutete)	31,7	12,5	40,9	Minério maciço

Fonte: Klöckner, 1967; CMA, 1998; GCL, 2008. <sup>(1)</sup> Reserva de minério remanescente contido em 4 jazidas diferentes.

Por não existirem trabalhos de pesquisa detalhada nas áreas referidas, não é possível quantificar com segurança as reservas e os teores do minério. Por essa razão vê-se a necessidade de se realizarem novas pesquisas à luz das tecnologias atuais e

modernas, com sondagens profundas, para retirada de amostras industriais, visando atualizar e reavaliar as jazidas conhecidas e identificar novas reservas.

### **4.3. Histórico das explorações e explorações de minério de ferro em Angola**

Uma das primeiras empresas a fazer a extração de minério de ferro em Angola foi a Companhia de Manganês de Angola, S.A.R.L., que efetuou atividades de lavra de minério de ferro de alto teor até 1975, na província de Cuanza Norte, em numerosas ocorrências dispersas, principalmente, nas jazidas de Saia, Tumbi, Quissaquel, cujos produtos foram escoados pelo porto de Luanda. Por não apresentarem uma continuidade regular, apenas as jazidas aflorantes e sub-aflorantes foram lavradas, até o seu esgotamento (CMA, 1998).

Após o esgotamento das reservas de alto teor (minério hematítico), aquela empresa realizou trabalhos de prospecção voltados para pesquisa de jazidas de magnetita e titano-magnetita nas regiões de Cassala, Quitungo, Jangada e Kaho, que detectaram a existência de numerosas jazidas de quartzitos hematíticos e magnetíticos (taconitas), revelando-se as zonas de Cassala e Quitungo as mais promissoras.

Além da Companhia de Manganês de Angola, muitas companhias estrangeiras, principalmente da França, Alemanha e Japão, exploraram e lavraram minérios de ferro nas regiões de Cassala e Quitungo (CMA, 1998).

Atividades de mineração também se registaram nas jazidas de Kuíma e Bailundo, na província do Huambo e nas jazidas do Andulo na província do Bié, mas por outra empresa, a Companhia Mineira do Lobito - CML. Essa empresa procedeu a lavra das reservas de alto teor da jazida de Kuíma entre 1957 e 1967, de onde se produziram cerca de 4,35 milhões de toneladas de concentrados de ferro hematítico, com teores de 62% a 66% Fe. O escoamento desta produção foi feito por um ramal próprio, pelo Caminho de Ferro de Benguela, até o porto do Lobito para exportação (CMA, 1998).

O minério das jazidas de Andulo e Bailundo também foi lavrado na mesma época, mas juntava-se ao minério do Kuíma. Na década de 50, ao mesmo tempo que se fazia a extração de minérios nestas jazidas, iniciaram-se as pesquisas sob o minério de ferro de Cassinga, na província da Huíla, que detectaram a existência de significativas reservas de minério de alto teor.

Por causa destas reservas, a CML implantou em Cassinga um conjunto integrado, mina, estrada-de-ferro, e porto, conhecido como Complexo Mineiro de Cassinga, que entrou em funcionamento em 1967. Os principais recursos de minério de ferro de alto teor da região de Cassinga foram lavrados das jazidas da Jamba, em Cassinga Norte; e de Tchamutete, em Cassinga Sul.

Em finais da década de 50 e começo da década de 60, a CML em parceria com o Governo de Angola e com a companhia Krupp, iniciaram a lavra de massas hematíticas de alto teor no morro de Tchamutete, com vista na produção de concentrados na ordem de 1,5 milhões de toneladas por ano. Entre 1961 e 1965, a produção de concentrados na região de Cassinga passou para 5,5 milhões de toneladas e, de 1970 a 1973, para 6,0 milhões de toneladas por ano, com extração de minério eluvionar das jazidas da Jamba e Cateruca, e de minério maciço da jazida de Tchamutete (CMA, 1998).

Segundo os estudos realizados pela Gevale (2004), a lavra do minério "in-situ" da área de Cassinga Norte foi realizada praticamente sobre material alterado, com o objetivo de extrair de forma seletiva o minério de alto teor. Não foram efetuados trabalhos sobre a rocha sã usando o desmonte com explosivos.

As minas da Jamba e de Tchamutete operaram de 1967 a 1975, sofrendo uma interrupção brusca devido ao conflito armado de luta pela independência que se gerou em todo o país. Durante os anos de atividade mineira foram lavrados nas duas minas aproximadamente 70 milhões de toneladas de minério de ferro e transportados pela estrada-de-ferro do Namibe cerca de 40 milhões de toneladas de concentrados. O escoamento deste material era feito pelo ramal ferroviário de Cassinga, pela estrada-de-ferro Namibe-Menongue, até o terminal portuário de minério do Saco do Giraúl (hoje

Sacomar) na província do Namibe, à uma distância de aproximadamente 550 km (CMA, 1998; GCL, 2008).

O minério era empilhado em lotes de embarque, com as especificações dos contratos de venda, que posteriormente eram carregados em navios com capacidade de até 150 mil toneladas. Grandes quantidades de minério foram exportadas para países como a Alemanha, Estados Unidos e Japão, sendo este último o maior importador do minério angolano na época (GCL, 2008).

#### **4.4. Situação atual do mercado angolano de minério de ferro**

O mercado angolano de minério de ferro está inoperante desde 1975 devido a guerra civil. Hoje, após o longo período de guerra civil que se estendeu por mais de 30 anos, Angola tem estabilidade militar, política e econômica, e é um país mais próspero, dinâmico e seguro, para o qual o apoio financeiro e a assistência técnica dos países mais desenvolvidos servirão para impulsionar a sua reconstrução e economia.

A estabilidade política e econômica criou novas oportunidades de investimento no país, merecendo destaque o setor de construção civil e obras públicas, já que em todo o território angolano estão se desenvolvendo, ampliando e melhorando as infraestruturas básicas necessárias para o país.

Desde 2002, o governo vem realizando uma série de medidas macro-econômicas para relançar a economia nacional, reduzir a taxa de inflação, estabilizar o câmbio monetário. Além disso, também vem estimulando e atraindo cada vez mais investimentos através de incentivos fiscais ao investimento produtivo e regimes de isenção de impostos, como é o caso do imposto industrial. Segundo dados do *Ministério das Finanças de Angola*, os incentivos fiscais ao investimento produtivo são:

- Isenção do pagamento do Imposto Industrial de 5 a 15 anos (varia de acordo com a província onde será feito o investimento);

- Isenção do pagamento do Imposto de SISA (imposto de transmissão de bens imóveis);
- Isenção do pagamento do Imposto sobre a Aplicação de Capitais de 5 a 15 anos;
- Isenção do pagamento de Direitos Aduaneiros (3 anos).

Com estes estímulos e com os problemas políticos e militares resolvidos, Angola reúne as características de um país com grande potencial de desenvolvimento.

Um dos setores em que o governo angolano está apostando é no setor de mineração, aumentando a produção mineira, e garantindo a diversificação e aproveitamento dos recursos naturais que o país possui.

Empenhado em mudar o cenário de dependência do setor petrolífero e do setor de diamantes, o governo angolano está criando programas de relançamento do setor mineral, especialmente de ferro e manganês e indústria siderúrgica, abrindo à iniciativa privada com o objetivo de industrializar o país.

Os resultados destas estratégias no setor de minério de ferro já são visíveis, as minas de Cassinga despertaram o interesse de empresas de vários países como a Tata Steel da Índia, a líder mundial BHP Billiton, os holandeses da Bateman Engineering, e grupos do Brasil e dos Estados Unidos (*Lusa, 2007*).

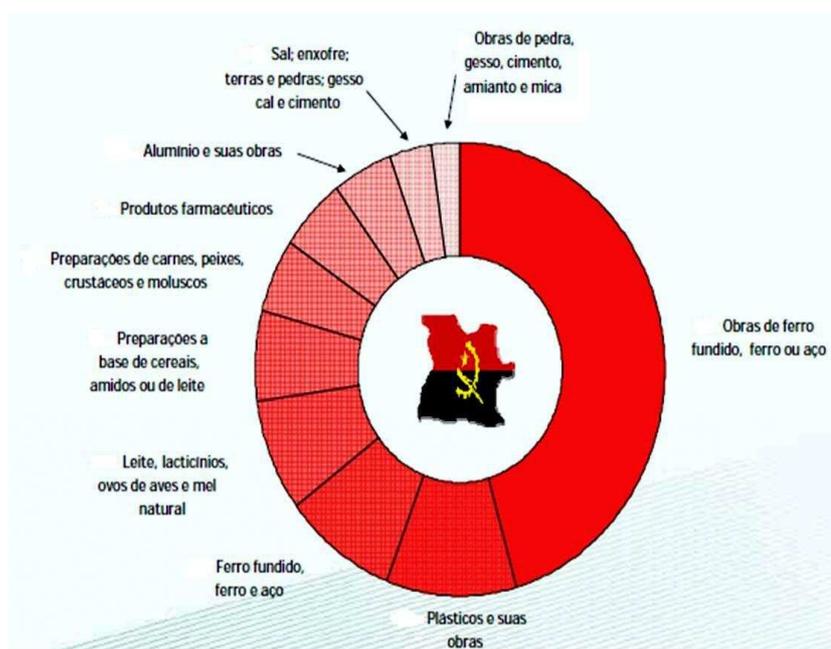
#### **4.4.1. Demanda e suprimento de minério de ferro**

A demanda por bens minerais é diretamente proporcional a economia de um país. Angola vem apresentando um grande crescimento econômico, apoiado principalmente pelas suas exportações de petróleo, o que tem levado ao aumento da procura por outros bens minerais.

A procura por matérias-primas para a construção civil aumentou substancialmente devido as grandes obras de reconstrução do país que estão em curso, como, infra-estruturas de saneamento, estradas-de-ferro, energia, pontes etc. Mas, por não possuir

um setor industrial desenvolvido, Angola é fortemente dependente das importações de bens de consumo, que representam aproximadamente 60% do total importado (*aicep Portugal Global, 2009*).

Para as obras que o país vem desenvolvendo, os produtos de maior procura são os derivados de ferro fundido, ferro e aço, como se pode ver na figura 23.



Fonte: Modificado de Palma, 2009.

Figura 23 – Produtos industrializados de maior procura em Angola.

Entre 2004 e 2008 as importações angolanas aumentaram em 193%, motivadas pela estabilidade da moeda nacional (Kwanza), disponibilidade de moeda estrangeira e crescimento do PIB, ocupando a 82ª posição no ranking mundial (*aicep Portugal Global, 2009*).

Segundo informações da Agência Central de Inteligência dos Estados Unidos (*CIA, 2010*), Angola importou em 2008 produtos no valor de US\$ 17,08 bilhões e de US\$ 12,81 bilhões em 2009, um decréscimo motivado pela retração econômica gerada pela crise mundial.

Portugal é o principal exportador de produtos para Angola. Em 2003 exportou derivados de ferro fundido, ferro ou aço, no valor de 18,5 milhões de euros, passando esse valor para 83,7 milhões de euros em 2007, representando uma taxa de crescimento média anual de 45,8% (*Palma, 2009*).

O Brasil, que também é um dos maiores fornecedores de produtos para Angola, exportou para aquele país grandes quantidades de derivados de ferro e aço, que são apresentadas na tabela 15.

Tabela 15 – Importações de derivados de ferro e aço do Brasil para Angola.

(US\$ mil fob)

<b>Produtos</b>	<b>2007</b>	<b>% do total</b>	<b>2008</b>	<b>% do total</b>	<b>2009</b>	<b>% do total</b>
Derivados de ferro fundido, ferro ou aço	60.266	4,9%	164.430	8,3%	72.772	5,5%
Ferro fundido, ferro ou aço	29.432	2,4%	41.121	2,1%	56.044	4,2%
Construções pré fabricadas de ferro ou aço	57.180	4,7%	26.094	1,3%	28.213	2,1%
<b>Total</b>	<b>146.878</b>	<b>12%</b>	<b>231.645</b>	<b>11,7%</b>	<b>157.029</b>	<b>11,8%</b>

Fonte: Modificado de MRE, DPR & DIC.

#### **4.4.2. Perspectivas para o setor angolano de minério de ferro**

O Estado angolano, com vista na industrialização do país pretende desenvolver o setor de minério de ferro, através da implementação de programas de prospecção e pesquisa para identificar jazidas de ferro de alto teor e avaliar o volume de reservas exploráveis com valor comercial. Também tenciona explorar as jazidas de baixo teor que foram estudadas antes do conflito armado, proceder a concentração dos minérios lavrados até a peletização e a produção das principais matérias-primas para a produção de aço.

