

---

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**TRABALHO DE FORMATURA**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE RISCO DE CRÉDITO**

AUTOR: FERNANDO MOMMENSOHN TENNENBAUM

ORIENTADOR: PROF. REINALDO PACHECO DA COSTA

1999

X 1999  
12568

---

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Reinaldo Pacheco da Costa pelo apoio e orientação;

À Flávia, pelo incentivo durante toda a realização deste trabalho;

Ao colegas do Bancos Inter American Express, em especial à Décio Cunha Junior, pelos ensinamentos transmitidos e ajuda com a Bibliografia necessária para elaboração do trabalho;

Aos colegas da Engenharia de Produção, em especial à Frederico Queiroz e Pedro Aidar, pelo companheirismo e amizade;

Aos amigos Jorge e Maite, pelo apoio durante todo o curso;

A todos os professores desta universidade que colaboraram com minha formação profissional;

Meus sinceros agradecimentos,

Fernando Mommensohn Tennenbaum

---

## Sumário

Este trabalho foi desenvolvido na área de risco do *Banco Inter American Express*.

O trabalho consiste no estudo e proposição de um modelo de risco de crédito de portfólio que atenda as necessidades do banco.

O trabalho aborda um tema ainda recente no mercado financeiro. Como não existe um consenso sobre qual a abordagem mais eficiente, são apresentadas três modelos, cada um com suas principais características: O *CreditRisk+*, o *CreditMetrics* e o *Credit Portfolio View*.

Confrontando a realidade do banco no qual o trabalho foi desenvolvido com a teoria dos três modelos, foi proposto um modelo que medisse adequadamente o risco de crédito dentro das necessidades e possibilidades do banco.

Depois de proposto o modelo, foram realizadas análises de sensibilidade neste, com o intuito de permitir o completo entendimento das variáveis que afetam o risco de crédito.

---

# Índice

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
I.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	1
I.2. OBJETIVO DO TRABALHO.....	2
I.3. APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS .....	2
I.4. A EMPRESA.....	3
I.5. LINHA DE PRODUTOS.....	4
I.6. O ESTÁGIO.....	8
<b>CAPÍTULO II - CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....</b>	<b>10</b>
II.1. CRÉDITO .....	10
II.2. PRODUTOS.....	10
II.3. ANÁLISE DO CRÉDITO .....	14
II.4. TIPOS DE RISCO DE CRÉDITO .....	16
II.5. CONTROLES DE RISCO EXISTENTES NO BANCO .....	18
<b>CAPÍTULO III - CREDITRISK+.....</b>	<b>22</b>
III.1. COMPONENTES DO CREDITRISK+.....	22
III.2. CARACTERÍSTICAS DO RISCO DE CRÉDITO E VISÃO GERAL DO MODELO.....	23
III.3. O MODELO CREDITRISK+ .....	30
III.4. EXEMPLO:.....	36
<b>CAPÍTULO IV - CREDITMETRICS.....</b>	<b>40</b>
IV.1. COMPONENTES DO CREDITMETRICS.....	40
IV.2. CARACTERÍSTICAS DO RISCO DE CRÉDITO E VISÃO GERAL DO MODELO.....	41
IV.3. O MODELO CREDITMETRICS .....	47
<b>CAPÍTULO V - CREDIT PORTFOLIO VIEW.....</b>	<b>57</b>
V.1. COMPONENTES DO CREDIT PORTFOLIO VIEW .....	57
V.2. CARACTERÍSTICAS DO RISCO DE CRÉDITO E VISÃO GERAL DO MODELO .....	58
V.3. O MODELO CREDITPORTFOLIO VIEW .....	62
<b>CAPÍTULO VI - DEFINIÇÃO DO MODELO.....</b>	<b>67</b>
VI.1. RECURSOS DISPONÍVEIS .....	67
VI.2. COMPARAÇÃO TEÓRICA DOS MODELOS APRESENTADOS .....	70
VI.3. COMPARAÇÃO PRÁTICA DOS MODELOS .....	72
VI.4. CRITÉRIOS PARA ADOÇÃO DO MODELO INTER AMERICAN EXPRESS .....	76
VI.5. O MODELO INTER AMERICAN EXPRESS .....	82

---

VI.6. EXEMPLO DO MODELO INTER AMERICAN EXPRESS .....	84
<b>CAPÍTULO VII - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO .....</b>	<b>90</b>
VII.1. VARIAÇÃO ENTRE DIFERENTES SIMULAÇÕES.....	90
VII.2. ALTERAÇÃO NA QUALIDADE DO PORTFÓLIO .....	91
VII.3. ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE SIMULAÇÕES.....	93
VII.4. ALTERAÇÃO NA QUANTIDADE DE ATIVOS .....	94
VII.5. ALTERAÇÃO NA MATRIZ DE TRANSIÇÃO .....	95
VII.6. AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES.....	97
<b>CAPÍTULO VIII - CONCLUSÕES .....</b>	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>101</b>

# Capítulo I

## I. Introdução

### I.1. Considerações Iniciais

Com o desenvolvimento dos derivativos nas décadas de 80 e 90, o mercado financeiro passou a trabalhar com altos graus de alavancagem. Enquanto o mercado estava em expansão, esta alavancagem proporcionou expressivos lucros. Com o advento das crises, cujo início ocorreu em 1995, no México, houve a percepção de que os altos níveis de alavancagem podiam resultar em grandes perdas, sendo necessário um controle adequado do risco.

Os primeiros modelos de risco simplesmente limitavam a exposição em determinados ativos, porém não havia nenhuma base estatística mais elaborada. Em 1995, o banco *J.P. Morgan* desenvolveu seu modelo de risco, o *RiskMetrics*<sup>1</sup>, que logo se tornou o padrão do mercado. Esse modelo calculava um valor em risco (*VaR – Value at Risk*) baseado em estimativas sobre a incerteza dos ativos, bem como os efeitos provenientes da diversificação. O valor em risco é calculado supondo a distribuição de retornos de um ativo como sendo normal, e utiliza-se de um intervalo de confiança pré-determinado, geralmente entre 95% e 99%. HIPÓTESE

Após o desenvolvimento dos modelos de risco de mercado, outros tipos de exposição foram estudados, como o risco operacional e o risco de crédito. O risco operacional é tratado por planos de contingência e melhorias de normas e procedimentos. É no risco que crédito que as instituições financeiras concentram seus esforços atualmente, pois quanto a ele não há um consenso, como ocorre com relação ao risco de mercado.

Dentro deste cenário, o completo entendimento do processo de crédito tornou-se vital para que um banco possa oferecer taxas competitivas com um mínimo risco.

---

<sup>1</sup> LONGERSTAY, Jacques. *Risk Metrics - Technical Document*. New York: J.P. Morgan & Co. Incorporated, 1996.

## I.2. Objetivo do trabalho

O presente estudo iniciou-se a partir da necessidade de se desenvolver um **modelo de risco de crédito** adaptável às necessidades brasileiras, que são um tanto quanto específicas.

Não há um consenso sobre qual o **modelo de risco de crédito** padrão, ao contrário do que ocorre com o risco de mercado, porém existem dois modelos que se destacam: O *CreditRisk+*<sup>2</sup> do *Credit Suisse First Boston*, e o *CreditMetrics*<sup>3</sup> do *J.P. Morgan*.

Este trabalho tem por finalidade o entendimento do processo de **crédito**, através do conhecimento dos principais modelos e conceitos disponíveis, visando a confecção de um modelo próprio que será implantado no banco.

## I.3. Apresentação dos capítulos

O trabalho foi dividido em três partes principais. Na parte 1, constituída por este capítulo e pelo capítulo II, encontram-se as bases introdutórias para a escolha do modelo. No capítulo I é feita a apresentação da empresa, assim como a área de desenvolvimento do trabalho, enquanto que no capítulo II é resumida a modelagem de risco existente, e apresentada a descrição dos principais produtos nos quais será focado o estudo, assim como os principais conceitos referentes ao **crédito**.

Na parte 2 - capítulos III, IV e V - são apresentados os modelos de risco de **crédito**, com ênfase nos pressupostos de cada modelos. No capítulo III é apresentado o *CreditRisk+*, modelo proposto pelo *Credit Suisse First Boston*. No capítulo IV é apresentado o modelo *CreditMetrics*, proposto pelo *J.P. Morgan*. No capítulo V é apresentado o *Credit Portfolio View*<sup>4</sup>, um modelo derivado do *CreditMetrics* que contém particularidades que são de grande valor ao entendimento do processo de risco de **crédito**.

Na parte 3 são realizadas as análises comparativas entre os modelos, sempre sob a óptica do banco. O capítulo VI apresenta a escolha do modelo, levando-se em

<sup>2</sup> CREDIT SUISSE FINANCIAL PRODUCTS. *Credit Risk+: A Credit Risk Management Framework*. London. Credit Suisse Financial Products, 1997.

<sup>3</sup> GUPTON, Greg M.; FINGER, Christopher C.; BHATIA, Mickey. *Credit Metrics – Technical Document*. New York: J.P. Morgan & Co. Incorporated, 1997.

<sup>4</sup> MCKINSEY & COMPANY INC. *Credit Portfolio View :A credit portfolio risk measurement & management approach*. New York. McKinsey & Company Inc, 1998.

consideração os recursos do banco e suas necessidades. No capítulo VII o modelo adotado é testado para um completo entendimento de suas reações frente a parametrizações nas diferentes variáveis que o compõem.

No Capítulo VIII são enfocadas as conclusões a respeito do estudo realizado, e as considerações finais sobre o trabalho.

#### ***I.4. A empresa***

O *Banco Inter American Express* é resultado da associação entre os sócios brasileiros fundadores do *Banco SRL* e o *American Express Bank*.

O Banco SRL foi fundado em 1988 por João Sayad, Henri Philippe Reichstul e Francisco Vidal Luna, em associação com o *Manufacturers Hanover Trust (MHT)*. O Banco operava nos mercados de atacado, oferecendo aos grandes grupos nacionais e multinacionais uma variedade de produtos e serviços de administração de riscos financeiros, consultoria financeira e administração de investimentos. Quando da fusão do *MHT* com o *Chemical Bank*, os sócios brasileiros adquiriram o total das ações dos sócios estrangeiros e operaram o Banco independentemente até dezembro de 1997, quando houve a associação com o *American Express Bank*.

O *American Express Bank* foi fundado em 1919 e é uma subsidiária da *American Express Company*. Opera internacionalmente em diversas atividades nas áreas Institucional, Crédito Direto ao Consumidor, *Trade Finance* e *Private Bank*.

O *Banco Inter American Express* é administrado em conjunto pelos sócios brasileiros e o *American Express Bank*. A administração é assessorada por um Conselho Consultivo, integrado pelos sócios fundadores do *Banco SRL* e pelos executivos seniores do *American Express Bank*. O Banco está autorizado a atuar como banco múltiplo e opera uma companhia de *leasing*. Através de suas subsidiárias no exterior, *Inter American Express Overseas Corporation* e *Inter American Express Bank International*, ambas registradas nas Bahamas, exerce diversas atividades financeiras e não financeiras que incluem *leasing* e administração de investimentos.

A *Inter American Express Overseas Corporation* também emite *commercial papers* e *structured notes*.

O *Banco Inter American Express* tem sede em São Paulo e filiais em Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Porto Alegre. A estratégia da instituição é ser um banco de

relacionamento e manter uma estrutura operacional flexível, com controles modernos de crédito e políticas de administração e controle de risco sempre atualizadas.

Em 1996, o Banco incorporou novas áreas de negócios: Financiamentos ao Comércio Exterior, *Leasing*, Crédito Direto ao Consumidor e Administração de Investimentos. Esses negócios complementam as atividades tradicionais de tesouraria e banco de investimento e são estratégicos para o Banco. Com a estabilidade econômica e a credibilidade do Brasil nos mercados brasileiro e internacional, pode-se vislumbrar um crescimento importante nessas áreas.

O *Banco Inter American Express* e seus executivos têm uma larga experiência nos mercados brasileiros e internacionais. Essa experiência, associada à sólida base de capital do Banco, permite dar respostas rápidas e inovadoras a clientes no Brasil e no mundo através de bancos correspondentes e da rede do American Express Bank.

### ***I.5. Linha de produtos***

#### ***Crédito Direto ao Consumidor***

O Crédito Direto ao Consumidor cresceu a taxas maiores do que as projetadas, atingindo US\$ 94 milhões ao final de 1998. No ano que passou, o *Banco Inter American Express* fez importantes investimentos em sistemas de crédito ao consumidor a fim de poder oferecer a seus clientes serviços de qualidade superior e informações confiáveis e atualizadas à administração do Banco. Essa é área de crescimento rápido em que se deve trabalhar muito próximo ao sócio, e cuja experiência possibilitará oferecer produtos diferenciados criados especialmente para o mercado brasileiro.

Para complementar o Crédito Direto ao Consumidor, o Banco comprou uma companhia de *leasing* que permitirá oferecer a seus clientes financiamentos em Reais e em moeda estrangeira a prazos mais longos.

