

**LUIZ ANTONIO AZEVEDO CASELLI JUNIOR**

**APLICAÇÃO DE MODELO PARA OBTENÇÃO DO PREÇO E RISCO DE  
CRÉDITO PARA DEBÊNTURES NO MERCADO BRASILEIRO.**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
obtenção do Diploma de Engenheiro de  
Produção – Área Mecânica.

São Paulo  
2002

TF 2002  
C267a

**LUIZ ANTONIO AZEVEDO CASELLI JUNIOR**

**APLICAÇÃO DE MODELO PARA OBTENÇÃO DO PREÇO E RISCO DE  
CRÉDITO PARA DEBÊNTURES NO MERCADO BRASILEIRO.**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo para  
obtenção do Diploma de Engenheiro de  
Produção – Área Mecânica.

Orientador: Linda Lee Ho

São Paulo  
2002

Aos meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Prof. Dr. Linda Lee Ho pela orientação e incentivo.

A todos os professores do Departamento de Engenharia de Produção que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação como Engenheiro de Produção.

Aos amigos e colegas de turma pelo apoio mútuo ao longo desses anos.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	
LISTA DE TABELAS .....	
RESUMO .....	
ABSTRACT .....	
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. O Estágio .....	1
1.2. Contexto da escolha do tema.....	2
2. INTRODUÇÃO AO RISCO DE CRÉDITO .....	8
2.1. Definindo o Risco de Crédito.....	8
2.2. Breve Histórico de Debêntures.....	10
3. ANÁLISE DE CRÉDITO .....	13
3.1. Agências de “Rating” .....	16
3.2. Análise de Crédito Clássica.....	20
3.3. Modelos baseados em dados contábeis e valores de mercado .....	24
3.4. Modelo baseado em preço de ação.....	27
3.5. Modelos baseados em matriz de transição de “rating” .....	32
3.6. Comparação e escolha entre os modelos.....	35
4. DETALHAMENTO DO MODELO .....	39
4.1. Definição da Taxa Livre de Risco .....	39
4.2. Definição da Taxa de Indiferença .....	42
4.3. Fluxo de Pagamentos dos Títulos.....	47
4.4. Cálculo do Risco .....	48
5. RESULTADOS DO MODELO .....	50
5.1. Validação do modelo de precificação .....	50
5.2. Validação do modelo de risco de crédito .....	58
6. CONCLUSÃO .....	61
6.1. Problemas encontrados.....	61
6.2. Possíveis melhorias na metodologia .....	62
6.3. Considerações finais.....	62
BIBLIOGRAFIA.....	63
ANEXOS.....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Distribuição normal de probabilidades	3
Figura 2:	Representatividade do mercado secundário	6
Figura 3:	Igualdade no Valor Futuro	9
Figura 4:	Taxa de Retorno x Probabilidade de Inadimplência	10
Figura 5:	Standard & Poor's debt rating process	18
Figura 6:	Tripé da análise de crédito clássica	22
Figura 7:	Fluxo do Processo de Análise de Crédito	23
Figura 8:	Lucro com venda de uma opção de venda européia	28
Figura 9:	Lucro com a compra de uma opção de compra européia	29
Figura 10:	Esquema do modelo EDF	31
Figura 11:	Distribuição de valores de um empréstimo depois de 1 ano, com rating inicial "A"	34
Figura 12:	Teste gráfico de aderência (Distribuição Normal)	45
Figura 13:	Teste gráfico de aderência (Distribuição LogNormal)	45
Figura 14:	Exemplo de um Fluxo de pagamentos	48
Figura 15:	Distância de inadimplência	52
Figura 16:	Probabilidade do não pagamento da dívida após 1 ano	53
Figura 17:	Preço da debênture de CSN	57
Figura 18:	Retorno Trimestral	59
Figura 19:	Porcentagem do Value at risk em função do retorno diário	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Negócios realizados no mercado secundário	5
Tabela 2:	Aplicações dos modelos de risco de crédito	15
Tabela 3:	Símbolos de "Rating" de Créditos para títulos de Longo Prazo	17
Tabela 4:	Resultados do Modelo Z de Altman	26
Tabela 5:	Matriz de Transição (em %)	33
Tabela 6:	Valor de um empréstimo ao final de 1 ano, para diferentes ratings	33
Tabela 7:	Comparação dos modelos	36
Tabela 8:	Vantagens e desvantagens dos modelos EDF e CreditMetrics	37
Tabela 9:	Teste Kolmogorov-Smirnov	43
Tabela 10:	Valores Críticos de $A^2$ para Anderson-Darling	44
Tabela 11:	Agenda de eventos da debênture USIM11	47
Tabela 12:	Probabilidade (em %) de inadimplência de 1 até 10 anos	53
Tabela 13:	Comparação dos resultados	54
Tabela 14:	Taxas Livres de risco	54
Tabela 15:	Taxa de Indiferença pós-fixada	55
Tabela 16:	Taxa de Indiferença em %CDI	55
Tabela 17:	Taxa de Indiferença prefixada	56
Tabela 18:	Taxa de Indiferença indexada ao IGP-M	56
Tabela 19:	Erro do modelo versus spread do mercado secundário.	58
Tabela 20:	Cálculo do KMV para a CSN	69
Tabela 21:	Cálculo do KMV para a Gerdau	69
Tabela 22:	Cálculo do KMV para a CST	69
Tabela 23:	Cálculo do KMV para a Usiminas	70
Tabela 24:	Agenda de eventos CSNA11	71
Tabela 25:	Cálculo de CSNA11 com deságio	72

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver e aplicar um modelo de risco de crédito para a determinação do valor de mercado de títulos privados de crédito (mais especificamente as debêntures) como também calcular o seu risco, dentro de uma instituição de administração de recursos de terceiros. A preocupação do texto está centrada na solução do problema da instituição, apresentando os procedimentos e métodos necessários. O texto apresenta também a adaptação e aplicação do modelo EDF ao mercado brasileiro, possibilitando a transmissão da experiência da implementação de tal modelo na língua portuguesa.



## **ABSTRACT**

This report has a goal to develop and apply a credit risk model to obtain market value of a corporate debt (especially debentures) and also determine its market risk, for an Asset Management Firm. This text deals mainly with the solution of the problem, procedures and methods are presented herein. The text adapts the EDF model to the Brazilian market, providing some practical experience of the author in the subject.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. O Estágio

O estágio onde foi realizado o Trabalho de Formatura iniciou-se em janeiro de 2001, no “Santander Banespa Asset Management”, mais especificamente na área de Controle de Risco (Risk Management).

“Asset Management” (em inglês “Administração de Ativos”) é a empresa de um conglomerado financeiro que tem como função administrar os recursos de terceiros, normalmente na forma de Fundos de Investimentos, Carteiras Administradas ou Clubes de Investimento.

Fundos de Investimentos são aplicações financeiras nas quais o investidor compra cotas do fundo, tornando-se “condômino” deste. Quando o investidor quiser retirar o seu investimento da aplicação, pode “vendê-las” de volta para o gestor, resgatando seu investimento imediatamente (em alguns casos, fundos possuem um prazo de carência para o resgate, proporcionando mais tempo ao gestor vender os ativos necessários na carteira do fundo). Existem quatro tipos de fundos de investimentos, são eles: Fundo de Investimento Financeiro (FIF), Fundo de Aplicação em Cotas (FAC), Fundo de Investimento em Ações (FIA) e Fundo de Aplicação de Cotas de Fundos de Investimento em Ações (FACFIA). FIF são todos os fundos que possuem mais da metade de sua carteira composta por títulos de renda fixa. FAC é o fundo que aplica sua totalidade em cotas de FIFs. FIA é um fundo de investimento que aplica seu patrimônio em ações. FACFIA é um fundo que compra integralmente cotas de FIAs.

Carteiras administradas são carteiras de títulos e ações de uma única pessoa jurídica, as quais não são divididas em cotas. O investimento é convertido em Patrimônio Líquido, e o cálculo de rentabilidade se dá pela Taxa Interna de Retorno.

Por último, Clubes de Investimento são tipos especiais de fundos, regidos por regras diferentes dos fundos de investimento. Os clubes de investimento normalmente são constituídos por pessoas de uma mesma empresa. Muitas vezes esses clubes são formados por funcionários de empresas interessados em participar de uma oferta pública de ações da empresa das quais eles são funcionários.

## 1.2. Contexto da escolha do tema

No início do estágio, a área de risco calculava somente o risco de mercado dos fundos e carteiras administradas, não calculando o valor em risco nos outros tipos de risco (crédito, liquidez, operacional, etc.). Ao longo do ano de 2001, foram implementados controles de risco de liquidez e operacional, porém o controle de risco de crédito continuava limitado ao controle de exposição por emissor.

Na segunda metade de 2001 e ao longo do ano de 2002, algumas empresas nacionais não conseguiram honrar suas dívidas internas (CEMAR e INEPAR) ou externas (CELESC), levando a criação de provisões para desvalorização de debêntures por parte dos gestores dos fundos. Outras empresas anunciaram renegociações com os debenturistas, como é o caso da GloboCabo e AES Tietê, tentando diminuir as taxas de juros e alongando o prazo de vencimento. Nesses episódios, a maioria dos gestores optou pela provisão total do papel, resultando em perdas expressivas aos cotistas dos fundos (exemplo no Anexo A).

A criação de uma provisão de desvalorização de debêntures (PDD) é uma tentativa de registrar no preço dos títulos emitidos por essas empresas a sua condição atual de crédito. Ao registrarmos o preço de um título pela expectativa do mercado (no caso, a expectativa do crédito da empresa), estamos realizando uma “Marcação a Mercado” (do inglês Mark to Market). Com a criação de uma provisão de desvalorização de debêntures, o gestor está realizando uma marcação a mercado por evento (sendo evento qualquer atitude do emissor que melhore ou piore sua habilidade de pagar sua dívida).

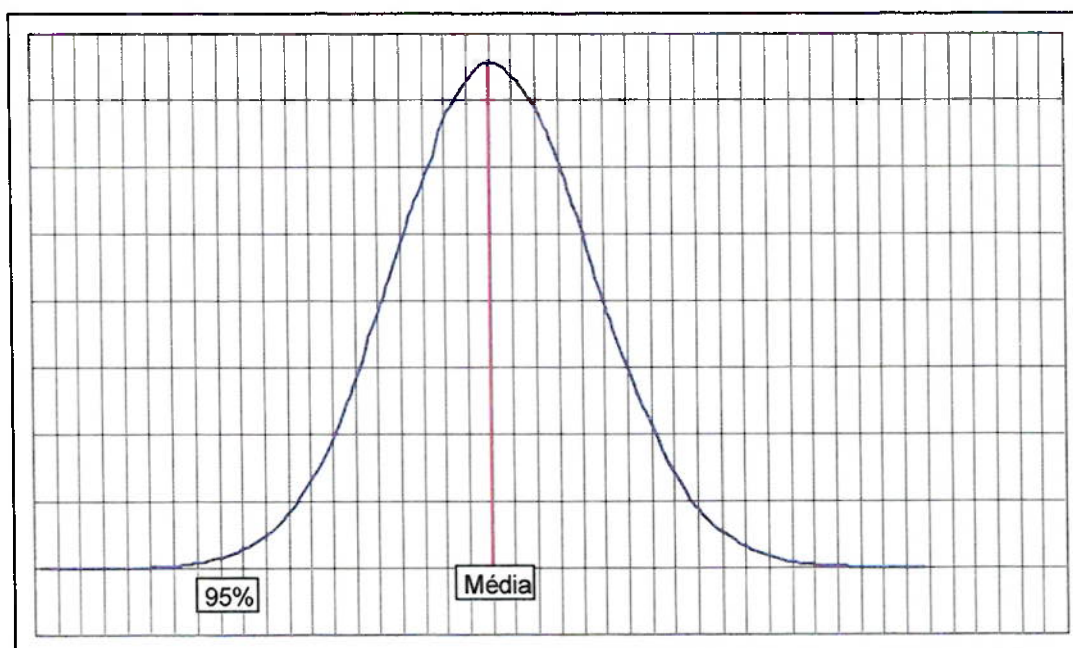
Com a crescente necessidade de se apurar os riscos de crédito das carteiras dos fundos de investimento (visto os problemas mencionados), iniciou-se o estudo de um modelo para contabilizar esses títulos ao seu valor de mercado (também chamado de Marcação à Mercado, ou seja, contabilizar os títulos da carteira pelo seu preço de mercado).

O modelo em desenvolvimento pela área de Gestão de Recursos do Asset Management leva em consideração muitos dados subjetivos, como notas de empresas

de classificação e avaliações subjetivas da empresa, do mercado e de seu prognóstico futuro.

A intenção desse trabalho de formatura é desenvolver um modelo, eliminando principalmente a utilização de notas atribuídas por agências de classificação. Adicionalmente, será feita a análise do risco de crédito, utilizando-se o conceito de “Value at Risk” (Jorion, 2000), o qual será visto mais adiante no capítulo 4.

Os motivos para essa análise conjunta de preço de mercado de uma debênture, bem como seu risco de crédito, se dá justamente porque as duas informações são retiradas da mesma distribuição de probabilidades. A marcação a mercado nada mais é do que achar a média dos preços, ponderada pela probabilidade das expectativas do mercado, dada a sua distribuição de probabilidade (no caso de uma distribuição normal, a média ponderada será igual à média, desde que o peso para todas as observações seja igual). Já o cálculo do risco de crédito é encontrar o mínimo valor de mercado que tenha um determinado nível de confiança (dada a distribuição de probabilidades, o mínimo valor será aquele com probabilidade acumulada de  $1 - \alpha$ ). A Figura 1 ilustra uma distribuição normal, com a sua média destacada.



**Figura 1: Distribuição normal de probabilidades**

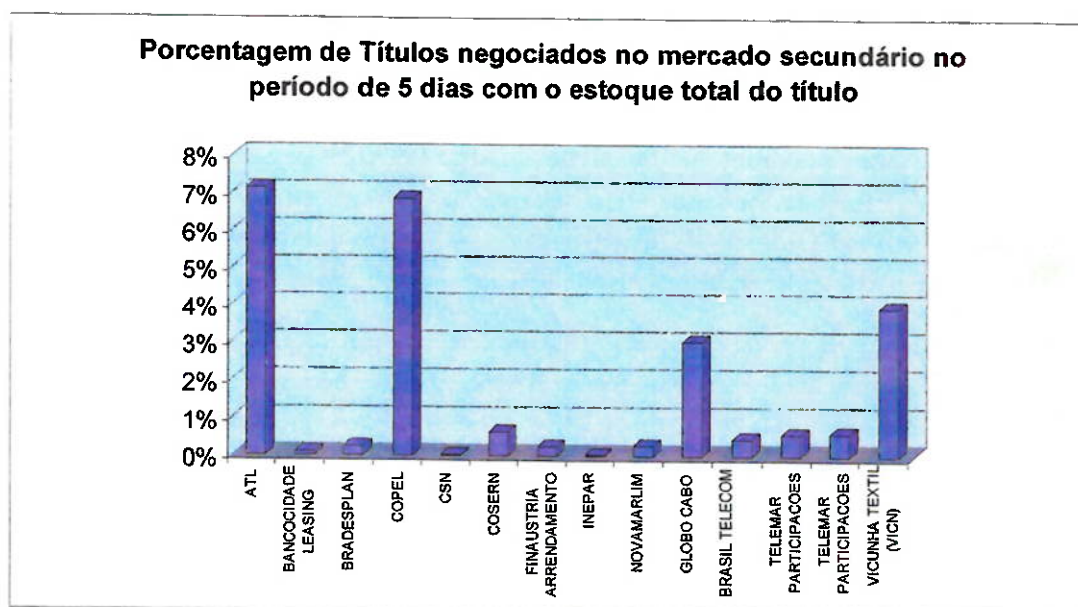
Mais ainda, para encontrarmos o preço de mercado, devemos estudar profundamente a estrutura dessa distribuição, bem como suas principais variáveis e os fatores correlacionados.

Alternativas usualmente propostas no exterior, como a utilização do mercado secundário para a Marcação à Mercado, não podem ser implementadas no Brasil, já que este mercado não possui volume nem representatividade, sendo muitas vezes local de manipulações de instituições financeiras. Apesar das tentativas das bolsas de valores brasileiras implementarem um mercado secundário centralizado em seus sistemas de negociação eletrônica (Sisbex da Bolsa do Rio e BovespaFIX da Bovespa), o mercado secundário de dívida privada brasileira se dá diretamente entre os agentes do mercado, o chamado mercado de balcão. A falta de representatividade do mercado secundário se dá pelo ínfimo volume, já que os poucos títulos negociados diariamente possuem um volume negociado menor que 1% do total da emissão. Para melhor ilustrar esse problema, a Tabela 1 apresenta todos os negócios realizados na semana de 10 a 14 de junho de 2002.

Data	Nome	Código	Qtde	Nº	Preços Unitários		
					Negócios	min	med
10/06/02	BRADESPAN	BDPL11	2	2	1.945.566,40	1.945.566,400	1.945.566,
10/06/02	CSN	CSNA11	16	4	10.691,9860	10.691,99249	10.692,003
10/06/02	INEPAR	INPR12	2	2	2.132,23131	2.132,231319	2.132,2313
10/06/02	VICUNHA	VICN14	3.882	6	1.031,00450	1.032,683200	1.034,3500
	TEXTIL (VICN)						
11/06/02	BANCOCIDAD	BCAM14	215	1	3.030,93312	3.030,933120	3.030,9331
	E LEASING						
11/06/02	COSERN	CSRN11	49	1	13.609,5199	13.609,51990	13.609,519
11/06/02	FINAUSTRIA	FNST11	506	2	569,422752	569,422752	569,42275
	ARRENDAMEN						
	TO						
11/06/02	INEPAR	INPR12	8	5	2.132,23131	2.132,231319	2.132,2313
11/06/02	VICUNHA	VICN14	14	4	1.035,09000	1.035,091428	1.035,0920
	TEXTIL (VICN)						
12/06/02	COPEL	CPEL32	1.694	6	10.315,0600	10.503,63544	10.520,948
12/06/02	CSN	CSNA11	6	2	10.708,4152	10.708,41521	10.708,415
12/06/02	GLOBO CABO	PLIM12	100	8	121.332,650	121.615,5080	122.339,29
12/06/02	BRASIL	TEPR12	230	2	10.021,7700	10.111,44953	10.201,129
	TELECOM						
12/06/02	VICUNHA	VICN14	12	6	1.035,83500	1.035,836666	1.035,8400
	TEXTIL (VICN)						
13/06/02	ATL	ATLS11	2.488	1	10.367,2543	10.367,25434	10.367,254
13/06/02	COPEL	CPEL32	360	2	10.524,9171	10.524,91719	10.524,917
13/06/02	NOVAMARLIM	NVML12	625	5	5.491,45070	5.492,706606	5.543,7800
13/06/02	GLOBO CABO	PLIM12	6	1	122.339,290	122.339,2900	122.339,29
13/06/02	TELEMAR	TLMP12	36	2	78.417,1495	78.417,14956	78.417,149
	PARTICIPACO						
	ES						
13/06/02	TELEMAR	TLMP13	400	2	10.455,6173	10.455,61736	10.455,617
	PARTICIPACO						
	ES						
13/06/02	VICUNHA	VICN14	22	6	1.036,58000	1.036,580909	1.036,5814
	TEXTIL (VICN)						

**Tabela 1: Negócios realizados no mercado secundário**

Comparando-se os números de contratos negociados na semana e o total de títulos emitidos, podemos estimar a proporção dos títulos que são normalmente negociados no mercado secundário, conforme Figura 2.



**Figura 2: Representatividade do mercado secundário**

Pode-se notar uma pequena participação do mercado secundário sobre o total dos títulos emitidos. Além disso, esses foram os únicos títulos privados negociados na semana estudada, dentre 209 emissões atualmente no mercado. Inúmeras emissões ficam anos sem negócios no mercado secundário, assim, títulos de empresas que estão em má situação financeira muitas vezes ficam com preços defasados, que não refletem sua atual situação. Por outro lado, os negócios realizados no mercado secundário muitas vezes apresentam diferenças muito grandes entre os negócios, levando a crer que muitas instituições financeiras repassam títulos entre fundos e carteiras por valores fora do mercado, distorcendo os preços.

Assim, esse trabalho de conclusão de curso de graduação irá desenvolver um modelo que se adapte as restrições do mercado brasileiro, possibilitando, em um primeiro momento, melhor analisar o risco de carteiras de fundos e, posteriormente, ajudar a definir de forma sistemática preços de compra e venda para o mercado secundário de títulos privados.

Tendo em vista a necessidade descrita anteriormente, esse trabalho irá desenvolver e aplicar um modelo de risco de crédito para a determinação do valor de mercado de títulos privados de crédito (mais especificamente as debêntures) como também calcular o seu risco.

No capítulo 2, vamos introduzir o risco de crédito, definições gerais e um histórico das debêntures no mercado brasileiro. O terceiro capítulo fará uma revisão bibliográfica de análise de crédito, detalhando os diversos modelos já existentes no mercado, com o objetivo de escolher o mais adequado ao problema proposto. O capítulo 4 será um detalhamento do modelo escolhido, definindo-se os parâmetros a serem seguidos na sua aplicação. Os resultados serão então expostos no quinto capítulo, juntamente com uma análise da sua consistência. Por último, o sexto capítulo será a conclusão do trabalho, onde serão comentados os problemas enfrentados e as possíveis melhorias ao modelo.



## **2. INTRODUÇÃO AO RISCO DE CRÉDITO**

Risco de Crédito é a mais antiga forma de risco nos mercados financeiros. A sua origem remonta justamente ao surgimento do mercado de crédito, aproximadamente no século XIX aC (Homer e Sylla et al [1996]), quando o Código de Hamurabi incluía inúmeras seções relativas à regulamentação da concessão de crédito na Babilônia.