Mas, para desenvolver a indústria siderúrgica nacional em todos os sentidos e criar um mercado estável, Angola precisa desenvolver as estruturas geológicas do país,

no sentido de se obter informações geológicas de qualidade, para que se possa avaliar o seu potencial mineiro e assim atrair investimentos para o setor.

Qualquer plano de ação do governo angolano deve levar em consideração as 4 questões econômicas do setor mineral:

### **1. O que produzir?**

É muito importante conhecer as principais necessidades dos mercados de minério de ferro, externo e interno, e a seguir fazer o levantamento de informações geológicas de qualidade para se conhecer e avaliar o potencial mineiro do país.

As intenções atuais do Estado angolano são de reativar as antigas minas da região de Cassinga, para lavrar e concentrar o minério de ferro de baixo teor (itabirito ou BHQ) das jazidas estudadas até 1975.

### **2. Quanto produzir?**

A produção vai depender de diversos fatores como: quantidade de reservas, teor e características das jazidas de minério de ferro existentes no país, especificações do mercado e preços de comercialização.

No caso da região de Cassinga, a maioria das jazidas de minério de ferro conhecidas possuem reservas muito baixas e com minério de baixo teor. Mas existem jazidas com maiores reservas estimadas e pouco estudadas, que justificam a realização de novos estudos para aumentar as reservas conhecidas e a vida útil dos empreendimentos que forem erguidos. Até 1975 foram identificados recursos em 44 jazidas, que são considerados como reserva possível (*GCL, 2008*).

### **3. Como produzir?**

É necessário atrair e mobilizar os investimentos para exploração do minério de ferro no país. Por essa razão, o Governo angolano procura criar parcerias público-privadas, para a exploração de minério de ferro, com investidores estrangeiros e/ou nacionais.

#### 4. Para quem produzir?

Isso requer estudos do mercado externo de minério de ferro, tendências e perspectivas mundiais, países consumidores etc., além de um profundo estudo das necessidades do próprio país em termos de consumo do minério.

A China é o país que mais importa minério de ferro no mundo para atender as necessidades do seu mercado interno, e Angola é o segundo país lusófono com grandes acordos comerciais com aquele país (*Lusa, 2009*), principalmente para exportações de petróleo. Um acordo comercial com a China para desenvolver o setor de minério de ferro poderá beneficiar muito à Angola.

Para dar início ao processo de desenvolvimento do setor de minério de ferro, foram lançados projetos mineiros de extração e processamento de ferro. Além disso, está prevista a retomada das atividades mineiras na região de Cassinga, para aproveitamento das jazidas da Jamba, Cateruca e Tchamutete, na província da Huíla, e na região de Cassala e Quitungo, na província do Cuanza Norte.

A reativação do setor de minério de ferro no país além de desenvolver a indústria siderúrgica poderá ajudar a promover ações como:

- Criação de postos de trabalho diretos e indiretos.
- Contribuição para retenção da população nos locais de implementação dos projetos mineiros, com redução da emigração das populações do interior para a cidade.
- Reabilitação das vias rodoviárias e ferroviárias e portos comerciais.
- Impacto progressivo do fluxo populacional das cidades para o campo.
- Redução da dependência de produtos siderúrgicos do exterior.
- Desenvolvimento socio-econômico das províncias envolvidas nos projetos.
- Melhoria de balança comercial a médio e longo prazo.

## **5. Cálculo econômico da extração de minério de ferro das jazidas de Cassinga Norte**

### **5.1. Descrição do projeto Cassinga Norte**

O projeto de minério de ferro de Cassinga Norte tem como objetivo a retomada das atividades de mineração no município da Jamba, na província da Huíla, para a extração de minério de ferro eluvionar que ficou por lavrar, na década de 70, e já estava estudado para o efeito.

A retomada das atividades em Cassinga Norte tem como base a existência de reservas remanescentes de minério de ferro estimadas em aproximadamente 42 milhões de toneladas. Estas reservas foram estudadas de 1966 a 1975, e comprovadas em 1981 durante trabalhos de prospecção, pesquisa e avaliação para aproveitamento do minério de baixo teor (BHQ) existente na região. As mesmas estão discriminadas como segue (GCL, 2008):

Reserva Provada  $\approx$  20,3 milhões de toneladas

Reserva Provável  $\approx$  12,3 milhões de toneladas

Reserva Possível  $\approx$  8,6 milhões de toneladas

A reserva provada está contida em cinco jazidas: Indungo, Cassonge, Mussessas, Osse A e B, com as características que estão apresentadas na tabela 16.

Tabela 16 – Características principais das 5 jazidas em estudo.

Jazida	Área min. A (m <sup>2</sup> )	Volume, V (m <sup>3</sup> )	Tonelagem min. T (t)	% Fe (média ponderada)	Dens. “in situ” d (t/m <sup>3</sup> )
Indungo	2.322.110	3.545.502	8.736.117	47,61	2,464
Cassongue	1.312.498	1.348.059	3.074.922	43,35	2,281
Mussessas	1.069.560	1.247.531	2.758.291	40,89	2,211
Osse A	869.090	1.439.954	3.372.214	46,34	2,34
Osse B	645.775	1.009.493	2.328.625	45,31	2,31
<b>Total</b>	<b>6.219.033</b>	<b>11.264.070</b>	<b>20.270.169</b>	<b>45,56</b>	

Fonte: CGL, 2008

O projeto de retomada das atividades mineiras de Cassinga Norte numa primeira fase foi concebido para a possível exploração de 20,3 milhões de toneladas de minério de ferro concentrados nas cinco jazidas referidas, com um teor médio “in situ” de 45,56%.

Estão previstos 13 anos de atividade produtiva, sendo os 3 primeiros anos de pré-produção, com lavra a céu aberto através de equipamentos mecânicos móveis (escavadeiras e carregadeiras) sem o uso de explosivos. O ritmo de produção será de 2 milhões de toneladas de minério de ferro por ano e de 1 milhão de toneladas de concentrados por ano, divididos em dois produtos:

- Concentrados “pebble” (50%), na classe granulométrica de 20 – 5 mm e com teores mínimos de 61,5% Fe.
- Concentrados finos (50%), na classe granulométrica de 5 – 0,5 mm e com teores mínimos de 62% Fe.

A recuperação da lavra e a diluição do minério foram estimadas em 90% e 5%, respectivamente. A recuperação do metal durante a concentração do minério foi estimada em 85%, apresentando o concentrado um teor mínimo de 62% de ferro.

Após concentração do minério está previsto o seu escoamento por transporte ferroviário para o porto do Namibe, para posteriormente ser vendido. Será um empreendimento de pequeno porte mas com grandes perspectivas de evolução e crescimento.

### 5.1.1. Investimentos de capital (CAPEX)

Os investimentos a serem realizados no empreendimento envolvem as despesas com os trabalhos de desenvolvimento, compra de equipamentos, construção de infraestruturas, entre outros, e estão distribuídos como apresenta a tabela 17.

Tabela 17 – Distribuição dos investimentos do projeto Cassinga Norte.

<b>Área de investimento</b>	<b>US\$ milhões</b>
Iniciais (trabalhos preparatórios, formação profissional etc.)	8,810
Equipamentos (equipamentos mineiros, usina, laboratórios, transporte etc.)	60,695
Infraestrutura	21,250
<b>Investimento fixo total</b>	<b>90,755</b>

Fonte: CGL, 2008

**Capital de giro:** o capital necessário para o início das operações do projeto foi estimado em 5% do investimento fixo total, valor que retornará ao caixa da empresa no fim da vida útil da mina.

### 5.1.2. Custos totais estimados

Os custos totais do projeto estão distribuídos pelas diferentes áreas de produção como apresentado na tabela 18.

Tabela 18 – Distribuição dos custos totais do projeto Cassinga Norte.

<b>Área de custo</b>	<b>US\$ / tonelada de Run of Mine (ROM)</b>
Custo de Mineração e Carregamento	1,3454
Custo de Transporte de ROM e Estéreis	1,5433
Custo de Controlo das Operações de lavra	0,412
Custo total de concentração	6,30
<b>Custos de transporte de concentrado</b>	<b>US\$ / tonelada de concentrado</b>
Custo de transporte ferroviário	5,0
Custo de operação e carregamento de navios	2,5
<b>Custos gerais</b>	<b>US\$/ ano</b>
Custos administrativos, salários e outros	7,5265
<b>Custos ambientais</b>	<b>US\$ Milhões</b>
Construção (pilha de estéril, bacia de rejeitos)	2,100
Recuperação ambiental	4,800
Manutenção e monitorização	2,400

Fonte: CGL, 2008

### 5.1.3. Encargos de capital

#### Exaustão

Tendo em conta que a empresa que detém os direitos de exploração e exploração das jazidas não teve encargos financeiros na aquisição das áreas mineralizadas, porque as mesmas foram-lhes atribuídas pelo governo angolano, nos cálculos econômicos não será considerada a *exaustão mineral*.

#### Amortização

Também não será considerada a *amortização* das despesas de prospecção, pesquisa e reconhecimento porque estes trabalhos foram realizados há muitas décadas atrás, estando os valores dos seus gastos desfasados em relação a realidade atual.

#### Depreciação

Praticamente toda a infraestrutura que existia em Cassinga Norte (lavaria, oficinas, laboratórios etc.) foi destruída durante a guerra, havendo a necessidade de se construir novas instalações para assegurar as atividades de lavra. Durante os anos de exploração das jazidas, estes bens estarão sujeitos as despesas anuais de depreciação.

Segundo o regulamento do regime fiscal para a indústria mineira de Angola são deduzidas as porcentagens de depreciação seguintes (*Diário da República, 1996*):

- Equipamentos mineiros fixos ..... 20%
- Equipamentos mineiros móveis ..... 25%
- Ferramentas e utensílios de mineração ..... 33,3%
- Equipamentos de acampamento e escritório ..... 20%
- Outros móveis ..... 20%
- Bens incorpóreos ..... 25%

No cálculo da quota anual de depreciação foi usado o método da linha reta ou linear, sem considerar o valor residual do ativo. A taxa de depreciação foi quantificada em 23,88%, referente ao valor médio das porcentagens acima referidas.

#### **5.1.4. Impostos**

De acordo com o regulamento do regime fiscal para a indústria mineira de Angola os impostos inerentes a atividade mineira são os seguintes (*Diário da República, 1996*):

- Taxa de imposto de rendimento da indústria mineira: 40%
- Taxa do royalty para minerais metálicos: 3% do valor do minério vendido

#### **5.1.5. Preços de venda**

Para efeito de cálculo assumiu-se para preço de venda dos concentrados que serão produzidos, o preço base praticado pela Vale nos contratos do presente ano, na venda dos seus produtos, ou seja, US\$ 120 / tonelada.

#### **5.1.6. Taxa mínima de atratividade**

Esta taxa reflete as expectativas dos investidores em relação aos riscos inerentes ao projeto, e é usada para descontar os fluxos de caixa do mesmo. O projeto em estudo prevê uma taxa de atratividade de 12% a.a.

### **5.2. Cálculo das grandezas econômicas do projeto**

Neste ponto serão determinadas as grandezas econômicas necessárias para a montagem do fluxo de caixa do projeto Cassinga Norte, as quais são essenciais para a sua avaliação econômica.

#### **5.2.1. Valor bruto do depósito**

O valor bruto do depósito é determinado através do produto entre a reserva, o teor médio do minério in situ e o preço estimado para a venda do minério.

*Valor bruto do depósito = reserva mineral × teor in situ × preço estimado*

*Valor bruto do depósito = 20.300.000 × 0,4556 × 120*

**Valor bruto do depósito = US\$ 1.109.841.600**

### **5.2.2. Reserva recuperável**

A reserva recuperável indica quanto da reserva mineral existente poderá ser efetivamente recuperado. Esse valor é obtido deduzindo da reserva mineral a recuperação estimada da lavra e adicionando a diluição do minério.