#### ***Corporate Bank***

Os clientes do *Corporate Bank* são as grandes empresas nacionais e multinacionais. A estratégia de negócios valoriza o relacionamento com clientes e enfoca especialmente operações relacionadas com o financiamento ao Comércio Exterior. A atuação do Banco nessa área ficou fortalecida com a associação ao

**American Express Bank**, cuja presença em 38 países possibilitará oferecer soluções rápidas e diferenciadas aos clientes nos diferentes mercados internacionais.

As operações de *forfaiting*<sup>5</sup> também serão beneficiadas com uma rede maior de distribuição. Além disso, o **Banco Inter American Express** continua com o acordo operacional com o **Industrial Bank of Japan (IBJ)**, identificando e originando financiamentos relacionados ao comércio internacional.

A abertura da agência de Belo Horizonte aumentou os negócios do Banco nessa importante região do país, que inclui os estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

O estreito relacionamento com o **IBJ** possibilitou que essa agência financiasse os mais expressivos nomes das indústrias do aço e automobilística desses dois estados.

Durante 1997, a agência do Rio de Janeiro aumentou sua base de clientes. Em 1998, o Banco registrou um aumento no volume de negócios nesse estado, condizente com sua importância. A agência Rio de Janeiro atende também os clientes do Polo Petroquímico da Bahia.

No ano passado, iniciou-se o processo de abertura de uma agência em Porto Alegre, que agora atende os clientes do Sul do Brasil. Porto Alegre serve também de base para expansão das nossas atividades aos países do Mercosul: Argentina, Uruguai e Paraguai.

### *Trade Finance*

Em 1998, os negócios de *trade finance* atingiram o expressivo montante de US\$ 230 milhões de financiamento, incluindo as transações concluídas mediante o acordo com o IBJ.

A área atuou também na venda de risco corporativo brasileiro em operações de *forfaiting* com diversos bancos multinacionais. Essas operações são o resultado de investimento de dois anos para construir uma rede de correspondentes e melhorar a capacidade de distribuição em *Trade Finance*.

O Banco projeta importante crescimento nessa área nos próximos anos e a associação com o **American Express Bank** disponibilizou aos clientes acesso aos principais mercados internacionais.

---

<sup>5</sup> Operações de financiamento

A área de *Trade Finance* continuará trabalhando com as diversas agências governamentais de crédito à exportação nos financiamentos de prazo mais longo, principalmente para aeronaves.

### *Tesouraria*

As atividades de tesouraria foram responsáveis por uma importante parcela do resultado do Banco em 1998, mesmo tendo que manter altos índices de liquidez em virtude da volatilidade dos mercados.

O *Banco Inter American Express* opera em diversos instrumentos de renda fixa, ações e derivativos. As atividades de *trading* são assessoradas pelo grupo de pesquisa que acompanha e faz projeções dos principais indicadores econômicos nos mercados brasileiros e internacionais.

### *Mercado Internacional de Capitais*

A área enfatiza a estruturação, *underwriting* e distribuição de dívida de empresas brasileiras de primeira linha. É responsável também pela estruturação e distribuição do *commercial paper* emitido pelo *Inter American Express Overseas Corporation*, principal *funding* externo do banco. Em outubro de 1998, o saldo do *commercial paper* emitido atingiu US\$ 199 milhões.

O Banco lançou também um programa de emissão de notas estruturadas em países emergentes (*Emerging Market Structure Note*) no valor de US\$ 100 milhões. Esse programa possibilita que os investidores internacionais invistam no Brasil e em outros mercados emergentes, mediante a compra de títulos indexados ao desempenho de diferentes ativos ou índices.

### *Private Bank*

Em 1999, o *Banco Inter American Express* executou importantes investimentos nessa área, aumentando o número de consultores financeiros em todas as suas agências, criando a infra-estrutura necessária para apoiar o crescimento projetado para seus fundos.

A área trabalha em harmonia com o *Private Bank* no desenvolvimento de novos produtos, pois são muitas as sinergias identificadas com esse setor do banco associado.

As excelentes oportunidades de investimento têm atraído para o Brasil a atenção de investidores estrangeiros e nacionais.

### *Finanças Corporativas*

O *Banco Inter American Express* e suas subsidiárias *Inter American Express Overseas Corporation* e *Inter American Express Consultoria e Serviços Ltda* têm atuado com sucesso na área de assessoria de avaliação de projetos, fusões, aquisições e privatizações. No ano de 1997, confirmado sua experiência e reconhecimento de mercado, o Banco desenvolveu importantes atividades de avaliação econômico-financeira de empresas públicas e privadas, especialmente em siderurgia, energia, saneamento e transportes. O *Banco Inter American Express* analisa e seleciona as fontes de financiamento para os projetos, podendo também estruturar e intermediar a colocação de emissões primárias e secundárias de títulos e valores mobiliários no mercado de capitais nacional.

Em 1997, o *Banco Inter American Express* estruturou um *block trade* de ações da Light Serviços de Eletricidade S/A no valor de US\$ 81 milhões, atuou como um dos líderes no *block trade* de US\$ 182 milhões de ações da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e participou como responsável pela modelagem e preparação da venda da Empresa Energética de Sergipe S/A (Energipe), vendida em 03/12/97 com ágio de 96,1%.

O Banco está assessorando o Clube de Investimento dos Empregados da Cia Energética do Estado de São Paulo (CESP), da Eletricidade de São Paulo S/A (Eletropaulo) e da Cia de Gás do Estado de São Paulo (Comgás), para representar os empregados dessas empresas nos processos de privatização.

### *Asset Management*

O *Asset Management* oferece diversas opções de fundos de renda fixa e de ações, todos com ativos em títulos brasileiros. Esses fundos são nacionais e *off-shore* através da subsidiária do *Banco Inter American Express*, a *Inter American Express Overseas Corporation*, com sede nas Bahamas.

Em 1998, o *Asset Management* adotou uma posição bastante conservadora. Em virtude da crise asiática houve uma perda no patrimônio dos fundos brasileiros em

geral. Por razões estratégicas, os fundos do *Banco Inter American Express* estavam pouco alavancados e com títulos de alta liquidez em suas carteiras. Essa política permitiu a tomada de posições que resultaram num desempenho, ao final da crise, bem acima da média do mercado.

A estratégia do *Banco Inter American Express* para 1999 dará ênfase aos clientes institucionais e pessoas físicas com maiores disponibilidades para investimento. Os investimentos do *Asset Management* estarão concentrados principalmente em novos produtos e no aumento da capacidade de distribuição.

A associação com o *American Express Bank* dará acesso a novas tecnologias e um importante reconhecimento de mercado dos serviços e produtos a serem oferecidos pelo *Banco Inter American Express*.

### I.6. O estágio

O estágio foi desenvolvido na área de assessoria técnica e gerenciamento de risco desde fevereiro de 1998. No início do estágio, essa área era subordinada à tesouraria.

A tesouraria é responsável pelo gerenciamento dos ativos e passivos financeiros do banco. É um setor muito afetado pela variação nos preços dos ativos, requerendo um elevado controle do risco de mercado. Neste contexto, todos os esforços da área foram voltados para o desenvolvimento de modelos de risco de mercado (o cálculo do *VaR* e também a análise de cenários).

A partir de junho de 1999, a área passou a se reportar à diretoria executiva de crédito. A figura 1.1 mostra o esquema da nova configuração da diretoria executiva de crédito.

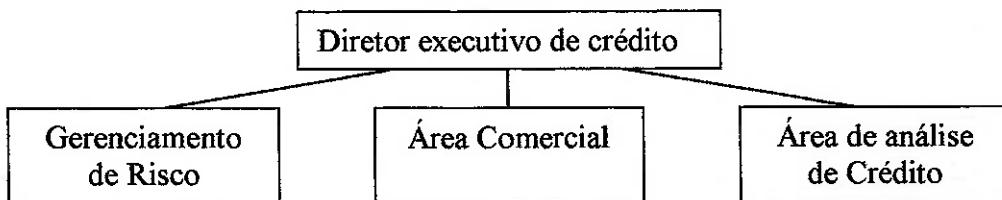


Figura 1.1: Configuração da diretoria executiva de crédito - Elaborada pelo autor

A área comercial (ou *Corporate Bank*) é responsável por operações diretas com clientes, através de diferentes produtos, tais como empréstimos e captações.

A área de análise de crédito é responsável por analisar as diferentes empresas com as quais o banco trabalha, estabelecendo limites de operação, além de analisar a capacidade individual que cada empresa tem para honrar seus compromissos.

A área de gerenciamento de risco será responsável pela análise da exposição total do banco ao crédito, além de ser responsável pelo controle do risco de mercado do banco. A mudança de subordinação da área de gerenciamento foi uma tentativa de dar mais autonomia à área de risco, fazendo com que este se torne independente da tesouraria e também da área comercial. É esperada, a médio prazo (1 ano), a criação da diretoria executiva de risco, que será autônoma em relação à tesouraria e ao crédito, respondendo somente à presidência do banco.

# Capítulo II

## **II. Conceitos e definições**

### **II.1. Crédito**

*“Crédito é todo ato de vontade ou disposição de alguém de destacar ou ceder, temporariamente, parte do seu patrimônio a um terceiro, com expectativa de que esta parcela volte a sua posse integralmente adicionada de juros, após decorrido o tempo estipulado” (GUIMARÃES, 1995).*

Na prática, o banco empresta uma quantidade de recursos financeiros a um terceiro, esperando receber de volta todo o valor cedido, além de juros que resultem em ganho. A área do banco diretamente exposta ao risco de crédito é a área comercial, que está na interface entre o banco e o cliente.

### **II.2. Produtos**

Os principais produtos com os quais a área comercial trabalha foram definidos por FORTUNA(1998):

#### *Hot Money*

É um empréstimo muito curto, normalmente de um dia, e no máximo de 10. Normalmente é feito um contrato estabelecendo as condições do empréstimo uma única vez com um cliente tradicional, fazendo com que o acesso ao crédito seja rápido e torne viável esta operação. As taxas cobradas, são o CDI<sup>6</sup> mais um *spread* que será o ganho da área comercial. Esse *spread* varia de acordo com a percepção que o banco tem sobre o risco que o cliente representa: quanto maior for a incerteza, quanto a restituição do capital, maior será o *spread* – o ganho deve ser maior para compensar os riscos.

#### *Conta Garantida e Cheque Especial*

É a conta que tem um valor-limite; sua movimentação é até atingir esse valor-limite. Permite ao cliente obter liquidez em suas emergências, e ao banco ganhar os juros sobre a porcentagem do valor limite utilizada, além de ter forte apelo mercadológico. É cobrado um *spread* sobre as taxas de captação do banco, normalmente

---

<sup>6</sup> Certificado de Depósito Interbancário – taxa pela qual os bancos emprestam dinheiro de curto prazo entre si considerada a taxa livre de risco no Brasil

o CDI. As taxas cobradas do cliente são calculadas diariamente sobre o saldo devedor e cobradas no primeiro dia do mês seguinte. Como o banco estudado não trabalha com varejo, não oferece este produto.

### *Crédito Rotativo*

Um contrato de crédito rotativo permite à empresa ter acesso á uma linha de crédito com determinado limite, que pode ser utilizado de acordo com suas necessidades, ou de acordo com a apresentação de duplicatas em garantia. É cobrado um *spread* sobre as taxas de captação do banco, normalmente o CDI. As taxas são cobradas de acordo com as quantias utilizadas, de forma semelhante àquela adotada para as contas garantidas.

### *Desconto de Títulos*

Funciona como um adiantamento ao cliente. O cliente tem cheques pré-datados, duplicatas ou notas promissórias a receber e deseja ter o dinheiro hoje. O banco adianta os recursos (descontados por uma taxa) que o cliente só receberia no vencimento dos títulos. Dessa maneira o banco antecipa o fluxo de caixa do cliente e ganha uma taxa embutida na diferença entre o valor dos títulos e o valor transferido ao cliente. O banco passa a deter o risco do recebimento dos títulos, devendo tomar especial cuidado ao crédito. Quanto maior for a percepção do risco, maior será o *spread* cobrado na operação.

### *Financiamento de Impostos*

Funciona de forma parecida ao *Hot Money*, e serve como adiantamento para o pagamento de impostos. Esse financiamento é importante pois muitas empresas vendem a prazo, porém devem pagar o imposto após emitida a nota fiscal, o que as obriga a pagar antes de receber. O banco ganha um *spread* sobre sua taxa de captação.

### *Empréstimo para capital de giro*

São empréstimos garantidos por duplicatas ou outro tipo de recebíveis, e financiam o dia à dia das empresas. Normalmente o volume de duplicatas varia entre 120% e 150% do valor emprestado. Desse modo, o *spread* cobrado sobre a taxa de captação não é dos mais altos, em virtude das garantias.

### *Vendor Finance*

Acontece quando uma empresa deseja vender a prazo e receber à vista. A empresa vende seu produto e o banco paga seu preço à vista, cobrando do comprador um preço maior, que corresponde ao ganho do banco (quantia paga pelo comprador menos a quantia entregue ao vendedor). O banco assume o risco de receber do comprador, o que pressupõe uma análise do crédito deste último. É cobrado um *spread* sobre a taxa de captação, que depende da qualidade do crédito do comprador.