Na sua essência, o risco de crédito de 4000 anos atrás continua atrelado ao mesmo fator: a incerteza do tomador do empréstimo irá pagar o empréstimo. Porém, métodos e modelos são desenvolvidos constantemente, tentando modelar a incerteza e otimizar a política de crédito das instituições financeiras. Tradicionalmente, os banqueiros (ou um investidor qualquer) avaliam o crédito de forma artesanal, avaliando individualmente as necessidades de crédito e a sua capacidade de honrar dívidas dos seus clientes. Pode-se afirmar que a abordagem continua semelhante, pelo menos na concessão de crédito a pessoas jurídicas (a análise de crédito à pessoa física desenvolveu-se muito nos últimos anos, técnicas de “credit scoring” já são utilizadas para a aprovação de crédito automática a pequenos empréstimos).

### **2.1. Definindo o Risco de Crédito**

A operação de crédito possui dois personagens principais: Tomador de recursos e o Credor (ou investidor). Os tomadores de recursos são aquelas pessoas físicas ou jurídicas que necessitam de capital adicional (além do capital próprio) para investir em bens, capital de giro ou mesmo pagar outras dívidas (rolagem de dívidas). Já o credor empresta dinheiro para, depois de certo período, receber o montante emprestado, acrescido de juros. O objetivo do empréstimo é, portanto, gerar lucro para as duas partes, seja pela cobrança de juros do lado do credor, seja pela alavancagem do retorno de uma empresa.

Para a definição dos juros de um empréstimo, o credor irá estimar a sua expectativa de receber o pagamento no fim do período. Usando como base a probabilidade de pagamento, podemos estimar o quanto seria indiferente para o credor emprestar para uma pessoa física ou jurídica (com risco de crédito) ou

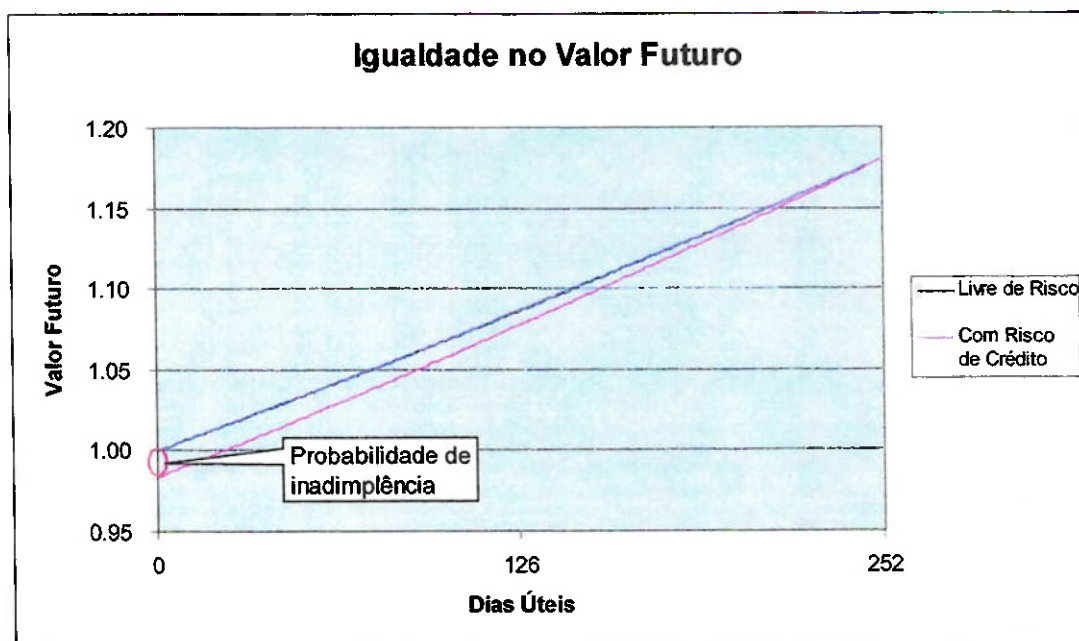
emprestar pela Taxa Livre de Risco (no caso brasileiro, empréstimo para o Tesouro Nacional).

Essa taxa de retorno, também chamada de Taxa de Indiferença, pode ser obtida igualando o montante final do empréstimo (Valor Futuro) para os dois casos, sem e com risco de crédito. Isolando a taxa de indiferença do empréstimo com risco de crédito nesta igualdade, obtém-se a equação (1).

$$Tx = \frac{(1 + T_{RF})^{\frac{252}{DU}}}{(1 - p)} - 1 \quad (1)$$

onde “Tx” é a taxa de indiferença (exponencial anual, em base de 252 dias), “ $T_{RF}$ ” é a taxa de juros livre de risco (exponencial anual, em base de 252 dias), “p” é a probabilidade do não pagamento e “DU” os dias úteis até o vencimento.

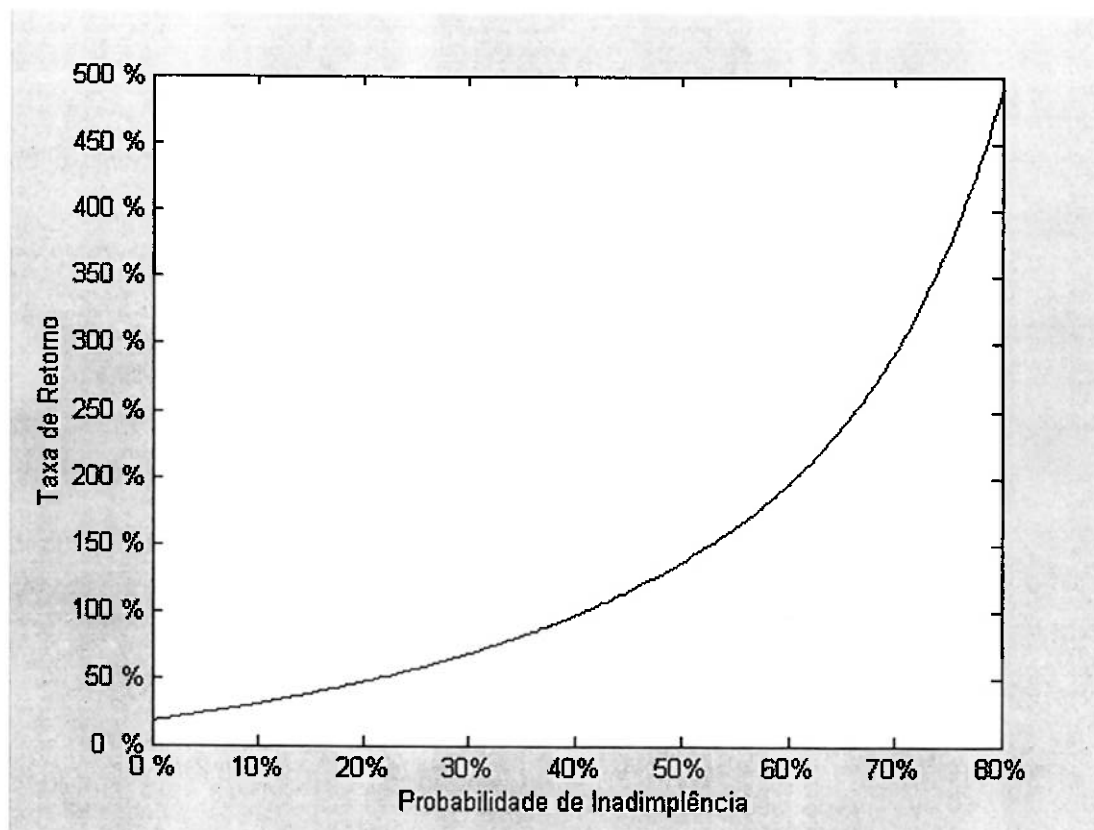
Podemos visualizar o conceito de igualdade dos valores futuros na Figura 3, onde se pode ver que no valor presente (dia 0) existe uma diferença entre os valores, justamente igual a P (probabilidade de inadimplência).



**Figura 3: Igualdade no Valor Futuro**

A Figura 4 ilustra a correlação entre a taxa de juros (de indiferença) para cada probabilidade de não pagamento. Pode-se observar um crescimento exponencial da taxa de indiferença, mostrando que uma pequena variação na percepção de

probabilidade de inadimplência pode levar a um aumento considerável na taxa de retorno exigida pelos investidores.



**Figura 4: Taxa de Retorno x Probabilidade de Inadimplência**

## **2.2. Breve Histórico de Debêntures**

As debêntures são títulos de dívida de médio e longo prazo, podendo ser emitidas por sociedades por ações, conferindo ao detentor do título (também chamado de debenturista) um direito de crédito contra a emissora, nas condições constantes da escritura de emissão.

No Brasil, as debêntures são uma das mais antigas formas de captação por meio de títulos. A sua regulamentação remonta à época do Império (Lei n.º 3.150 e o Decreto n.º 8.821, ambos de 1882).

As emissões de debêntures também foram objeto do ciclo de euforia e especulação conhecido por encilhamento (1889-1891). O esgotamento desse ciclo trouxe como um dos desdobramentos o Decreto n.º 177-A/1893, conhecido como

“Lei dos Empréstimos por Debêntures”. Essa regulamentação, complementada pelo Decreto n.º 22.431, de 1933, e pelo Decreto-Lei n.º 781, de 1938, era mais rigorosa e permaneceu válida até o início dos anos 60, mas o mercado de debêntures foi pouco expressivo, porque não existiam mecanismos que protegessem as aplicações de longo prazo dos efeitos da inflação.

A Lei n.º 4.728, de 1965, editada em meio às mudanças que reorganizaram o sistema financeiro nacional, introduziu importantes inovações às debêntures, destacando-se a possibilidade de conversão em ações e a correção monetária. Posteriormente, por meio da edição da Lei das Sociedades por Ações (Lei n.º 6.404/76), as debêntures assumiram a forma que prevalece atualmente. Ao mesmo tempo, a criação da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), por intermédio da Lei n.º 6.385/76, disciplinou o mercado de capitais, trazendo maior segurança para os investidores.

Apesar dos avanços da regulamentação, o mercado de debêntures teve comportamento irregular nos anos 80, em função das constantes mudanças de regras operacionais, tributárias e dos indexadores, muitas delas introduzidas pelos diversos planos de estabilização.

Em 1988, as debêntures tiveram a sua aquisição encorajada por instituições financeiras e, em seguida, o Plano Verão permitiu o uso de uma ampla gama de indexadores, estimulando os investidores. Contudo, as incertezas políticas e a política econômica recessiva ocorrida em 1990-1991 esfriaram o mercado de capitais doméstico, que em seguida também passou a sofrer a concorrência das captações externas.

Depois do Plano Real, o mercado de debêntures começou a apresentar recuperação, em função da estabilidade monetária, do progressivo alongamento dos prazos dos títulos de dívida, das reestruturações patrimoniais e financeiras das companhias, da retomada do crescimento econômico e do processo de privatização. Nesse processo, as debêntures se tornaram importante instrumento de captação de recursos para empresas de arrendamento mercantil (*leasing*), administração e participação, serviços de utilidade pública, comércio e insumos intermediários.

A partir de 1995, as notas promissórias de distribuição pública tornaram-se um título de renda fixa complementar às debêntures, por serem de curto prazo e de emissão mais simples.

Existem basicamente dois tipos de debêntures, as conversíveis e as simples. A primeira é aquela que permite aos seus detentores a conversão dos títulos em ações da própria empresa, observados os prazos e condições da escritura da emissão. Já as debêntures simples são aquelas que não permitem conversão em ações.

Debêntures também podem ser classificadas quanto ao tipo de garantia. Debêntures com garantia real são aquelas que têm bens próprios ou de terceiros, sob a forma de hipoteca ou penhor como garantia. Garantia flutuante são os títulos que possuem bens próprios como garantia, porém a empresa não está impedida de negociar esses ativos. As emissões quirografárias (também conhecidas como sem garantia) são aquelas que não possuem nenhum privilégio no caso de liquidação, concorrendo em igualdade de condições com os outros credores quirografários.

Toda emissão de título privado possui uma terceira parte envolvida (além do emissor e do investidor), chamada de Agente Fiduciário. Segundo Gitman (1997), esse agente pode ser um indivíduo, uma empresa ou um departamento de crédito de um banco comercial, agindo como protetor dos direitos dos possuidores desses títulos, assegurando que o emissor cumpra todas as obrigações contratuais, tomando determinadas ações em prol dos investidores caso não seja cumprido o contrato.

### 3. ANÁLISE DE CRÉDITO

A análise de crédito visa decidir pela concessão de um empréstimo e pela sua manutenção. A boa análise de crédito é aquela que leva em consideração a taxa de indiferença do empréstimo, concedendo-o somente quando este se mostrar favorável ao investidor. Para auxiliar na análise de crédito, analistas de crédito vêm, ao longo dos anos, criando e desenvolvendo diferentes modelos.

Os modelos acumulam o conhecimento, experiência e a experimentação humana que podem ser aplicados à explicação de fenômenos, como as pessoas se comportam, como as coisas funcionam. Os modelos facilitam a compreensão dos fenômenos e eventualmente ajudam na sua exploração.

Os modelos de análise de crédito, da mesma forma, têm como objetivo determinar (direta ou indiretamente), baseado em nossa experiência anterior e premissas em relação ao futuro, o valor de um empréstimo ou título, o risco (probabilidade) do não pagamento de um empréstimo.

Existem inúmeros modelos para análise de risco de crédito propostos até hoje. Os modelos podem ser classificados por três dimensões básicas: as técnicas empregadas, o domínio de sua aplicação e os produtos aos quais se aplicam.

Podemos dividir as técnicas utilizadas nos modelos de análise de crédito em diversas técnicas. A seguir, ilustramos a divisão proposta por Caouette (1999), dividindo em cinco técnicas detalhadas a seguir:

- Técnicas econométricas – modelam a probabilidade do não pagamento (ou prêmio de inadimplência) como variável dependente, cuja variação é definida por uma série de variáveis independentes e disponíveis. Entre elas, temos razões financeiras, indicadores econômicos e variáveis externas;
- Redes neurais – Sistemas computacionais que tentam simular o funcionamento do cérebro humano por meio de uma emulação de uma rede de neurônios interligados. Usam dados semelhantes aos da análise econométrica, porém chegam a um modelo de decisão por

meio de implementação alternativas de um método de tentativa e erro, segundo Caouette (1999);

- Modelos de otimização – são técnicas de pesquisa operacional que definem pesos ideais para os atributos que minimizem os erros e maximizem os lucros;
- Sistemas especialistas (baseados em regras) – De maneira estruturada tentam simular o processo decisório de um analista de crédito bem-sucedido. Diferentemente das redes neurais, as regras e sua aplicação se dão subjetivamente;
- Sistemas híbridos utilizando computação, estimativa e simulação diretas – são métodos que misturam as técnicas mencionadas anteriormente, utilizando também dados como matrizes de probabilidade de migração (matrizes que mostram a probabilidade de um “*rating*” migrar para outro) e utilização da formulação teórica de opções.

O domínio de aplicação de um modelo de análise de crédito é o momento no processo de empréstimo ao qual a técnica será utilizada, desde a aprovação do crédito até as melhores estratégias de cobrança. O domínio é em qual momento do processo de crédito que o modelo será utilizado pela instituição. Os possíveis domínios são os seguintes:

- Aprovação de crédito – Representa a aprovação de um crédito a um cliente.
- Determinação de uma nota de crédito (“*rating*”) – Títulos ou empréstimos de uma instituição são avaliados por um modelo, atribuindo-se um “*rating*”, possibilitando um controle de exposição por “*rating*”.
- Precificação de Crédito – Modelos são utilizados para se avaliar o preço de mercado do empréstimo.
- Aviso prévio financeiro – Modelos são utilizados para a detecção de possíveis problemas de inadimplência.
- Estratégias de cobrança – Modelos podem ser utilizados para auxiliar na elaboração de uma reestruturação da dívida da empresa.

Por último, existe a divisão por produtos aos quais os modelos se aplicam. Analisando-se a Tabela 2, observa-se a variedade de produtos (divididos pelo tipo de tomador de empréstimo), uma explicação de cada um dos tipos de produto e os modelos aplicáveis para cada um.

Produto	Descrição	Modelos aplicáveis
<b>Grandes Tomadores Corporativos</b>	Negociados publicamente, com ampla divulgação. Muitos investidores institucionais com capacidade de pesquisa. Baixa monitoração (ciclo anual)	Potencial para maior uso de scoring de crédito, por causa de dados melhores.
<b>Tomadores intermediários de mercado</b>	Negociados publicamente. Divulgação moderada. Não há ou há pouca dívida negociada publicamente.	Baixo uso de modelos de scoring de crédito. Maior ênfase na administração.
<b>Tomadores intermediários e privados</b>	Não tem títulos de capital negociados publicamente. Não há dívida pública. Mais problemas de informação.	Uso limitado de modelos de scoring de crédito.
<b>Pequenas empresas</b>	Não tem títulos de capital. Até as demonstrações não são objeto de auditoria.	Uso moderado de modelos de scoring de crédito.
<b>Imóvel Comercial</b>	Não tem títulos negociados publicamente. Aprovação baseada nas projeções de fluxo de caixa e valor de garantia real.	Mais confiança na garantia real e menos confiança nos compromissos.
<b>Residencial e Imobiliário</b>	Confiança no valor da garantia real.	Melhor uso de dados financeiros. Uso crescente de modelos de scoring de crédito
<b>Consumidor</b>	Não há demonstrações financeiras. Menos problemas de informação, por causa dos bureaus de crédito.	Confiança em variáveis demográficas. Garantia real apenas para bens de consumo duráveis. Grande uso de modelos de scoring de crédito.

**Tabela 2: Aplicações dos modelos de risco de crédito**

*Fonte: Caouette (1999)*

No presente capítulo, serão vistas alguns dos diversos modelos de análise de crédito. Pelo escopo do trabalho estar restrito a debêntures, os modelos a serem analisados serão somente aqueles que possam ser utilizados para empresas abertas. Modelos como scoring de crédito ou aqueles baseados em dados demográficos não são aplicáveis, porque a empresa aberta geralmente possui um universo restrito de comparação, tornando a análise demasiadamente dependente da escolha da amostra.

Dessa forma, serão vistas com detalhes as seguintes ferramentas de análise de crédito:

- Agências de “Rating”



- Análise de Crédito Clássica
- Modelos baseados em dados contábeis e valores de mercado
- Modelo baseado em preço de ação
- Modelo baseado em “matriz de transição de rating”

Ao final de cada item, serão comentadas as desvantagens de suas abordagens, apontando seus pontos fracos e deficiências.

O final do capítulo irá analisar as abordagens e definir qual será a escolhida.

### 3.1. Agências de “Rating”

As agências de “rating” são empresas especializadas na avaliação da capacidade de crédito de títulos emitidos por corporações ou instituições públicas (nacionais, estaduais ou municipais). Seu trabalho é informar os investidores sobre a probabilidade do não pagamento dos juros e principal dos títulos avaliados, atribuindo notas e modificando-as conforme as mudanças no mercado e nas condições do emissor e levando em conta as perspectivas futuras da empresa e do mercado.

As agências de “rating” internacionais de maior destaque no mercado financeiro são: Moody’s Investors Service, Standard & Poor’s (S&P) e Fitch. Quando alguma dessas agências faz alguma alteração de notas atribuídas a títulos corporativos ou de nações, o mercado reage instantaneamente. Isso ocorre, pois existem muitos fundos de investimento com políticas atreladas a notas dessas agências. Fundos que só podem investir em títulos com grau de investimento devem se desfazer dos títulos rebaixados ao grau especulativo pela agência de “rating”.

No Brasil, existem algumas agências locais de “rating”, atribuindo notas às emissões de títulos nacionais. São elas a “SR Rating” e a “Atlantic Rating”, por exemplo. Agências internacionais, como a S&P, Moody’s e Fitch, também emitem avaliações das emissões nacionais mais significativas, assim essas agências de “rating” nacionais muitas vezes ficam em segundo plano.

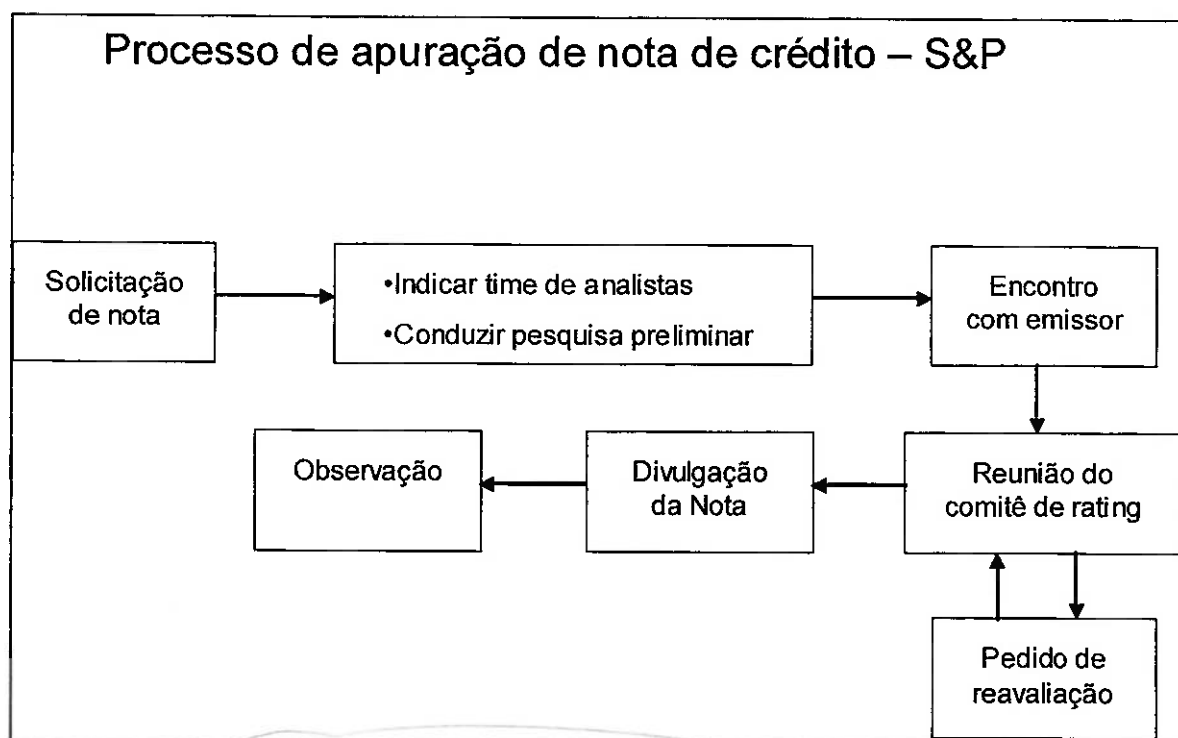
Na Tabela 3, todas as notas possíveis de serem atribuídas são listadas, juntamente com uma pequena interpretação de cada uma e a equivalência entre as

diferentes agências de avaliação de crédito. Estas empresas dividem as notas de crédito em dois grupos principais, os credores em grau de investimento e aqueles de grau especulativo.