*Reserva recuperável = Reserva mineral × % recuperação da lavra*

*Reserva recuperável = 20.300.000 × 0,9 = 18.270.000 t*

*Diluição da reserva = reserva recuperável × % diluição = 18.270.000 × 0,05*

*Diluição da reserva = 913.500 t*

*Reserva recuperável total = reserva recuperável + diluição da reserva*

***Reserva recuperável total = 18.270.000 + 913.500 = 19.183.500 t***

### **5.2.3. Teores recuperáveis**

O teor recuperável de minério representa o teor real do minério extraído, e é obtido pela expressão:

*Teor recuperável =  $\frac{\text{reserva recuperável} \times \text{teor in situ}}{\text{reserva recuperável total}} \times 100\%$*

***Teor recuperável =  $\frac{18.270.000 \times 0,4556}{19.183.500} \times 100\% = 43,39\%$***

### **5.2.4. Receita anual bruta**

De acordo com Baudson (2008), a receita pode ser determinada usando diferentes fórmulas, estabelecidas em função da origem da receita, isto é, receita proveniente da

venda do minério extraído, da venda do concentrado ou da venda do conteúdo do bem mineral contido no concentrado. Nesse caso, a receita será proveniente da venda do concentrado, logo a Receita Anual Bruta (RAB) será obtida multiplicando a Produção Anual do Concentrado (PAC) ao seu preço de venda.

$$RAB = \text{Produção anual concentrado} \times \text{Preço venda concentrado}$$

Sendo:

$$\text{Teor médio dos concentrados} = 61,75\%$$

$$PAC = \frac{\left[ \frac{\text{reserva recuperável} \times \text{teor recuperável} \times \% \text{recuperação concentrado}}{\text{teor médio dos concentrados}} \right]}{\text{vida útil da mina}}$$

$$PAC = \frac{\left[ \frac{19.183.500 \times 0,4339 \times 0,85}{0,6175} \right]}{10} = 1.145.788 \text{ t/ano}$$

$$\text{Receita anual bruta} = 1.145.788 \times 120 = \text{US\$ } 137.494.546 \text{ /ano}$$

### 5.2.5. Investimento total (IT)

O investimento total do projeto é obtido através da soma entre o investimento fixo total, referente aos gastos com trabalhos preparatórios, construção de infra-estruturas etc., e o capital de giro.

$$IT = \text{investimento fixo total} + (\% \text{ Capital giro} \times \text{investimento fixo total})$$

$$IT = 90.755.00 + (0,05 \times 90.755.000) = \text{US\$ } 95.292.750$$

No fluxo de caixa o valor do investimento total será distribuído pelos 3 anos de pré produção do projeto.

### 5.2.6. Custo total de operação (OPEX)

O custo total de operação representa o somatório de todos os custos envolvidos no projeto, desde os custos de exploração até aos custos de recuperação ambiental.

$$OPEX = \sum \text{custos operacionais} \times \text{ritmo produção} + \text{custos gerais} + \frac{\sum \text{custos ambientais}}{\text{vida útil do projeto}}$$

$$OPEX = 17,1007 \times 2.030.000 + 7,5265 + \frac{9.300.000}{10}$$

$$\text{Custo total de operação} = \text{US\$ } 35.644.429 / \text{ano}$$

### 5.2.7. Receita operacional

A receita operacional, também chamada lucro antes do Imposto de Renda (IR), é obtida deduzindo da receita bruta anual o custo total de produção. Esse parâmetro representa o lucro da empresa antes de ser considerado o imposto de renda.

$$\text{Receita operacional} = \text{receita anual bruta} - \text{custo total de operação}$$

$$\text{Receita operacional} = 137.494.546 - 35.644.429 = \text{US\$ } 101.850.118 / \text{ano}$$

### 5.2.8. Depreciação

Para o cálculo da depreciação foi aplicado o método linear, sem considerar o valor residual do ativo, a uma taxa de depreciação de 23,88%.

$$\text{Depreciação}(23,88\%) = \text{Investimento em equipamentos} \times 0,2388$$

$$\text{Depreciação}(23,88\%) = 60.695.000 \times 0,2388 = \text{US\$ } 14.493.966$$

Esse valor será deduzido no investimento fixo total durante o 4º, 5º, 6º e 7º anos e no 8º será descontado o remanescente de US\$ 2.719.136.

### 5.2.9. Royalties

Taxa do royalty para minerais metálicos é de 3% do valor do minério vendido, e foi calculada pela expressão:

$$\text{Royalty (3\%)} = \text{Receita anual bruta} \times \text{taxa de royalty} = 137.494.546 \times 0,03$$

$$\text{Royalty (3\%)} = \text{US\$ 4.124.836}$$

### 5.2.10. Lucro tributável

O lucro tributável é obtido abatendo da receita operacional a depreciação e a taxa de royalty.

$$\text{Lucro tributável} = \text{receita operacional} - \text{depreciação} - \text{royalty}$$

$$\text{Lucro tributável} = 101.850.118 - 14.493.966 - 4.124.836$$

$$\text{Lucro tributável} = \text{US\$ 83.231.315}$$

### 5.2.11. Imposto de renda (IR)

O imposto de renda é calculado deduzindo do lucro tributável a taxa de imposto de rendimento da indústria mineira de 40%, acrescendo o valor do royalty.

$$\text{IR} = \text{Lucro tributável} \times \text{taxa do IR}$$

$$\text{IR} = 83.231.315 \times 0,4 = \text{US\$ 33.292.526}$$

### **5.3. Projeção do fluxo de caixa do projeto**

Após a determinação de todas grandezas econômicas necessárias, passou-se a projeção do fluxo de caixa do projeto, descontado a taxa mínima de atratividade de 12% a.a., estabelecida pela empresa detentora dos direitos minerários. Os cálculos foram efetuados em moeda constante, isto é, sem considerar a inflação.

A tabela 19 apresenta o fluxo de caixa do projeto, cujo resultado final foi calculado para cada ano pela expressão:

$$\textit{Fluxo de caixa} = \textit{Investimento total} + \textit{Receita operacional} - \textit{Imposto de renda}$$

Tabela 19 – Fluxo de caixa do projeto de Cassinga Norte

Item \ Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Investimento total	31.764.250	31.764.250	31.764.250										
Capital de giro													4.537.750
Receita anual bruta				137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546
Custo total de produção				35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429
Receita operacional				101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118
Depreciação				14.493.966	14.493.966	14.493.966	14.493.966	2.719.136	0	0	0	0	0
Royalty (3%)				4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836
Lucro tributável				83.231.315	83.231.315	83.231.315	83.231.315	95.006.145	97.725.281	97.725.281	97.725.281	97.725.281	97.725.281
Imposto de renda (40%)				33.292.526	33.292.526	33.292.526	33.292.526	38.002.458	39.090.113	39.090.113	39.090.113	39.090.113	39.090.113
<b>Fluxo de caixa do Projeto</b>	<b>-31.764.250</b>	<b>-31.764.250</b>	<b>-31.764.250</b>	<b>68.557.592</b>	<b>68.557.592</b>	<b>68.557.592</b>	<b>68.557.592</b>	<b>63.847.660</b>	<b>62.760.005</b>	<b>62.760.005</b>	<b>62.760.005</b>	<b>62.760.005</b>	<b>58.222.255</b>
<b>Valor Atual do Projeto (VA<sub>n</sub><sup>12</sup>) ano zero</b>	<b>28.360.938</b>	<b>25.322.266</b>	<b>22.609.166</b>	<b>43.569.589</b>	<b>38.901.419</b>	<b>34.733.410</b>	<b>31.011.973</b>	<b>25.786.999</b>	<b>22.631.887</b>	<b>20.207.042</b>	<b>18.042.002</b>	<b>16.108.930</b>	<b>13.343.038</b>

## 5.4. Determinação dos indicadores de rentabilidade

Com base nos resultados do fluxo de caixa do projeto, determinou-se os parâmetros de rentabilidade do mesmo, aplicando os seguintes métodos de avaliação econômica: *Valor Atual Líquido (VAL)*, *Taxa Interna de Retorno (TIR)*, *Período de Retorno (PR)* e *Índice do Valor Atual (IVA)*.

### 5.4.1. Valor Atual Líquido (VAL)

Na determinação do VAL foram aplicadas as ferramentas do Excel, como apresentado na figura 24. Para isso, seguiram-se os seguintes passos: Excel →  $f_x$  → Financeira → VAL.

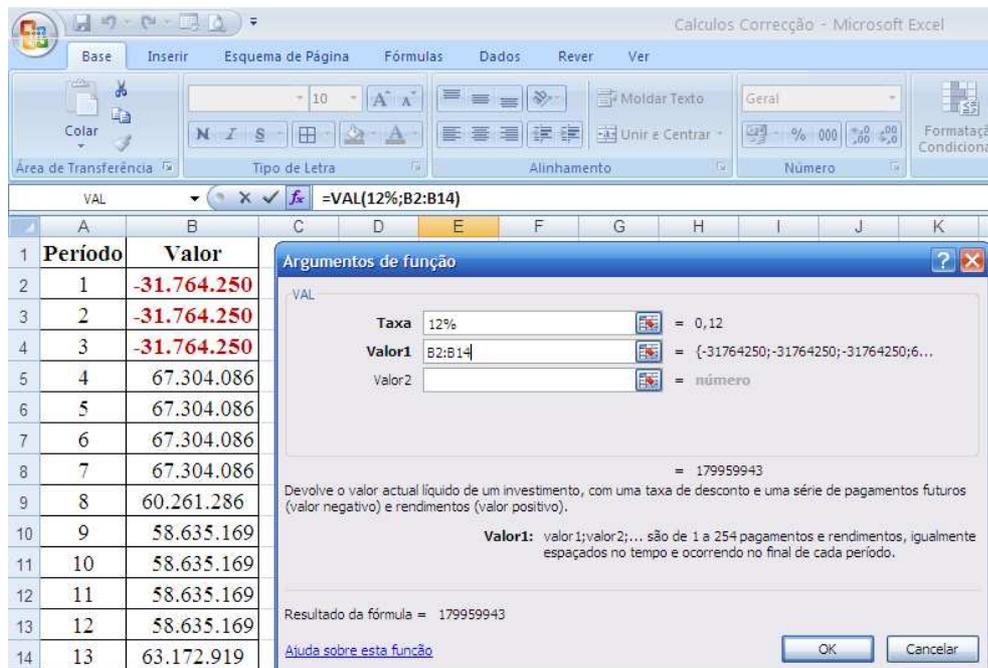


Figura 24 – Cálculo do VAL através das funções financeiras do Excel 2007.

### 5.4.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para o cálculo da TIR também se recorreu as ferramentas do Excel, seguindo os seguintes passos (figura 25): Excel →  $f_x$  → Financeira → TIR.

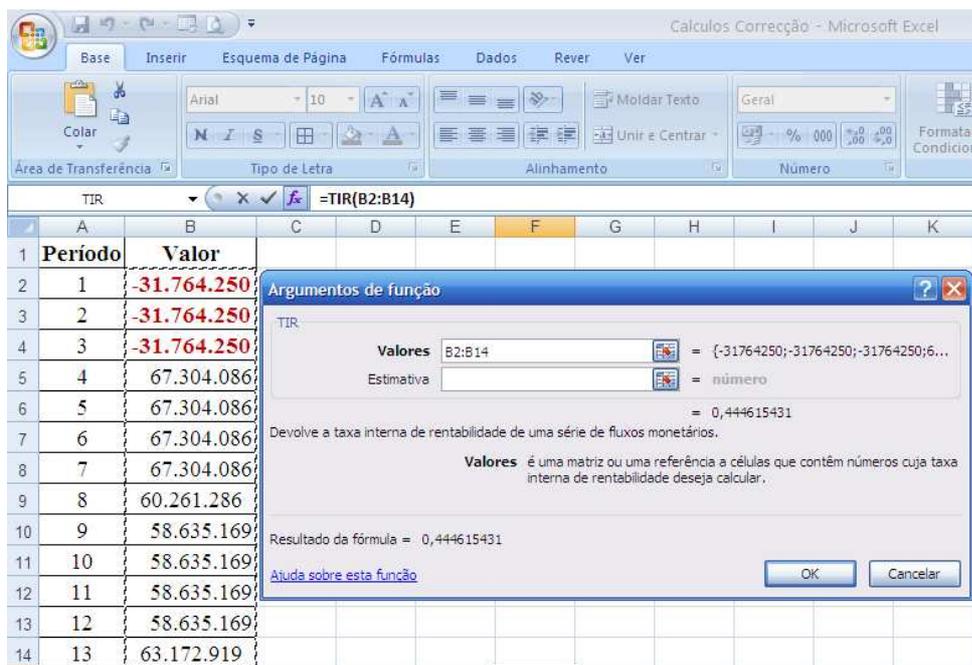


Figura 25 – Cálculo da TIR através das funções financeiras do Excel 2007.