### *Crédito Direto ao Consumidor - CDC*

Financiamento de vendas a prazo diretamente à pessoa física. É cobrado um *spread* sobre a taxa de captação. Os custos da operação são significativos quando comparados ao valor emprestado, já que cada caso requer uma análise de crédito individual e os valores envolvidos são pequenos. O banco estudado trabalha com CDC através da financeira, porém não é parte da área comercial sobre a qual o modelo está sendo desenvolvido. A análise de crédito para CDC requer uma abordagem diferente, principalmente por se estar negociando com pessoa física e não jurídica.

### *Adiantamento sobre Contratos de Câmbio - ACC*

Trata-se de adiantamento, em reais, de dólares (ou outra moeda estrangeira), e destina-se a exportadores. Funciona como um financiamento e geralmente tem taxas menores que aquelas cobradas aos empréstimos em reais, já que essas taxas são próximas às taxas de juros externas, menores do que as internas. As empresas são obrigadas pelo Banco Central a embarcarem suas mercadorias em uma determinada data, recebendo multa se passarem do prazo. O banco cobra um *spread* sobre as taxas de captação no exterior.

### *Export Note*

É um contrato de cessão de crédito de exportação, no qual o exportador cede os direitos creditícios de uma operação a ser realizada no futuro. As *export notes* são vendidas a um investidor, fazendo com que o exportador não dependa de linhas bancárias. Muitas vezes o investidor é o próprio banco, e em outros casos, o banco é somente o avalista. O importante é que o banco cobra uma taxa de *spread* sobre as linhas externas que garante um retorno maior do que o risco.

### *Garantias aos empréstimos*

As garantias são um complemento do crédito, uma vez que o empréstimo deve ser concedido com base na capacidade de o cliente liquidar o débito dentro do prazo estabelecido, independentemente da garantia.

A garantia serve como um seguro no caso de não recebimento do crédito, minimizando os efeitos de um possível não pagamento dos empréstimos. A legislação brasileira divide as garantias em reais e pessoais:

#### *Garantias Reais*

Visam eliminar o risco de insolvência do devedor, e constituem-se em bem(ns) determinado(s) que virá(ão) a ser executado(s) no caso de não pagamento. As principais garantias reais e suas características estão na tabela 2.1.

<b>Garantias Reais</b>	<b>Características</b>
<b>Caução</b>	Penhor específico de títulos de crédito, como duplicatas, CDBs, ações etc.
<b>Alienação Fiduciária</b>	Transferência do domínio de bem móvel (como veículos) em garantia da dívida. O bem fica de posse do devedor como fiel depositário até a liquidação do contrato
<b>Hipoteca</b>	Submete bem imóvel ao pagamento da dívida
<b>Penhor Mercantil</b>	Tradição de uma coisa móvel ou mobilizável ( mercadoria, ações), suscetível de alienação a fim de garantir o pagamento do débito

Tabela 2.1: Garantias reais – Fonte: GUIMARÃES (1995)

#### *Garantia Pessoais*

Neste tipo de garantia não existe um bem específico. Todos os bens que pertencem à pessoa que garante uma obrigação asseguram o seu cumprimento. As principais garantias pessoais estão na tabela 2.2.

Garantias Pessoais	Características
<b>Fiança</b>	Contrato pelo qual uma pessoa grante o cumprimento de uma obrigação de outrem
<b>Aval</b>	Garantia de pagamento de um título de crédito (nota promissória, cheque, etc.) através da assinatura no corpo do título

Tabela 2.2: Garantias pessoais – Fonte: GUIMARÃES (1995)

### II.3. Análise do Crédito

O principal objetivo da análise de crédito é identificar a possibilidade do não pagamento de um empréstimo ou outro produto que gere exposição ao crédito, e fornecer informações sobre a capacidade de pagamento do tomador. Para verificação do histórico de crédito do cliente, é possível obter informações em “Bureaus de Crédito” como o SPC<sup>7</sup> e o SERASA<sup>8</sup>.

As análises mais avançadas permitem associar uma probabilidade de *default*<sup>9</sup> de cada cliente. Estas probabilidades, também chamadas de taxas de *default*, são expressas por um *rating*<sup>10</sup>. Por exemplo, *rating A* indica 0,25% de probabilidade de *default*. Estas análises podem ser feitas pelos setores de crédito dos bancos ou por agências de classificação, muito mais conhecidas no exterior do que no Brasil.

A partir deste ano (1999), o SERASA passou a fornecer dados semelhantes aos das agencias de classificação internacional, fornecendo um *rating* às empresas – de níveis 1 a 10, cada um associado a uma taxa de *default* e a uma taxa de recuperação –, assim como uma matriz de transição, que permite analisar como as empresas migram de *rating* ao longo do tempo.

#### Rating de Risco de Crédito

“O rating é um sistema de mensuração de risco de crédito baseado em pontuações e enquadramentos dos riscos em classes de riscos, previamente definidas, às quais são atribuídas notas que refletem diferentes graus de risco, de acordo com

<sup>7</sup> Serviço de proteção ao crédito

<sup>8</sup> Instituição criada pelos bancos em 1968 que possui um banco de dados com informações cadastrais e econômico financeiras

<sup>9</sup> Default: não pagamento

<sup>10</sup> Rating: opinião sobre a qualidade do crédito de uma empresa ou instituição

*uma escala predeterminada, que é parte integrante do modelo de avaliação“ (ANDO, 1996).*

Os modelos de *rating* são bem variados, já que classificam entidades bastante diferentes, tais como: países, empresas não-financeiras, instituições financeiras, ações, títulos privados e públicos, instrumentos financeiros, transações financeiras estruturadas, fundos mútuos, seguradoras.

As empresas que fazem o *rating* são normalmente empresas independentes e especializadas, cujo objetivo é prestar ao usuário serviços de avaliação e classificação de riscos de crédito, para auxiliá-lo nas decisões de aplicações financeiras. As agências de classificação podem classificar riscos de:

- Países: pela avaliação de riscos políticos ou soberanos e atribuição de *ratings* a cada um deles.
- Empresas emissoras de títulos com colocações públicas: pela atribuição de *ratings* à cada emissora.
- Instituições financeiras: são sistematicamente avaliadas por terem títulos colocados junto ao público.
- Emissões específicas de títulos privados: *ratings* específicos são estabelecidos para cada emissão, de acordo com suas características: prazo, garantias suplementares, estruturação etc.
- Emissões específicas de títulos públicos: de acordo com as características dos títulos e dos emissores (estados e municípios) são estabelecidos *ratings* específicos.
- Fundos mútuos: tendo por base a avaliação da qualidade do portfolio desses fundos, do ponto de vista creditício, *ratings* são atribuídos para os títulos representativos das cotas negociáveis no mercado.
- Transações financeiras estruturadas: em função de características como prazo, valor e garantias, essas transações são avaliadas para uma distribuição adequada de *ratings*.
- Instrumentos financeiros: pela avaliação de riscos e impactos nas partes contratantes destes instrumentos.
- Empresas em geral: empresas sem títulos colocados no mercado.

É importante lembrar que as agências de *rating* não calculam o risco de mercado, nem a rentabilidade de um ativo. As notas que as agências atribuem não expressam nenhuma opinião quanto à compra ou venda do ativo, mas refletem a avaliação da capacidade do devedor em honrar as obrigações assumidas em suas respectivas datas.

Para poder atribuir um *rating*, uma agência obtém de uma empresa todas as informações que julgar necessárias. É importante frisar que as informações obtidas são somente aquelas que a agência julgar necessárias, já que o objetivo das agências não é fazer uma auditoria, podendo até mesmo trabalhar com demonstrativos financeiros não auditados se julgarem conveniente. Diversas informações, como situação mercadológica e fatores macroeconômicos, são vitais para um *rating* justo.

#### **II.4. Tipos de Risco de Crédito**

##### *Risco de valor Marcado a Mercado*

Esse tipo de risco tem origem nas taxas e preços praticados pelo mercado, podendo ter sua origem em dois eventos distintos:

- As oscilações diárias do mercado
- Uma alteração na qualidade de crédito do ativo

O risco decorrente das oscilações diárias do mercado encaixa-se melhor na modelagem que avalia as perdas diariamente. Para um controle eficiente deste risco um banco deve se utilizar de um modelo de *VaR* (*Value at Risk*), utilizando-se das volatilidades dos preços e taxas. Um bom exemplo é a variação no preço de uma ação: Caso o preço da ação caia hoje, perde-se dinheiro, porém é possível que amanhã ela suba e a perda seja revertida.

O risco que se origina de alteração na qualidade do crédito tem um impacto de maior duração que aquele que decorre das taxas de mercado. Enquanto as taxas de mercado podem flutuar diariamente, a qualidade de crédito é um parâmetro mais estável. Uma diminuição da qualidade de crédito pode fazer com que um ativo perca muito valor em sua marcação a mercado. Por exemplo, emprestam-se R\$ 10,00 à uma empresa e, ao se fazer uma análise percebe-se que ela tem poucas possibilidades de pagar o empréstimo. O banco não está disposto a correr grande riscos, portanto, se outro banco oferecer R\$ 8,00 para ficar credor da empresa no lugar do primeiro, este terá

perdido R\$ 2,00 porém assegurou uma perda inferior a R\$ 10,00. É importante ressaltar que a perda poderia ser de R\$ 10,00, mas que também poderia não ocorrer. Neste caso, o banco perdeu R\$ 2,00 pois a qualidade do crédito da empresa diminuiu, fazendo com que o empréstimo fosse negociado abaixo de seu valor inicial.

Os dois diferentes riscos descritos acima impactam no valor de um ativo marcado a mercado, porém o primeiro ocorre devido às flutuações do mercado, enquanto o segundo é claramente um risco de crédito.

É importante salientar que o risco de mercado só existe quando é feita uma marcação a mercado do portfólio de ativos do banco. Na prática, a grande maioria dos bancos somente faz o *accrual* da operação (calcular seu valor atual pelas taxas negociadas na operação e não pelo valor das taxas praticadas pelo mercado) ao invés de marcar a mercado. No banco em que foi realizado o trabalho, adotam-se os dois tipos de marcação: O *accrual* (também chamado de valor na curva), utilizado para a gestão, e o marcado a mercado, para a análise do risco decorrente das variações de preços.

### *Risco de Default*

O risco de *default* é aquele no qual um devedor não consegue pagar suas dívidas. O termo *default* é semelhante ao termo inadimplência, porém o primeiro é muito mais utilizado no mercado, além de servir tanto para títulos como para pessoas físicas, sendo portanto mais abrangente. Quando ocorre um *default*, é gerada uma perda igual ao valor do empréstimo menos a parcela deste que for recuperada através da execução das garantias. Todos os tipos de portfólio possuem risco de *default* já que quando de sua ocorrência existirão perdas.

O risco de *default* é normalmente associado a empréstimos que serão mantidos até o final de sua vigência e não negociados durante sua duração, como títulos. É importante salientar que independentemente dos riscos individuais de cada empréstimo, deve-se analisar o risco de toda a carteira para medir a exposição global do banco ao risco de *default*.

### *Foco do trabalho*

O trabalho estará focado no risco de crédito do portfólio, abordando tanto o risco de *default* como o risco de mercado decorrente da deterioração da qualidade de crédito.

Os riscos de crédito individuais já são extensamente trabalhados, conforme será visto adiante.

## **II.5. Controles de Risco existentes no Banco**

O banco possui a tradição de buscar estar sempre entre os mais avançados na modelagem de risco. Atualmente seus esforços nesse sentido são direcionados ao risco de mercado. O crédito é trabalhado de uma maneira muito conservadora, sendo os critérios para empréstimos e financiamentos extremamente rigorosos.

### *Risco de Mercado*

O modelo de risco de mercado utilizado foi inteiramente desenvolvido no banco, derivado do modelo *RiskMetrics*, que resulta no cálculo do *VaR* (Valor em Risco). O risco é calculado diariamente e cobre todas as posições do banco, incluindo operações de crédito. Este modelo procura analisar as variações no preço de um ativo devidas às variações do mercado. O risco de mercado utilizado gera as seguintes informações:

#### *Montante marcado a mercado*

O risco de mercado analisa as perdas e ganhos em função do valor atual de cada ativo. O valor atual é o que se chama de valor marcado a mercado, e depende unicamente das taxas e preços praticados na data de análise. Portanto, todo o portfólio do banco é marcado a mercado, dado que é o primeiro estágio de um modelo de risco, e também é uma informação valiosa que pode ser aproveitada em termos gerenciais. Para a marcação a mercado, são utilizados basicamente os preços de ações, as taxas praticadas para papéis pré-fixados como o CDB<sup>11</sup>, a cotação do dólar e também as taxas praticadas de cupom<sup>12</sup>.

#### *Matriz de Covariância*

É calculada diariamente uma matriz com as covariâncias entre todos os ativos. Este cálculo depende somente dos retornos diários dos ativos, e é realizado através do método de suavização exponencial, proposto pelo *RiskMetrics*, para calcular as covariâncias e variâncias. O método gera uma previsão da covariância para a data de

---

<sup>11</sup> CDB - Certificado de Depósito Bancário, instrumento de captação dos bancos

<sup>12</sup> Papéis cambiais são negociados remunerando a variação do dólar mais X% - Este X% é denominado cupom

cálculo, e apresenta maior sensibilidade a variações do que o método estatístico tradicional de cálculo de covariância.