Grau	Agências		Interpretação
	S&P e outras	Moody's	
Grau de Investimento	AAA	Aaa	Mais alta qualidade; extremamente forte
	AA+	Aa1	Alta qualidade
	AA	Aa2	
	AA-	Aa3	
	A+	A1	Forte capacidade de pagamento
	A	A2	
	A-	A3	
	BBB+	Baa1	Capacidade de pagamento adequada
	BBB	Baa2	
	BBB-	Baa3	
Grau especulativo	BB+	Ba1	Provável cumprimento de obrigações; Incerteza corrente
	BB	Ba2	
	BB-	Ba3	
	B+	B1	Obrigações de alto risco
	B	B2	
	B-	B3	
	CCC+	Caa1	Vulnerabilidade presente à inadimplência
	CCC	Caa2	
	CC-	Caa3	
	CC		
	C	Ca	Em falência ou inadimplência ou com outros problemas
	D		

**Tabela 3: Símbolos de “Rating” de Créditos para títulos de Longo Prazo**

O processo de avaliação de uma emissão de título segue um roteiro predeterminado. O processo pode ser observado na Figura 5, a qual apresenta o fluxograma presente no “Corporate Ratings Criteria” da Standard & Poor’s.



**Figura 5:** Standard & Poor's debt rating process

A Figura 5 mostra a linearidade do processo, sendo ele iniciado pelo próprio emissor do título, o qual solicita a avaliação a uma agência de “rating”.

Depois de solicitada a avaliação, a agência irá escolher um time de especialistas e iniciar uma pesquisa inicial, utilizando-se dados disponíveis. Após esta etapa inicial, o time de especialistas irá encontrar-se com os administradores da empresa, colhendo informações adicionais, eventualmente informações não públicas. Logo depois, um comitê será realizado pela agência de “rating”, chegando-se a um “rating”. A emissora, antes que a nota seja publicamente divulgada tem a possibilidade de pedir revisão da nota. Depois de reavaliada, a nota será então divulgada. Segue então um período de observação, acompanhando-se a empresa até que o título vença.

O processo de análise de crédito das agências de “rating” utiliza-se de muitas das ferramentas utilizadas pelos analistas de ações (estudo do balanço da empresa, fluxo de caixa descontado, etc.), porém difere em um aspecto principal, o horizonte da avaliação. Enquanto os analistas de ações possuem um horizonte curto e médio prazo (análise é feita com base no fluxo de caixa da empresa, olhando principalmente os produtos atuais da empresa), as agências de “rating” precisam analisar um

horizonte de tempo mais longo (a análise deve levar em conta perspectiva de novos produtos, decadência dos atuais, aparecimento de concorrentes e a saída dos atuais). O ponto de vista da análise também difere, pois sua análise está voltada não ao retorno ao acionista, mas sim no retorno ao detentor de títulos (credor).

A maior parte das agências de “*rating*” divulga publicamente seus métodos de avaliação, porém a profundidade com que essas metodologias são divulgadas varia muito de empresa a empresa. Analisando-se as metodologias da S&P e da Moody’s, percebe-se uma maior ênfase da primeira nos indicadores econômicos e financeiros da empresa a ser analisada, enquanto a Moody’s não divulga quais indicadores baseia-se, dando muita ênfase em análise de comitês. Assim, existe a crença no mercado que a S&P é mais estatística e a Moody’s é mais subjetiva. Apesar disso, a atribuição de notas das duas agências vem se comportando de maneira muito semelhante ao longo do tempo.

A atribuição de notas da S&P ao Risco de Crédito de empresas está relacionada à análise de dois fatores principais: risco do negócio e risco financeiro. O risco do negócio, para a Standard & Poor’s, é composto pelas características do setor, a posição competitiva da empresa (em relação à tecnologia, eficiência, regulamentação, propaganda, etc.) e a administração da empresa. Já o risco financeiro pode ser dividido em 6 subfatores, são eles: características financeiras, política de finanças, lucratividade, estrutura de capital, proteção do fluxo de caixa e flexibilidade financeira.

A Moody’s, por outro lado, adota uma política de não revelar detalhes de sua metodologia. A sua análise está baseada em entrevistas com a administração da empresa, indagando sobre o desempenho passado desta e sobre o seu planejamento estratégico. Pode-se discutir que essa ênfase pode levar a uma maior subjetividade à atribuição de notas, fortalecendo empresas com administradores conhecidos e com boa reputação em detrimento a empresas com administradores desconhecidos ou juniores.

Alguns problemas surgem quando se tenta utilizar notas de agências de “*rating*” para análise de risco de crédito de títulos privados.

Primeiro, a ênfase aos “*ratings*” privados é menor do que é dado às notas soberanas (notas atribuídas aos países), levando a uma análise mais lenta e menos cuidadosa da empresa.

Outro aspecto importante é a falta de um conhecimento melhor dos métodos de cada uma das agências. Não se sabe o grau de subjetividade colocado em cada uma das notas atribuídas pelas agências.

Além disso, as mudanças de “*rating*” muitas vezes acontecem depois de ocorrido o problema (um pedido de renegociação por parte da empresa), como pode ser visto no caso Enron recentemente.

Outro fato importante é a criação de escalas de “*rating*” locais pelas agências internacionais. Com diversas escalas diferentes, não há como comparar de forma correta os “*ratings*” atribuídos pelas diferentes agências, levando a conclusões erradas quanto ao risco de crédito do emissor.

Por último, o fato das avaliações serem pagas pelos próprios emissores de títulos pode levar, no caso de algumas agências menores, uma nota maior.

### 3.2. Análise de Crédito Clássica

O risco de crédito sempre esteve intimamente ligado às instituições financeiras, em especial aos bancos. Foram eles que aceitaram os riscos de crédito das empresas em todo mundo e permitiram que essas investissem mais capital em seus negócios. Ultimamente, os bancos vêm perdendo participação no mercado de crédito para outras instituições, mas sua importância continua. Foram eles os criadores de uma abordagem formal e completa para a análise de crédito, a chamada análise de crédito clássica.

A análise de crédito clássica está baseada em um sistema de regras e processos dos quais depende acima de tudo do julgamento pessoal e subjetivo de pessoas altamente treinadas pelas instituições. “As decisões de crédito são pessoais. Não podem ser feitas com base exclusivamente em diretrizes ou técnicas analíticas. Cada executivo de empréstimos deve exercer seu bom senso e julgamento” (Hale [1983] apud Caouette [1999]).

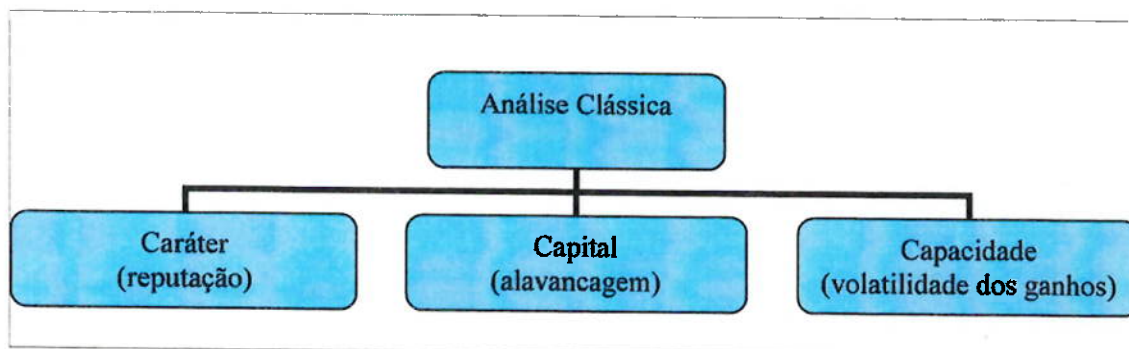
A experiência dos analistas mais antigos é muito válida e apreciada por diversos motivos. Analistas com muita experiência na empresa possuem uma bagagem da cultura da empresa, sabem os limites, conhecem os mitos e as histórias, enfim, conhecem a cultura de crédito da instituição. Além disso, a experiência confere aos analistas mais graduados uma melhor visão das variáveis presentes na análise, reconhecendo situações já vividas anteriormente.

A análise de crédito clássica vem sofrendo algumas mudanças nos últimos 50 anos. Empréstimos eram feitos normalmente para financiar o capital de giro das empresas, atendendo necessidades sazonais das empresas. Os empréstimos tinham garantias de ativos líquidos, presentes no balanço das empresas. Na segunda metade do século passado, as instituições financeiras começaram a financiar também a expansão dessas empresas, emprestando dinheiro para investimentos em ativos fixos, por prazos mais longos. Por serem ativos fixos e sem liquidez, se a empresa viesse à falência, o banco provavelmente teria dificuldades em vender esses ativos prontamente pelo valor esperado. Com isso, os analistas de crédito começaram a concentrar suas análises no fluxo de caixa da empresa, pois é o fluxo de caixa que permite analisar a liquidez da empresa, mostrando se será possível gerar caixa suficiente para pagar os juros de suas dívidas. O fluxo de caixa futuro de uma empresa está sujeito a riscos diversos (ações governamentais, problemas trabalhistas, demanda, concorrência, etc.), fazendo com que o executivo de crédito passe então a analisar esses riscos ao qual o fluxo de caixa futuro da empresa está sujeito.

Para a análise do fluxo de caixa e balanço das empresas, as instituições padronizaram suas análises analíticas por meio de índices financeiros. Esses índices permitem uma análise absoluta ou relativa, bem como comparar o seu desempenho ao longo dos anos ou com os índices de empresas similares. Um cuidado especial deve se ter ao analisar esses índices. O executivo de crédito deve checar a origem das informações, procurar possíveis falhas e imprecisões, prever possíveis problemas que venham a ocorrer.

A análise de crédito clássica está baseada em um tripé (Caouette [1999]): caráter, capacidade e capital (Figura 6). Para que um analista conceda um empréstimo, deve estar seguro quanto à reputação do tomador, a sua capacidade de gerar riquezas (suficientes para o pagamento dos juros) e o nível de alavancagem da

empresa (proporção de capital de terceiros em relação ao capital próprio do acionista).



**Figura 6: Tripé da análise de crédito clássica**

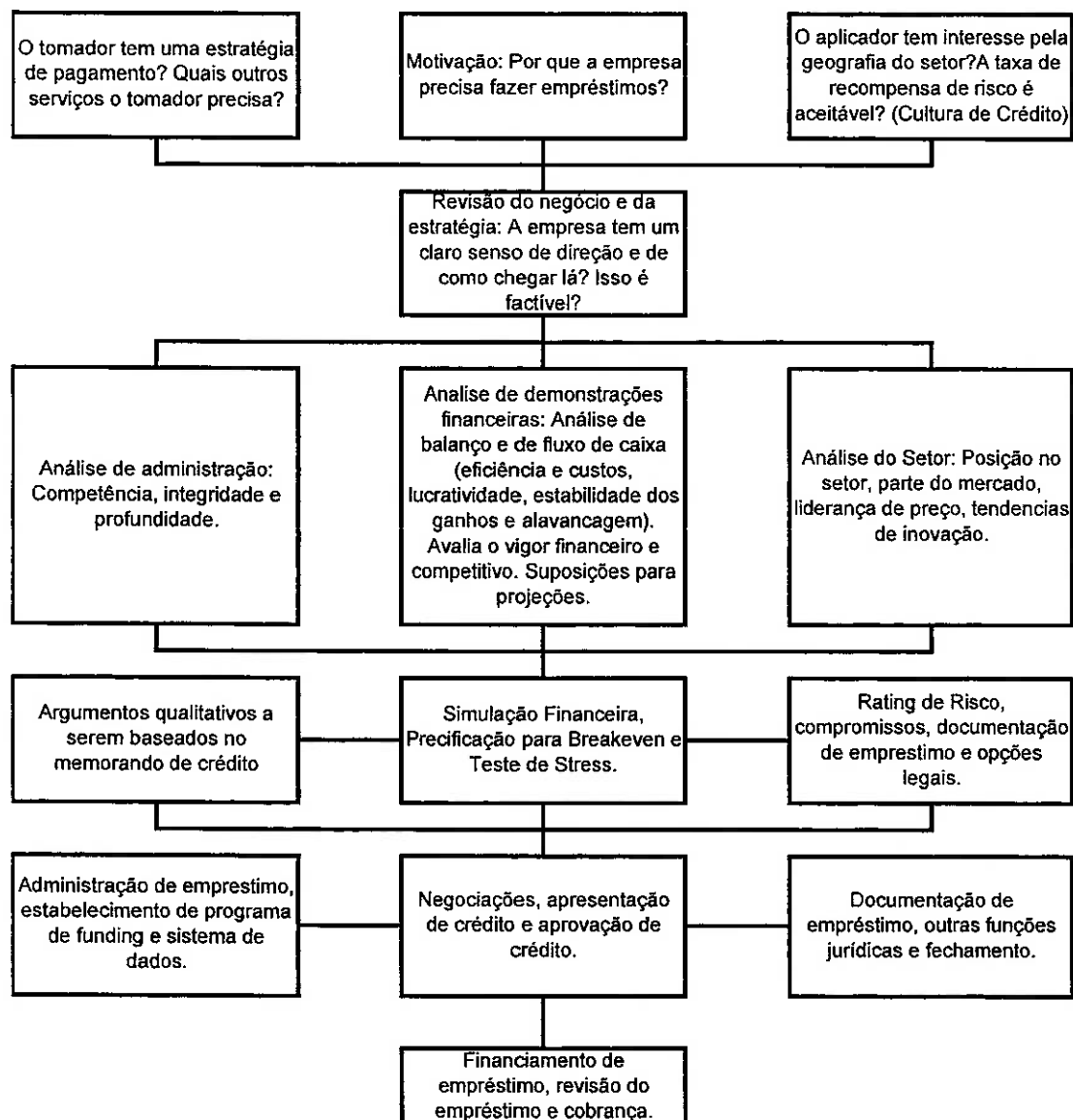
*Fonte: Caouette (1999)*

Saunders (2000) propôs a adição de dois novos fatores ao tripé proposto por Caouette (1999). Os cinco fatores indicados foram caráter, capital, capacidade, garantia real (collateral) e condições econômicas.

As técnicas analíticas vem sendo muito desenvolvidas nos últimos anos, mas a decisão final continua, na maioria das instituições financeiras, baseada na opinião subjetiva do analista de crédito.

O processo de análise de crédito clássico é longo e trabalhoso. O processo envolve o trabalho em diversas etapas, como pode ser observado na Figura 7.

### Fluxo de processo de Análise de Crédito



**Figura 7: Fluxo do Processo de Análise de Crédito**

*Adaptado de Caouette (1999)*

A análise de crédito clássica apresenta inúmeros problemas graves, difíceis de serem contornados.

Em primeiro lugar, para manter uma área de análise de crédito, instituições financeiras precisam ter constantemente muitas pessoas em treinamento e atualização, tornando-as assim especialistas.

Além disso, os bancos desconfiam nas análises de outras instituições financeiras, não compartilhando entre eles suas decisões, preferindo manter uma estrutura completa de análise de crédito (em um empréstimo conjunto, os bancos



realizam análise separada para a mesma empresa, não compartilhando suas informações).

O fato da análise clássica estar baseada na subjetividade do especialista faz com que a instituição esteja sujeita a erros humanos. Profissionais com caráter duvidoso ou sem talento para análise de crédito podem levar a resultados desastrosos. Esse problema se torna muito difícil de se controlar quanto maior o banco.

Saunders (2000) cita às vezes uma falta de consistência no modelo, pois este não delimita quais fatores comuns importantes devem ser analisados para tipos diferentes de empresas.

Por último, a análise de crédito, por ser extremamente burocrática e hierarquizada faz com que se perca a agilidade que os negócios nos últimos anos pedem. O mercado financeiro premia aquele com maior flexibilidade, agilidade e sofisticação.

### **3.3. Modelos baseados em dados contábeis e valores de mercado**

Tendo em vista as diversas falhas as quais está sujeita à análise de crédito clássica, têm-se desenvolvido nos últimos anos novas técnicas de análise, baseando-se em dados contábeis das empresas e em valores de mercado.

A primeira tentativa foi o “Credit Scoring”, na qual comparavam-se indicadores e índices de uma empresa com a média setorial. Essa análise permite observar quando uma empresa está distante das outras empresas do setor, observando-se as diferenças nos índices. Um dos problemas de tal análise está na dificuldade de se ponderar pontos fortes e fracos, por exemplo, uma empresa com alta lucratividade e com baixa liquidez pode ser considerada uma boa empresa para alguns e péssima para outros.

Surgiram logo após modelos multivariados, os quais utilizavam-se de análise discriminante múltipla. A análise discriminante múltipla é utilizada para, dada uma amostra, decidir em qual dos dois ou mais possíveis grupos essa amostra pertence. A idéia geral é substituir as diversas observações por um único valor, definido como uma combinação linear dessas.

Para a análise de crédito, são definidos pesos para as diversas variáveis independentes (no caso, índices retirados dos balanços e fluxos de caixa da empresa), resultando em uma variável dependente  $Z$  (combinação linear das variáveis independentes). Além disso, pontos da função  $Z$  são definidos, baseados em um certo nível de significância, definindo os limites para cada um dos grupos possíveis (os pontos são obtidos através da análise de diversos dados históricos, de empresas algum tempo antes de uma deterioração de seu crédito juntamente com empresas com bom crédito). A variável resultante e os pontos definidos da função permitem a classificação da amostra (no caso a situação de uma empresa em um determinado período de tempo) em três grupos: bom crédito, mau crédito e em dúvida (dado o nível de significância da análise, nada se pode concluir).

Dentre os diversos modelos de scoring disponíveis, o mais utilizado é o  $Z$  de Altman, desenvolvido para empresas abertas e fabris por Edward I. Altman em 1968. Utilizando-se a análise discriminante múltipla exposta, conforme expressão (2)

$$Z = 0.012X_1 + 0.014X_2 + 0.033X_3 + 0.006X_4 + 0.999X_5$$

$$\text{se } \begin{cases} Z \leq 1.81 \rightarrow \text{Quebra} \\ 1.81 < Z \leq 2.99 \rightarrow \text{Área de Indecisão} \\ Z > 2.99 \rightarrow \text{não quebra} \end{cases} \quad (2)$$

onde:  $X_1$  é a razão entre Capital de Giro e Ativo Total – Mostra a liquidez de uma empresa (ativo circulante menos passivo circulante) pelo seu ativo total;  $X_2$  é a razão entre Lucros Retidos e Ativo Total – Mede a proporção do ativo total que tem como origem Lucros reinvestidos na própria empresa. Funciona como um indicador da idade da corporação, sendo perfeitamente aceitável essa diferenciação, pois se sabe que a “mortalidade infantil” de empresas é fato comum e conhecido;  $X_3$  é a razão entre Lucros antes de Juros e Imposto de Renda e o Ativo Total – Medida de produtividade dos ativos totais da empresa, não levando em conta aspectos como a alavancagem da empresa e políticas tributárias, representando o poder de ganho dos ativos da empresa;  $X_4$  é a razão entre o Valor de Mercado do Patrimônio Líquido e Valor escritural do Passivo Total – Representa o quanto os ativos totais de uma empresa podem perder de valor, antes que a empresa se torne insolvente, ou seja, o

seu passivo será maior que o seu ativo (e patrimônio líquido negativo);  $X_5$  é a razão entre Vendas e o Ativo Total – Também conhecido como giro do ativo, representa a capacidade de geração de faturamento dos ativos totais de uma empresa.

Os resultados do modelo Z de Altman funcionam para uma amostra pequena, como se pode observar na Tabela 4.

Tempo de Quebra		Número de Casos	Grupo Previsto	
(Ano)	Grupo Efetivo		Grupo 1 (quebrado)	Grupo 2 (não-quebrado)
1	Grupo 1 (quebrado)	33	94%	6%
	Grupo 2 (não-quebrado)	33	3%	97%
2	Grupo 1 (quebrado)	33	73%	27%
	Grupo 2 (não-quebrado)	33	6%	94%

**Tabela 4: Resultados do Modelo Z de Altman**

Fonte: Altman (1968)

O modelo proposto teve sucesso em mais de 90% dos casos de falências um ano antes do ocorrido (campos em verde significam acerto na previsão, enquanto campos em amarelo significam erros de previsão). Já dois anos antes da falência, a eficácia do modelo caiu, porém ainda acima de 70% de acerto.

Além do modelo acima proposto, Altman (Saunders [2000]) desenvolveu ainda dois outros modelos, um deles proposto para empresas de capital fechado (substituindo o valor de mercado da empresa pelo valor escritural da mesma) e outro para empresas não fabris (retirando-se da equação a variável  $X_5$ , ou giro do ativo). Tanto os coeficientes como os limites inferiores e superiores dos modelos foram alterados, levando em consideração a nova condição. Os resultados obtidos pelos dois outros modelos foram equivalentes aos obtidos pelo modelo original.