### 5.4.3. Índice do Valor Atual (IVA)

O IVA calculou-se utilizando a seguinte fórmula, apresentada por Souza e Clemente (2004):

$$IVA = \frac{\text{Valor atual do fluxo de benefícios ou entradas à taxa } i}{\text{Valor atual do fluxo de investimentos à taxa } i}$$

O Valor Atual (VA) determinou-se aplicando a seguinte expressão (Silva, 2009):

$$VA = \frac{\text{Valor Futuro (VF)}}{(1 + i)^n}$$

#### 5.4.4. Período de Retorno (PR)

Optou-se por determinar o Período de Retorno ou Payback descontado à Taxa de 12% (TMA) e considerando o valor do dinheiro no tempo. Seguiu-se a metodologia de cálculo apresentada por Bruni (2007), na qual é necessário trazer os valores do fluxo de caixa para o presente, ou seja, ajustar os fluxos de caixa pela taxa de desconto. A tabela 20 apresenta os cálculos efetuados para determinar o PR.

Tabela 20 – Determinação do período de retorno do projeto Cassinga Norte.

Ano	FC simples	FC Ajustado a 12%	FC Acumulado
0	-95.292.750		-95.292.750
1	68.557.592	43.569.589	-51.723.161
<b>2</b>	68.557.592	38.901.419	<b>-12.821.742</b>
3	68.557.592	<b>34.733.410</b>	21.911.667
4	68.557.592	31.011.973	52.923.640
5	63.847.660	25.786.999	78.710.639
6	62.760.005	22.631.887	101.342.526
7	62.760.005	20.207.042	121.549.568
8	62.760.005	18.042.002	139.591.570
9	62.760.005	16.108.930	155.700.500
10	58.222.255	13.343.038	169.043.538

O período de retorno encontra-se na passagem de fluxo de caixa acumulado negativo para positivo, isto é, o PR está entre o ano 2 e o ano 3. O seu valor exato foi determinado da seguinte forma:

$$PR = 2 + \frac{12.821.742}{34.733.410} \Rightarrow PR = 2,37$$

Na tabela 21 são apresentados os resultados dos indicadores de rentabilidade do projeto Cassinga Norte.

Tabela 21 – Indicadores de rentabilidade do projeto Cassinga Norte.

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
Período de retorno (PR)	2,37 anos
Valor Atual Líquido (VAL) a 12% a.a.	US\$ 188.043.919
Taxa Interna de Retorno (TIR)	45,36%
Índice do valor atual (IVA)	3,46

### **5.5. Análise de sensibilidade aplicada ao projeto**

Esta análise será realizada submetendo alguns elementos do fluxo de caixa, tais como Investimento Total, Custo Total Operacional, Preço e Reserva mineral a alterações arbitrárias nos seus valores iniciais. Foram aplicadas as seguintes variações:

- Investimento Total: +30%, +40%, +60%
- Custo operacional total: +30%, +40%, +60%
- Preço: -30%, -40%, -60%
- Reserva mineral: -10%, -20%, -30%, +20%, +30%, +40%

Neste estudo de sensibilidade a reserva de Cassinga Norte foi oscilada para queda e aumento devido ao fato de se possuir um conhecimento incipiente sobre ela, baseado em resultados de pesquisas realizadas há muitos anos atrás. Também se prevê neste estudo um aumento da Taxa Mínima de Atratividade da empresa, de 12% a.a. para 15% a.a., com o objetivo de aumentar o risco do projeto.

Essas porcentagens de variação foram aplicadas nos dois tipos de análise de sensibilidade, unidimensional e multidimensional, cuja metodologia e resultados são descritos a seguir.

### 5.5.1. Análise de sensibilidade unidimensional

Na análise unidimensional submeteu-se cada um dos elementos acima referidos a variações de valor, um de cada vez, e mantendo os outros constantes, por exemplo, alterou-se o investimento total, mas manteve-se fixo o custo, o preço e a reserva.

Os efeitos das alterações de valor dos elementos do fluxo de caixa nos indicadores de rentabilidade do projeto são apresentados nas tabelas 22 e 23.

Tabela 22 – Resultados da análise de sensibilidade unidimensional, para uma taxa de desconto de 12% a.a.

	Variação	Valor	Taxa de desconto 12% a.a.			
			PR	VAL (\$)	TIR (%)	IVA
<b>Investimento</b>	30%	123.858.475	3,19	165.173.902	36,69%	2,67
	40%	133.386.050	3,47	157.546.026	34,42%	2,48
	60%	152.441.200	4,01	142.290.275	30,52%	2,17
<b>Custos</b>	30%	46.337.758	2,65	162.240.591	41,92%	3,13
	40%	49.902.201	2,76	153.639.482	40,73%	3,01
	60%	57.031.086	3,00	136.437.267	38,27%	2,79
<b>Preço</b>	-60%	48,00	<b>10,03</b>	<b>-15.004.526</b>	<b>7,42%</b>	<b>0,80</b>
	-40%	72,00	<b>5,02</b>	<b>52.678.289</b>	<b>24,20%</b>	<b>1,69</b>
	-30%	84,00	<b>3,97</b>	<b>86.519.697</b>	<b>30,39%</b>	<b>2,13</b>
<b>Reserva</b>	-30%	14.210.000	3,97	86.519.697	30,39%	2,13
	-20%	16.240.000	3,26	120.361.104	35,86%	2,58
	-10%	18.270.000	2,75	154.202.512	40,81%	3,02
	20%	24.360.000	1,83	255.726.734	53,57%	4,35
	30%	26.390.000	1,63	289.568.142	57,33%	4,80
	40%	28.420.000	1,47	323.409.549	60,90%	5,24

Tabela 23 – Resultados da análise de sensibilidade unidimensional, com taxa de desconto de 15% a.a.

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
Período de retorno (PR)	2,74 anos
Valor Atual Líquido (12%)	US\$ 145.079.421
Taxa Interna de Retorno (TIR)	45,36%
Índice do valor atual (IVA)	3,00

### **5.5.2. Análise de sensibilidade multidimensional**

Nessa análise de sensibilidade os seguintes elementos do fluxo de caixa foram alterados simultaneamente, investimento, preço e reserva. Na variação da reserva considerou-se a alteração automática do ritmo de produção, o qual afeta o valor do custo total de operação, aproximadamente na mesma proporção das porcentagens de variação propostas. Por essa razão a variável custo não foi considerada nessa análise de sensibilidade.

As porcentagens de variação propostas permitiram a criação de 54 cenários diferentes. Os efeitos dessas alterações nos indicadores de rentabilidade podem ser observados nas tabelas 24 e 25.

Tabela 24 – Resultados da análise de sensibilidade multidimensional.

	Preço	Invest.	Índices de rentabilidade do projeto a 12% a.a.				Cenários
			TIR	IVA	PR	VAL	
<b>Reserva (-30%) 14.210.000t</b>	-60% \$ 48	\$123.858.475	-2,95%	0,46	16,77	\$ -53.201.639	1
		\$133.386.050	-4,16%	0,43	18,09	\$ -60.829.515	2
		\$152.441.200	-6,27%	0,38	20,73	\$ -76.085.266	3
	-40% \$ 72	\$123.858.475	10,78%	0,94	9,00	\$ -5.623.620	4
		\$133.386.050	9,28%	0,88	9,72	\$ -13.251.496	5
		\$152.441.200	6,68%	0,77	11,16	\$ -28.507.248	6
	-30% \$ 84	\$123.858.475	15,63%	1,18	7,26	\$ 18.165.389	7
		\$133.386.050	14,00%	1,10	7,85	\$ 10.537.513	8
		\$152.441.200	11,19%	0,96	9,03	\$ -4.718.239	9
<b>Reserva (-20%) 16.240.000t</b>	-60% \$ 48	\$123.858.475	-1,01%	0,51	15,39	\$ -48.194.279	10
		\$133.386.050	-2,26%	0,48	16,61	\$ -55.822.155	11
		\$152.441.200	-4,43%	0,42	19,03	\$ -71.077.907	12
	-40% \$ 72	\$123.858.475	13,24%	1,06	8,07	\$ 5.951.973	13
		\$133.386.050	11,67%	0,98	8,71	\$ -1.675.903	14
		\$152.441.200	8,96%	0,86	10,01	\$ -16.931.655	15
	-30% \$ 84	\$123.858.475	18,33%	1,33	6,47	\$ 33.025.099	16
		\$133.386.050	16,62%	1,24	7,00	\$ 25.397.223	17
		\$152.441.200	13,68%	1,08	8,05	\$ 10.141.471	18
<b>Reserva (-10%) 18.270.000t</b>	-60% \$ 48	\$123.858.475	0,79%	0,57	14,19	\$ -43.034.411	19
		\$133.386.050	-0,49%	0,53	15,31	\$ -50.662.287	20
		\$152.441.200	-2,71%	0,46	17,55	\$ -65.918.039	21
	-40% \$ 72	\$123.858.475	15,58%	1,18	7,28	\$ 17.880.123	22
		\$133.386.050	13,95%	1,10	7,87	\$ 10.252.247	23
		\$152.441.200	11,14%	0,96	9,05	\$ -5.003.505	24
	-30% \$ 84	\$123.858.475	20,91%	1,49	5,81	\$ 48.337.389	25
		\$133.386.050	19,13%	1,38	6,29	\$ 40.709.513	26
		\$152.441.200	16,06%	1,21	7,24	\$ 25.423.762	27

Tabela 25 – Resultados da análise de sensibilidade multidimensional (cont.).

	Preço	Invest.	Índices de rentabilidade do projeto a 12% a.a.				Cenários
			TIR	IVA	PR	VAL	
<b>Reserva (20%) 24.360.000t</b>	-60% \$ 48	\$123.858.475	5,43%	0,72	11,47	\$ -27.554.807	28
		\$133.386.050	4,06%	0,67	12,38	\$ -35.182.683	29
		\$152.441.200	1,67%	0,59	14,21	\$ -50.438.434	30
	-40% \$ 72	\$123.858.475	21,77%	1,54	5,61	\$ 53.664.571	31
		\$133.386.050	19,96%	1,43	6,07	\$ 46.036.695	32
		\$152.441.200	16,85%	1,25	6,99	\$ 30.780.944	33
	-30% \$ 84	\$123.858.475	27,78%	1,95	4,43	\$ 94.274.260	34
		\$133.386.050	27,79%	1,81	4,80	\$ 86.646.384	35
		\$152.441.200	22,37%	1,58	5,53	\$ 71.390.633	36
<b>Reserva (30%) 26.390.000t</b>	-60% \$ 48	\$123.858.475	6,80%	0,77	10,78	\$ -22.394.939	37
		\$133.386.050	5,39%	0,72	11,64	\$ -30.022.815	38
		\$152.441.200	2,95%	0,63	13,35	\$ -45.278.566	39
	-40% \$ 72	\$123.858.475	23,62%	1,66	5,21	\$ 65.592.721	40
		\$133.386.050	21,76%	1,54	5,64	\$ 57.964.845	41
		\$152.441.200	18,56%	1,35	6,50	\$ 42.709.093	42
	-30% \$ 84	\$123.858.475	29,84%	2,11	4,09	\$ 109.586.551	43
		\$133.386.050	27,79%	1,95	4,44	\$ 101.958.675	44
		\$152.441.200	24,27%	1,71	5,12	\$ 86.702.923	45
<b>Reserva (40%) 28.420.000t</b>	-60% \$ 48	\$123.858.475	8,09%	0,83	10,16	\$ -17.235.071	46
		\$133.386.050	6,65%	0,77	10,97	\$ -24.862.946	47
		\$152.441.200	4,16%	0,67	12,59	\$ -40.118.698	48
	-40% \$ 72	\$123.858.475	25,40%	1,78	4,85	\$ 77.520.870	49
		\$133.386.050	23,49%	1,65	5,26	\$ 69.892.995	50
		\$152.441.200	20,19%	1,45	6,06	\$ 54.637.243	51
	-30% \$ 84	\$123.858.475	31,82%	2,26	3,80	\$ 124.898.841	52
		\$133.386.050	29,71%	2,10	4,12	\$ 117.270.965	53
		\$152.441.200	26,08%	1,84	4,77	\$ 102.015.213	54

Para melhor compreensão e visualização dos diferentes cenários, foram elaborados gráficos para cada um dos indicadores de rentabilidade (TIR, VAL, PR e IVA), os quais estão apresentados nas figuras 26, 27, 28 e 29.