### *Matriz de Correlação*

Uma das vantagens do modelo utilizado é que ele considera os efeitos da diversificação do risco, traduzida pela correlação entre os ativos. A matriz de correlação é derivada da matriz de covariância, e mostra as correlações entre cada par de ativos. Esta matriz é utilizada para consolidar o risco diversificado.

### *Volatilidades*

O modelo utilizado utiliza-se das volatilidades dos ativos para estimar o risco de um ativo. Portanto a cada dia são calculadas novas volatilidades para cada ativo, sendo que estas dependem somente das variações diárias nos preços dos ativos. As volatilidades são extraídas da matriz de covariância.

### *Value at Risk - VaR*

O valor em risco individual de cada ativo. Cada ativo possui um valor marcado a mercado, uma volatilidade e com estes dados é calculado o *VaR*. Assim com a soma dos *VaRs*, pode-se calcular o *VaR* absoluto da carteira, desconsiderando os efeitos da diversificação. A definição utilizada no banco para o *VaR* é: a perda máxima com um determinado nível de confiança em um dado período.

### *Diversified Value at Risk - DVaR*

O *DVaR* inclui os efeitos da diversificação. O conceito só vale para portfólios (é impossível haver diversificação do risco em um único ativo). Para este cálculo, são utilizados os valores individuais de *VaR* e a matriz de correlação.

### *Diversified Liquidity Value at Risk - DLVaR*

O *DLVaR* é análogo ao *VaR*, porém inclui uma análise sobre a liquidez dos ativos, podendo resultar em um valor de risco maior. A análise é feita individualmente e afeta os valores de *VaR*, que irão ser correlacionados.

### *Benchmark Value at Risk - BVaR*

O *BVaR* é uma medida que indicará a perda máxima em relação à um *benchmark*. Por exemplo, uma ação deve ser comparada ao índice BOVESPA. Portanto, o *BVaR* indicará a perda máxima com um determinado nível de confiança, para um dado período em relação ao *benchmark* (No exemplo, o índice BOVESPA).

### *Simulações*

Simulações também são chamadas de *stress tests*, que permitirão analisar as perdas em casos de grandes variações nos preços dos ativos. Estas variações são os casos de perdas extremas não cobertos pelo modelo de *VaR*. Portanto, é muito importante prever o impacto que elas terão no portfólio, e isso é feito através de simulações, variando-se o preço dos ativos.

### *Backtesting*

Os valores de *DVaR* calculados são comparados ao que efetivamente ocorreu para verificar se o modelo está funcionando bem. O resultado é um gráfico em que são colocados os resultados e os *DVaRs* calculados para cada dia. A amostra utilizada é de 252 dias úteis (aproximadamente 1 ano), para verificar o grau de acerto e compará-lo com o nível de confiança utilizado. O *Backtesting* é muito importante, pois permite encontrar e corrigir eventuais deficiências do modelo.

### *Risco de Crédito*

O banco não se utiliza de nenhuma ferramenta para medir o risco de crédito, porém é muito rigoroso na concessão de empréstimos e financiamentos. O crédito não se refere somente a empréstimos, mas também a operações realizadas com outros bancos ou compra de títulos. O banco trabalha de maneira distinta para os vários riscos de crédito.

### *Empréstimos e financiamentos*

Para receber um empréstimo ou financiamento uma empresa deve primeiro submeter seus dados (balanço, composição societária, atividade, projetos) para aprovação. Uma vez aprovados pelo setor de crédito, é estabelecido um limite de exposição da empresa. O empréstimo em si só será liberado depois que houver aval dos

sócios do banco, o que ocorre semanalmente no comitê de crédito. Como se vê, o banco é muito conservador na concessão de crédito.

#### *Negociação entre bancos*

São definidos, pelos diretores, limites de negociação com vários bancos, ou seja, o banco só pode comprar papéis daqueles bancos que têm limite, e dentro desse valor pré-estabelecido.

#### *Classificação*

É estabelecido um *rating* para cada empresa, o que depende da análise de crédito realizada. O *rating* utilizado varia de 1 (ruim) a 6 (bom). O *rating* é definido através da análise dos dados fornecidos pela instituição, assim como por critérios subjetivos, como o ramo de atividades. O *rating* zero não é utilizado, já que ele indica a ocorrência de um *default*. O banco não concede crédito a empresas com *rating* menor do que 5.

#### *Risco Consolidado*

Não existe qualquer tipo de controle que permita avaliar a exposição total ao crédito. Portanto, não há uma ferramenta que permita analisar o montante necessário para cobrir eventuais perdas, ou mesmo se há concentração de empréstimos em um único setor.

# Capítulo III

### III. CreditRisk+<sup>13</sup>

#### III.1. Componentes do CreditRisk+

##### CreditRisk+

O CreditRisk+ é um modelo que busca mensurar as perdas decorrentes do risco que se corre por possuir um portfólio de ativos, sujeitos ao crédito, levando em consideração as informações relacionadas ao tamanho e vencimento de cada exposição, assim como a qualidade do crédito concedido e o seu risco sistêmico.

O CreditRisk+ é esquematizado na figura 3.1.

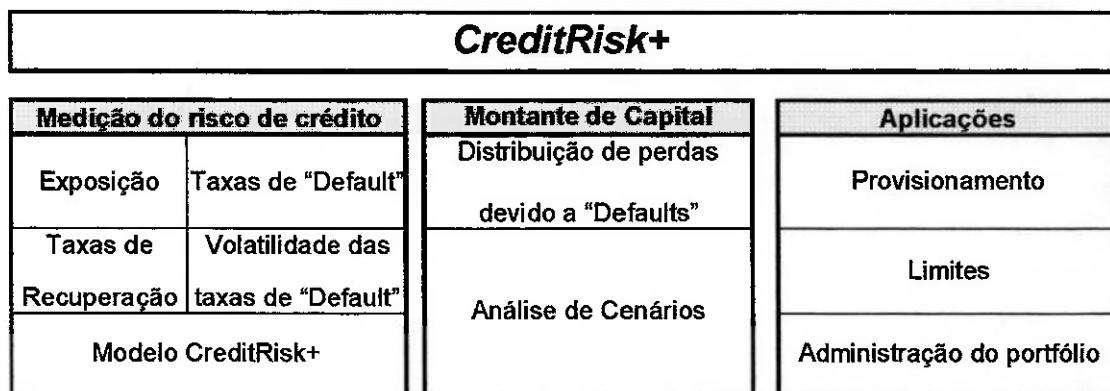


Figura 3.1: Componentes do modelo CreditRisk+ - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

##### Montante de Capital

As medidas de risco geradas pelo CreditRisk+ permitem determinar o nível de capital necessário para cobrir *defaults* inesperados. Este montante é interpretado como o risco no qual um banco incorre por possuir ativos, e tem uma característica peculiar, pois mede o risco de um portfólio, incorporando portanto os efeitos da diversificação e da concentração.

<sup>13</sup> CREDIT SUISSE FINANCIAL PRODUCTS. *Credit Risk+ - A Credit Risk Management Framework*. London. Credit Suisse Financial Products, 1997.

### III.2. Características do Risco de Crédito e visão geral do modelo

#### Comportamento das taxas de default

O preço de um ativo é formado pela visão do investidor quanto ao risco do emissor do ativo. Portanto, o preço inclui tanto a qualidade de crédito presente quanto as expectativas com relação ao seu futuro. Assim, a taxa de *default* de um dado ativo, obtida através dos preços de mercado, irá variar em uma escala contínua, podendo ser interpretada como uma variável aleatória. Quando se fala de risco de crédito, busca-se determinar os possíveis desdobramentos do ativo ao longo do tempo.

Há duas formas de representar o comportamento das taxas de *default*:

- **Variável Contínua:** quando tratadas como uma variável contínua, as variações no possível caminho seguido pelas taxas de *default* em um dado período de tempo podem ser modeladas por uma distribuição especificada pelas taxas de *default* e suas respectivas volatilidades. Os dados necessários para o cálculo da distribuição são o preço do ativo no futuro e a volatilidade do preço a valor presente (marcado a mercado). O CreditRisk+ trata dessa maneira as taxas de *default*. A figura 3.2 mostra o comportamento destas taxas.

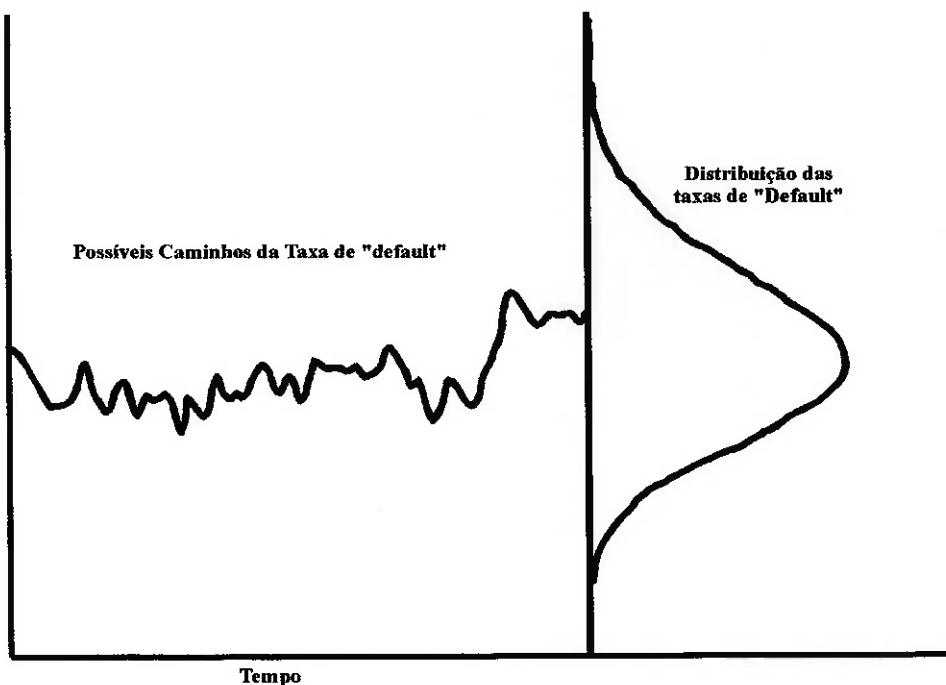


Figura 3.2: Comportamento das taxas de default - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

- **Variável Discreta:** tratando as taxas de *default* como variáveis discretas, é realizada uma simplificação do processo contínuo. A maneira mais comum de trabalhar a variável como discreta é atribuindo um *rating* para cada ativo. Esse método requer como complemento uma matriz de transição de *ratings*, que permite modelar as variações ao longo do tempo. Tal abordagem é muito utilizada em outros modelos e será melhor explicada nos próximos capítulos. A figura 3.3 exemplifica o conceito da matriz de transição.

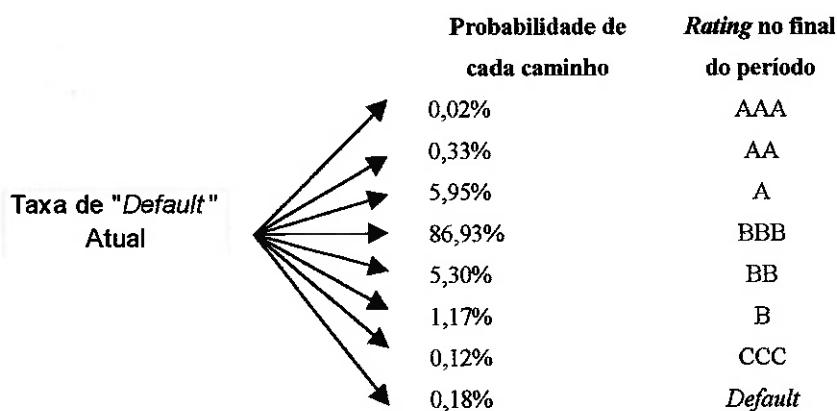


Figura 3.3: Exemplo de Matriz de Transição - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

### Abordagem

O modelo *CreditRisk+* gera ferramentas importantes para a medição do risco:

- **Distribuição de perdas:** o conhecimento da distribuição que provém da carteira de ativos, podendo responder à questões como o tamanho da perda para um dado nível de confiança, assim como a perda esperada (média).
- **Análise de cenários:** é importante saber identificar o impacto que cenários extremos (catastróficos), dificilmente modelados matematicamente, podem ter sobre o portfólio.

O modelo mede o risco de um portfólio de ativos afetado pela diversificação em decorrência do elevado número de riscos individuais. O risco do portfólio é influenciado por quatro fatores:

1. O tamanho da exposição
2. O vencimento da exposição
3. A probabilidade de *default*
4. A concentração de risco em um ativo ou setor.