Por último, devemos citar o modelo ZETA, desenvolvido por Altman, Haldeman e Narayanan (1977), que veio a atualizar o modelo Z, concentrando-se o estudo em empresas maiores (com mais de 100 milhões de dólares em ativos), levando em consideração também na análise empresas de varejo (grupo normalmente muito vulnerável a falências). O modelo utiliza sete variáveis independentes e a definição dos limites é variável em relação aos custos incorridos na aceitação de um crédito indevido e na rejeição de um bom crédito.

O modelo Z de Altman, bem como diversos outros modelos multivariados de pontuação de crédito possuem alguns problemas e questões que devem ser levantados.

O modelo proposto é linear, contrariando-se o sentimento de não linearidade que vemos nos momentos que sucedem a bancarrota de uma empresa.

Além disso, o modelo proposto por Altman é totalmente dependente dos dados de balanço e demonstrações contábeis das empresas. Na maioria dos países, os dados contábeis são divulgados periodicamente (trimestralmente), diminuindo a sensibilidade do modelo em situações de stress do mercado. Outro aspecto relevante é o fato da utilização da chamada “contabilidade criativa” (Plácido Lisboa [2001]) para maquiar dados contábeis, levando a resultados incorretos e possivelmente catastróficos.

Por último, o modelo não leva em consideração as relações e interações existentes entre as variáveis independentes e a variável dependente. Ou seja, o efeito indireto que as interações entre as variáveis independentes tem sobre a variável dependente não é levado em consideração.

### **3.4. Modelo baseado em preço de ação**

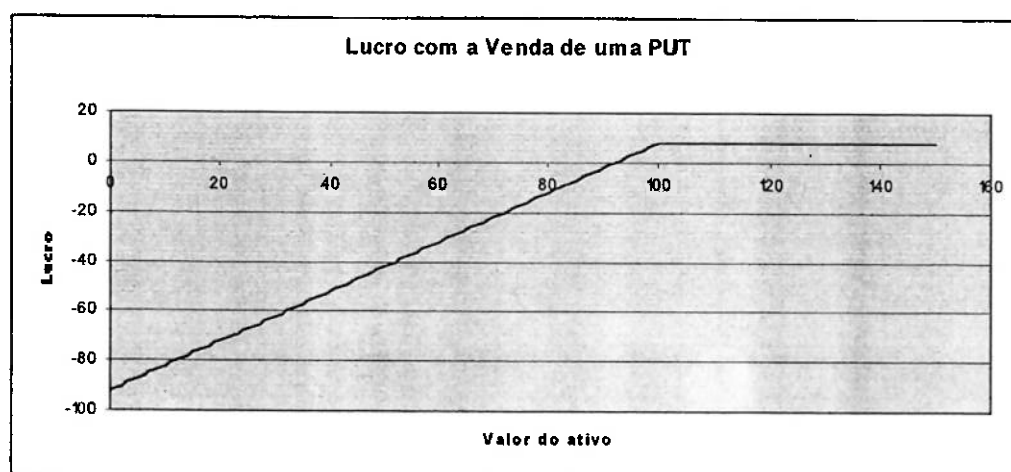
Até agora, os modelos vistos baseavam toda a sua análise em dados contábeis divulgados pelas próprias empresas.

Como já comentado anteriormente, dados contábeis estão sujeitos a fraudes e podem não relatar a realidade da empresa. Por esse e por outros motivos, surgiu a necessidade de se criar um modelo de análise de crédito que utilize informações públicas, que não estivesse sujeito à manipulação direta da empresa.

Foram criados então modelos baseados nos preços das ações, já que as ações de uma empresa aberta refletem o sentimento geral do mercado em relação a uma empresa, através da oferta e demanda das suas ações. Devemos lembrar que o mercado acionário também utiliza informações contidas em balanço de empresas para a tomada de decisões, como por exemplo, análise de fluxo de caixa descontado (Discounted Cash Flow - DCF). Isso pode diminuir o grau de independência dessa

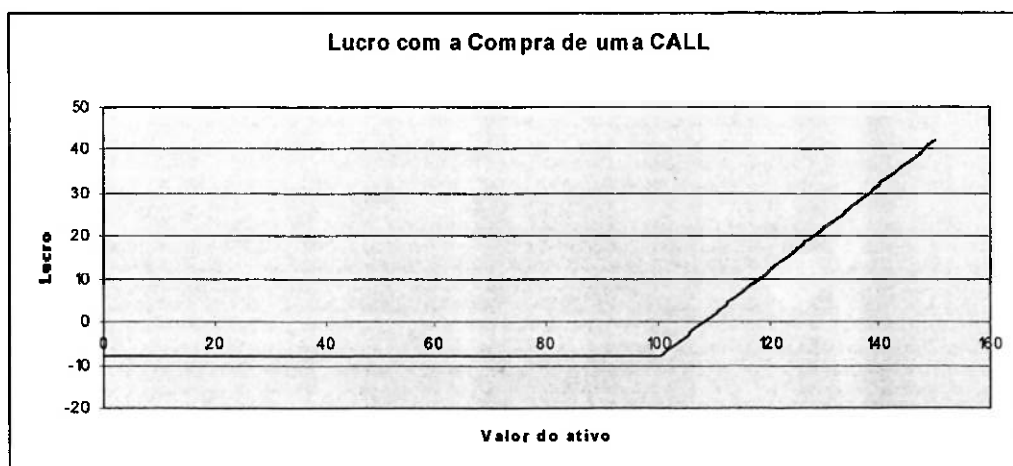
análise em relação aos dados contábeis, porém é mais sensível ao sentimento geral do mercado em relação à situação da empresa.

A idéia central desses modelos é que o acionista não irá honrar as dívidas da empresa (injeção de capital) se o total do ativo da empresa não for maior que a soma do passivo e do patrimônio líquido da empresa (valor de mercado das ações ordinárias e preferenciais). Assim, podemos dizer que as dívidas possuem um comportamento de uma opção de venda (put), ou seja, ao tomarem um empréstimo, os acionistas venderam uma opção de venda de seus ativos pelo preço da dívida. Se, em algum momento a diferença entre o ativo e o valor de mercado das ações da empresa for inferior ao preço da sua dívida, os credores podem exercer essa “opção” e os acionistas obrigados a “vender” o ativo para os detentores das dívidas. A Figura 8 ilustra o comportamento do lucro de uma venda de uma opção de venda (put), sendo possível observar a existência de um valor mínimo (próximo a 90) para que o acionista ganhe com a tomada de um empréstimo.



**Figura 8: Lucro com venda de uma opção de venda européia**

De forma análoga, o capital próprio de uma empresa funciona como uma opção de compra. Se o ativo subtraído do valor de mercado da empresa for menor que o preço da dívida, a opção de compra não será realizada e a empresa ficará com os credores. Se ocorrer o inverso, a empresa exercerá a opção de compra e ficará com a empresa, pagando o empréstimo. A Figura 9 ilustra o comportamento de uma opção de compra, sendo possível observar que o não exercício da opção por parte do acionista incorrerá em um prejuízo ao detentor da dívida.



**Figura 9: Lucro com a compra de uma opção de compra europeia**

No mercado, existem dois modelos principais que utilizam os conceitos explicitados anteriormente. São eles o EDF (da empresa americana KMV, recentemente incorporada pela Moody's) e o Helix (de empresa com mesmo nome). São modelos proprietários e fechados, porém a sua formulação pode ser feita utilizando-se as teorias desenvolvidas por Black, Scholes e Merton no início da década de 1970 (Hull. [1999]), que constituem a base da precificação de opções.

Para facilitar a compreensão do assunto, será feita uma breve explicação do modelo, especificamente do EDF da KMV, substituindo-se os métodos proprietários e não divulgados por formulações gerais de Black-Scholes (ver anexo B).

O primeiro passo constitui em calcular o valor de mercado da empresa e sua volatilidade, baseada tanto no preço e volatilidade de suas ações (ordinárias e preferenciais) como no valor escritural de seu passivo. O ponto de inadimplência da empresa será calculado baseado no valor de seu passivo. O valor de mercado esperado da empresa deve ser estimado, com base em seu valor atual de mercado e na taxa de crescimento que se espera. Utilizando-se a volatilidade do valor de mercado da empresa, calculam-se quantos desvios-padrão o valor de mercado projetado está do ponto de inadimplência.

Por último, um mapeamento na curva de probabilidades de inadimplência deve ser realizado, estimando assim a taxa de inadimplência prevista para uma dada distância.

Para encontrar o valor de mercado do capital próprio, bem como a sua volatilidade, utiliza-se a metodologia de cálculo proposta por Black & Scholes, conforme a equação (3)

$$E = V_0 \Phi(d_1) - De^{-rT} \Phi(d_2) \quad (3)$$

$$\text{com } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{D}\right) + \left(r + \frac{\sigma_a^2}{2}\right)T}{\sigma_a \sqrt{T}} \text{ e } d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{D}\right) + \left(r - \frac{\sigma_a^2}{2}\right)T}{\sigma_a \sqrt{T}} = d_1 - \sigma_a \sqrt{T}, \text{ onde } E$$

representa o valor de mercado do capital próprio (preço da opção),  $D$  é o valor escritural do passivo (preço de exercício da opção, também chamado de Strike),  $V_0$  é o valor de mercado do ativo,  $R$  é o retorno livre de risco,  $\sigma_a$  é o desvio-padrão do valor do ativo,  $T$  é o Horizonte de tempo e  $\Phi(\cdot)$  é a distribuição acumulada da normal padrão.

A equação (3) possui duas incógnitas, referentes ao valor de mercado do ativo:  $V$  e  $\sigma_a$ . Uma nova equação com as duas incógnitas se faz necessária para encontrarmos os valores. Segundo Caouette (1999), a volatilidade do capital próprio da empresa pode ser calculada por (4)

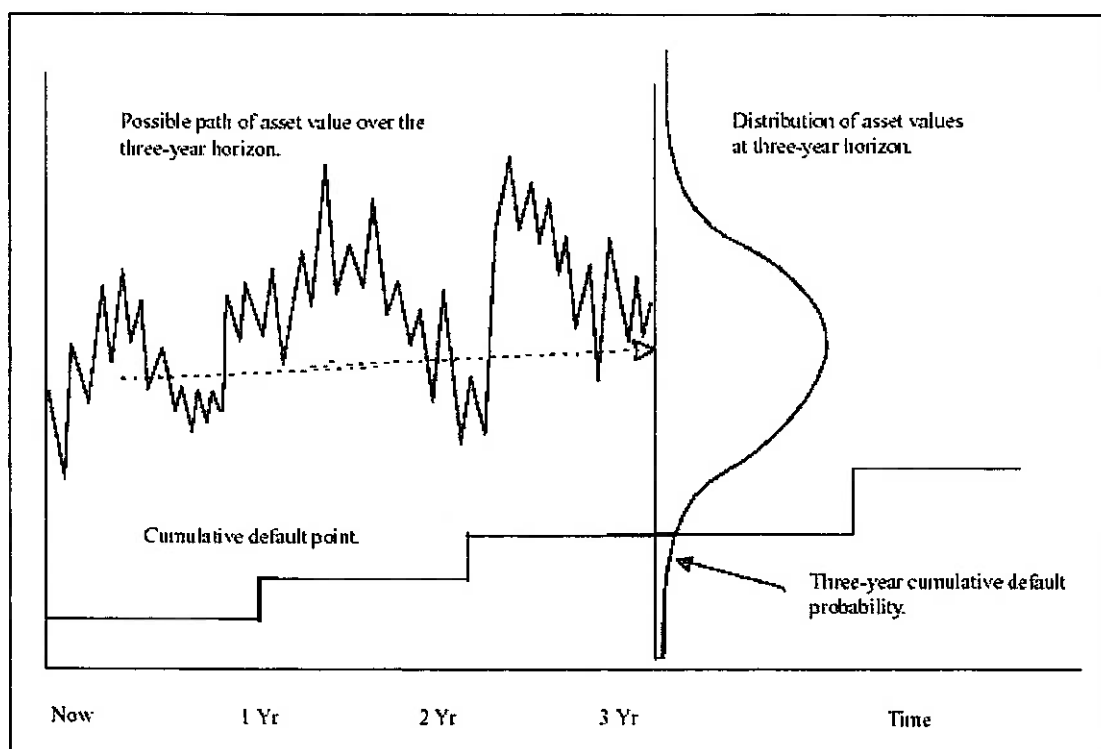
$$\sigma_e = \frac{\Phi(d_1) V_0 \sigma_a}{E} \quad (4)$$

Como  $E$  é o valor de mercado do capital próprio e  $\sigma_e$  é a volatilidade do capital próprio, seus valores podem ser estimados baseados em seus preços históricos (preços das ações e volatilidade do seu retorno).

A KMV, através de análise empírica de inadimplências, encontrou como ponto mais freqüente de inadimplência o valor igual ao passivo circulante da empresa mais 50% das obrigações de longo prazo. Isso ocorre porque os acionistas não “exercem” suas opções logo que a empresa apresente patrimônio líquido negativo (passivo total maior que o ativo total).

Pode-se visualizar na Figura 10 o esquema de utilização do modelo EDF. Utilizando-se a equação (3), encontra-se o valor de mercado futuro do ativo e a sua volatilidade. A curva de probabilidade é então traçada, encontrando-se a probabilidade do valor de mercado futuro ser menor que o ponto de inadimplência.

Essa será a probabilidade do não pagamento da dívida. A KMV utiliza em seu modelo EDF uma curva obtida empiricamente, baseando-se nos dados de inadimplência de milhares de empresas (a KMV estratifica todas as empresas em intervalos de inadimplência, conferindo a taxa empírica de inadimplência para cada intervalo).



**Figura 10: Esquema do modelo EDF**

*Fonte: Crosbie (2002). Copyright by KMV Corporation*

No caso da Figura 10, utilizou-se um horizonte de tempo de três anos. Esse horizonte pode ser estabelecido, por exemplo, para todos os vencimentos ou pagamentos de juros e amortizações do principal.

A distância do ponto de inadimplência pode ser dada por (5)

$$\Delta Inad = \frac{[P - (E + D) * g]}{[\sigma_a * (E + D) * g]} \quad (5)$$

sendo  $\Delta Inad$  a distância normalizada,  $P$  o ponto de inadimplência e  $g$  o crescimento dos valores do ativo no horizonte de tempo estudado.

A KMV encontrou como ponto de inadimplência mais freqüente o valor do passivo circulante mais 50% das obrigações de longo prazo. A escolha desse ponto,



porém, pode variar entre diferentes empresas. Empresas pertencentes a uma holding teriam que ter os passivos com as suas holdings desconsiderados. Outra possibilidade são companhias nas quais os seus acionistas majoritários têm uma percepção de valor diferente do mercado. Este último caso pode ser observado com a empresa Net (antiga GloboCabo), na qual seus acionistas (GloboPar, BNDES, Microsoft, Bradespar, etc.) a consideraram estratégica e sub-valorizada pelo mercado.

Alguns problemas podem ser identificados nos modelos baseados em preços de ações.

Inicialmente, o modelo possui algumas restrições quando as empresas a serem analisadas possuem capital fechado. Nesse caso, a KMV propõe a utilização de empresas similares como uma aproximação, somando-se à análise, os dados contábeis da empresa.

Outro aspecto relevante é o impacto que oscilações do mercado de ações teriam nas probabilidades de inadimplência das empresas.

Uma outra dificuldade está na obtenção da curva de probabilidade de inadimplência. Sem essa informação, não há forma de obter a probabilidade de inadimplência baseado na distância obtida pelo método.

Finalizando, ações com pouca liquidez (pouca negociação no mercado de ações) podem levar a resultados arbitrários e errados.

### **3.5. Modelos baseados em matriz de transição de “rating”**

Alguns modelos foram desenvolvidos nos últimos anos, através da determinação da “Matriz de Transição”. A empresa com dado “rating” no início do ano possui uma probabilidade de possuir um “rating” diferente no final do ano. A obtenção dessas matrizes é a partir dos dados do início e do final do período de avaliação (o período mais comum é anual), obtendo-se a probabilidade para uma dada amostra.

As agências de “rating” publicam periodicamente essas matrizes de transição, possibilitando a criação de um modelo que utilize estas, além do “rating” inicial da empresa.

A Tabela 5 é um exemplo de uma matriz de transição. Pode-se verificar que os campos em destaque na diagonal (quando a empresa permanece com o mesmo “rating”) correspondem a maior concentração das probabilidades.

Rating em $T_0$	Rating em $T_1$							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Inadimplência
AAA	90,81	8,33	0,68	0,06	0,12	0,00	0,00	0,00
AA	0,70	90,65	7,79	0,64	0,06	0,14	0,02	0,00
A	0,09	2,27	91,05	5,52	0,74	0,26	0,01	0,06
BBB	0,02	0,33	5,95	86,93	5,30	1,17	0,12	0,18
BB	0,03	0,14	0,67	7,73	80,53	8,84	1,00	1,06
B	0,00	0,11	0,24	0,43	6,48	83,46	4,07	5,20
CCC	0,22	0,00	0,22	1,30	2,38	11,24	64,86	19,79

**Tabela 5: Matriz de Transição (em %)**

Fonte: CreditMetrics – Technical Document (1997)

O processo de análise de crédito baseado na matriz de transição constitui em calcular o valor do empréstimo para cada “rating” (utilizando-se o correspondente spread médio). A Tabela 6 ilustra os valores do empréstimo para cada “rating” final da empresa.

Rating final	Preço	Rating Inicial						
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
AAA	109,37	99,32	0,77	0,10	0,02	0,03	-	0,24
AA	109,19	9,10	98,98	2,48	0,36	0,15	0,12	-
A	108,66	0,74	8,46	98,93	6,47	0,73	0,26	0,24
BBB	107,55	0,06	0,69	5,94	93,49	8,31	0,46	1,40
BB	102,02	0,12	0,06	0,75	5,41	82,16	6,61	2,43
B	98,10	-	0,14	0,26	1,15	8,67	81,87	11,03
CCC	83,64	-	0,02	0,01	0,10	0,84	3,40	54,25
Inadimplência	51,13	-	-	0,03	0,09	0,54	2,66	10,12
Média	96,21	109,34	109,11	108,50	107,09	101,43	95,39	79,70

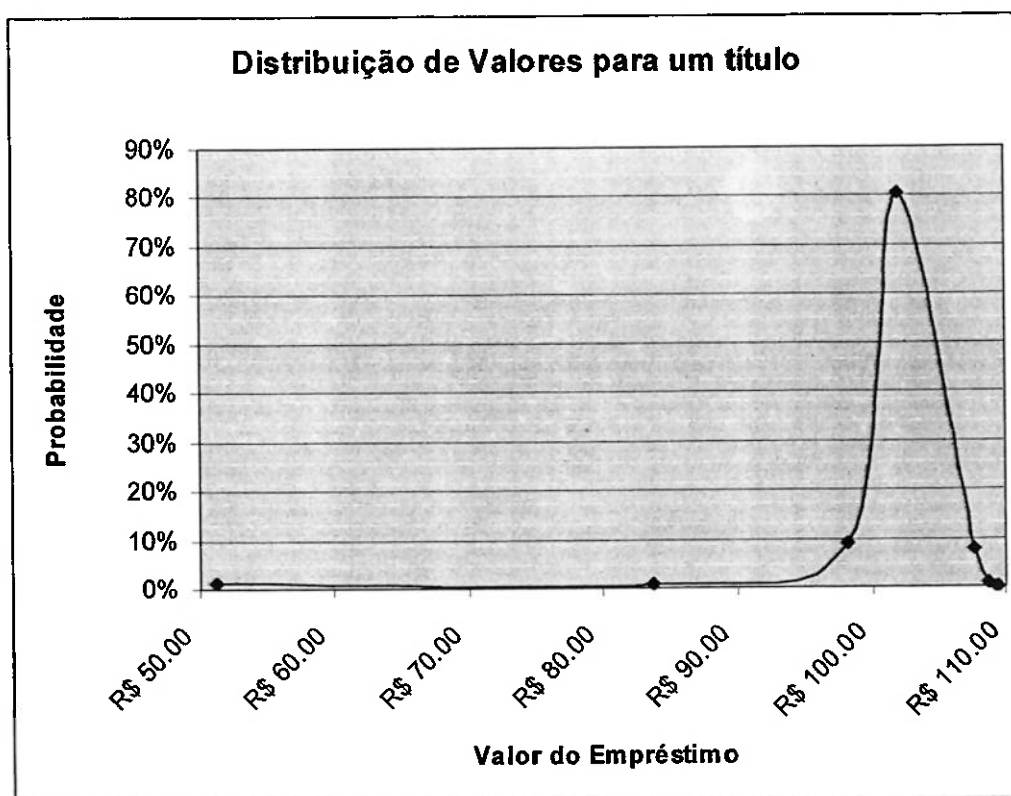
**Tabela 6: Valor de um empréstimo ao final de 1 ano, para diferentes ratings**

A coluna preço equivale ao preço de um título emitido com valor nominal de 100 reais e pagamento anual de juros de 6%. Nota-se que o quanto maior o “rating”, maior o preço, pois o spread será menor (quanto menor a taxa pré-fixada, maior o valor presente do título de renda fixa).

Utilizando-se a matriz de transição anterior, a média ponderada para cada “rating” inicial pode ser calculada, obtendo-se assim um valor esperado para o final do ano.

Por fim, o modelo CreditMetrics propõe calcular o “Value at Risk”, ou seja, o valor em risco, dado uma certa significância (o conceito de Value at Risk, ou seja valor em risco, será explicado no capítulo 4).

A Figura 11 mostra a distribuição de probabilidade do valor do título com “rating” A ao final de um ano, sendo possível verificar uma grande concentração de probabilidade entre 100 e 110 reais (existe uma baixa probabilidade de piora do crédito de uma empresa com “rating” A ao longo de um ano).