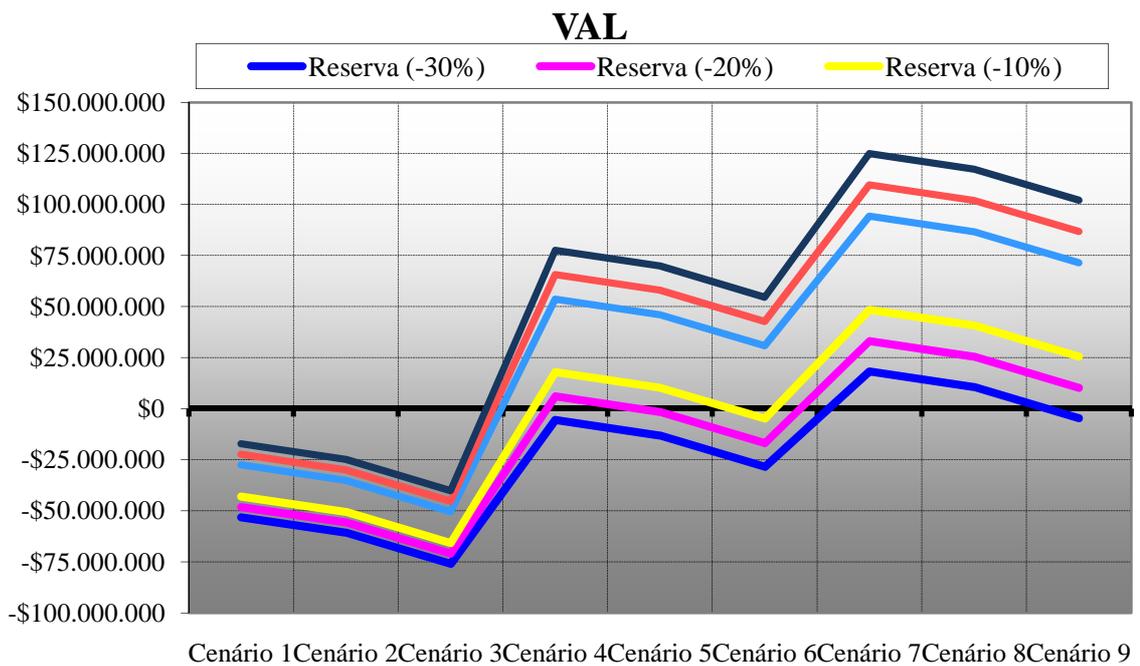


Figura 26 – Efeitos da sensibilidade multidimensional no VAL.

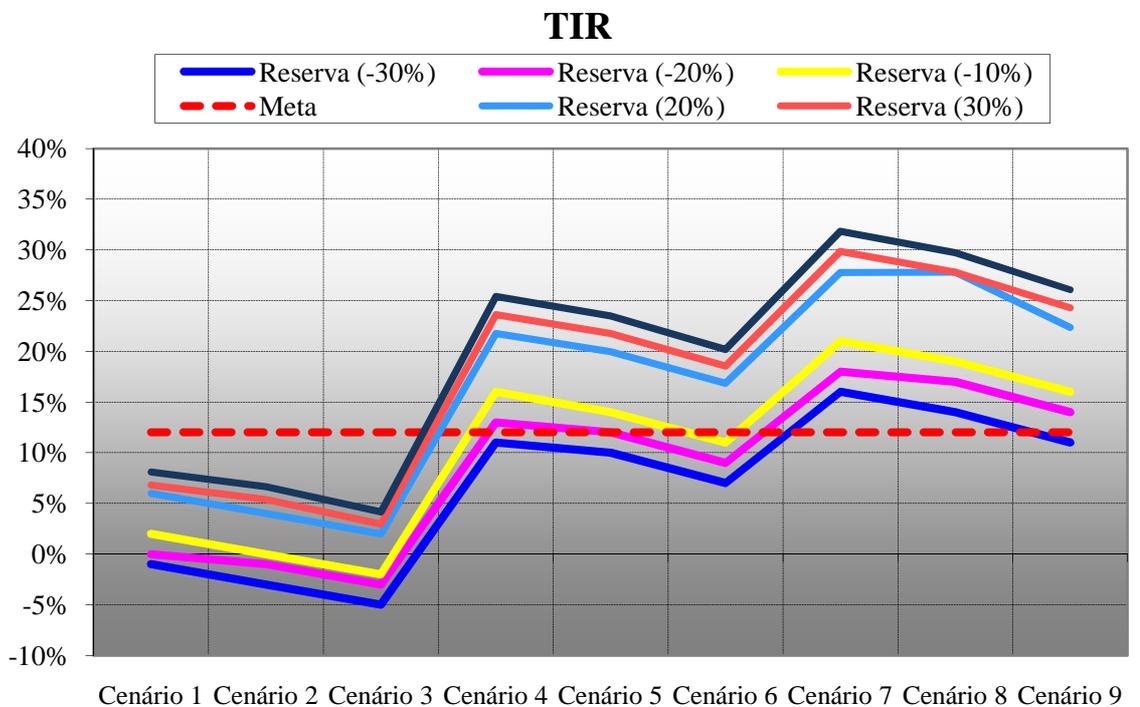


Figura 27 - Efeitos da sensibilidade multidimensional na TIR.

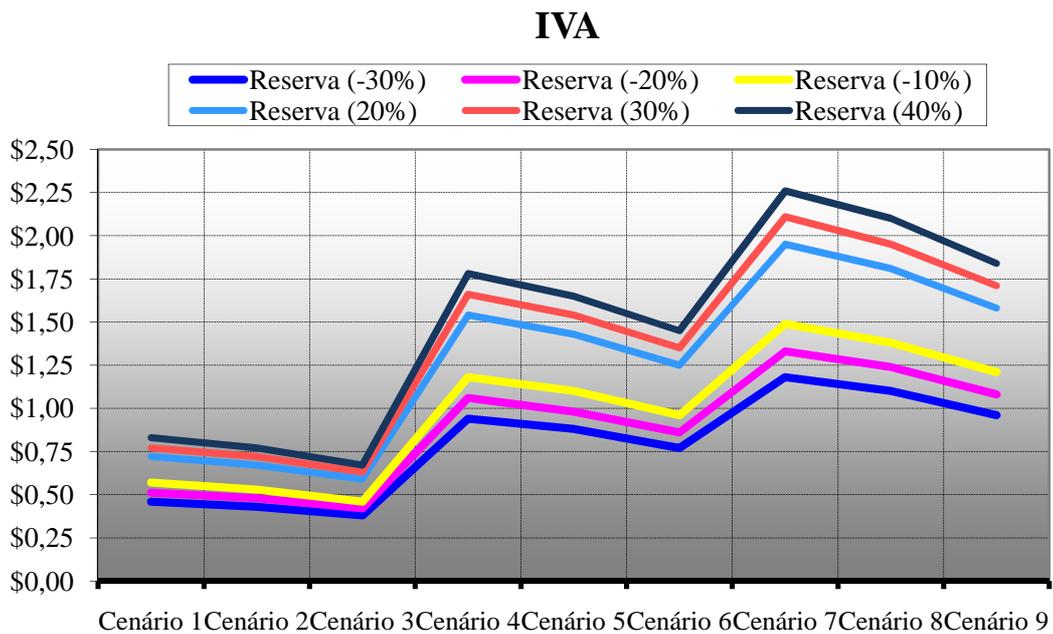


Figura 28 – Efeitos da sensibilidade multidimensional no IVA.

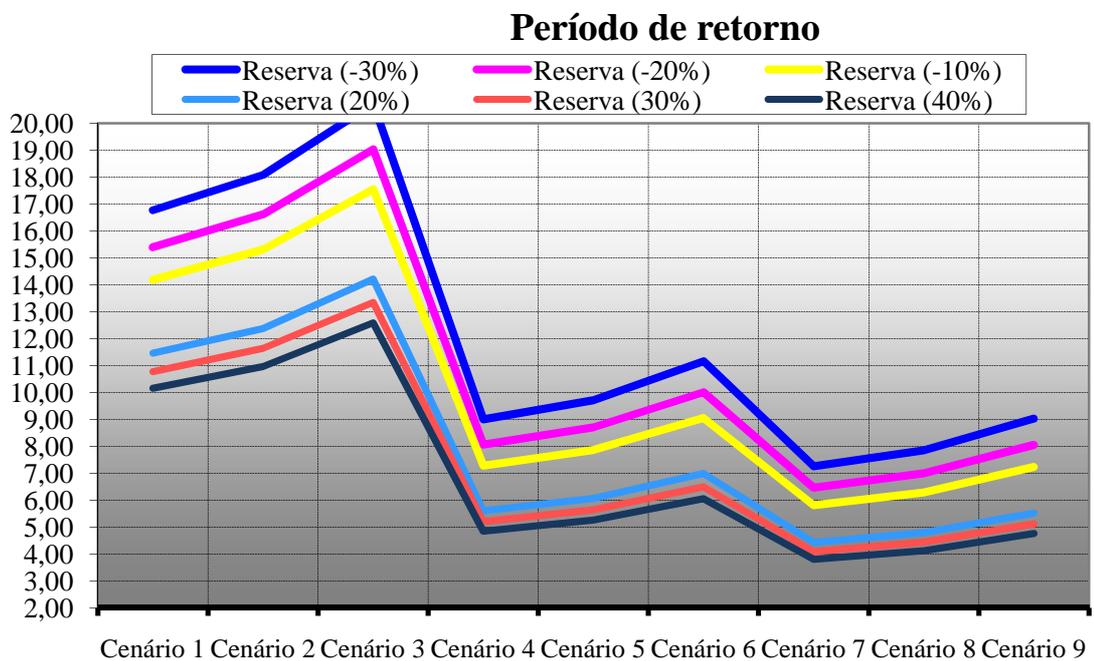


Figura 29 – Efeitos da sensibilidade multidimensional no PR.

## 5.6. Fluxo de caixa do projeto com financiamento

A elaboração deste fluxo de caixa seguiu a mesma metodologia adotada no fluxo de caixa do projeto, mas com a introdução das despesas financeiras e as amortizações do financiamento.

A forma de financiamento do projeto Cassinga Norte ainda está em estudo, portanto, admitiu-se que o mesmo teve acesso a uma linha de financiamento de 60% dos investimentos iniciais necessários a sua implantação, através de um banco privado angolano, o Banco Internacional de Crédito (*BIC, 2010*), nas seguintes condições:

- Sem período de carência
- Taxa de juros de 12% ao ano.
- Prazo de amortização: 5 anos
- Sistema de amortização utilizado: Sistema de Amortização Constante (SAC)

O valor a ser financiado determinou-se deduzindo 60% do valor do investimento fixo total:

$$\text{Valor financiado} = \text{Investimento fixo total} \times 60\% = 90.755.000 \times 0,60$$

$$\text{Valor financiado} = \text{US\$ } 54.453.000$$

Aplicando os fundamentos do Sistema de Amortizações Constantes (SAC) na determinação dos parâmetros econômicos do financiamento, obteve-se os resultados apresentados na tabela 26.

Tabela 26 – Amortização do financiamento pelo Sistema SAC.

<b>Ano</b>	<b>Saldo Devedor</b>	<b>Amort.</b>	<b>Juros</b>	<b>Prest.</b>
0	\$ 54.453.000			
1	\$ 43.562.400	\$ 10.890.600	\$ 5.227.488	\$ 16.118.088
2	\$ 32.671.800	\$ 10.890.600	\$ 3.920.616	\$ 14.811.216
3	\$ 21.781.200	\$ 10.890.600	\$ 2.613.744	\$ 13.504.344
4	\$ 10.890.600	\$ 10.890.600	\$ 1.306.872	\$ 12.197.472
5	0	\$ 10.890.600	0	\$ 10.890.600
<b>Total</b>		<b>\$ 54.453.000</b>	<b>\$ 13.068.720</b>	<b>\$ 67.521.720</b>

A partir destes resultados elaborou-se o fluxo de caixa do financiamento, também chamado capital próprio, o qual é apresentado na tabela 27.