### Horizonte de tempo

Um fator chave no modelamento de risco de crédito é o horizonte de tempo. O modelo *CreditRisk+* não se utiliza de um horizonte definido, mas sugere dois possíveis horizontes que considera relevantes:

- Um período constante, como um ano
- O prazo de um ativo

### Dados necessários

Os dados utilizados pelo *CreditRisk+* são:

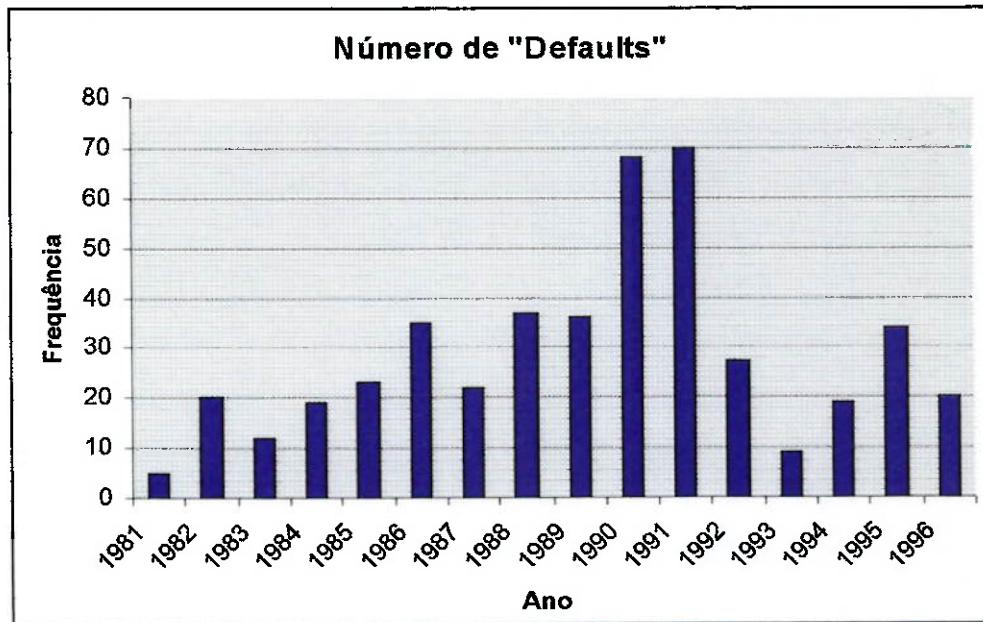
- Exposições ao crédito
- Taxas de *default*
- Volatilidade das taxas de *default*
- Taxas de recuperação

1. **Exposições ao crédito:** o modelo é capaz de trabalhar com todos os tipos de instrumentos que geram exposição ao crédito, como títulos, empréstimos e cartas de crédito. É importante lembrar que quando são analisados períodos mais longos o modelo é capaz de calcular as variações na exposição ao longo do tempo.
2. **Taxas de *default*:** representam a probabilidade de ocorrência de *default*. São individualmente associadas a cada ativo. Isto pode ser realizado de várias maneiras, incluindo:
  - *Spreads*, ou seja, a diferença entre os preço de compra e venda de um ativo observados em instrumentos negociados podem ser uma fonte de informação baseada no “consenso” do mercado sobre as probabilidades de *default*.
  - Outra forma é o *rating* de crédito, que junto à uma tabela que associa este à uma taxa de *default*, permite determinar a probabilidade de *default* de cada ativo. A tabela 3.1 demonstra como isto é realizado.

<i>Credit Rating</i>	Taxa de <i>default</i> (%)
<i>Aaa</i>	0,00
<i>Aa</i>	0,03
<i>A</i>	0,01
<i>Baa</i>	0,12
<i>Ba</i>	1,36
<i>B</i>	7,27

Tabela 3.1 Exemplo de rating de crédito - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

O *credit rating* é simplesmente uma opinião sobre a capacidade que a instituição emissora de um ativo pode ter em honrar seus compromissos financeiros. A opinião é focada na capacidade e na vontade da instituição de pagar seus compromissos à medida que estes vão vencendo. É importante lembrar que as taxas de *default* variam significativamente de ano para ano, como mostra a figura 3.4. Em períodos de recessão, o nível de *default* é muito superior aos níveis de *default* de períodos não recessivos.

Figura 3.4: Número de *defaults* em empresas classificadas (possuem *rating*) - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

- Cálculo de probabilidades de *default* em uma escala contínua, abordagem alternativa que pode ser usada como uma substituição ao *credit rating*.

3. **Volatilidade das taxas de *default*:** as estatísticas publicadas sobre taxas de *default* incluem as médias das taxas por vários anos. Como mostrado na figura 3.4, estas taxas diferem das médias. O quanto as taxas diferem das médias é medido pela volatilidade (desvio padrão) das taxas de *default*. A tabela 3.2 mostra que a volatilidade das taxas pode ser significativamente comparada com as taxas de *default* atuais, refletindo as elevadas flutuações decorrente dos ciclos econômicos.

Credit Rating	Taxa de <i>default</i> (%)	
	Média	Desvio Padrão
<i>Aaa</i>	0,00	0,00
<i>Aa</i>	0,03	0,10
<i>A</i>	0,01	0,00
<i>Baa</i>	0,12	0,30
<i>Ba</i>	1,36	1,30
<i>B</i>	7,27	5,10

Tabela 3.2: Exemplo de taxas e volatilidades de *default* - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

4. **Taxas de recuperação:** na ocorrência de um *default*, a perda sofrida é equivalente ao valor do ativo menos o que foi recuperado, seja através de garantias ou da liquidação financeira do emissor. Portanto é importante considerar as taxas de recuperação diretamente relacionadas às margens ou outros tipos de garantia particulares de cada ativo. As taxas de recuperação variam muito, como mostra a figura 3.5 que, para um empréstimo “padrão” de \$100 não pago (*default*), apresenta a quantia recuperada e a freqüência desta.

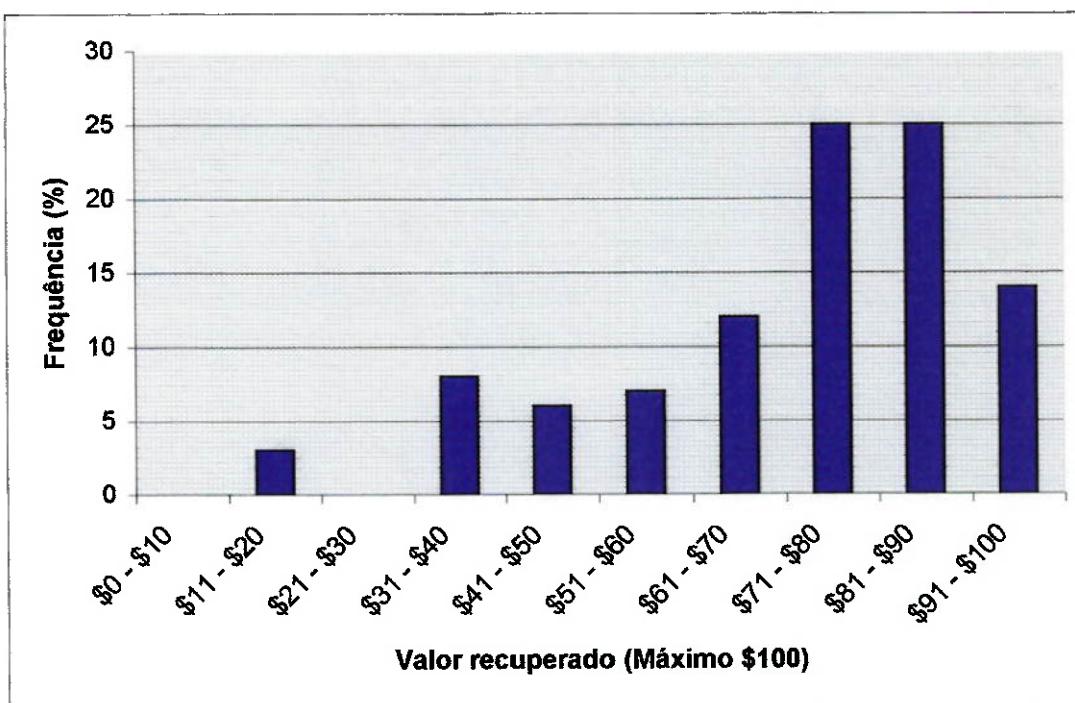


Figura 3.5: Distribuição de valores recuperados na ocorrência de *defaults* - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

### Correlação e incorporação dos efeitos do cenário macroeconômico

Existe uma natureza aleatória no número de *defaults*, sendo impossível prever o momento exato da ocorrência de um, ou mesmo quantos ocorrerão. É muito provável que o cenário macroeconômico cause a impressão aparente de que os *defaults* sejam correlacionados, como em períodos de recessão, em que ocorrem mais freqüentemente. Essa aparente correlação decorrente do cenário macroeconômico no qual os diferentes emissores se situam não se deve a uma ligação causal entre os *defaults* individuais.

É possível incorporar os efeitos macroeconômicos, proporcionando às taxas de *default* uma distribuição de probabilidade, obtida através da incorporação de suas volatilidades. O modelo *CreditRisk+* utiliza este método para modelar as correlações, ao invés de calculá-las explicitamente. Há vários motivos para o modelo trabalhar assim, dentre os quais pode-se citar:

- *Instabilidade das correlações entre defaults*: normalmente, correlações calculadas através de dados financeiros possuem alto grau de instabilidade. Além da instabilidade, uma correlação calculada pode variar de acordo com o tamanho da amostra utilizada (um, dois, cinco anos). O mesmo problema pode ocorrer com as

volatilidades das taxas de *default*, entretanto é muito mais fácil realizar análise de cenários com volatilidades, já que é possível tratar tais dados analiticamente.

- *Falta de dados empíricos*: não existe muita informação sobre correlações entre *defaults*, já que a freqüência com que estes ocorrem é baixa, o que inviabiliza um cálculo explícito voltado a esse aspecto. Como não é possível calcular as correlações diretamente, outras abordagens, como usar a correlação entre os preços de ativos para derivar suas correlações de *default*, podem ser utilizadas. Esta técnica baseia-se em diversas hipóteses sobre a relação entre o preço de um ativo e sua probabilidade de *default*, o que torna o método incerto. Além disso, é questionável o quanto estável alguma relação observada durante um período de negociação normal será no caso da ocorrência de um *default*.

### *Medindo Concentração*

A discussão anterior evidenciou que existem fatores externos, como o cenário macroeconômico, que afetam as taxas de *default*. A economia de cada diferente país, assim como os diferentes setores industriais, não se comportam igualmente ao longo do tempo. Portanto, é importante capturar o efeito da concentração do risco no modelo (tamanho da exposição em um país ou em um setor).

O modelo *CreditRisk+* captura a concentração através da análise setorial. Uma exposição pode ser desmembrada em fatores específicos de cada ativo, independentemente das outras exposições, e em fatores não específicos ou sistemáticos, que são sensíveis a fatores comuns como o país ou o setor industrial.

### III.3. O modelo CreditRisk+

#### Estágios no processo de modelagem do risco

A modelagem do risco de crédito é um processo de dois estágios, descrito na figura 3.6.

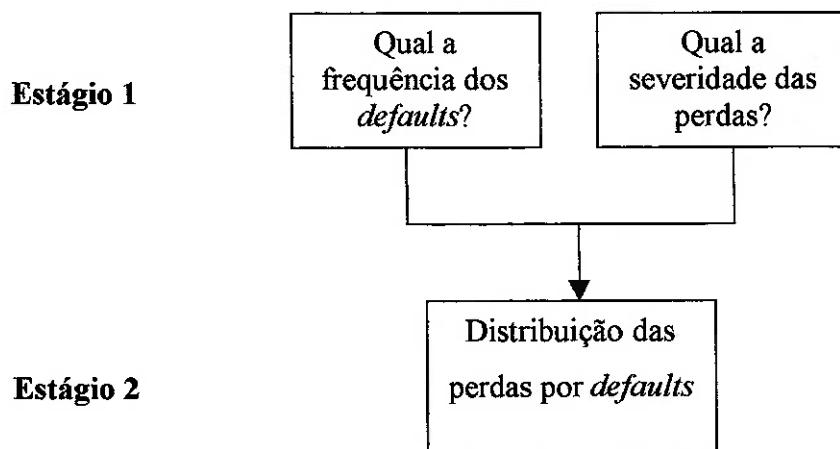


Figura 3.6: Estágios no processo de modelagem do risco - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

#### Frequência de defaults

O modelo *CreditRisk+* não traça hipóteses sobre a causa dos *defaults*, simplesmente admite que estes ocorrem como uma seqüência de eventos, não sendo possível prever o exato momento em que um ocorrerá ou quantos serão. Há exposição ao risco de um grande número de ativos, e a probabilidade de *default* individual é muito pequena. Segundo o modelo, a melhor maneira de representar esta situação é a distribuição de *Poisson*<sup>14</sup>.

Considerando um portfólio composto por diferentes ativos, cada um com uma probabilidade de *default* individual, pretende-se determinar a distribuição do número de *defaults* em um dado período de tempo, normalmente um ano. A probabilidade anual de *default* de cada ativo pode ser determinada pelo *rating* deste, conforme mostrado na tabela 3.1. Se não se incorporam as volatilidades das taxas de *default*, a distribuição do número de *defaults* será muito próxima do modelo de *Poisson*, independentemente da taxa individual de um dado ativo.

<sup>14</sup> apud COSTA NETO (1977)

### Distribuição do número de defaults

O modelo tenta capturar as variações nas taxas de *default* sem introduzir um erro significativo na modelagem, utilizando as volatilidades das taxas.

Os efeitos da inclusão das volatilidades podem ser vistos na figura 3.7.