**Figura 11:** Distribuição de valores de um empréstimo depois de 1 ano, com rating inicial “A”

O Value At Risk será a diferença entre o valor de mercado do título pelo valor do empréstimo que tenha probabilidade acumulada de  $(1 - \alpha)$ , sendo  $\alpha$  a significância desejada (normalmente 0.95 ou 0.99).

Existem alguns problemas no modelo baseado em matriz de transição, além daqueles já mencionados das agências de “ratings”.

Um deles é que a metodologia pressupõe que a matriz de transição segue um processo de Markov estável, ou seja, que a probabilidade de uma alteração de

“*rating*” só depende dos dados recentes (independe de dados históricos, como o comportamento do “*rating*” da empresa ao longo dos anos). O problema de tal abordagem é não levar em conta tendências passadas para o futuro e só o fim imediato. Por exemplo, uma empresa que teve seu “*rating*” rebaixado tem uma probabilidade maior de continuar caindo.

Outro problema na abordagem está na utilização de uma matriz única para diferentes tipos de empresas (instituições financeiras, empresas fabris, serviços, etc.), em diferentes períodos de tempo (desconsiderando períodos de crise ou de crescimento) e em diferentes países. A utilização de matrizes específicas traria resultados muito mais precisos e coerentes.

Por último, o modelo proposto pelo JP Morgan não leva em conta as garantias oferecidas por alguns tipos de empréstimos, nem considera as diferentes prioridades nos pagamentos de dívida. Garantias podem, por exemplo, reduzir bastante a taxa de juros cobrada por um empréstimo, tornando a abordagem incorreta para essas dívidas. Um exemplo de empréstimo com garantia é o “PRI Bond” (Political Risk Insurance Bond), o qual possui seguro contra riscos políticos (pagamentos de juros são assegurados por uma seguradora internacional). Esses empréstimos são cada vez mais frequentes, tendo como clientes a Petrobrás, Ambev, BNDES, Banco Bradesco e Companhia Vale do Rio Doce.

### **3.6. Comparação e escolha entre os modelos**

Depois de analisar brevemente cada um dos modelos, vamos compará-los e por fim escolher aquele que melhor se aplica ao problema tratado nesse trabalho de formatura.

Primeiro, devemos lembrar que o modelo deve, preferencialmente, possibilitar a precificação de uma debênture e a sua análise de risco de crédito (Value At Risk), evitando que seja necessário dois modelos distintos para tratar os dois assuntos.

Além disso, é importante que o modelo utilize dados que estão disponíveis, preferencialmente de fácil obtenção. Todos os emissores de debêntures no Brasil precisam ter pelo menos um “*rating*” para cada emissão, além de serem uma

empresa de capital aberto (empresas de capital aberto devem divulgar balanço periodicamente e a sua maioria possui as suas ações negociadas em bolsas de valores). Assim, os dados de entrada devem ser preferencialmente dados de balanço, “ratings” ou valores de mercado.

	Análise de				
	Agências de Rating	Credito Classica	Dados contabeis	Preço de Ações	Matriz de Transição
Possibilita a precificação de um título?	X		X	X	X
Possibilita uma análise de VAR?				X	X
Considera dados de balanço?	X	X	X		
Considera dados de agências de rating?	X				X
Considera dados de mercado?				X	

**Tabela 7: Comparação dos modelos**

A Tabela 7 mostra que os modelos que melhor se aplicam ao problema estudado são aqueles baseados em preço de ações (EDF) e em matriz de transição (CreditMetrics), pois são os únicos que possibilitam tanto uma precificação do título como a obtenção do Value At Risk.

Ao analisarmos os dados necessários para cada um dos modelos, observamos alguns obstáculos. A matriz de transição de “ratings” não está publicamente disponível para o mercado brasileiro, sendo divulgada somente a matriz de transição de empresas americanas. Para se implementar o modelo, deve-se utilizar uma aproximação da matriz norte-americana para a brasileira.

Na Tabela 8, estão listadas as vantagens e desvantagens de cada um dos modelos.

<i>Modelo</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
Modelo EDF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite um acompanhamento instantâneo da probabilidade de inadimplência.</li> <li>• Dados facilmente obtidos, sem nenhum custo (preço de ações).</li> <li>• Possibilita a arbitragem entre os mercados de renda fixa e renda variável, criando oportunidades.</li> <li>• Bom retrospecto na previsão da deterioração do crédito das empresas envolvidas recentemente em escândalos contábeis (Enron e Worldcom).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momentos de crise podem levar a resultados que não condizem com a realidade.</li> <li>• Ações com poucos negócios afetam a sensibilidade do modelo, diminuindo a qualidade de sua análise.</li> <li>• Poucas instituições o utilizam como única fonte de informações para as decisões de crédito.</li> </ul>
CreditMetrics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza-se de dados independentes ("ratings"), sem possibilidade de manipulação por parte da empresa ou do mercado.</li> <li>• Modelo amplamente utilizado por instituições financeiras ao redor do mundo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sua atualização é periódica somente, não permitindo um acompanhamento instantâneo da probabilidade de inadimplência.</li> <li>• Mudanças ocorrem em degraus, levando a mudanças muitas vezes bruscas. Sensibilidade mais baixa do modelo.</li> <li>• Não considera a influência do histórico de crédito de uma empresa na probabilidade futura de inadimplência.</li> <li>• Desconsidera variáveis como idade, lucros acumulados e estrutura de capital.</li> <li>• Baixo grau de acerto com as empresas envolvidas em escândalos contábeis.</li> </ul>

**Tabela 8: Vantagens e desvantagens dos modelos EDF e CreditMetrics**

Dentre as vantagens dos dois modelos, a possibilidade de um acompanhamento instantâneo da probabilidade de inadimplência é a característica mais importante, pois permite uma precificação dos títulos com frequência maior.

Isso leva a mudanças mais graduais e menos abruptas nos preços, reduzindo a volatilidade.

Por outro lado, o baixo grau de acerto das agências de rating nas recentes falências e pedidos de concordata de grandes empresas americanas (Enron e Worldcom) faz com que o modelo CreditMetrics tenha reduzido grau de acerto.

Dentre as desvantagens do modelo EDF, o fato de ser um modelo fraco para empresas que não possuem ações com liquidez na bolsa é minimizado, pois as empresas emissoras de debêntures são, na sua maioria, empresas com grande negociação em bolsa de valores.

Assim, o modelo que melhor se aplicará ao trabalho a ser realizado é o modelo EDF, pois possui todas as características necessárias à realização do estudo.

#### **4. DETALHAMENTO DO MODELO**

No atual capítulo, serão definidos os detalhes do modelo a ser aplicado, além de detalhar a sua aplicação. Serão vistos tanto a precificação do título bem como o cálculo do seu risco.

A precificação de um título, ou seja, calcular o seu real valor de mercado, é de extrema importância para o mercado financeiro. Ao comprar ou vender um título, cada uma das partes envolvidas irá realizar um cálculo do que acha justo pelo título. A definição errada de um preço pode ocasionar desde a perda de negócios (a negociação não é realizada pelo desconhecimento do valor de mercado) até a perda de milhões de dólares (a venda ou compra de títulos fora do preço de mercado).

A falta de um modelo claro e amplamente divulgado é um dos fatores que leva o mercado de dívida privada no Brasil a ter um número reduzido de negócios, já que a diferença das ofertas de compra e venda é grande, desestimulando a sua negociação antes do vencimento.

Para calcular o valor de um título, as seguintes informações se fazem necessárias:

- Taxa Livre de Risco
- Taxa de Indiferença
- Fluxo de Pagamentos do título

No presente capítulo, será definido o modelo a ser utilizado para a obtenção de cada um dos itens mencionados, bem como o modelo para o cálculo do risco do título.

##### **4.1. Definição da Taxa Livre de Risco**

Taxa livre de risco é a taxa mínima de retorno aceita pelos investidores para investir em títulos de dívida de curto prazo de emissor sem nenhuma forma de risco (risco de crédito, risco de vencimento e risco de liquidez), ou seja, títulos dos tesouros nacionais de cada país. Isso ocorre porque o Tesouro Nacional pode, em



situações extremas, imprimir moeda para pagar suas obrigações, evitando assim a inadimplência.

Taxa de Juros Real é definida como a taxa de retorno sobre um título em um mundo livre de inflação. No caso brasileiro, podemos entender como uma taxa de juros real o retorno daquele título indexado a um índice de inflação, no caso o IGP-M ou o IPC-A.

Taxa de Juros Nominal, é a taxa de juros real, acrescida de um prêmio para a inflação no período. A taxa de juros nominal é a taxa de retorno que o credor acredita ser suficiente para cobrir o custo do capital, bem como a sua expectativa para a inflação futura.

A taxa livre de risco nominal é dada por (6) (Brighman [2001])

$$k_{RF} = k^* + IP \quad (6)$$

sendo  $k_{RF}$  é a taxa de juros nominal livre de risco,  $k^*$  é a taxa de juros real livre de risco e  $IP$  é o prêmio pela inflação.

A Taxa de Juros Livre de Risco muda ao longo do tempo, em função das condições econômicas do país. Especialmente, a taxa de retorno que as empresas e outros tomadores de recursos esperam obter sobre ativos produtivos (por exemplo, se um país entra em recessão, a tendência natural é uma diminuição na taxa de retorno dos ativos produtivos, levando a uma queda dos juros) e das “preferências temporais das pessoas por consumo atual versus futuro” (Brighman [2001]). Ou seja, a taxa de juros livre de risco está diretamente ligada ao equilíbrio entre a taxa esperada pelos credores (consumidores dispostos a adiar o consumo e emprestar) e a taxa esperada pelos tomadores de recursos (empresas e pessoas físicas dispostas a comprar ativos produtivos). Esse equilíbrio entre oferta e demanda definirá a taxa de juros livre de risco.

A importância da taxa livre de risco está no fato dela ser a base para todos os outros empréstimos realizados por outros emissores que não o Tesouro Nacional. O custo do capital para uma empresa privada está diretamente ligado à taxa de juros livre de risco, adicionados descontos referentes aos riscos de crédito, liquidez, mercado e de vencimento do título.

No caso das debêntures, iremos definir a taxa livre de risco como sendo a taxa de juros paga pelo Tesouro Nacional para títulos de prazo semelhante, com as

mesmas condições de risco de mercado, ou seja, se a debênture é indexada ao Certificado de Depósito Interbancário (CDI), deve-se utilizar como ativo livre de risco um título federal que seja indexado a esse índice.

Outro aspecto importante é a liquidez do ativo no mercado secundário. Deve-se utilizar um ativo do Tesouro Nacional com riscos de liquidez semelhantes ao risco de liquidez de uma debênture. Dessa forma, iremos reduzir a análise ao risco de crédito do título, deixando de lado os riscos referentes ao vencimento, liquidez e de mercado.

Atualmente, existem debêntures pré-fixadas e indexadas. Dentre as indexadas, existem debêntures indexadas ao CDI e ao IGP-M (existem também debêntures indexadas a TR, Selic e TJLP, porém com nenhuma significância no mercado). Assim, definiremos a seguir os títulos do tesouro utilizados para cada um dos riscos de mercado:

- Pré-Fixado – Utilizam-se as Letras do Tesouro Nacional (LTN), o título público pré-fixado, com prazo similar. Quando o vencimento da debênture superar o último vencimento disponível de LTN, utiliza-se a curva pré-fixada disponível diariamente pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), adicionada de um “spread” (diferença entre a taxa paga pelo título do governo e a taxa paga pela curva da bolsa).
- IGP-M – Para títulos indexados ao IGP-M, utiliza-se a taxa paga pela NTN-C (Nota do Tesouro Nacional, série C), divulgada diariamente pela Andima (taxas do mercado secundário de títulos públicos). Os dados de swap de IGP-M e de futuros de IGP-M devem ser utilizados para analisar a consistência da curva.
- CDI – O Tesouro nacional não possui nenhum título indexado ao Certificado de Depósito Interbancário. Por esse motivo, utilizam-se títulos indexados ao Dólar emitidos pelo Tesouro Nacional (NBC-E ou NTN-D), com um swap cambial (diferença entre um fluxo indexado ao dólar e um fluxo indexado ao CDI). Essas operações, muito utilizadas pelo mercado de fundos de investimento, possuem características de liquidez muito semelhantes às debêntures. Essas informações podem ser obtidas diariamente através do Mercado Secundário da Andima.

Os títulos indexados ao CDI podem ser divididos em dois tipos distintos. Aqueles que correspondem a uma porcentagem do CDI e aos títulos que pagam juros de CDI adicionados de uma taxa fixa (por exemplo, um título que paga juros de CDI mais 3% ao ano). A obtenção da curva livre de risco para o primeiro caso foi explicado anteriormente. Já para o segundo caso, deve-se realizar um passo adicional, convertendo o que exceder o CDI em taxa ao ano. Essa conversão pode ser feita multiplicando-se a taxa de CDI ao ano pelo resultado da subtração da porcentagem paga pelo título por 100 pontos percentuais. Para facilitar a anotação ao longo do trabalho, a curva resultante para esses títulos será chamada de curva Pós-Fixada.

Como os títulos privados dificilmente possuem vencimentos iguais aos dos títulos públicos, deve-se utilizar uma curva de juros para termos a taxa exata para cada vencimento. Os ativos livres de risco terão suas taxas de retorno interpoladas, baseado nos títulos públicos e nos derivativos mencionados, gerando uma curva de retorno Prefixada, Pós-Fixada, IGP-M ou CDI.

#### **4.2. Definição da Taxa de Indiferença**

Como visto no último capítulo, o modelo de análise de crédito escolhido foi o EDF. Os parâmetros a serem utilizados pelo modelo devem ser então definidos, com o objetivo de encontrar a taxa de indiferença das debêntures.

As informações necessárias para a implementação do modelo EDF são as seguintes:

- Distribuição de probabilidade;
- Estimação da média e desvio-padrão dos retornos dos ativos (ações);
- Obtenção da taxa de retorno mínima;
- Obtenção dos dados contábeis da empresa (valores do ativo total e passivo total);
- Cálculo da taxa de indiferença baseada na distribuição de probabilidades escolhida.

Em primeiro lugar, deve-se escolher o tipo de distribuição de probabilidade a ser utilizada, levando em conta as características de nossa amostra, no caso o

mercado acionário. Faz-se necessário um teste de aderência de distribuições conhecidas e, assim, testar qual a distribuição que é mais adequada ao problema proposto.

Uma das alternativas para teste de aderência de uma distribuição é o teste Kolmogorov-Smirnov (Teste KS) (COSTA NETO [1977]), o qual permite realizar um teste de hipóteses rejeitando-se a hipótese de que a distribuição de uma amostra segue uma certa distribuição de probabilidade. A variável do teste consiste na maior diferença observada entre a função de distribuição acumulada da distribuição de probabilidades e da amostra. Sendo a variável de teste maior que o valor crítico do método Kolmogorov-Smirnov, rejeita-se  $H_0$  (a hipótese  $H_0$  é que a amostra segue uma dada distribuição de probabilidades). Para amostras maiores que 50, o valor crítico do teste pode ser obtido pelas expressões  $\frac{1.36}{\sqrt{n}}$  e  $\frac{1.63}{\sqrt{n}}$ , para níveis de significância de 5% e 1%, respectivamente.

As distribuições a serem testadas são a Normal e a LogNormal, sendo a amostra a série de retornos diários de 252 dias úteis. O número de elementos da amostra foi escolhido visando uma diminuição nos efeitos sazonais de demanda e oferta. Além disso, um tamanho de amostra elevado diminui o excesso de sensibilidade do modelo, reduzindo os ruídos.

As estatísticas do teste KS, disponíveis na Tabela 9, permitem concluir que a amostra adere razoavelmente bem às duas distribuições, em especial para a distribuição LogNormal. Deve-se lembrar que pela natureza do teste de hipóteses, não se pode afirmar nada quando a hipótese  $H_0$  não é rejeitada, assim não se pode concluir que uma amostra apresenta um maior grau de aderência em relação à determinada distribuição, dadas as estatísticas do teste.

Distribuição	Máximo	Valor Crítico	
		$\alpha=1\%$	$\alpha=5\%$
Normal	7,902%	8,567%	10,268%
LogNormal	7,281%	8,567%	10,268%

**Tabela 9: Teste Kolmogorov-Smirnov**

A proximidade dos resultados dos dois testes não é argumento suficiente para a escolha da distribuição. Foi utilizado então outro teste de aderência, o teste Anderson-Darling (D'Agostino [1986]).

Anderson-Darling é um teste de aderência mais sensível a desvios nas caudas da distribuição do que o Kolmogorov-Smirnov. A hipótese  $H_0$  será aceita (amostra segue a distribuição testada) se o valor crítico de  $A^2$  for superior ao valor de  $A^2$  calculado pela expressão (7)

$$A^2 = -n - (1/n) \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln(w_i) + \ln(1-w_{n-i+1})] \quad (7)$$

sendo  $n$  o tamanho da amostra e  $w$  a função cumulativa da distribuição normal padronizada, dada por  $\Phi[(x-\mu)/\sigma]$ .

Os valores críticos de  $A^2$  estão definidos, para uma distribuição normal, estão listados na Tabela 10.

$\alpha$	0.1	0.05	0.025	0.01
$A^2$ Crítico	0.631	0.752	0.873	1.035

**Tabela 10: Valores Críticos de  $A^2$  para Anderson-Darling**

Fonte: D'Agostino (1986)

Para amostras pequenas, deve ser feito um ajuste do valor crítico, utilizando-se (8)

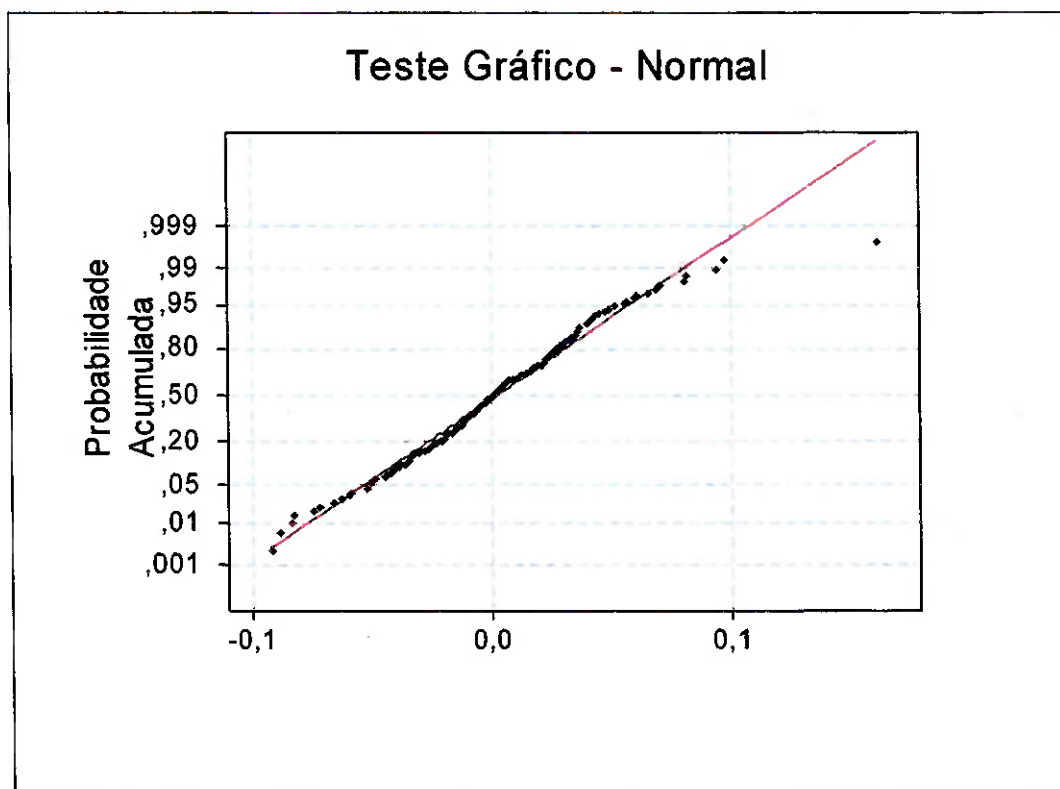
$$A_n^2 = A^2 \left( 1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right) \quad (8)$$

sendo  $A_m^2$  o valor de  $A^2$  ajustado.