Tabela 27 – Fluxo de caixa do financiamento ou capital próprio (alavancado)

Item \ Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Investimento total	-31.764.250	-31.764.250	-31.764.250										
Capital de giro													4.537.750
Valor financiado	18.151.000	18.151.000	18.151.000										
Amortizações				-10.890.600	-10.890.600	-10.890.600	-10.890.600	-10.890.600					
Juros				-5.227.488	-3.920.616	-2.613.744	-1.306.872	0					
FC financiamento	18.151.000	18.151.000	18.151.000	-16.118.088	-14.811.216	-13.504.344	-12.197.472	-10.890.600					
Investimento c/ recursos próprios	-13.613.250	-13.613.250	-13.613.250	-16.118.088	-14.811.216	-13.504.344	-12.197.472	-10.890.600					
Receita bruta				137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546	137.494.546
Custo total de produção				35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429	35.644.429
Receita operacional				101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118	101.850.118
Depreciação				14.493.466	14.493.466	14.493.466	14.493.466	2.719.136	0	0	0	0	0
Royalties				4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836	4.124.836
Lucro tributável				83.231.315	83.231.315	83.231.315	83.231.315	95.006.145	97.725.281	97.725.281	97.725.281	97.725.281	97.725.281
Imposto de renda				33.292.526	37.417.363	37.417.363	37.417.363	42.127.295	43.214.949	43.214.949	43.214.949	43.214.949	43.214.949
<b>Fluxo de caixa do projeto</b>	<b>-13.613.250</b>	<b>-13.613.250</b>	<b>-13.613.250</b>	<b>52.439.504</b>	<b>49.621.539</b>	<b>50.928.411</b>	<b>52.235.283</b>	<b>48.832.223</b>	<b>58.635.169</b>	<b>58.635.169</b>	<b>58.635.169</b>	<b>58.635.169</b>	<b>54.097.419</b>
<b>Valor Atual do Projeto (VA<sub>n</sub><sup>12</sup>)</b>	<b>12.154.688</b>	<b>10.852.400</b>	<b>9.689.642</b>	<b>33.326.253</b>	<b>28.156.594</b>	<b>25.801.918</b>	<b>23.628.589</b>	<b>19.939.992</b>	<b>21.144.430</b>	<b>18.878.955</b>	<b>16.856.210</b>	<b>15.050.187</b>	<b>12.397.732</b>

A seguir, aplicando as técnicas de avaliação econômica de projetos de mineração escolhidas, foram calculados os indicadores de rentabilidade do projeto com financiamento. Os resultados são apresentados na tabela 28.

Tabela 28 – Indicadores de rentabilidade do FC do capital próprio.

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
Período de retorno (PR)	3, 34 anos
Valor Atual Líquido (12%)	\$ 182.484.131
Taxa Interna de Retorno (TIR)	68,48%
Índice do valor atual (IVA)	6,58

## **6. Análise dos resultados**

Nesse capítulo são analisados e interpretados os resultados obtidos no capítulo 5, de formas que se possa diagnosticar a economicidade do projeto Cassinga Norte. Serão interpretados os resultados dos indicadores de rentabilidade do projeto, da análise de sensibilidade e do financiamento do projeto.

### **6.1. Resultados dos indicadores de rentabilidade**

Os resultados dos indicadores de rentabilidade do projeto Cassinga Norte, obtidos através da aplicação dos métodos de avaliação económica de projetos de mineração, são analisados a seguir:

#### a) Valor Atual Líquido (VAL)

O método valor atual líquido (VAL) mede quanto valor será gerado por um determinado investimento. Os cálculos mostraram que investir no projeto Cassinga Norte gerará um VAL positivo de US\$ 188.043.919, que indica que os investidores terão um benefício líquido igual ao VAL, o qual remunera o investimento de US\$ 95.292.750 realizado à taxa de 12% ao ano. Os critérios de aceitação deste método consideram o projeto *atractivo*, visto que o seu VAL é maior que zero, cobre a taxa mínima de atratividade da empresa e recompensa os investimentos.

#### b) Taxa Interna de Retorno (TIR)

Os resultados mostram que o projeto terá um retorno sobre os investimentos de 45,36%, ou seja, espera-se receber pelo investimento de US\$ 95.292.750 uma lucratividade de 45%. Avaliando o projeto por este método, o mesmo é considerado *atractivo* porque a TIR garante uma expectativa grande de retorno que cobrirá o custo do capital e gerará uma certa margem de lucro.

c) Índice do Valor Atual (IVA)

De acordo com os critérios de aceitação desse método, todos os projetos são aceitáveis quando apresentam um IVA superior ou igual a 1.

No projeto em análise obteve-se um IVA de 3,46, que significa que o projeto terá ganhos 3 vezes maiores que os investimentos realizados, isto é, o valor da empresa aumentará em 3 vezes cobrindo a taxa mínima de atratividade e garantindo um excedente de retorno para os investidores.

d) Período de Retorno (PR)

Geralmente, as empresas estabelecem um período máximo de 2 a 4 anos para terem retorno dos investimentos. Do ponto de vista econômico, quanto menor for prazo de recuperação do investimento mais atrativo é o projeto, porque os riscos aumentam a medida que o PR se aproxima do fim da vida do projeto.

No caso do projeto Cassinga Norte, o período de retorno obtido foi de 2,37 anos, isto é, 2 anos e aproximadamente 4 meses, o qual indica que, como o projeto começa a produzir a partir do 4º ano e a mina tem 10 anos, o investimento começará a ser recuperado entre o 6º e o 7º ano. Por este método o projeto é considerado bastante *atrativo*, visto que o tempo de recuperação do capital é baixo e inferior ao tempo de vida útil do empreendimento, além de que, permite uma margem de mais 5 anos só de entradas de caixa até ao fim da vida da mina.

Resumindo, pela análise dos principais indicadores de rentabilidade (IVA, TIR, VAL, PR), o projeto Cassinga Norte, cujo investimento inicial foi de US\$ 95.292.750 a uma taxa mínima de atratividade de 12% a.a., revelou-se atrativo, visto que a empresa terá um retorno dos investimentos num prazo aceitável e terá ganhos suficientes para cobrir as despesas iniciais e satisfazer os investidores.

## **6.2. Resultados das análises de sensibilidade**

A análise de sensibilidade é de grande importância na avaliação de um projeto, visto que ela permite identificar as variáveis críticas do projeto, ou seja, aquelas que provocam alterações intensas nos indicadores de rentabilidade do projeto. Ela permite ainda identificar o limite de cada variável crítica, a partir do qual o projeto é economicamente viável.

Os resultados das análises de sensibilidade unidimensional são analisados a seguir.

### **a) Variável Investimento**

Analisando as oscilações provocadas no investimento, observou-se que o aumento dessa variável resulta na diminuição do VAL, IVA e TIR do projeto, mas o período de retorno aumenta. O projeto é viável ainda que se aumente os investimentos em 60%. Nas três variações percentuais propostas, os resultados do VAL foram positivos, as taxas de retorno (TIR) são superiores à mínima exigida de 12% e altas o suficiente para compensar os investimentos realizados, o IVA indicou que o valor da empresa aumentará em 2 vezes e com retorno dos investimentos em até 4 anos. Conclui-se que, havendo a necessidade de se aumentar os investimentos no projeto, os mesmos poderão crescer em até 60% sem tornar o projeto inviável.

### **b) Variável Custos**

As alterações provocadas nos custos (30%, 40% e 60%) mostram que o aumento dos custos não inviabilizará o projeto. Ainda que os mesmos sejam aumentados para 60% o projeto será altamente rentável, com retornos num curto espaço de tempo e ganhos 3 vezes maiores que o capital investido. Os indicadores de rentabilidade do projeto aplicando as três oscilações de valor propostas, mantêm valores dentro dos parâmetros aceitáveis. Pode-se afirmar que essa variável não afeta negativamente a rentabilidade do projeto.

#### c) Variável Preço

Os resultados apresentados na tabela 17 permitem constatar que o preço de venda do minério é o elemento que exerce maior influência sobre os indicadores econômicos do projeto. Essa variável por estar inserida nas receitas que o projeto gera, afeta diretamente os ganhos da empresa. A diminuição do preço do minério de ferro provocou a queda dos ganhos da empresa e o aumento do período de retorno dos investimentos.

Com a queda dos preços em 30% ou 40%, o projeto ainda é atrativo do ponto de vista do VAL, que apresenta valores positivos, da TIR, que é mais alta que a taxa de desconto do projeto, e do IVA que indica ganhos para empresa 2 vezes maiores que os investimentos realizados. Mas do ponto de vista do PR, o aumento de 40% no preço leva esse indicador para 5 anos, o que para alguns investidores pode ser suficiente para rejeitarem o projeto, visto que eles sempre esperam um retorno no mais curto espaço de tempo.

No caso de queda dos preços a 60% o projeto torna-se inviável sob todos os pontos de vista, o IVA é menor que 1, o VAL é negativo, a TIR está muito abaixo da taxa mínima de atratividade e o tempo de espera pelo retorno dos investimentos é igual a vida útil da mina. Essa variável tem um efeito negativo nos indicadores de rentabilidade do projeto, qualquer alteração acima de 40% inviabiliza o mesmo.

#### d) Variável Reserva

Essa variável sofreu alterações para queda (-30%, -20%, -10%) e aumento (+20%, +30%, +40%) dos seus valores. Tanto a diminuição, quanto o aumento da reserva apresentaram resultados de VAL, TIR, PR e IVA de um projeto lucrativo. Ainda que as reservas sofram uma redução de 30%, o projeto continuará muito rentável.

O aumento das reservas elevará ainda mais a rentabilidade do projeto, visto que com uma reserva mais alta, os ganhos do projeto serão também mais elevados e superiores aos investimentos, a margem de lucratividade será maior e o tempo de espera pelo retorno dos investimentos ficará entre 1 e 2 anos.

#### e) Variável Taxa Mínima de Atratividade

A taxa mínima de atratividade (TMA) é uma variável muito importante na avaliação econômica, visto que pequenas alterações no seu valor poderão tornar o projeto inviável.

O aumento da TMA do projeto Cassinga Norte para 15% a.a. provocou a redução do VAL em 22,8 %, do IVA em 13,29% e o aumento do PR em 15,61%. Isso deveu-se ao fato da TMA estar diretamente inserida nos cálculos desses parâmetros, os quais têm uma relação inversamente proporcional àquela taxa. Como no cálculo da TIR são utilizados os fluxos de caixa simples, antes de serem descontados pela TMA, esse parâmetro não sofreu grande alteração com a oscilação da taxa de desconto. Portanto, por essa análise de sensibilidade, constata-se que a empresa poderá aumentar a sua taxa mínima de atratividade para 15% a.a., que essa não afetará negativamente o projeto.

Os resultados da análise multidimensional são mais difíceis de analisar, visto que são 54 cenários diferentes, com diferentes valores para cada indicador de rentabilidade. Por isso, optou-se por indicar a melhor e a pior situação resultante da variação simultânea dos parâmetros do fluxo de caixa.

Portanto, a pior situação encontrada nesse estudo foi a do cenário 3, em que se submeteu a reserva e o ritmo de produção a uma queda de 30%, o preço em queda de 60% e o investimento com aumento de 60%. Neste cenário os indicadores de rentabilidade sofreram alterações muito acentuadas, o VAL deu um resultado negativo de US\$ -76.085.266, muito abaixo de zero, o valor da TIR foi de -6,27% e o período de retorno foi de quase 21 anos, muito acima da vida útil do empreendimento. Essa é uma situação especial, principalmente no que se refere aos investimentos, porque os investidores são muito cautelosos na hora de aumentá-los e só chegariam a 60% se tivessem plena certeza que não sofreriam nenhuma perda.

A melhor situação identificada na análise de sensibilidade multidimensional foi a do cenário 52, com o aumento da reserva e do ritmo de produção à 40%, queda do preço a 30% e aumento dos investimentos em 30%. Nessa situação os resultados dos indicadores de rentabilidade foram os mais atrativos, o valor do VAL foi positivo de

US\$ 124.898.841, a TIR indicou uma taxa de lucratividade de 30%, o IVA mostrou ganhos 2 vezes maiores que os investimentos realizados e com um retorno próximo de 4 anos. Com o aumento da reserva e automaticamente do ritmo de produção, as receitas geradas pela mina também aumentaram, a ponto de serem suficientes para sustentarem a queda dos preços e o aumento dos investimentos.

Os gráficos dos indicadores de rentabilidade VAL, TIR, IVA e PR auxiliam na interpretação dos resultados da análise multidimensional. Através deles é mais fácil observar o comportamento desses parâmetros em função das alterações dos elementos do fluxo de caixa, e também visualizar os cenários com melhores e com piores resultados.

### **6.3. Resultados do financiamento do projeto**

Um projeto alavancado, ou seja, que considera capital de terceiros, apresenta lucratividade maior que um projeto sem alavancagem. Isso pode ser comprovado analisando os resultados do projeto Cassinga Norte com e sem alavancagem. Os indicadores econômicos do projeto com financiamento foram significativamente maiores que os do projeto sem financiamento.

A taxa interna de retorno aumentou de 45,36% para 68,46%, uma diferença de 23,1% entre um valor e outro. O índice de rentabilidade ou índice de valor atual, aponta para um aumento dos ganhos da empresa de 3 vezes para aproximadamente 7 vezes maiores que os investimentos realizados. O período de retorno também aumentou mas manteve-se dentro de valores aceitáveis.

Resumindo, com um financiamento a lucratividade do projeto Cassinga Norte aumentará significativamente, visto que os investidores terão suas despesas reduzidas e compensadas pelos recursos alavancados, os quais serão pagos em 5 anos pelas receitas geradas com a venda dos concentrados produzidos.