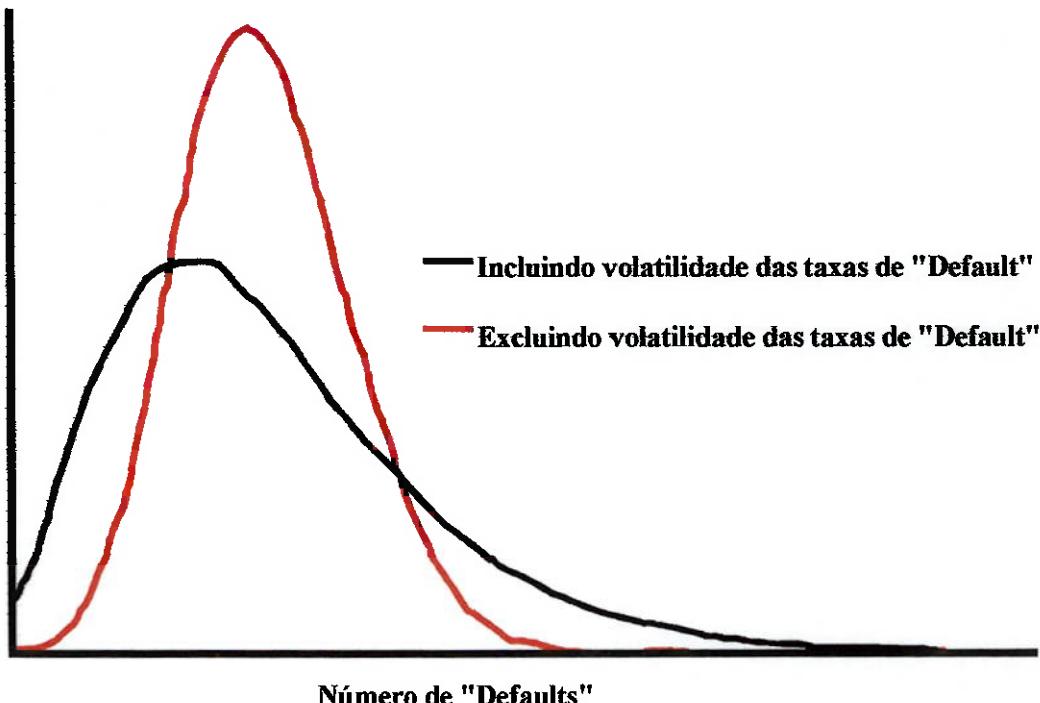


Figura 3.7: Distribuição do Número de defaults - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

É importante salientar que o número esperado de *defaults* é o mesmo, porém a distribuição desloca-se para a direita quando a volatilidade aumenta, apresentando um maior risco de perdas extremas.

### Transformando defaults em perdas

Dada uma distribuição de probabilidades de *default*, é possível determinar a distribuição de perdas. A distribuição de perdas difere da distribuição de *defaults*, pois a quantia perdida depende do tamanho de cada exposição e de sua taxa de recuperação. Ao contrário da distribuição anterior, onde a variação da probabilidade de *default* de um ativo não influenciava o formato da distribuição, a variação no tamanho de cada exposição resulta em uma distribuição de perdas que, na maioria dos casos difere do modelo de *Poisson*. Informações sobre a distribuição de cada exposição individual são essenciais para a distribuição global. É possível descrever a distribuição global de

perdas, pois a função de probabilidade que a gera tem uma forma simples e de fácil manipulação.

De maneira a diminuir a quantidade de informações a serem processadas, o modelo realiza dois ajustes:

1. As exposições são ajustadas antecipando a taxa de recuperação ao se calcularem as perdas por um dado *default*. Esse ajuste equivale à diferença entre a exposição inicial e a quantia que se espera recuperar.
2. As exposições, já ajustadas, serão divididas em bandas. Cada banda tem seu nível de exposição aproximado pela média das exposições que a compõem.

O modelo calculará a probabilidade de ocorrência da perda de um certo múltiplo da unidade de exposição utilizada, gerando uma distribuição de perdas, mostrada na figura 3.8.

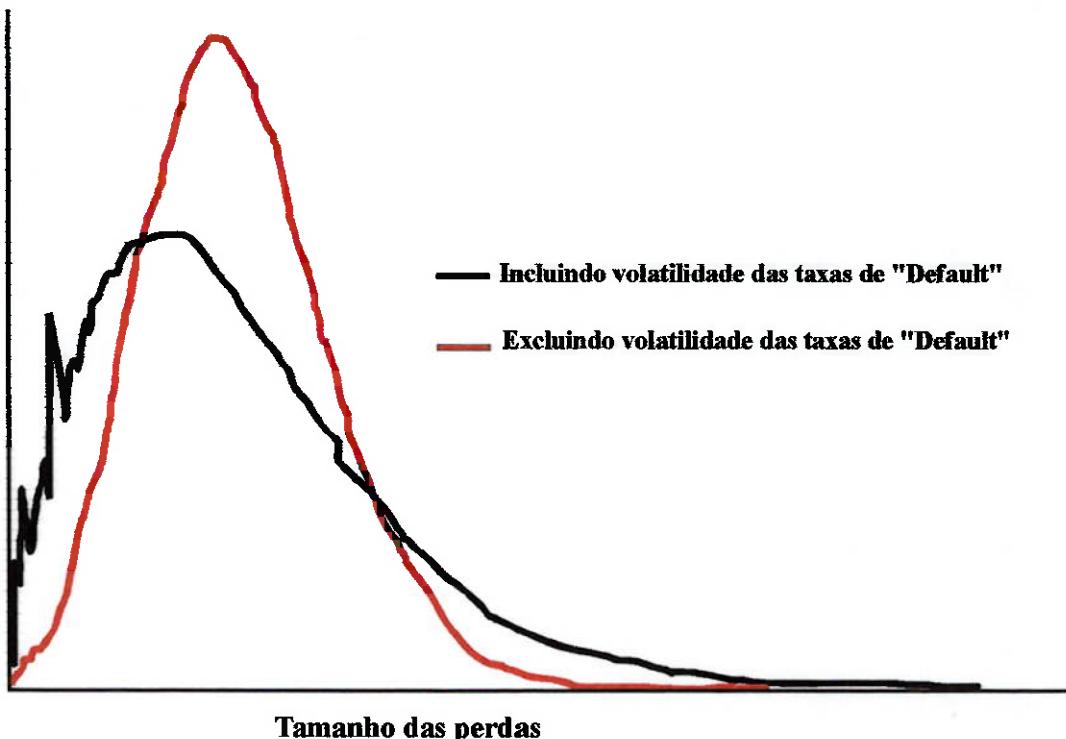


Figura 3.8: Distribuição de Perdas - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

Na figura 3.8 é comparada a distribuição de perdas calculada sem a volatilidade das taxas *default* e a distribuição calculada com as volatilidades. Sobre as duas distribuições, é importante salientar que:

- Mesma perda estimada: as duas distribuições têm o mesmo nível de perda estimada.

- Cauda mais larga: a principal mudança ocorre nos níveis de confiança mais altos, já que a cauda é mais larga quando se inclui a volatilidade. Isto implica que a chance de ocorrerem perdas extremas é significativamente maior devido ao impacto da volatilidade das taxas de *default*.

Como a cauda da distribuição ficou mais larga, enquanto que a perda esperada manteve-se a mesma, a conclusão é que a variância das perdas aumentou. Esta variância deve-se à correlação entre cada par de ativos, que foram incorporados através da volatilidade das taxas de *default*. É importante ressaltar que, quando as volatilidades utilizadas são equivalentes a zero, os eventos de *default* são considerados independentes entre si e portanto a correlação entre cada par é igual a zero.

### *Concentração de Risco e Análise Setorial*

A diversificação de um portfólio ocorre em decorrência do grande número de riscos individuais. Entretanto, mesmo um portfólio contendo um grande número de exposições sofre o efeito da concentração, que acaba por diminuir a diversificação e, consequentemente, aumentar o risco. A concentração acontece quando vários ativos são afetados por um fator comum. Para medir o quanto a concentração impacta no risco, é importante conhecer o conceito de fatores sistêmicos e fatores específicos.

- **Fatores sistêmicos** – são aqueles que afetam um grupo de ativos do portfólio devido a características comuns, como o ramo de atividade ou o cenário macroeconômico. Como exemplo podem ser citadas as empresas de um mesmo país, sujeitas às mesmas condições e igualmente afetadas quando a economia do país vai mal.
- **Fatores específicos** – devem-se unicamente às características de uma empresa e portanto só têm impacto na exposição desta.

Os fatores sistêmicos impactam no risco de grandes perdas, já que atingem mais do que um ativo. Portanto, a concentração de risco deve-se aos fatores sistêmicos, e a forma pela qual o modelo trata o problema é a análise setorial.

O modelo permite a alocação das exposições em setores, possibilitando que sejam considerados os riscos da concentração, em decorrência do risco sistêmico do setor, e os efeitos da diversificação quando analisados juntamente aos outros setores. O modelo também permite que uma mesma exposição, afetada por dois diferentes tipos de

risco sistêmico, seja enquadrada em ambos os casos. Para tanto, uma exposição é enquadrada parcialmente em cada setor, ao invés de ser toda alocada em um único setor.

Os riscos específicos que cada exposição apresenta são todos alocados em um “setor de riscos específicos”, de modo que estes sejam considerados sem a necessidade de criação de um setor para cada risco individual.

Os setores têm grande impacto na distribuição de perdas. Quanto maior for o número de setores, maior será a diversificação, e portanto menor o risco. O gráfico 3.9 demonstra uma análise do nível de risco em função do número de setores, ao nível de 99% de confiança. O risco obtido com somente um setor terá o valor de 1, enquanto que os demais valores de risco serão expressos por uma proporção do primeiro.

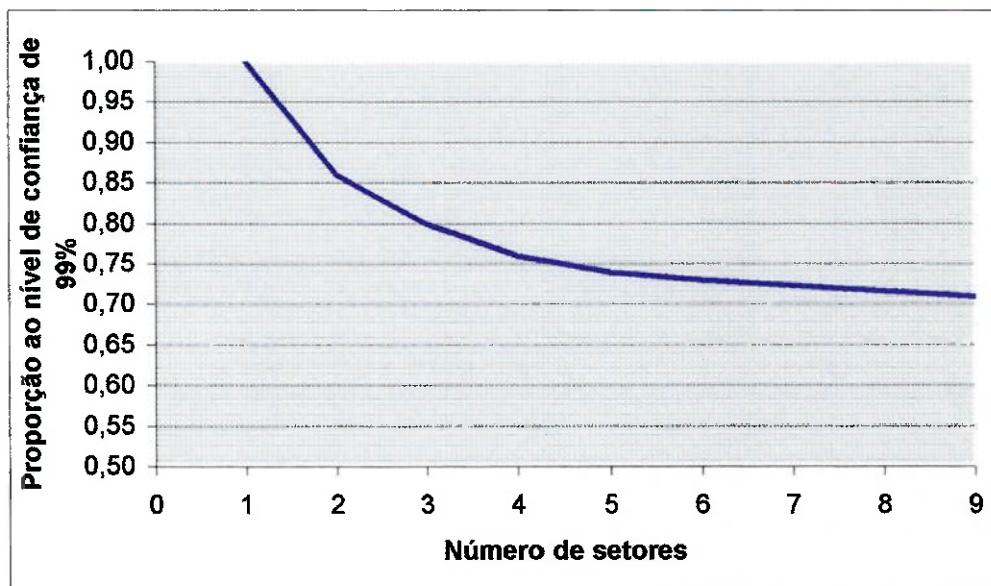


Figura 3.9 Impacto do número de setores no risco - Fonte: Credit Suisse Financial Products (1997)

### Medidas do risco

O risco do portfólio é medido de duas maneiras, e deriva unicamente da distribuição de perdas obtida:

- 1 – Média e desvio padrão: indicam qual a perda esperada e qual o grau de incerteza desta
- 2 – Nível de confiança: perda máxima com um dado nível de confiança.

### *Análise de cenários*

O modelo possibilita a análise de cenários alterando as taxas de *default*, assim como sua volatilidade. O objetivo da análise de cenários é tentar quantificar perdas acima do grau de confiança que possam vir a ocorrer.

### III.4. Exemplo:

Para um melhor entendimento do funcionamento do modelo, apresenta-se a seguir uma simulação realizada na planilha fornecida junto com o modelo *CreditRisk+*. O portfólio utilizado possui 25 ativos, cujas características relevantes para o modelo estão descritas na tabela 3.3.