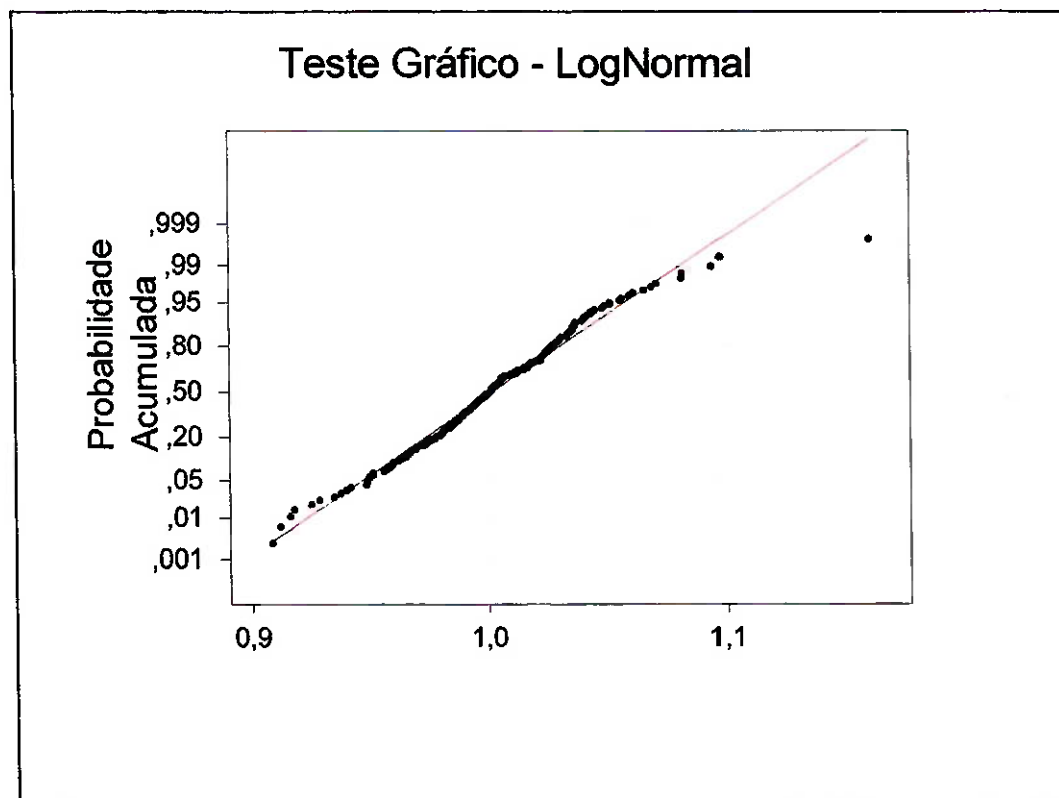
Os valores obtidos para  $A^2$  foram de 0.886 para a distribuição normal e de 0.889 para a distribuição LogNormal. Esse resultado revela uma evidência que a amostra não segue a distribuição Normal e a LogNormal para um nível de significância maior ou igual a 0.023.

Novamente, os valores obtidos forma muito próximos, não permitindo que a escolha de nenhuma das duas distribuições. Deve-se partir então para o teste gráfico, analisando-se as diferenças entre a amostra e as distribuições testadas.

A análise das Figuras 12 e 13 mostra uma menor aderência da amostra em relação à distribuição normal, principalmente na região central. Já na distribuição LogNormal, a amostra apresentou uma menor aderência nas caudas da distribuição de probabilidade.



**Figura 12:** Teste gráfico de aderência (Distribuição Normal)



**Figura 13:** Teste gráfico de aderência (Distribuição LogNormal)

O fato da amostra apresentar uma aderência reduzida à LogNormal nas extremidades da distribuição faz com que a aproximação do comportamento do ativo seja pior nos extremos. Como ao analisarmos risco estamos lidando principalmente com as caudas das distribuições (probabilidades acumuladas entre 1 e 5%), devemos considerar a distribuição de probabilidades que assegure uma melhor aderência nas extremidades.

Assim, com base no resultado dos dois testes de aderência realizados (Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling), juntamente com a comparação gráfica, a distribuição de probabilidades que mais se assemelha à distribuição dos retornos de uma ação é a Normal.

Após essa primeira etapa de escolha da distribuição de probabilidades, deve-se obter a média e desvio-padrão das ações das empresas a serem analisadas. Na possibilidade da empresa a ser analisada possuir dois ou mais tipos de ações disponíveis em bolsa de valores, será utilizada aquela que apresentar maior liquidez diária (movimento médio em moeda corrente).

A média e o desvio-padrão serão obtidos pelos retornos dos último 252 dias úteis disponíveis (ano comercial).

A seguir, a taxa mínima de retorno da empresa deve ser encontrada. Para tal, utilizou-se o modelo Capital Asset Pricing Model (CAPM), que permite o cálculo da taxa mínima de retorno requerida de uma empresa, baseada no beta dessa empresa em relação ao mercado de ações (beta é a inclinação da regressão linear, ou seja, a constante que multiplica a variável independente), na estimativa de retorno no mercado acionário e na taxa livre de risco.

A taxa mínima de retorno é obtida pela expressão (9)

$$K_s = K_{rf} + \beta * (K_m - K_{rf}) \quad (9)$$

*Fonte: Gitman (1997)*

onde  $K_s$  é a taxa de retorno para uma dada empresa,  $K_{rf}$  é a taxa livre de risco,  $\beta$  é o beta da ação da empresa em relação ao índice da bolsa de valores e  $K_m$  é o retorno médio do mercado.

No caso brasileiro, a taxa livre de risco a ser utilizada é o CDI, o índice de ações ao qual o beta será calculado será o Ibovespa (Índice de ações da Bolsa de Valores do Estado de São Paulo) e a taxa de retorno do mercado será obtida pelo cupom do Ibovespa Futuro (Ver anexo C).

Posteriormente, deve-se obter os dados contábeis das empresas, incluindo valor de mercado do patrimônio líquido, valor total do passivo e valor total do ativo da empresa. Quanto maior a frequência desses dados, melhor será a análise.

### 4.3. Fluxo de Pagamentos dos Títulos

Cada emissão de debêntures possui um fluxo de pagamentos específico, ou seja, as datas de pagamento de juros, amortização e principal. Além disso, existem eventos programados de repactuação, termo utilizado no mercado financeiro quando o emissor oferece aos seus credores (debenturistas) novas condições para os títulos (taxa, mudança no fluxo de pagamentos, alteração do vencimento ou mudança do indexador), existindo a possibilidade de recompra do título pelo valor nominal (valor divulgado pelo agente fiduciário), caso as condições oferecidas não forem aceitas pelo debenturista.

A Tabela 11 ilustra um fluxo de pagamentos típico de uma debênture (Ver anexo F). Os eventos nomeados “Juros” referem-se ao pagamento de juros, enquanto “Não Repactuação” significa a data na qual será feita ou não a repactuação (caso o debenturista não aceite as novas condições propostas pela emissora, ele tem o direito de não repactuação e venda do título para a empresa).

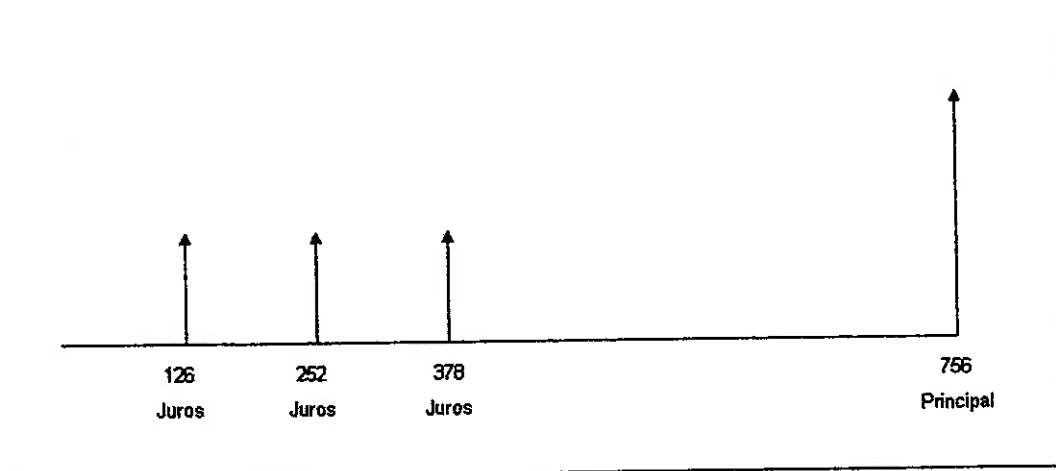
Agenda de Eventos	
Data	Eventos
31/12/2002	Juros
30/06/2003	Juros
31/12/2003	Juros
30/06/2004	Juros
30/06/2004	Nao Repactuação
31/10/2006	Vencimento

**Tabela 11: Agenda de eventos da debênture USIM11**



Além dos eventos mencionados, existe também a amortização, ou seja, o pagamento de parte do principal de um título além dos juros.

A importância do fluxo de pagamentos de uma debênture para a sua valoração está na obtenção dos valores futuros a serem recebidos e seu prazo. A Figura 14 ilustra um exemplo de fluxo de pagamentos.



**Figura 14: Exemplo de um Fluxo de pagamentos**

Disponíveis a taxa livre de risco, taxa de indiferença e o fluxo de pagamentos, pode-se então chegar ao valor presente de um determinado título, ou seja, o seu valor de mercado.

#### 4.4. Cálculo do Risco

Por último, deve-se definir como será feito o cálculo de risco dos títulos estudados.

Ao calcularmos o valor de um título em função do seu risco de crédito, estamos transformando o risco de crédito que esse ativo possui em um risco de mercado, ou seja, as oscilações na qualidade de crédito da empresa irão afetar diretamente o preço do título. Assim, o valor em risco estará ligado principalmente à frequência na mudança de condições do emissor (volatilidade do preço do título) e não em sua situação atual (preço de mercado do ativo).

Dessa forma, pode-se encontrar o risco de crédito do título em questão utilizando-se a formulação de Value at Risk (VAR). Value At Risk é uma medida, sob condições normais de mercado, da máxima perda esperada para um ativo ou portfolio (conjunto de ativos), com um certo grau de confiança e para um dado horizonte de tempo.

Utilizando-se o conceito de Value at Risk (Jorion [2000]), pode-se obter a máxima perda possível para a debênture, dado um certo grau de confiança (usualmente de 0.95 ou 0.99), a volatilidade do ativo objeto e o seu valor atual. O Valor em Risco, para um único ativo (debênture) será obtido conforme a equação (10)

$$VAR = \sigma * \Phi(\alpha) * \mu \quad (10)$$

sendo  $\sigma$  o desvio-padrão do retorno de um dia do ativo,  $\alpha$  o nível de significância,  $\mu$  o valor atual do ativo e  $\Phi$  é a função distribuição cumulativa normal.

Para o cálculo do valor em risco, utilizar-se-á desvio-padrão para os últimos 252 valores calculados (segundo o modelo de precificação do título já proposto) e serão utilizados os níveis de confiança de 95% e 99%.

## 5. RESULTADOS DO MODELO

Determinado o modelo a ser utilizado e tendo seus parâmetros especificados, deve-se partir para a aplicação do modelo em situações reais, analisando-se sua aplicabilidade.

### 5.1. Validação do modelo de precificação

Para validar o modelo de precificação, serão realizados os cálculos do valor das debêntures para um período do passado. Os valores obtidos devem ser coerentes com os valores de negociação no mercado secundário e a probabilidades de inadimplência calculadas devem ser similares com aqueles atribuídos pelas agências de “rating”.

O teste será feito em um período de três anos, do segundo semestre de 1999 até o fim do primeiro semestre de 2002. Como os dados de balanço são necessários para o cálculo, o modelo poderá ser aplicado trimestralmente (no Brasil, as empresas abertas publicam balanço trimestralmente), considerando as probabilidades de inadimplência constantes nos períodos entre cada publicação de balanço.

Para restringir a nossa amostra de empresas, um setor específico da indústria brasileira foi escolhido para a realização do estudo. As empresas siderúrgicas e metalúrgicas foram escolhidas, pois são negócios relativamente consolidados (com a concorrência já estabelecida e consolidada), seu produto é de tecnologia simples, o processo de fabricação é de domínio público e o mercado consumidor é bem definido. Dessa forma, dados históricos podem ser utilizados para simular o modelo, permitindo que o resultado seja útil para determinação do crédito atual dessas empresas.

As empresas escolhidas teriam que ter ações com negociação na bovespa além de possuírem debêntures simples (quirografárias, sem garantia) no mercado no período de análise.

As empresas escolhidas foram a Usiminas, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Gerdau e Companhia Siderúrgica Nacional. A seguir, uma breve descrição de cada uma das empresas.

**Usiminas** – Indústria de aços planos, com capacidade instalada de 4,8 milhões de toneladas anuais de aço líquido, produzindo aços não-revestidos (placas, chapas grossas, laminados a quente e a frio) e galvanizados. No mercado interno, para onde destina cerca de 80% de sua produção, os principais clientes são os setores automotivo, de tubos de pequeno e grande diâmetro, construção civil, eletroeletrônico, relaminação e máquinas agrícolas e rodoviárias. Os maiores mercados de exportação são os Estados Unidos e a América Latina. Na área de produção, destacam-se as siderúrgicas Usiminas e Cosipa.

**Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST)** - Maior produtora mundial de placas de aço, responsável por 20% do volume global comercializado. Este semi-acabado produzido pela CST, após relaminação, serve às mais diversas aplicações, destacando-se a produção de automóveis e autopeças, tubos, gasodutos, oleodutos, eletrodomésticos, embalagens, indústria naval, construção civil, dentre outras. Com uma carteira de clientes composta por 60 companhias de 20 países diferentes, exporta 884 milhões de dólares por ano (6ª maior exportadora).

**Gerdau** - O Grupo Gerdau ocupa a posição de maior produtor de aços longos no continente americano, com usinas siderúrgicas distribuídas no Brasil, Argentina, Canadá, Chile, Estados Unidos e Uruguai. Hoje, alcança uma capacidade instalada total de 11 milhões de toneladas de aço.

**Companhia Siderúrgica Nacional (CSN)** – Com minas próprias, usina, ferrovias e portos, a CSN é o mais abrangente complexo siderúrgico integrado da América Latina. Líder no setor siderúrgico brasileiro, a Empresa tem capacidade de produção de 5 milhões de toneladas anuais de aço bruto. A partir da Usina Presidente Vargas, em Volta Redonda, no Estado do Rio, a companhia produz laminados a frio e a quente, galvanizados e folhas metálicas para atender às indústrias automotiva, de embalagens, de utilidades domésticas, de construção civil, de máquinas, equipamentos e tubos e várias outras. É a única siderúrgica no Brasil a produzir folhas-de-flandres e a primeira no mundo em volume de produção desse material em uma só usina.

Definidas as empresas a serem estudadas, foram coletadas as informações necessárias dos balanços contábeis (valor escritural do passivo e valor do passivo de

longo prazo), da bolsa de valores (preço das ações, desvio-padrão e valor de mercado do capital) e da CETIP (retorno médio da taxa livre de risco).

Com posse desses dados, podem ser calculados o desvio-padrão do ativo ( $\sigma_a$ ) e o valor de mercado do ativo ( $V_0$ ) para o período analisado (os cálculos detalhados estão no anexo D). Foi calculada a distancia de inadimplência para cada uma das empresas, como pode ser visto na Figura 15.

	<b>CSN</b>	<b>Gerdau</b>	<b>CST</b>	<b>USIMINAS</b>
set-99	2,314	5,232	2,334	2,402
dez-99	4,105	5,272	2,149	3,013
mar-00	2,256	4,289	2,057	1,944
jun-00	1,989	2,926	2,477	2,317
set-00	2,851	4,008	3,436	3,033
dez-00	3,525	2,807	3,114	2,442
mar-01	3,705	3,037	2,826	2,573
jun-01	2,649	2,731	2,704	2,381
set-01	3,258	2,974	2,877	3,394
dez-01	2,692	3,622	1,884	2,375
mar-02	2,672	3,982	2,549	3,329
jun-02	2,364	3,756	2,715	3,023

**Figura 15: Distância de inadimplência**

Como a distância está padronizada (média zero e desvio-padrão igual a um), podemos achar a probabilidade acumulada para tal distância, encontrando assim a probabilidade do pagamento da dívida.

Assim, pode-se chegar à probabilidade do não pagamento da dívida para um dado horizonte de tempo (um ano) ao longo do período estudado, utilizando-se a função distribuição cumulativa normal. A Figura 16 ilustra a probabilidade de inadimplência das quatro empresas estudadas.

	CSN	Gerdau	CST	USIMINAS
set-99	1,033%	0,000%	0,979%	0,814%
dez-99	0,002%	0,000%	1,581%	0,129%
mar-00	1,205%	0,001%	1,986%	2,597%
jun-00	2,334%	0,172%	0,663%	1,025%
set-00	0,218%	0,003%	0,030%	0,121%
dez-00	0,021%	0,250%	0,092%	0,730%
mar-01	0,011%	0,119%	0,236%	0,504%
jun-01	0,404%	0,316%	0,343%	0,863%
set-01	0,056%	0,147%	0,201%	0,034%
dez-01	0,355%	0,015%	2,981%	0,877%
mar-02	0,377%	0,003%	0,540%	0,044%
jun-02	0,904%	0,009%	0,331%	0,125%

**Figura 16: Probabilidade do não pagamento da dívida após 1 ano**

Obtidas as probabilidades do não pagamento da dívida após um ano, pode-se realizar uma primeira análise do modelo, comparando-se com o “rating” das empresas ao longo do período analisado, utilizando-se tabelas de conversão divulgadas pelas agências avaliadoras. A probabilidade de inadimplência para um determinado “rating” é obtida analisando-se a porcentagem das empresas que iniciaram o período de análise com determinado “rating” e ao final do período estavam inadimplentes (Moody’s Investors Service [2002]). A Tabela 12 ilustra a probabilidade de inadimplência de empresas com uma determinada nota ao longo dos anos.

	Tempo (anos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aaa	0.00	0.00	0.00	0.07	0.22	0.31	0.41	0.53	0.53	0.53
Aa1	0.00	0.00	0.00	0.23	0.23	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Aa2	0.00	0.00	0.06	0.19	0.42	0.51	0.61	0.73	0.88	1.05
Aa3	0.05	0.09	0.16	0.24	0.34	0.46	0.46	0.46	0.46	0.58
A1	0.00	0.02	0.27	0.43	0.54	0.67	0.73	0.86	0.93	1.02
A2	0.04	0.10	0.28	0.57	0.77	0.98	1.12	1.51	1.83	1.98
A3	0.00	0.11	0.21	0.29	0.42	0.64	0.96	1.03	1.22	1.34
Baa1	0.12	0.40	0.69	1.10	1.52	1.81	2.16	2.37	2.50	2.50
Baa2	0.09	0.39	0.76	1.46	2.18	2.98	3.68	4.20	4.96	5.87
Baa3	0.37	0.88	1.51	2.47	3.26	4.40	5.57	6.72	7.45	8.33
Ba1	0.62	2.03	3.68	5.83	7.67	9.51	10.76	11.99	12.73	13.85
Ba2	0.62	2.43	4.75	7.33	9.55	11.27	13.29	14.81	15.96	16.33
Ba3	2.43	6.81	11.95	16.64	21.04	25.46	29.23	33.25	37.12	39.80
B1	3.47	9.81	15.99	21.64	27.26	32.49	38.27	42.19	45.98	49.66
B2	7.18	15.65	22.96	28.87	33.57	36.80	39.43	41.18	42.33	43.76
B3	12.45	21.81	29.63	35.80	41.13	45.05	47.94	52.04	55.72	57.35
Caa-C	21.61	34.23	44.04	52.18	57.44	62.52	66.37	71.17	75.61	80.49

**Tabela 12: Probabilidade (em %) de inadimplência de 1 até 10 anos**

Fonte: Moody's Investors Service (2002)

Deve-se também obter o “rating” das empresas analisadas, no caso aquele vigente no último período analisado (junho de 2002). A Tabela 13 ilustra o “rating” dessas empresas segundo o padrão da Moody’s, bem como a probabilidade de inadimplência para cada um, depois de um ano.

Empresa	Rating	Prob. Rating	p
CSN	Baa1	0,12%	0,90%
CST	A3	0,00%	0,33%
Gerdau	Aa3	0,05%	0,01%
Usiminas	Baa2	0,09%	0,13%

**Tabela 13: Comparação dos resultados**

A probabilidade do modelo e do “rating” para Gerdau e Usiminas estão coerentes, apresentando pequena diferença entre eles. A maior variação no caso da CSN e da CST deve-se ao fato da pouca atualização dos “ratings” pelas agências avaliadoras (o último “rating” divulgado pela Moody’s para CST foi em setembro de 2000) e ao maior grau de sensibilidade do modelo.

Em seguida, deve-se obter a taxa livre de risco para cada um dos riscos de mercado: Prefixado, Pós-Fixado, IGP-M ou CDI. Os dados referentes às taxas de mercado dos títulos públicos foram obtidos pelo mercado secundário da Andima. Como o levantamento das taxas médias de mercado teve início no ano de 2000, os dados para o segundo semestre de 1999 foram baseados nas taxas do início do levantamento feito pela Andima. A Tabela 14 ilustra as taxas obtidas para cada um dos quatro riscos de mercado.

	PósFixado	%CDI	PreFixado	IGP-M
set-99	19,62%	100,45%	26,65%	10,39%
dez-99	18,85%	100,47%	23,82%	10,39%
mar-00	18,81%	100,47%	20,19%	10,39%
jun-00	18,36%	100,49%	20,34%	10,39%
set-00	16,63%	100,54%	17,59%	10,39%
dez-00	16,44%	100,54%	17,68%	10,39%
mar-01	15,33%	100,32%	16,68%	10,35%
jun-01	16,57%	100,24%	21,89%	10,34%
set-01	19,01%	100,65%	25,65%	10,43%
dez-01	19,29%	101,28%	23,11%	10,73%
mar-02	19,21%	101,65%	19,66%	11,43%
jun-02	19,09%	105,28%	22,47%	11,60%

**Tabela 14: Taxas Livres de risco**

De posse das probabilidades de inadimplência e das taxas livre de risco, pode-se então encontrar a taxa de indiferença, utilizando-se a equação (1). As taxas de indiferença para cada uma das empresas estão ilustradas nas Tabelas 15 a 18 (pós-fixado, %CDI, prefixado, IGP-M e respectivamente).