## **7. Conclusões e Recomendações**

O maior interesse de um investidor é o de maximizar os seus rendimentos e aumentar o valor dos seus empreendimentos, mas para isso é necessário realizar investimentos. Mas, antes de aplicar o seu capital em algum negócio, o investidor informa-se sobre que valor será investido, de quanto será o retorno e em quanto tempo poderá recuperar esse investimento.

As reservas existentes permitem considerar Cassinga Norte como uma zona potencial de implementação de atividades mineiras que poderão atender aos interesses do Governo de Angola e de outros países. Será um empreendimento de pequeno porte mas com grandes perspectivas de evolução e crescimento.

A avaliação econômica e financeira do projeto Cassinga Norte mostra que a retomada das atividades de mineração para exploração de minério de ferro na região serão altamente rentáveis, visto que o mesmo gerará rendimentos suficientes para cobrir as despesas iniciais e garantir, num curto prazo, uma boa lucratividade para os investidores. É, portanto, um projeto muito lucrativo e com grandes potencialidades econômicas e financeiras.

O projeto também apresenta grandes perspectivas sob o ponto de vista social, já que a sua implantação permitirá a criação de muitos postos de trabalho, diretos e indiretos, dinamizará o comércio e levará ao desenvolvimento e crescimento da região e seus arredores.

Atualmente, o preço do minério de ferro no mercado internacional está em alta, o que é bom por lado e ruim por outro, porque essa ascensão foi motivada pelos efeitos da crise financeira no setor de mineração. A análise de sensibilidade unidimensional aponta o preço do minério como uma variável crítica do projeto, havendo uma redução acima de 40%, o mesmo torna-se inviável.

Os resultados da análise unidimensional permitiram verificar que as variáveis investimento e custos podem sofrer aumentos de até 60% nos seus valores, sem o risco

dos mesmos prejudicarem a rentabilidade do empreendimento. No que diz respeito a variável reserva, as suas alterações negativas provocaram algumas perdas nos indicadores de rentabilidade, mas não foram suficientes para inviabilizarem o projeto. Por outro lado, o aumento da reserva elevará bastante os níveis de lucratividade da empresa, o que significa que quanto mais altas forem as reservas do projeto, mais lucrativo ele será.

O aumento da taxa mínima de atratividade de 12% a.a. para 15% a.a. permitiram concluir que essa variável tem grande influência sobre o valor atual líquido, de tal modo que, quanto menor for a taxa de atratividade aplicada maior será a lucratividade do projeto.

Da análise de sensibilidade multidimensional pode-se concluir que, a queda simultânea da reserva e do preço do minério, com aumento dos investimentos, produzirá resultados econômicos negativos e/ou muito baixos, que inviabilizarão o projeto. Um aumento da reserva em torno 30% e 40% poderá suportar quedas de até 40% nos preços, mas acima deste valor o projeto deixa de ser rentável.

Estes resultados serão de grande utilidade para a tomada de decisão e permitirão aos investidores identificarem, dentre os vários cenários apresentados, a alternativa que está de acordo com os seus interesses e objetivos.

Os projetos de mineração envolvem sempre riscos imprevisíveis, como por exemplo, a crise financeira que abalou o mundo inteiro em finais de 2008, e cujos efeitos no setor de minério de ferro e siderurgia ainda se fazem sentir em quase todos os países. Um cenário catastrófico como o da recessão provocada pela crise, poderá inviabilizar esse projeto.

Os resultados obtidos na análise de sensibilidade unidimensional para aumento da reserva mineral mostram a necessidade de se realizarem campanhas de pesquisa mais rigorosas para aprofundar o conhecimento das reservas existentes. Por isso, recomenda-se que, uma vez retomadas as atividades de mineração em Cassinga Norte, se proceda um estudo detalhado de todas as ocorrências de minério de ferro existentes e a avaliação das suas potencialidades.

O financiamento considerado nesse trabalho apresentou uma lucratividade maior que o projeto sem financiamento, logo, recomenda-se para trabalhos futuros o estudo das possíveis formas de financiamento de projetos de mineração em Angola, para identificar a que mais se adequa as condições do projeto Cassinga Norte.

Um dos itens de maior importância o plano de fechamento de mina é a estimação dos custos. Por carência de informação, neste trabalho não foram incluídos os custos de fechamento da mina de Cassinga Norte. Recomenda-se para trabalhos futuros que se realizem estudos para estimação desses custos, para assegurar a existência de fundos monetários suficientes para a recuperação das áreas impactadas pela actividade mineira.

## Referências bibliográficas

ABAMEC e Vale. (2003). *Bons Resultados em 2002 e Excelentes Perspectivas*. Associação Brasileira dos Analistas do Mercado de Capitais, Março, 33 diapositivos. Disponível em: [http://www.vale.com/vale\\_us/media/abamec4T02\\_0404.ppt](http://www.vale.com/vale_us/media/abamec4T02_0404.ppt)  
Acesso em: 20/04/2009.

Agência Estado. (2009). *Rio Tinto anuncia joint venture de minério com BHP Billiton*. Mining.com Notícias, Junho. Disponível em: <http://noticiasmineracao.mining.com/2009/06/05/rio-tinto-anuncia-joint-venture-de-minerio-com-bhp-billiton/>  
Acesso em: 07/10/2009.

Agência Estado. (2010). *Alta do minério no mercado à vista reforça otimismo sobre Vale*. Associação Brasileira da Construção Metálica – ABCEM, Notícias, Janeiro. Disponível em: [http://www.abcem.org.br/midia-noticias-ler.php?cod\\_noticia=1553&filtro=ativar](http://www.abcem.org.br/midia-noticias-ler.php?cod_noticia=1553&filtro=ativar)  
Acesso em: 07/04/2010.

Aicep Portugal Global. (2009). *Mercados, informação Global – Angola, ficha de mercado*. Aicep Portugal Global, p. 3-9, Julho, Portugal. Disponível em: [http://www.chooseportugal.com.pt/files/\\_Angola\\_Ficha\\_Mercado\\_4acb155289a94.pdf](http://www.chooseportugal.com.pt/files/_Angola_Ficha_Mercado_4acb155289a94.pdf)  
Acesso em: 18/02/2010.

ALMG. (2009). *Análise da Crise - Mineração e siderurgia*. Assembleia Legislativa de Minas Gerais, documento pdf, 4p. Disponível em: <http://www2.almg.gov.br/opencms/export/sites/default/hotsites/minasCombateaCrise/docs/criseMineracao.pdf>  
Acesso em: 16/04/2009

Angola online. (2008). *Angola - Ficha de mercado*. Projeto Portal Angola, 32p., República de Angola, Abril. Disponível em:

<http://www.angola-online.ao/pt/docs/angolaficha.pdf>

Acesso em: 18/02/2010.

Assaf Neto, A. (2006). *Matemática financeira e suas aplicações*. 9ª Edição, Atlas, São Paulo.

Barboza, F. L. M. (2005). *Avaliação de investimentos para projeto de risco em mineração*. Monografia de Conclusão de Pós-Graduação, MBA em Administração Financeira e Mercado de Capitais, Fundação Getulio Vargas, Brasília, p. 17-23.

Batson, A. e Oster, S. (2009). *Negociações de minério de ferro mostram obstáculos para China*. The Wall Street Journal de Pequim, Notícias, Junho. Disponível em:

<http://online.wsj.com/article/SB124640346833976253.html>

Acesso em: 10/11/2009.

Baudson, Adolfo J. G. S. (2008). *Aplicativo para a Avaliação Econômica de Jazidas Minerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, p. 5-126.

BES – Banco Espírito Santo. (2010). *Angola 1º Trimestre 2010*. Research Econômico e Sectorial, Espírito Santo Research, Março, Documento pdf, p. 1-14. Disponível em:

<http://www.bes.pt/sitebes/cms.aspx?plg=0d4154ea-556a-4a6c-8f1b-935ea367882f>

Acesso em: 20/04/2010.

BIC - Banco Internacional de Crédito. (2010). **Crédito – Empresas - Financiamentos**. Disponível em:

<http://www.bancobic.ao/Conteudos/Artigos/detalhe.aspx?idc=1346&idsc=1372&idl=1>

Acesso em:04/04/2010.

BNA – Banco Nacional de Angola. Site oficial. Disponível em:

<http://www.bna.ao/main.aspx>

Acesso em: 20/04/2010.

Branco, R. C. (2010). *Os preços do minério de ferro segundo o diretor da Vale*. Brasil Econômico, Artigo exclusivo, Abril. Disponível em:

[http://www.brasileconomico.com.br/noticias/os-precos-do-minerio-de-ferro-segundo-o-diretor-da-vale\\_80129.html](http://www.brasileconomico.com.br/noticias/os-precos-do-minerio-de-ferro-segundo-o-diretor-da-vale_80129.html)

Acesso em: 12/04/2010.

Bruni, A. L. (2007). *Slides de apoio ao livro “As decisões de Investimentos” publicado pela editora Atlas*. Versão 2, 221 Diapositivos. Disponível em:

[http://www.infinitaweb.com.br/cd/decinvestimentos/decinvestimentos\\_v2.ppt](http://www.infinitaweb.com.br/cd/decinvestimentos/decinvestimentos_v2.ppt)

Acesso em: 07/06/2010

Castro, M. C. G. (1997). *Projeto para mineração de pequeno e médio porte: elementos para elaboração do estudo de viabilidade*. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Instituto de Geociências, Campinas, São Paulo, p. 17-90.

CIA – Central Intelligence Agency. (2010). *The world factbook*. Central Intelligence Agency Publications, April, United States of America. Disponível em:

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ao.html>

Acesso: 19/04/2010

CMA – Companhia Mineira de Angola, S.A.R.L. (1998). *Projecto Kassinga – Descrição do Projecto*. Empresa Nacional de Ferro U.E.E. (Ferrangol), v. 5, p. 1-50, Maio, Luanda.

Diário da República. (1996). *Regulamento do regime fiscal para a indústria mineira*. Diário da República de Angola, Série Nº 22, Capítulos I e II, p. 27-33, Maio, Angola.

Ericsson, M.; Löf, A. (2008). *Minério de ferro – O mercado de minério de ferro em 2007 e 2008*. Revista Brasil Mineral. Nº 275. Ano XXV. Julho, pag. 18-27.

\_\_\_\_\_.(2009). *Minério de ferro – A nova realidade da indústria de minério de ferro*. Revista Brasil Mineral. Nº 286. Ano XXVI. Julho, pag. 16-23.

Fagundes, A. (2010). *Pós-Crise – Efeito China atenuou crise em vários países*. Folha de São Paulo, Global 21 – Notícias, Março. Disponível em:

<http://www.g21.com.br/materias/materia.asp?cod=28591&tipo=noticia>

Acesso em: 05/04/2010.

Farias, Juliana P. (2010). *Vale consegue reajuste de 90% no preço do minério de ferro com asiáticos*”. InfoMoney Notícias, Março. Disponível em:

<http://web.infomoney.com.br/templates/news/view.asp?codigo=1815919&path=>

Acesso em: 07/04/2010.

Ferreira, G. E. e Andrade, J. G. (2004). *Elaboração e Avaliação Econômica de Projetos de Mineração*. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia, Capítulo 20, Rio de Janeiro, p.817-852. Disponível em:

[www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2004-193-00.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2004-193-00.pdf)

Acesso em: 18/03/2010

Filho, E. R. (2000). *Princípios econômicos na mineração*. Revista Minérios & Minerale, edição 249, ano 19, Junho, p.10-13.

Folha Online. (2008). *Vale decide reduzir atividades no Brasil e em mais quatro países*. Folha Online Notícias, Novembro. Disponível em:

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u462559.shtml>

Acesso em: 15/08/2009.

France Presse e Folha Online. (2009). *Veja as maiores demissões anunciadas em decorrência da crise global*. Folha online Notícias, Janeiro. Disponível em:

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u495112.shtml>

Acesso em: 10/08/2009

GCL - Grupo de Consultores de Lisboa. (2008). *Estudo de Viabilidade Técnico-Económica do Rearranque da Mina da Jamba com Exploração de Minério de Ferro Eluvionar Remanescente em Quatro Jazidas de Cassinga Norte*. Empresa Nacional de Ferro de Angola Ferrangol E.P., Relatório Final, 233p., Julho, Angola.

Gevale Indústria Mineira Ltda.(2004). *Proposta para Pesquisa, avaliação e aproveitamento de Minério de ferro em angola*. Companhia Vale do Rio Doce CVRD & Genius Grupo, Angola, p. 1-57.

Google Maps. Disponível em:

<http://maps.google.com/maps?hl=pt-PT&q=Angola&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wl>.