Nome	Exposição	Rating	Taxas de "Default"		Divisão em setores			
			Taxa Média	Desvio Padrão	EUA	Japão	Europa	Total
1	358,475	H	30.00%	15.00%	100%	0%	0%	100%
2	1,089,819	H	30.00%	15.00%	0%	100%	0%	100%
3	1,799,710	F	10.00%	5.00%	0%	100%	0%	100%
4	1,933,116	G	15.00%	7.50%	100%	0%	0%	100%
5	2,317,327	G	15.00%	7.50%	0%	0%	100%	100%
6	2,410,929	G	15.00%	7.50%	0%	0%	100%	100%
7	2,652,184	H	30.00%	15.00%	100%	0%	0%	100%
8	2,957,685	G	15.00%	7.50%	0%	100%	0%	100%
9	3,137,989	D	5.00%	2.50%	0%	0%	100%	100%
10	3,204,044	D	5.00%	2.50%	0%	0%	100%	100%
11	4,727,724	A	1.50%	0.75%	100%	0%	0%	100%
12	4,830,517	D	5.00%	2.50%	0%	0%	100%	100%
13	4,912,097	D	5.00%	2.50%	0%	0%	100%	100%
14	4,928,989	H	30.00%	15.00%	0%	100%	0%	100%
15	5,042,312	F	10.00%	5.00%	0%	0%	100%	100%
16	5,320,364	E	7.50%	3.75%	0%	0%	100%	100%
17	5,435,457	D	5.00%	2.50%	100%	0%	0%	100%
18	5,517,586	C	3.00%	1.50%	100%	0%	0%	100%
19	5,764,596	E	7.50%	3.75%	100%	0%	0%	100%
20	5,847,845	C	3.00%	1.50%	100%	0%	0%	100%
21	6,466,533	H	30.00%	15.00%	100%	0%	0%	100%
22	6,480,322	H	30.00%	15.00%	0%	0%	100%	100%
23	7,727,651	B	1.60%	0.80%	0%	100%	0%	100%
24	15,410,906	F	10.00%	5.00%	0%	0%	100%	100%
25	20,238,895	E	7.50%	3.75%	100%	0%	0%	100%

Tabela 3.3: Portfólio Inicial - Elaborada pelo autor

Na tabela 3.3 é representada cada exposição e seu respectivo *rating*. Com o *rating*, é possível obter a taxa de *default* e a volatilidade desta. Além destas informações, também existem três setores nas quais uma exposição pode estar concentrada – Estados Unidos (EUA), Japão e Europa, representados pelas últimas quatro colunas da tabela 3.3.

É possível estimar as perdas esperadas (média) individuais de cada um dos ativos, assim como a contribuição de cada um ao risco. A definição de contribuição ao risco é o impacto marginal do ativo em um dado nível de confiança da distribuição de risco. Na tabela 3.4 são listados estes valores, ao nível de confiança de 99%.

Nome	Perda Esperada	Contribuição ao Risco
1	107,543	168,936
2	326,946	511,728
3	179,971	302,643
4	289,967	578,033
5	347,599	737,015
6	361,639	751,055
7	795,655	1,790,652
8	443,653	901,736
9	156,899	365,862
10	160,202	369,164
11	70,916	196,576
12	241,526	662,634
13	245,605	698,278
14	1,478,697	3,846,771
15	504,231	1,409,577
16	399,027	1,177,778
17	271,773	788,418
18	165,528	496,416
19	432,345	1,313,502
20	175,435	527,898
21	1,939,960	6,152,202
22	1,944,097	6,417,499
23	123,642	418,641
24	1,541,091	8,820,070
25	1,517,917	10,528,419

Tabela 3.4: Perda esperada e contribuição ao risco - Elaborada pelo autor

Com as perdas esperadas individuais, o próximo passo é calcular a distribuição de risco de todo o portfólio, o que é feito na figura 3.10.

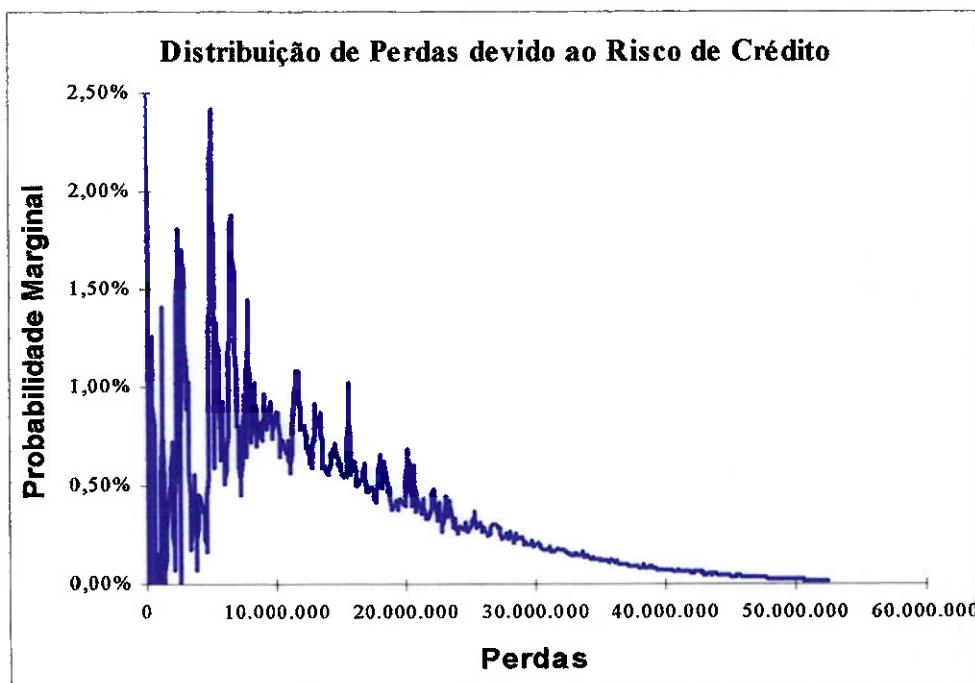


Figura 3.10: Distribuição de Perdas - Elaborada pelo autor

Na figura 3.10, cada ponto representa a probabilidade de uma dada perda. Por exemplo, a probabilidade de ocorrer uma perda de 10.119.450 é de 0,8695%, assim como a probabilidade de uma perda de 42.096.912 é de 0,0571%.

Conhecida a distribuição de perdas, é possível calcular as principais medidas de risco, apresentadas na tabela 3.5.

Nível de Confiança	Valor da Perda
Média	14,221,86
50.00	11,638,42
75.00	20,130,90
95.00	36,057,33
97.50	42,221,59
99.00	49,931,50
99.50	55,540,04
99.75	60,993,27
99.90	68,017,54

Tabela 3.5: Principais medidas de risco - Elaborada pelo autor

Da tabela 3.5 são retiradas as informações necessárias para a mensuração do risco de crédito. Neste exemplo fica clara a simplicidade do modelo: fornecidos os

dados, o modelo aplica o tratamento matemático e fornece a saída, sem necessidade de maiores ajustes ou análises. Entretanto, vale ressaltar que o modelo não possibilita que alterações sejam feitas com facilidade, uma vez que adota um tratamento matemático complexo.

# Capítulo IV

## IV. CreditMetrics<sup>15</sup>

### IV.1. Componentes do CreditMetrics

O CreditMetrics pode ser representado pelo esquema da figura 4.1.

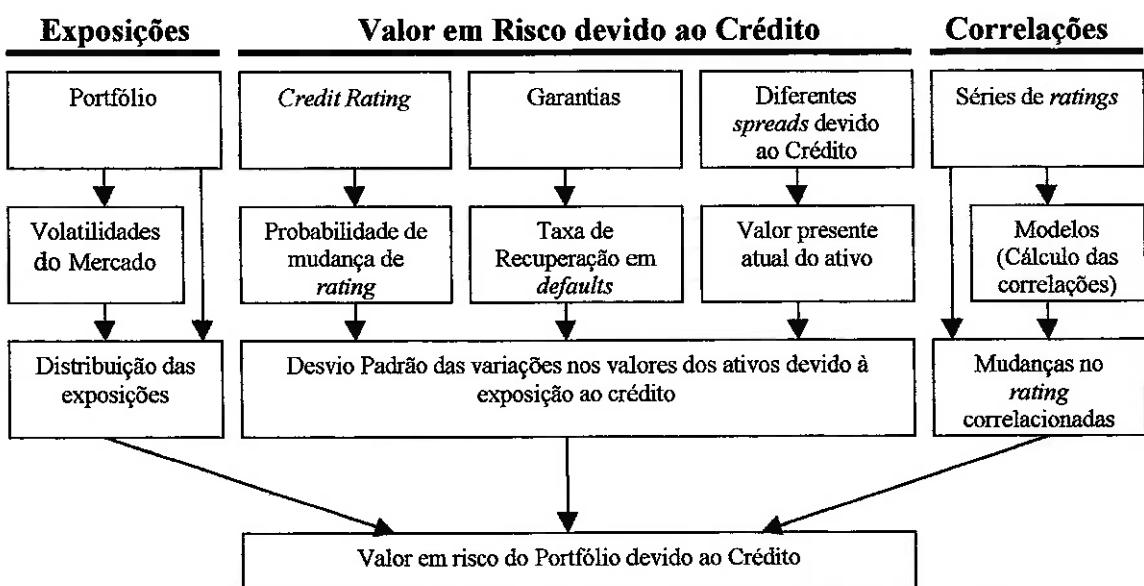


Figura 4.1: Componentes do modelo CreditMetrics – Fonte: GUPTON et al. (1997)

#### CreditMetrics

O CreditMetrics mede os riscos que se corre por possuir um portfólio de ativos sujeitos ao crédito. O risco considerado é o não pagamento (*default*) e também aquele decorrente à mudanças na classificação (*rating*) do ativo.

O modelo assume que cada empresa pode ser classificado por um *rating*. Cada *rating* individual está diretamente associado a uma probabilidade de *default* que reflete o risco individual de cada ativo. Os *ratings* podem ser obtidos de diversas formas:

- Agências de classificação, como a Moody's ou a Standard & Poor's internacionalmente ou, no Brasil, o SERASA.
- Classificação interna própria da instituição.

<sup>15</sup> GUPTON, GregM.;FINGER, Christopher C.; BHATIA, Mickey. *CreditMetrics - Technical Document*. New York. J.P. Morgan & Co. Incorporated, 1997.

O modelo irá medir o risco que se corre por possuir um portfólio, levando em consideração as correlações entre os ativos, assim como o efeito resultante da concentração em um determinado setor ou país.

Uma importante característica do modelo é o foco somente no risco decorrente do crédito, uma vez que propõe um modelo para o risco de mercado (*RiskMetrics*), do qual é derivado o modelo utilizado no banco estudado neste trabalho.

#### **IV.2. Características do Risco de Crédito e visão geral do modelo**

Os tipos de riscos abordados são somente aqueles provenientes de eventos relativos ao crédito. Muitas vezes os riscos de crédito e mercado se confundem, já que o preço de um ativo pode mudar devido à mudança na sua qualidade de crédito ou devido à variação dos preços de mercado. Portanto, será definida como risco de crédito a incerteza no valor futuro do portfólio, dentro de um horizonte de tempo escolhido, causada pelas possíveis mudanças na qualidade de crédito dos diferentes ativos.

##### *Distribuição de valores para um ativo*

Para cada ativo do portfólio é atribuído um *rating*. Para exemplificar, serão utilizadas as categorias usadas pela *Standard & Poor's*. Supondo que um ativo é atualmente classificado como BBB, e vencerá dentro de cinco anos (um empréstimo, por exemplo), ele pode seguir diferentes caminhos no período de análise:

- Continuar BBB
- Tornar-se AAA, AA, A, ou “cair” para BB, B, CCC (os diferentes *ratings* possíveis)
- Tornar-se um *default* (não será honrado).

Cada um destes caminhos tem uma diferente probabilidade de ocorrer no em um prazo determinado. Estas informações são calculadas através de dados históricos, e podem ser visualizadas na tabela 4.1.

<i>Rating</i> no final do período	Probabilidade (%)
AAA	0,02
AA	0,33
A	5,95
BBB	86,93
BB	5,30
B	1,17
CCC	0,12
<i>Default</i>	0,18

Tabela 4.1: Diferentes ratings que um ativo BBB pode atingir dentro de um ano – Fonte: GUPTON et al. (1997)

O *rating* reflete a percepção sobre o risco do ativo. Como a relação retorno e risco é muito importante para a definição das taxas em uma operação, uma queda no *rating* implica que o ativo deve ter uma taxa maior para compensar o risco extra. Portanto, caso um ativo caia de BBB para BB, seu risco aumentará, assim como sua taxa interna de retorno, fazendo com que o preço caia (o preço é inversamente proporcional à taxa interna de retorno). Fica claro que ocorreu uma perda, já que o portfólio vale menos atualmente do que valia antes do ativo ser rebaixado.

Para calcular a distribuição de possíveis valores desse ativo no período analisado, deve-se conhecer suas probabilidades de atingir determinado *rating* no período (como as da tabela 4.1), assim como o valor que assumirá por ter este *rating* (em decorrência da percepção do risco). A tabela 4.2 mostra os possíveis valores do ativo BBB (com vencimento em cinco anos) daqui a um ano.

Rating no final do período	Valor (\$)	Probabilidade (%)
AAA	109,37	0,02
AA	109,19	0,33
A	108,66	5,95
BBB	107,55	86,93
BB	102,02	5,30
B	98,10	1,17
CCC	83,64	0,12
<i>Default</i>	51,13	0,18

Tabela 4.2: Diferentes valores que um ativo BBB pode atingir dentro de um ano – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Obs: O valor de *default* não é zero pois inclui a quantia que será recuperada, através de garantias ou mesmo de liquidação financeira.

A tabela 4.2 pode ser visualizada graficamente na figura 4.2.