	<b>PósFixado</b>	<b>CSN</b>	<b>Gerdau</b>	<b>CST</b>	<b>USIMINAS</b>
set-99	19,62%	20,87%	19,62%	20,80%	20,60%
dez-99	18,85%	18,85%	18,85%	20,76%	19,00%
mar-00	18,81%	20,26%	18,81%	21,22%	21,98%
jun-00	18,36%	21,19%	18,56%	19,15%	19,59%
set-00	16,63%	16,89%	16,64%	16,67%	16,77%
dez-00	16,44%	16,47%	16,73%	16,55%	17,30%
mar-01	15,33%	15,34%	15,46%	15,60%	15,91%
jun-01	16,57%	17,05%	16,94%	16,98%	17,59%
set-01	19,01%	19,07%	19,18%	19,25%	19,05%
dez-01	19,29%	19,72%	19,31%	22,96%	20,35%
mar-02	19,21%	19,66%	19,21%	19,85%	19,26%
jun-02	19,09%	20,18%	19,10%	19,49%	19,24%

**Tabela 15: Taxa de Indiferença pós-fixada**

	<b>%CDI</b>	<b>CSN</b>	<b>Gerdau</b>	<b>CST</b>	<b>USIMINAS</b>
set-99	100,45%	102,55%	100,45%	102,44%	102,10%
dez-99	100,47%	100,48%	100,47%	103,69%	100,73%
mar-00	100,47%	102,92%	100,48%	104,54%	105,82%
jun-00	100,49%	105,28%	100,83%	101,82%	102,56%
set-00	100,54%	100,97%	100,54%	100,60%	100,78%
dez-00	100,54%	100,59%	101,05%	100,73%	102,02%
mar-01	100,32%	100,34%	100,56%	100,79%	101,34%
jun-01	100,24%	101,06%	100,88%	100,93%	101,99%
set-01	100,65%	100,76%	100,94%	101,05%	100,72%
dez-01	101,28%	102,00%	101,31%	107,46%	103,06%
mar-02	101,65%	102,41%	101,65%	102,74%	101,73%
jun-02	105,28%	107,15%	105,30%	105,96%	105,54%

**Tabela 16: Taxa de Indiferença em %CDI**



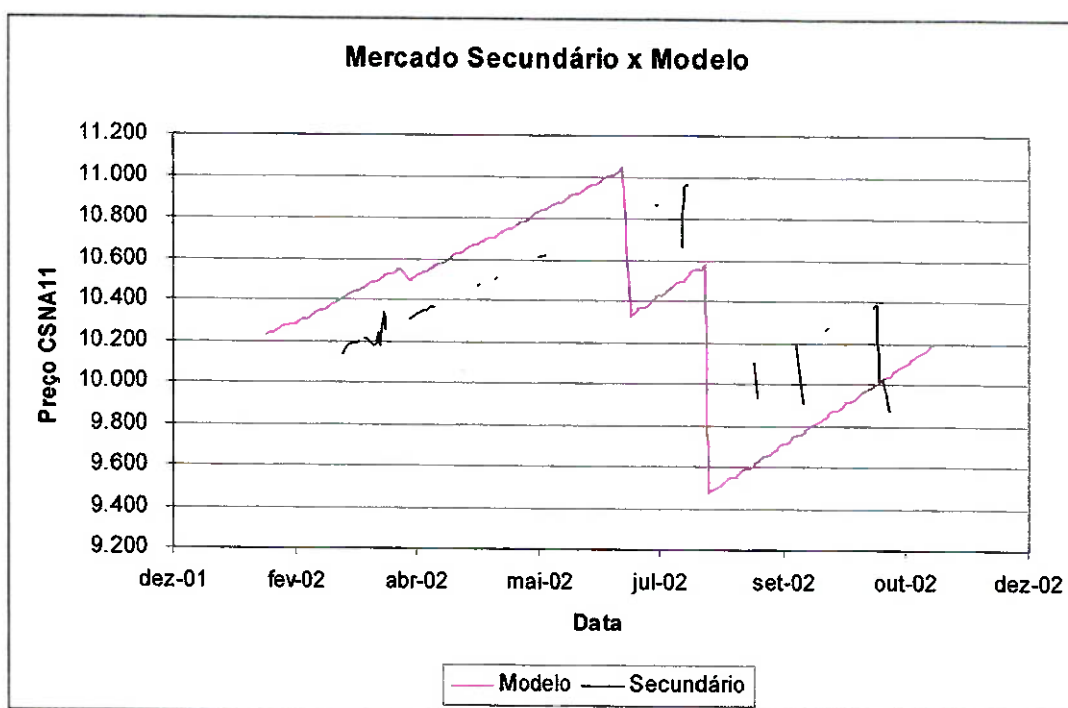
	<b>PreFixado</b>	<b>CSN</b>	<b>Gerdau</b>	<b>CST</b>	<b>USIMINAS</b>
set-99	26,65%	27,97%	26,65%	27,90%	27,69%
dez-99	23,82%	23,83%	23,82%	25,81%	23,98%
mar-00	20,19%	21,66%	20,20%	22,63%	23,40%
jun-00	20,34%	23,22%	20,55%	21,14%	21,59%
set-00	17,59%	17,85%	17,59%	17,63%	17,73%
dez-00	17,68%	17,71%	17,98%	17,79%	18,55%
mar-01	16,68%	16,70%	16,82%	16,96%	17,28%
jun-01	21,89%	22,38%	22,27%	22,31%	22,95%
set-01	25,65%	25,72%	25,84%	25,91%	25,70%
dez-01	23,11%	23,55%	23,13%	26,89%	24,20%
mar-02	19,66%	20,12%	19,67%	20,31%	19,72%
jun-02	22,47%	23,59%	22,48%	22,88%	22,62%

**Tabela 17: Taxa de Indiferença prefixada**

	<b>IGP-M</b>	<b>CSN</b>	<b>Gerdau</b>	<b>CST</b>	<b>USIMINAS</b>
set-99	10,39%	11,55%	10,39%	11,48%	11,30%
dez-99	10,39%	10,39%	10,39%	12,17%	10,54%
mar-00	10,39%	11,74%	10,39%	12,63%	13,34%
jun-00	10,39%	13,03%	10,58%	11,13%	11,54%
set-00	10,39%	10,63%	10,40%	10,43%	10,53%
dez-00	10,39%	10,42%	10,67%	10,49%	11,20%
mar-01	10,35%	10,36%	10,48%	10,61%	10,91%
jun-01	10,34%	10,79%	10,69%	10,72%	11,31%
set-01	10,43%	10,49%	10,59%	10,65%	10,46%
dez-01	10,73%	11,12%	10,74%	14,13%	11,71%
mar-02	11,43%	11,85%	11,44%	12,04%	11,48%
jun-02	11,60%	12,62%	11,61%	11,97%	11,74%

**Tabela 18: Taxa de Indiferença indexada ao IGP-M**

Encontradas as taxas de indiferença, podemos calcular o preço de mercado para as debêntures das empresas analisadas e compará-lo com o preço dos negócios realizados no mercado secundário.



**Figura 17: Preço da debênture de CSN**

A Figura 17 mostra o comportamento do preço da debênture da CSN (CSNA11) ao longo do ano de 2002. Pode-se perceber no gráfico que o modelo obteve um resultado satisfatório, reagindo corretamente à deterioração ocorrida no crédito de maio a outubro. Porém, devemos identificar que o modelo não foi conservador ao dar um ganho de cerca de 2% na emissão do papel (em relação ao valor nominal).

A diferença entre o mercado secundário e o valor calculado pelo modelo pode ser explicada pelas deficiências do mercado secundário dos títulos privados no Brasil (como já foi mencionado no capítulo 2). Para melhor ilustrar isso, a Tabela 19 lista todas as diferenças entre os preços mínimo e máximo, eliminando-se todos os registros em que a média seja igual ao mínimo e máximo. Essa diferença mostra o erro ao qual o mercado secundário está sujeito, já que em um mesmo dia ocorreram negócios com diferenças de até 8.9% no valor do título.

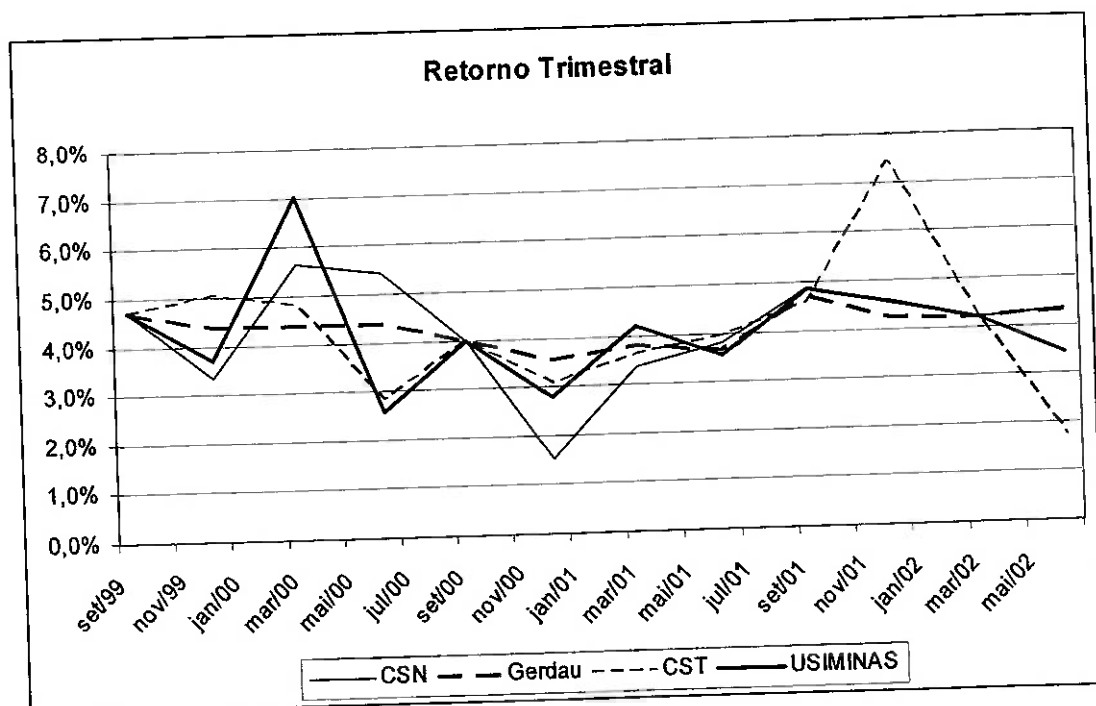
<b>Data</b>	<b>Spread</b>	<b>Erro Modelo</b>
1-mar-02	0,200%	2,376%
5-mar-02	0,500%	2,635%
20-mar-02	0,700%	3,162%
21-mar-02	2,756%	1,656%
22-mar-02	0,137%	2,600%
1-abr-02	0,001%	1,810%
2-abr-02	0,001%	1,817%
7-mai-02	0,001%	1,978%
19-jun-02	0,001%	2,136%
25-jun-02	8,963%	9,747%
28-jun-02	6,146%	3,815%
12-jul-02	0,263%	4,097%
22-jul-02	6,000%	1,542%
14-ago-02	0,001%	4,943%
21-ago-02	1,737%	3,044%
23-ago-02	0,763%	4,325%
9-set-02	6,558%	1,400%
3-out-02	7,500%	0,891%
9-out-02	0,002%	3,645%
10-out-02	7,200%	0,018%
11-out-02	7,250%	0,037%
14-out-02	5,248%	1,560%
18-out-02	7,000%	1,196%
<b>Média</b>	<b>2,997%</b>	<b>2,627%</b>

**Tabela 19: Erro do modelo versus spread do mercado secundário.**

## **5.2. Validação do modelo de risco de crédito**

Após a validação da precificação, será calculado o risco para cada debênture, ao longo do mesmo período de validação (segundo semestre de 1999 até o final do primeiro semestre de 2002).

Para o cálculo do risco, foram obtidos os retornos acumulados de debêntures fictícias das quatro empresas, com prazo médio e constante de um ano. As taxas de retorno utilizadas foram obtidas da Tabela 15. Os retornos trimestrais podem ser visualizados na Figura 18.

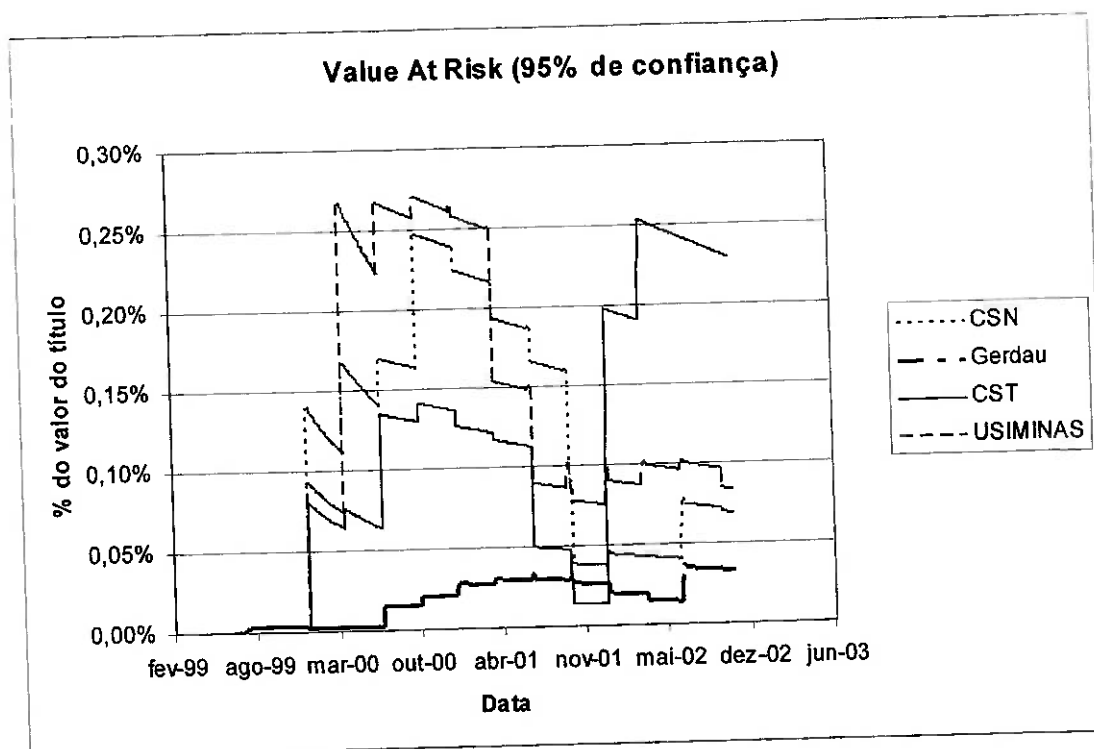


**Figura 18: Retorno Trimestral**

Dentre as quatro empresas, pode-se mencionar a estabilidade do retorno da debênture emitida pela Gerdau, resultado da sua baixa probabilidade de inadimplência e pouca alteração do seu nível de crédito ao longo do tempo.

Calculando-se o rendimento das taxas de indiferença de cada uma das empresas estudadas, pode-se obter o desvio-padrão desse retorno. Multiplicando-se pelo nível de confiança, pode-se obter o risco diário do título.

A Figura 19 ilustra a porcentagem do valor do título que está sujeita a perdas, com um nível de confiança de 95%. Este valor é de extrema importância para o gestor de fundos, pois possibilita que sejam escolhidos papéis que tenham alto retorno e com baixa volatilidade para a cota do fundo.



**Figura 19: Porcentagem do Value at risk em função do retorno diário**

Uma observação interessante que pode ser feita é que as empresas que possuem uma taxa de inadimplência média maior, como por exemplo a CSN, não necessariamente significam um risco maior (de oscilação de valor) para o título. Empresas como a CST, que tiveram oscilações maiores em seu perfil de risco ao longo do tempo, são as mais prejudicadas nesse tipo de análise, já que cada mudança na probabilidade de inadimplência acarreta em um ganho ou prejuízo no valor do título, como pode ser observado na Figura 18.

## 6. CONCLUSÃO

Depois de realizados os testes de validação do modelo, deve-se fazer uma observação dos problemas que foram encontrados e propor possíveis melhorias para a metodologia.

### 6.1. Problemas encontrados

Dentro da etapa de implementação do modelo, foram observados alguns problemas para a sua aplicação no mercado brasileiro. Os pontos levantados foram:

- Ativo futuro cresce e dívida não – O modelo KMV leva em consideração a taxa esperada de crescimento para a empresa, porém não leva em consideração o aumento das dívidas da empresa (juros, rolagem de dívida, renegociação, etc.);
- Diminuição do passivo de longo prazo – Não se considera a mudança de parte do passivo de longo prazo em passivo circulante (quando a dívida de longo prazo passa a ter vencimento inferior a um ano), tornando o ponto de inadimplência menor do que realmente é;
- Empresas abertas pertencentes a holdings de capital fechado – Companhias abertas como a GloboCabo, que fazem parte de uma holding (GloboPar) que não possui capital aberto prejudicam em muito a análise, pois não se pode obter a situação do passivo e ativo consolidado da empresa (empresa de capital fechado não é obrigada a divulgar balanço anualmente).
- Empresas que possuem política de pagamento de dividendos altos são bem avaliadas pelo mercado acionário (já que o acionista recebe o dividendo), porém para o debenturista, essa política é vista negativamente, podendo levar a empresa à falência. A CSN, por exemplo, possui essa política.

## **6.2. Possíveis melhorias na metodologia**

Algumas modificações no modelo podem ser feitas para que os problemas anteriormente citados sejam minimizados ou eliminados. As possíveis melhorias são:

- Levantamento de todas as dívidas da empresa e de sua holding, estimando-se o valor futuro destas.
- Dívidas com vencimento de 1 a 2 anos devem ser contabilizadas como passivo circulante, somando-se ao passivo circulante atual.
- As análises devem ser realizadas com as empresas consolidadas, incluindo a holding e suas empresas.
- Uma estimativa do pagamento de dividendos deve ser contabilizada como passivo circulante.

Além disso, uma atualização maior dos dados de entrada do modelo (volatilidade da ação, preço das ações, valor de mercado do capital próprio, valor escritural do passivo e da taxa livre de risco) proporcionaria uma sensibilidade maior ao modelo.

## **6.3. Considerações finais**

Ao final desse trabalho de formatura, deve-se ressaltar que como todo trabalho teórico visando a uma aplicação prática, algumas alterações e simplificações se fazem necessárias, tornando o modelo mais adequado ao uso no mercado brasileiro.

O modelo desenvolvido ao longo do trabalho pode ser considerado como uma alternativa viável para a solução do problema apresentado pela instituição.

## BIBLIOGRAFIA

ALTMAN, E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the prediction of Corporate Bankruptcy. **Journal of Finance**, n.23, p.189-209, 1968.

ALTMAN, E.I., HALDEMAN, R.G., NARAYANAN, P. ZETA Analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations. **Journal of Banking and Finance**, n.1, p.29-54, 1977.

BOHN, J.R. **Characterizing Credit Spreads**. 1999. 47p. Working Paper - Haas School of Business, University of California. Berkeley.

BRIGHAM, E.F., GAPENSKI, L.C., EHRHARDT, M.C. **Administração financeira: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2001. 1113p.

CAOQUETTE, J.B., ALTMAN, E. I., NARAYANAN, P. **Gestão do risco de crédito: o próximo grande desafio financeiro**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999. 500p.

COSTA NETO, P.L. de O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 264p.

CROSBIE, P.J., BOHN, J.R. New York. **Modelling Default Risk**. 2002. 37p.

Disponível em:

<[http://www.kmv.com/Knowledge\\_Base/public/cm/white/Modeling\\_Default\\_Risk.pdf](http://www.kmv.com/Knowledge_Base/public/cm/white/Modeling_Default_Risk.pdf)>. Acesso em: 15 de jun 2002.

D'AGOSTINO, R. B., STEPHENS, M.A. , **Goodness-Of-Fit Techniques**. Marcel-Dekker, Nova Iorque, 1986. 560p.

GITMAN, L.J. **Princípios de Administração Financeira**. 7ª.ed. São Paulo, 1997. 841p.



HOMER, S., SYLLA, R.E. **A history of Interest Rates**. 3<sup>rd</sup>.ed. New Brunswick: Rutgers University Press, 1996. 712p.

HULL, J.C. **Options, futures, & other derivatives**. 4<sup>th</sup>.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 698p.

JP MORGAN. New York. CreditMetrics<sup>TM</sup> – Technical Document. 1997. 200p.  
Disponível em: <<http://www.jpmorgan.com>>. Acesso em: 22 de jul. 2002.

MOODY'S INVESTORS SERVICE. New York. Default & Recovery Rates of Corporate Bond Issuers. 2002. 52p. Disponível em:  
<<http://riskcalc.moodyrms.com/us/research/defrate/02defstudy.pdf>>. Acesso em: 2 de nov. 2002.

PLÁCIDO LISBOA, L., PIGATTO, J.A.M., COSTA, F.M. São Paulo. Contabilidade Criativa. 2001. 13p. Disponível em:  
<<http://www.eac.fea.usp.br/eac/seminario/arquivos/html/26.doc>>. Acesso em: 15 de set. 2002.

SAUNDERS, A. **Medindo o Risco de Crédito**: Novas abordagens para value at risk e outros paradigmas. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000. 200p.

STANDARD & POORS. New York. Corporate Ratings Criteria. 2001. 108p.  
Disponível em:  
<<http://www2.standardandpoors.com/spf/pdf/fixedincome/corpcrit2002.pdf>>. Acesso em: 20 de out. 2002.

## ANEXOS

## Anexo A – Dresdner nas duas pontas

**DRESDNER NAS DUAS PONTAS**

Banco emitiu títulos da Cemar que causaram perda a investidores de sua própria empresa de fundos



[Clique aqui para comentar esta reportagem](#)

*Marcelo Aguiar*

Dois dos fundos de investimento da Dresdner Asset Management saíram machucados na semana passada. Os fundos DI e RF, normalmente indicados para investidores que não gostam de correr riscos, admitiram no último dia 18 uma perda de 5,5% no valor de suas cotas devido a um papel que tinham em suas carteiras. O pivô do prejuízo dos cotistas foi uma debênture emitida pela concessionária de energia elétrica do Maranhão, a Cemar. Os títulos haviam sido lançados em junho do ano passado pelo banco de investimento do mesmo grupo da empresa de fundos, o Dresdner Kleinwort Wasserstein (DKW), e tiveram sua classificação de risco rebaixada há duas semanas pela agência de "rating" Standard & Poor's (S&P). Segundo a assessoria de imprensa da Dresdner Asset Management, a empresa de fundos e o banco de investimento são independentes entre si e não tomam decisões em conjunto.