Acesso em: 16/11/2009.

IBRAM. (2008). *Ferro - Produção mundial x Brasil*. Instituto Brasileiro de Mineração. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000273.pdf>

Acesso em: 12/05/2004.

Info - Angola. *Angola – Recursos Minerais*. Info Angola - A biblioteca virtual de Angola. Disponível em:

[http://www.info-angola.ao/index.php?option=com\\_content&task=view&id=128&Itemid=936](http://www.info-angola.ao/index.php?option=com_content&task=view&id=128&Itemid=936)

Acesso em: 12/01/2010.

Klöckner. (1967). *Investigation for the project study on the iron ore of Monte Cassala / Angola*. Klöckner Industrie – Anlagen GMBH, v. 1, p. 1-86, September. Duisburg.

Leite, J. R.M. (2010). *BTG: Contrato trimestral de minério de ferro muda paradigma mas traz volatilidade*. InfoMoney Notícias, Março. Disponível em:

<http://web.infomoney.com.br/templates/news/view.asp?codigo=1817189>

Acesso em: 08/04/2010

LME.(2009). *Steel Billet Far east*. London Metal Exchange. Disponível em:

<http://www.lme.com/Steel Far East Price Graph.asp>

Acesso em: 02/12/2009.

Lusa. (2007). *Indiana Tata quer explorar minério de ferro em Angola*. UOL Economia Últimas Notícias, Junho. Disponível em:

<http://economia.uol.com.br/ultnot/lusa/2007/06/08/ult3679u1910.jhtm>

Acesso em: 18/02/2010.

\_\_\_\_\_. (2009). *Angola e Brasil são os principais parceiros lusófonos de Pequim*.

AngoNotícias, Notícias de Angola em tempo real, Maio. Disponível em:

[http://www.angonoticias.com/full\\_headlines\\_.php?id=23687](http://www.angonoticias.com/full_headlines_.php?id=23687)

Acesso em: 15/02/2010

Ministério das Finanças. *A Economia de Angola – Evolução Recente e Perspectivas*.

Site oficial do Ministério das Finanças de Angola, Apresentação em power point, p. 1-26, Disponível em:

<http://www.minfin.gv.ao/fsys/EconomiaAngolanaPerspectivas.pdf>

Acesso em: 18/02/2010.

Mitsui & Co., Ltd. (2009). *Supplemental Information (Iron ore & Coal)*. June.

Disponível em:

[http://www.mitsui.co.jp/ir/library/supplementation/\\_icsFiles/afieldfile/2009/06/25/en\\_supplementary\\_jun09.pdf](http://www.mitsui.co.jp/ir/library/supplementation/_icsFiles/afieldfile/2009/06/25/en_supplementary_jun09.pdf)

Acesso em 04/11/2009.

MMX Mineração e Metálicos SA. (2009). *Preços – Sector de Minério de Ferro*.

Disponível em:

[http://mmx.infoinvest.com.br/modulos/doc.asp?arquivo=01791080.WAN&doc=ian370.doc  
&language=ptb](http://mmx.infoinvest.com.br/modulos/doc.asp?arquivo=01791080.WAN&doc=ian370.doc&language=ptb)

Acesso em: 16/04/2009.

MRE – Ministério das Relações Exteriores; DPR – Departamento de Promoção Comercial; DIC – Divisão de Informação Comercial. *Dados básicos e principais indicadores econômico-comerciais – Angola*. Documento pdf, p. 12. Disponível em:

<http://www.braziltradenet.gov.br/ARQUIVOS/IndicadoresEconomicos/INDAngola.pdf>

Acesso em: 17/02/2010.

Paione, J. A. (1998). *Jazida mineral: como calcular o seu valor*. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro.

Palma, Francisco M. (2009). *Angola – Oportunidades de exportação de mercadorias*.

Banco Espírito Santo. Clube PME Internacional, Espírito Santo Research Sectorial,

Documento pdf, p. 25, Maio. Disponível em:

<http://www.bes.pt/siteBES/cms.aspx?plg=305aa7ac-b40e-4d06-8286-54e896f83ede>

Acesso em: 12/01/2010.

Pereira, N. A. T.(2010). *Adeus benchmark? Entenda as mudanças na precificação do minério de ferro*. InfoMoney Notícias, Abril. Disponível em:

<http://web.infomoney.com.br/templates/news/view.asp?codigo=1820860&path=/Investimentos/>

Acesso em: 07/04/2010

Pereira, Roberto A. P. (2010). *Novas apostas para preço do minério de ferro superam o topo de projeções anteriores*. InfoMoney Notícias, Janeiro. Disponível em:

<http://web.infomoney.com.br/templates/news/view.asp?codigo=1764387&path=/investimentos/>

Acesso em: 16/02/2010

Pessoa, G.A. (2006). *Avaliação de projetos de mineração utilizando a teoria das opções reais em tempo discreto: um estudo de caso em mineração de ferro*. Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Rio de Janeiro, p. 56-86.

Purnell, Freya. (2010). *Global iron ore & steel outlook – Part One*. Australian Journal of Mining, Post by Paula Wallace, January. Disponível em:

[http://www.theajmonline.com.au/mining\\_news/news/2010/january/january-28-10/global-iron-ore-steel-outlook-part-one](http://www.theajmonline.com.au/mining_news/news/2010/january/january-28-10/global-iron-ore-steel-outlook-part-one)

Acesso em: 10/03/2010.

\_\_\_\_\_. (2010). *Global iron ore & steel outlook – Part Two*”. Australian Journal of Mining – AJM, Post by Paula Wallace, February. Disponível em:

[http://www.theajmonline.com.au/mining\\_news/news/2010/february/february-04-10/top-stories/global-iron-ore-steel-outlook-part-two](http://www.theajmonline.com.au/mining_news/news/2010/february/february-04-10/top-stories/global-iron-ore-steel-outlook-part-two)

Acesso em: 10/03/2010.

Quaresma, L. F. (2001). *Balanço Mineral Brasileiro 2001 – Ferro*. Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, p.1-27. Disponível em:

<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/ferro.pdf>

Acesso em: 02/04/2009.

Silva, V. C. (2009). *Avaliação econômica de empreendimentos de mineração*. Notas de aula da disciplina de Avaliação Econômica de Empreendimentos de Mineração, Universidade federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Sinferbase. (2009). *Relatório Anual 2008 – Minério de ferro – Exportações brasileiras*. Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Ferro e Metais Básicos, Relatório Anual 2008, Brasília, Março. Disponível em:

<http://www.sinferbase.com.br/relatorios.php>

Acesso em: 14/05/2009.

Society of Economic Geology. (2002). *McGill Student Chapter of the Society of Economic Geology*. Newsletter #6, November. Disponível em:

<http://www.eps.mcgill.ca/~seg/newsletters/news2002.php>

Acesso em: 10/03/2009

Souza, A. e Clemente, A. (2004). *Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações*. 5ª Edição, Atlas, São Paulo, p.11-146.

Souza, P. A. (1995). *Avaliação econômica de projetos de mineração – Análise de Sensibilidade e Análise de Risco*. Ietec – Instituto de Educação tecnológica, Belo Horizonte, 247p.

Steelonthe net.com. *Steelmaking Commodity Prices – World steel raw materials & energy prices*. Disponível em: [http://www.steelonthenet.com/commodity\\_prices.html](http://www.steelonthenet.com/commodity_prices.html)

Acesso em: 18/04/2009.

The World Bank.(2010). *Gross Domestic Product (GDP) growth (annual %)*.

Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>

Acesso em: 11/07/2010.

Torrigo, R. *Uma marola que preocupa*. Siderurgia Brasil - Revista de Negócios do Aço, edição 50. Disponível no site:

<http://www.siderurgiabrasil.com.br/novosb/component/content/article/60-materias50/996-uma-marola-que-preocupa-ricardo-torrigo>

Acesso em: 05/06/2009.

U.S. Geological Survey. (2009). *Mineral Commodity Summaries 2009*. U.S. Geological Survey, January. Disponível em:

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2009/mcs2009.pdf>

Acesso em: 02/07/2009

\_\_\_\_\_. *Mineral Commodity Summaries 2003 - 2009*. U.S. Geological Survey.

Disponível em:

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>

Acesso em: 02/07/2009

Vale. (2008). *A vintage time*. Merrill Lynch Pan-LatAm Conference, March, Documento em pdf, p. 1-45. Disponível em:

<http://www.vale.com/vale/media/080312MLConference.pdf>

Acesso em: 18/04/2009.

Vieira, M. (2009). *Siderurgia recontrata 700 funcionários demitidos em Minas*. Jornal Estado de Minas, Uai Economia, Junho. Disponível em:

[http://wwo.uai.com.br/UAI/html/sessao\\_4/2009/06/11/em\\_noticia\\_interna,id\\_sessao=4&id\\_noticia=114127/em\\_noticia\\_interna.shtml](http://wwo.uai.com.br/UAI/html/sessao_4/2009/06/11/em_noticia_interna,id_sessao=4&id_noticia=114127/em_noticia_interna.shtml)

Acesso em: 13/11/2009

Woiler, S. e Mathias, W. F. (2008). *Projetos: planejamento, elaboração, análise*. 2ª Edição, editora Atlas, São Paulo, p. 14-23, 155-202.

### **Webgrafia**

[www.vale.com](http://www.vale.com): Relatórios de trimestrais, relatórios de produção e relatórios anuais desde 2000 até 2009.

[www.riotinto.com](http://www.riotinto.com): Relatórios de trimestrais, relatórios de produção e relatórios anuais desde 2000 até 2009.

[www.bhpbilliton.com](http://www.bhpbilliton.com): Relatórios de trimestrais, relatórios de produção e relatórios anuais desde 2000 até 2009.

[www.yahoo.com.br](http://www.yahoo.com.br): Yahoo Finanças, Conversor de moedas. Acesso em: 07/05/2010

## **Bibliografia consultada**

Antonik, L. R. e Assunção, M. S. *Análise de investimentos pelo método de opções reais*. II Seminário de Gestão. Disponível em:

[http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/gestao/gestao\\_04.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/gestao/gestao_04.pdf)

Acesso em: 18/03/2010.

Castro, Mário C. G. *Projecto para Mineração de Pequeno e Médio Porte: elementos para a elaboração do estudo de viabilidade*. Dissertação de Mestrado – UNICAMP. Campinas – São Paulo, 1997.

Curi, A. e Lage, E. R. (2003). *Avaliação econômica do minério remanescente nos taludes da cava final da Mina de Alegria*. REM - Revista Escola de Minas, 56 (1), pag 41-44, Ouro Preto.

Garcia, J. L. F. (2003). *Avaliação Econômica de Projetos de Mineração Envolvendo Decisões de Investimento sob Condições de Incerteza*. Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Gentry, D. W. e O'Neil, T. J. (1984). **Mine Investment Analysis**. Society of Mining Engineers - American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc. New York.

Gomes, R. B. (2001). *Minério de Ferro para uso na Siderurgia: Seleção e relações com o mercado internacional*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro – UFOP. Ouro Preto.

Neto, A. *A Superioridade do Método do Fluxo de Caixa Descontado no Processo de Avaliação de Empresas*. Documento pdf, p. 1-7. Disponível em:

[http://www.institutoassaf.com.br/downloads/SUPERIORIDADE\\_M%C3%89TODO\\_F LUXO\\_CAIXA\\_DESCONTADO\\_PROCESSO\\_AVALIA%C3%87%C3%83O\\_EMPR ESAS.pdf](http://www.institutoassaf.com.br/downloads/SUPERIORIDADE_M%C3%89TODO_F LUXO_CAIXA_DESCONTADO_PROCESSO_AVALIA%C3%87%C3%83O_EMPR ESAS.pdf)

Acesso em: 04/04/2010.

Penedo, Theo Casotti.(2008). *Modelo de Previsão de Preços de Frete Marítimo*. Dissertação de Mestrado em Finanças e Economia Empresarial. Fundação Gertulio Vargas. Escola de Pós-Graduação em Economia. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://virtualbib.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2158/Tese%20Theo%20V21.pdf?sequence=1>

Acesso em: 22/04/2009

Portal do Governo da República de Angola. Ministério da Geologia e Minas. *Lei das Minas: Decreto-lei I Série N°3 – 17 de Janeiro de 1992*. Documento pdf. Disponível em: [http://www.padoca.org/pag/Docs/lei\\_minas\\_92.pdf](http://www.padoca.org/pag/Docs/lei_minas_92.pdf)

Acesso em: 20/04/2010.

Torries, T. F. (1998). *Evaluating Mineral Projects: applications and Misconceptions*. Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. United States of America.