**Calote:** concessionária foi rebaixada pela S&P

A Cemar, de acordo com a S&P, entrou há duas semanas em um estado conhecido no mercado pelo jargão selective default – ou, em palavras acessíveis para leigos, "calote seletivo". O motivo para a reclassificação foi, segundo a empresa de "rating" informou ao mercado, o não pagamento de uma dívida da empresa junto ao governo federal. Imediatamente os fundos que tinham debêntures da empresa decidiram dar o dinheiro gasto na compra dos papéis como perdido. Os valores são altos. O Dresdner DI tinha patrimônio calculado em R\$ 218 milhões no fechamento de fevereiro. Na data, acumulava rendimento de 17,59% em doze meses. O Dresdner RF, um fundo do tipo multicarteira, tinha R\$ 40,6 milhões de patrimônio e mostrava rentabilidade de 16,23% no mesmo período.

A Cemar está em crise com o governo federal desde o ano passado. A empresa, controlada pela americana PPL, não aceitou acordo de compensação pelas perdas provocadas pelo racionamento de energia. Está pedindo um aumento de tarifas e crédito novo do BNDES. Nas conversas, os americanos acenam até com a possibilidade de devolver a concessão e ir embora do País.

## Anexo B – Precificação de Opções de Compra Europeias sem dividendos

Utilizando-se a teoria de precificação de opções de Black & Scholes, obtém-se a expressão (11) para o preço de uma opção de compra (call).

$$c = S_0 N(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2) \quad (11)$$

Fonte: Hull (1999)

Sendo  $d_1$  e  $d_2$  como segue:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (12)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

sendo  $S_0$  o preço spot do ativo objeto,  $X$  o strike da opção,  $R$  o retorno livre de risco,  $\sigma$  o desvio-padrão do ativo objeto,  $T$  o horizonte de tempo e  $N$  a função distribuição cumulativa normal.

## Anexo C – Obtenção do Cupom do Ibovespa

Cupom é o termo dado aos juros exigido para um determinado ativo. No caso do Ibovespa, o cupom é o retorno esperado para o ibovespa em um determinado período.

Para entender como obter o cupom do Ibovespa, deve-se entender como funciona um contrato futuro. O Ibovespa Futuro é um contrato que valerá, no seu vencimento, o mesmo que o Ibovespa. Para termos o mesmo efeito de um contrato futuro, as seguintes operações devem ser feitas:

- Tomar um empréstimo no valor do Ibovespa atual;
- Comprar exatamente todas as ações que compõem o ibovespa nas suas respectivas proporções;
- Chegando o vencimento, deve-se vender todas as ações e pagar o empréstimo.

Assim, o preço do futuro de ibovespa deve ser baseado na igualdade descrita na expressão (13).

$$Cupom = \frac{Juros\ Pr\ e * IndFut}{Ibov} \quad (13)$$

sendo Cupom o índice do Cupom do Ibovespa, IndFut o valor do Índice Futuro, Ibov o valor do Ibovespa e JurosPre o índice do Juros Pré para período igual ao do Cupom.

Para se utilizar no CAPM, deve-se transformar esse índice em taxa anual em base 252. A equação (14) ilustra como se obter essa taxa.

$$Taxa = \left( Cupom^{\frac{252}{DU}} - 1 \right) \quad (14)$$

sendo Taxa a taxa anual em base 252 dias úteis e DU o número de dias úteis até vencimento do futuro.

Existe a possibilidade da taxa de retorno obtida pelo CAPM ser menor do que a taxa livre de risco. Isso ocorre quando o Cupom do Ibovespa apresentar retorno

menor do que a taxa livre de risco, ou seja, o mercado espera que as empresas tenham um retorno menor que o investimento em renda fixa (juros).

## Anexo D – Tabelas de cálculos

As Tabelas 20, 21, 22 e 23 mostram os cálculos realizados para CSN, Gerdau, CST e Usiminas respectivamente.

Período	Rf	$\sigma_e$	E	D	$\sigma_a$	d1	d2	Longo Prazo	p	$\Delta \ln a_d$	Beta	CAPM
set-99	19,53%	47,56%	15.330.340	6.650.853	35,055%	3,99	3,63	3.399.581	1,03%	2,31	0,2335	19,29%
dez-99	18,76%	26,38%	18.918.497	6.650.853	20,424%	7,39	7,19	3.399.581	0,00%	4,10	0,2430	19,78%
mar-00	18,72%	48,75%	20.567.413	6.650.853	38,445%	4,23	3,85	4.682.712	1,21%	2,26	0,2167	19,16%
jun-00	18,27%	55,96%	18.022.551	6.650.853	42,807%	3,60	3,17	4.682.712	2,33%	1,99	0,2176	17,64%
set-00	16,54%	38,66%	21.167.156	6.650.853	30,533%	5,26	4,95	4.682.712	0,22%	2,85	0,2137	19,73%
dez-00	16,35%	31,81%	19.132.959	9.577.581	22,321%	5,53	5,31	4.682.712	0,02%	3,53	0,2330	18,25%
mar-01	15,28%	29,50%	24.991.831	8.125.346	23,067%	6,72	6,48	5.092.534	0,01%	3,70	0,2976	15,81%
jun-01	16,53%	40,47%	27.078.464	7.958.757	32,396%	5,14	4,81	4.654.808	0,40%	2,65	0,3725	13,31%
set-01	18,88%	32,84%	25.349.468	9.585.333	25,009%	5,86	5,61	4.202.085	0,06%	3,26	0,4807	15,69%
dez-01	19,05%	40,37%	22.494.927	8.314.906	30,920%	4,85	4,54	4.582.542	0,35%	2,69	0,5331	16,69%
mar-02	18,89%	40,39%	28.403.892	9.021.430	31,985%	5,07	4,75	5.226.457	0,38%	2,67	0,4731	17,78%
jun-02	18,14%	45,21%	32.015.235	10.393.669	35,580%	4,52	4,17	5.150.427	0,90%	2,36	0,4270	16,00%

**Tabela 20: Cálculo do KMV para a CSN**

Período	Rf	$\sigma_e$	E	D	$\sigma_a$	d1	d2	Longo Prazo	p	$\Delta \ln a_d$	Beta	CAPM
set-99	19,53%	28,62%	2.073.574	5.462.804	9,037%	4,24	4,15	1.461.237	0,00%	5,23	0,4071	19,11%
dez-99	18,76%	26,61%	2.610.386	5.462.804	9,731%	4,73	4,63	1.461.237	0,00%	5,27	0,3865	20,38%
mar-00	18,72%	30,65%	3.327.337	5.830.990	12,492%	4,25	4,13	1.498.594	0,00%	4,29	0,3901	19,52%
jun-00	18,27%	45,19%	3.065.430	5.830.990	17,522%	2,88	2,70	1.498.594	0,17%	2,93	0,3605	17,22%
set-00	16,54%	29,72%	6.613.471	5.830.990	16,552%	5,21	5,05	1.498.594	0,00%	4,01	0,3200	21,32%
dez-00	16,35%	42,04%	5.632.774	5.830.990	22,381%	3,51	3,28	1.498.594	0,25%	2,81	0,3523	19,21%
mar-01	15,28%	34,74%	5.938.540	4.728.246	22,337%	4,15	3,92	1.501.249	0,12%	3,04	0,3815	15,96%
jun-01	16,53%	42,42%	5.153.811	6.258.475	20,915%	3,35	3,14	1.494.736	0,32%	2,73	0,4522	12,63%
set-01	18,88%	40,06%	5.005.136	6.757.228	18,922%	3,47	3,28	1.594.360	0,15%	2,97	0,4532	15,88%
dez-01	19,05%	33,52%	5.641.183	8.452.014	14,974%	4,03	3,88	1.841.526	0,01%	3,62	0,5169	16,76%
mar-02	18,89%	29,32%	7.770.437	8.495.637	15,389%	4,91	4,76	2.158.419	0,00%	3,98	0,4892	17,74%
jun-02	18,14%	30,33%	9.044.084	9.262.414	16,355%	4,82	4,66	2.179.595	0,01%	3,76	0,4753	15,76%

**Tabela 21: Cálculo do KMV para a Gerdau**

Período	Rf	$\sigma_e$	E	D	$\sigma_a$	d1	d2	Longo Prazo	p	$\Delta \ln a_d$	Beta	CAPM
set-99	19,53%	47,38%	6.924.514	3.130.018	34,543%	3,95	3,61	1.617.981	0,98%	2,33	0,3073	19,21%
dez-99	18,76%	49,96%	9.296.079	2.678.606	40,325%	4,28	3,88	1.530.768	1,58%	2,15	0,2651	19,87%
mar-00	18,72%	51,29%	11.807.792	2.677.284	43,170%	4,49	4,05	1.482.338	1,99%	2,06	0,2460	19,23%
jun-00	18,27%	43,12%	10.599.714	2.727.321	35,506%	5,06	4,71	1.680.130	0,66%	2,48	0,2749	17,47%
set-00	16,54%	31,14%	10.977.130	2.634.989	25,873%	7,00	6,74	1.616.683	0,03%	3,44	0,2930	20,92%
dez-00	16,35%	34,72%	10.004.411	2.764.491	28,122%	6,05	5,76	1.739.870	0,09%	3,11	0,3796	19,44%
mar-01	15,28%	38,19%	10.662.704	2.961.075	30,835%	5,50	5,19	1.851.293	0,24%	2,83	0,5035	16,18%
jun-01	16,53%	39,58%	10.990.599	3.043.553	32,055%	5,34	5,02	1.893.926	0,34%	2,70	0,5119	12,11%
set-01	18,88%	37,69%	9.508.632	3.155.939	29,567%	5,34	5,04	1.931.968	0,20%	2,88	0,4751	15,73%
dez-01	19,05%	57,82%	9.010.278	2.993.593	45,372%	3,61	3,16	1.901.251	2,98%	1,88	0,4487	17,06%
mar-02	18,89%	41,86%	11.790.254	2.934.541	34,712%	5,26	4,92	1.866.530	0,54%	2,55	0,3749	18,01%
jun-02	18,14%	39,16%	13.907.344	3.365.975	32,580%	5,64	5,31	2.095.628	0,33%	2,72	0,3470	16,40%

**Tabela 22: Cálculo do KMV para a CST**

Período	Rf	$\sigma_e$	E	D	$\sigma_a$	d1	d2	Longo Prazo	p	$\Delta \ln a_d$	Beta	CAPM
set-99	19,53%	50,23%	11.011.209	8.388.142	30,897%	3,24	2,93	4.847.038	0,81%	2,40	0,2120	19,31%
dez-99	18,76%	38,12%	15.316.790	8.388.142	26,219%	4,57	4,31	4.847.038	0,13%	3,01	0,2448	19,78%
mar-00	18,72%	58,89%	20.143.035	9.391.948	42,497%	3,22	2,79	6.525.459	2,60%	1,94	0,2519	19,24%
jun-00	18,27%	50,81%	16.408.780	9.391.948	34,419%	3,46	3,11	6.525.459	1,02%	2,32	0,3231	17,33%
set-00	16,54%	37,94%	21.055.080	9.391.948	27,527%	4,84	4,56	6.525.459	0,12%	3,03	0,3586	21,89%
dez-00	16,35%	47,59%	19.080.771	9.391.948	33,567%	3,81	3,47	6.525.459	0,73%	2,44	0,3805	19,44%
mar-01	15,28%	44,88%	21.846.791	10.498.011	31,777%	4,03	3,71	7.304.134	0,50%	2,57	0,4241	16,04%
jun-01	16,53%	50,48%	15.749.352	10.498.011	32,271%	3,32	3,00	7.304.134	0,86%	2,38	0,4507	12,64%
set-01	18,88%	37,25%	12.305.101	10.498.011	21,831%	4,15	3,93	7.304.134	0,03%	3,39	0,4508	15,89%
dez-01	19,05%	54,56%	11.083.976	10.498.011	30,682%	2,84	2,53	7.304.134	0,88%	2,38	0,4734	16,95%
mar-02	18,89%	35,99%	16.031.415	10.621.192	23,240%	4,58	4,35	7.029.898	0,04%	3,33	0,4619	17,80%
jun-02	18,14%	39,33%	16.898.238	11.212.788	25,317%	4,20	3,95	7.132.556	0,13%	3,02	0,4537	15,86%

**Tabela 23: Cálculo do KMV para a Usiminas**

## Anexo E – Cálculo do preço de uma debênture (CSNA11)

Para calcular o preço de uma debênture, são necessários os seguintes itens:

- Indexador (IGP-M, Dólar, etc.);
- Valor Nominal;
- Data da emissão;
- Juros da Emissão;
- Agenda de eventos (juros, amortização e principal);
- Deságio;
- Juros pós-fixado (CDI, TJLP, etc.);

A debênture CSNA11 não possui nenhum indexador, remunera juros de 2.75% além do CDI, foi emitida em 1/2/2002 com valor nominal de 10.000 reais e possui agenda de eventos conforme a Tabela 24.

Data	Eventos
01/08/2002	Juros
01/02/2003	Juros
01/08/2003	Juros
01/02/2004	Juros
01/08/2004	Juros
01/02/2005	Juros
01/02/2005	Vencimento

**Tabela 24: Agenda de eventos CSNA11**

Para calcular o preço nominal da debênture (preço da emissão corrigido), utiliza-se a expressão (15).

$$PU = VN \times \left\{ \prod_{i=1}^{i=f} \left[ \left( \frac{TaxaDI}{100} + 1 \right)^{\frac{1}{252}} \right] \times \left[ \left( \frac{S}{100} + 1 \right)^{\frac{du}{252}} \right] \right\} \quad (15)$$

sendo PU o preço unitário para cada debênture, VN o valor nominal de emissão, f é o número de dias úteis contidos entre o início e fim do período de capitalização (intervalo entre cada evento de pagamento de juros), TaxaDI é a taxa CDI divulgada pela Cetip (base 252 dias úteis), S é a taxa paga além do CDI (também chamada como Spread) e du é o número de dias úteis já corridos no atual período de capitalização.



Para se obter o preço da debênture a partir de um deságio, deve-se dividir o cálculo para cada um dos pagamentos (juros, amortização e principal), conforme pode ser visto na Tabela 25.

			VF	-	134,39	139,84	133,29	139,84	135,48	10.137,66		
			DU	757	633	504	381	252	127	0		
			Vcto	1/2/02	1/8/02	3/2/03	1/8/03	2/2/04	2/8/04	1/2/05		
Data	MTM	Duration	Nominal	CDI	Juros 1	Juros 2	Juros 3	Juros 4	Juros 5	Principal	Total	Deságio
1/2/02	1,96%	732,3	10.000,00	0,00	133,11	137,15	129,50	134,52	129,07	9.564,83	10.228,18	(228,18)
4/2/02	1,95%	730,9	10.008,00	6,92	140,07	137,17	129,52	134,54	129,10	9.566,64	10.237,02	(229,03)
5/2/02	1,95%	729,4	10.016,00	13,84	147,03	137,18	129,53	134,56	129,12	9.568,44	10.245,86	(229,87)
6/2/02	1,94%	728,0	10.024,01	20,77	154,00	137,20	129,55	134,58	129,14	9.570,24	10.254,71	(230,70)
7/2/02	1,94%	726,6	10.032,02	27,71	160,98	137,21	129,57	134,60	129,16	9.572,04	10.263,55	(231,53)
8/2/02	1,94%	725,2	10.040,04	34,65	167,96	137,23	129,58	134,62	129,18	9.573,83	10.272,40	(232,36)
13/2/02	1,93%	723,8	10.048,07	41,60	174,94	137,24	129,60	134,64	129,21	9.575,62	10.281,25	(233,18)
14/2/02	1,93%	722,4	10.056,11	48,55	181,93	137,26	129,62	134,66	129,23	9.577,41	10.290,11	(234,00)

**Tabela 25: Cálculo de CSNA11 com deságio**

A taxa MTM é obtida através da expressão (16)

$$TxMtm = (Tx + 1)^{\frac{Dur}{252}} \quad (16)$$

sendo Tx a taxa de indiferença (1) e Dur o prazo médio ponderado em dias úteis do título (média de todas as parcelas, ponderada pelo número de dias úteis para o vencimento de cada uma).

As parcelas de juros podem ser calculadas pela expressão (17)

$$VP_n = \left\{ VN \times \left[ \frac{(1 + S)^{\frac{f_n}{252}}}{(1 + TxMtm)^{\frac{k}{252}}} - 1 \right] \right\} \quad (17)$$

sendo  $VP_n$  o valor presente da parcela de juros n,  $f_n$  o número de dias úteis contidos entre o início e fim do período de capitalização,  $TxMtm$  é o deságio em taxa com base de 252 dias úteis e k o número de dias úteis até o vencimento da parcela.

Já no caso do vencimento do principal ou de amortização do principal, deve-se utilizar a expressão (18)

$$VP_n = \left\{ VN \times \left[ \frac{(1 + S)^{\frac{f_n}{252}}}{(1 + TxMtm)^{\frac{k}{252}}} + \frac{A}{100} - 1 \right] \right\} \quad (18)$$

sendo "A" a porcentagem a ser amortizada em determinado pagamento (no caso do principal, A deve ser igual a 100).

Além disso, os juros acumulados do CDI devem ser somados a primeira parcela. Para se obter o valor presente da parcela do CDI acumulado, utiliza-se a expressão (19), derivada do cálculo nominal do preço do título

$$VP_{CDI} = VN \times \left\{ \frac{\prod_{i=1}^{i=f} \left[ \left( \frac{TaxaDI}{100} + 1 \right)^{\frac{1}{252}} \right]}{\left[ \frac{(1 + TxMtm)}{(1 + S)} \right]^{\frac{k}{252}}} - 1 \right\} \quad (19)$$

sendo  $VP_{CDI}$  o valor presente da parcela do CDI acumulado.

A soma de todas essas parcelas resulta no preço do título.

## Anexo F – Exemplo de uma emissão de debêntures

### Características Gerais do Ativo

Emissão	31/10/98	Vencimento	31/10/06
Forma	Escritural	Classe (Tipo)	Não Conversível
Espécie	Subordinada	Quantidade Emitida	10.000
Indexação	Sem Correção	Aprovada	AGE 25/11/98
Valor Nominal na Emissão	R\$ 40.000,00	ISIN	BRUSIMDBS013
Registro CVM	CVM/SRE/DEB - 99/046 em 18/6/99		
Banco Mandatário (SND)	Banco Bradesco S/A		
Agente Fiduciário	Oliveira Trust DTVM Ltda. - Tel.: 021.2493.7003		

### Agenda de Eventos

Data	Eventos
31/12/2002	Juros
30/06/2003	Juros
31/12/2003	Juros
30/06/2004	Juros
30/06/2004	Não Repactuação
31/10/2006	Vencimento

### Características Especiais do Ativo

#### **Atualização do Valor Nominal**

As debêntures não terão seu valor nominal atualizado monetariamente.

#### **Remuneração**

**Juros** - De acordo com RCA realizada no dia 10/6/2002, para o próximo período de vigência da remuneração, com início em 30/6/2002 e término 30/6/2004, as debêntures serão remuneradas com base em um percentual a ser aplicado sobre a taxa de juros flutuante referenciada à taxa do DI - Depósitos Interfinanceiros de um dia Extragrupo, expressa na forma percentual ao ano, base 252 dias úteis, denominada Taxa DI, calculada e divulgada pela CETIP no informativo diário, disponível em sua página na internet (<http://www.cetip.com.br>), e no jornal Gazeta Mercantil, edição

nacional. O percentual a ser aplicado sobre a Taxa DI acima mencionado será de 115% (cento e quinze por cento).

### **Repactuação**

A segunda repactuação das condições de remuneração e prazo das debêntures dar-se-ão em 30/6/2004, competindo ao Conselho de Administração da EMISSORA a fixação dos demais períodos de repactuação. O Conselho de Administração deverá se reunir, com antecedência de 20 dias da data de encerramento de cada período de repactuação para fixar o próximo período de repactuação e o próximo período de vigência das novas condições de remuneração e prazo das debêntures.

A EMISSORA deverá publicar as novas condições das debêntures aprovadas pelo Conselho de Administração até 15 dias antes do final de cada período de repactuação, fixando a data limite para que os debenturistas que não concordarem com as condições fixadas exerçam a opção de vender as debêntures de sua propriedade para a EMISSORA, pelo seu valor nominal, acrescido da remuneração devida à data da aquisição e ainda não paga aos debenturistas. Fica a EMISSORA obrigada a recomprar as debêntures de propriedade dos debenturistas que exercerem, no prazo e forma fixados, a opção de venda.

### **Vencimento Antecipado**

O AGENTE FIDUCIÁRIO poderá declarar antecipadamente vencidas todas as obrigações constantes da Escritura de Emissão e exigir o imediato pagamento pela EMISSORA do valor total das debêntures, acrescido da remuneração devida e juros moratórios se houver, independentemente de aviso, interpelação ou notificação judicial ou extrajudicial, na ocorrência das seguintes hipóteses:

- a. Protestos legítimos e reiterados de títulos contra a EMISSORA;
- b. Pedido de concordata preventiva formulado pela EMISSORA;
- c. Liquidação ou decretação de falência da EMISSORA;

- d. Falta de cumprimento, pela EMISSORA, de qualquer obrigação prevista na Escritura de Emissão não sanada em dez dias, contados de aviso escrito que lhe for enviado pelo AGENTE FIDUCIÁRIO;
- e. Alienação de mais de 70% (setenta por cento) das ações que, na data de assinatura da Escritura de Emissão, integram o Grupo de Controle da EMISSORA;
- f. Alteração estatutária, modificação ou alienação do controle acionário da EMISSORA, bem como reorganização societária que venha a culminar em sua transformação, incorporação, fusão, cisão, sem prévia anuência do AGENTE FIDUCIÁRIO.