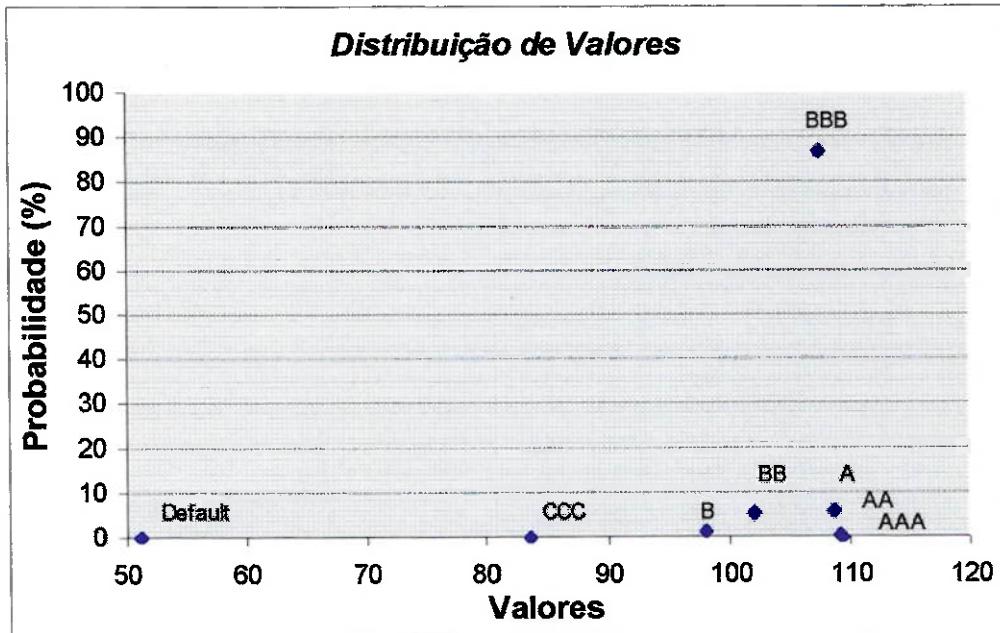


Figura 4.2 Distribuição de valores que o ativo BBB pode atingir dentro de um ano – Fonte: GUPTON et al. (1997)

### Distribuição de valores para dois ativos

Suponha-se que o portfólio é composto por dois ativos, e será analisado como um todo. Um ativo tem *rating* A, e o outro ativo é o mesmo utilizado no exemplo anterior. Na tabela 4.3 são listados os valores projetados para após um ano e as respectivas probabilidades para o ativo A.

Rating no final do período	Valor (\$)	Probabilidade (%)
AAA	106,59	0,09
AA	106,49	2,27
A	106,30	91,05
BBB	105,64	5,52
BB	103,15	0,74
B	101,39	0,60
CCC	88,71	0,01
<i>Default</i>	51,13	0,06

Tabela 4.3: Diferentes valores que o ativo A pode atingir dentro de um ano – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Para calcular a distribuição de valores do portfólio, haverá 64 ( $8^2$ ) diferentes valores, e é necessário conhecer as probabilidades associadas a cada um destes. Os diferentes valores que o portfólio pode assumir estão na tabela 4.4.

Ativo 1 (BBB)		Ativo 2 (A)							
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	<i>Default</i>
		106,59	106,49	106,30	105,64	103,15	101,39	88,71	51,13
AAA	109,37	215,96	215,86	215,67	215,01	212,52	210,76	198,08	160,5
AA	109,19	215,78	215,68	215,49	214,83	212,34	210,58	197,9	160,32
A	108,66	215,25	215,15	214,96	214,3	211,81	210,05	197,37	159,79
BBB	107,55	214,14	214,04	213,85	213,19	210,7	208,94	196,26	158,68
BB	102,02	208,61	208,51	208,32	207,66	205,17	203,41	190,73	153,15
B	98,10	204,69	204,59	204,4	203,74	201,25	199,49	186,81	149,23
CCC	83,64	190,23	190,13	189,94	189,28	186,79	185,03	172,35	134,77
<i>Default</i>	51,13	157,72	157,62	157,43	156,77	154,28	152,52	139,84	102,26

Tabela 4.4: Diferentes valores que o portfólio pode atingir dentro de um ano – Fonte: GUPTON et al. (1997)

E cada diferente valor do portfólio deve estar associado a uma probabilidade, conforme mostrado na tabela 4.5.

Ativo 1 (BBB)		Ativo 2 (A)							
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Default
		0,09	2,27	91,05	5,52	0,74	0,26	0,01	0,06
AAA	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AA	0,33	0,00	0,04	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A	5,95	0,02	0,39	5,44	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00
BBB	86,93	0,07	1,81	79,69	4,55	0,57	0,19	0,01	0,04
BB	5,30	0,00	0,02	4,47	0,64	0,11	0,04	0,00	0,01
B	1,17	0,00	0,00	0,92	0,18	0,04	0,02	0,00	0,00
CCC	0,12	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Default	0,18	0,00	0,00	0,13	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00

Tabela 4.5: Probabilidade do Portfólio atingir cada um dos estados – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Com estas duas tabelas é possível construir a distribuição de valores do portfólio, mostrada na figura 4.3.

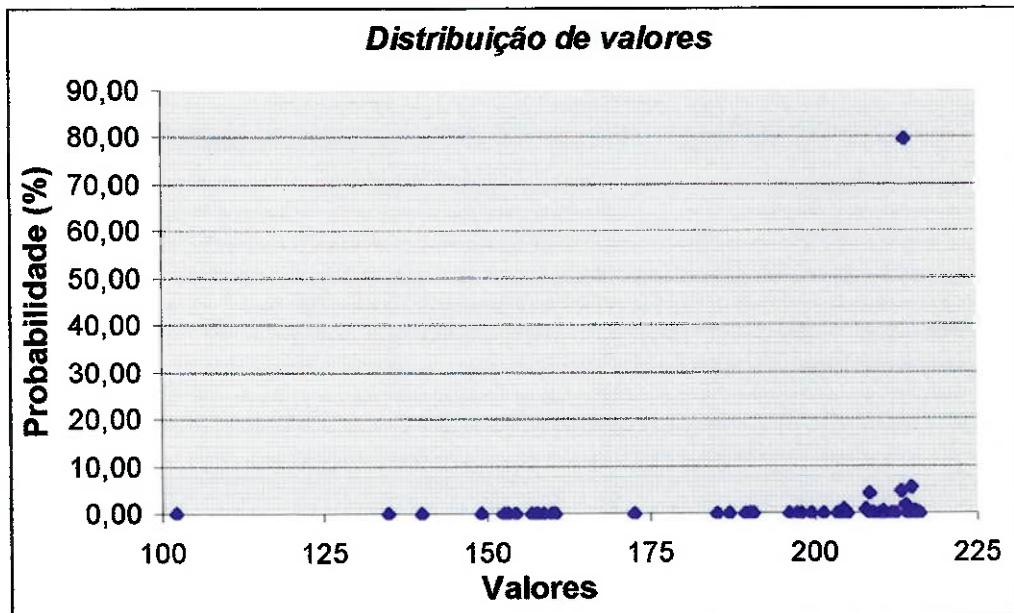


Figura 4.3: Distribuição de valores que o portfólio pode atingir dentro de um ano – Fonte: GUPTON et al. (1997)

### *Distribuição de valores para vários ativos*

A abordagem utilizada para vários ativos é a mesma utilizada para dois ativos. O problema é o aumento do número de possíveis combinações exponencialmente. Para três ativos, e com este mesmo sistema de *rating*, seriam  $8^3$  (512) possíveis valores e, para N ativos,  $8^N$  possíveis valores. A maneira utilizada para lidar com vários ativos é a simulação, gerando pontos que representem individualmente um possível valor do portfólio, e o conjunto destes pontos determina a distribuição de valores de todo o portfólio.

### *Medidas de risco*

O modelo propõe duas medidas de risco:

- **Desvio Padrão**
- **Nível de Confiança**

É importante salientar que nenhuma das duas medidas é melhor ou pior. As duas contribuem para um melhor entendimento do risco.

O desvio padrão é uma medida de dispersão em torno da média. Quanto maior o desvio padrão, maior a dispersão, e portanto maior o risco. Uma grande vantagem deste método é a possibilidade de ser calculado analiticamente, sem o uso da simulação, através de algoritmos que tratam dos inúmeros pares individualmente. Uma grande desvantagem é a distribuição não simétrica dos prováveis valores, o que impossibilita que se tracem estimativas sobre a perda máxima ou o ganho máximo. Para cobrir este problema é utilizada a segunda medida de risco.

O nível de confiança é o menor valor que o portfólio irá assumir X% do tempo. A definição do nível de confiança não tem um critério fixo, dependendo da análise do administrador da carteira de ativos. Os valores normalmente utilizados são 5%, 1% e 0,5%. Nos exemplos será utilizado o valor de 1%.

### IV.3. O modelo CreditMetrics

#### Cálculo do risco individual

Neste etapa, o foco é centrado somente no cálculo do risco decorrente do crédito. Para exemplificar os procedimentos, será feito o cálculo para um título, por exemplo, um título público emitido pelo governo federal. Posteriormente será calculado o risco do portfólio e, numa etapa final, será realizada uma generalização para outros tipos de instrumento, como papéis privados (CDBs, RDBs), empréstimos etc. Esta etapa é representada pela parte central do esquema mostrado pela figura 4.1. A figura 4.4 representa a parte do esquema abordada.

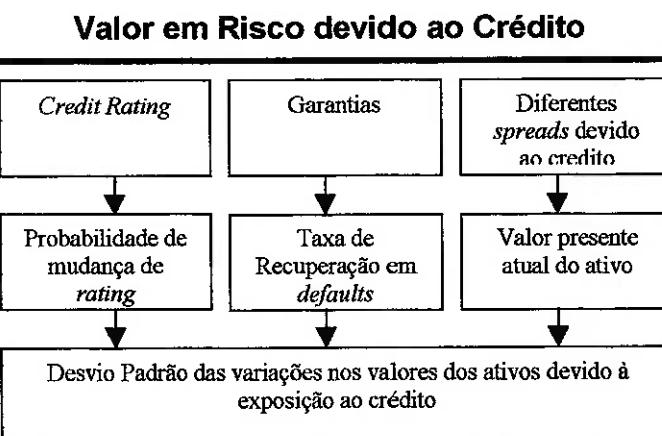


Figura 4.4 Cálculo do risco individual de um ativo – Fonte: GUPTON et al. (1997)

#### Probabilidades de mudança de rating

Esta etapa é focada pelo esquema representado na figura 4.5

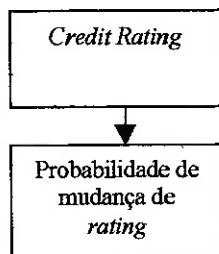


Figura 4.5: Probabilidade de mudança de rating – Fonte: GUPTON et al. (1997)

O modelo considera que o risco não ocorre somente pelos *defaults*, mas também por causa de mudanças no *rating* que causem alterações no valor do ativo.

Para cada *rating* inicial, temos uma probabilidade de mudança do *rating* do ativo. Também aqui serão utilizados os *ratings* da *Standard & Poor's* como exemplo. Na figura 4.6 são mostradas as probabilidades de mudança para ativos A, AAA e BBB.

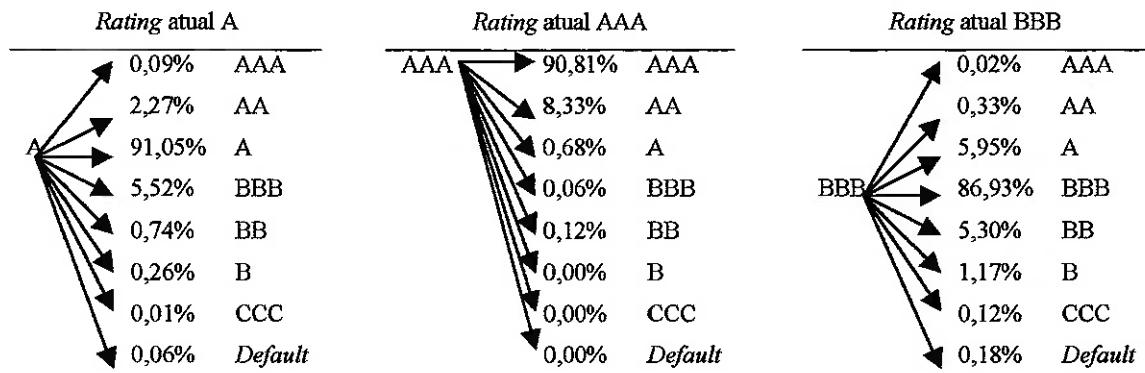


Figura 4.6: Diferentes probabilidades de mudança de *ratings* – Fonte: GUPTON et al. (1997)

A figura 4.6 demonstra que um ativo BBB tem 5,30% de probabilidade de cair para BB. É possível notar, nos exemplos da figura 4.6, que o mais provável é o ativo manter seu *rating* anterior e, caso mude, o esperado é que seu *rating* fique um nível acima ou abaixo. É importante ressaltar que a soma de cada valor é de 100%, ou seja, cobre todos os possíveis *ratings* que um ativo pode atingir.

Para tratar de todas as probabilidades de mudança juntas, é importante montar uma matriz de transição, mostrando todos os possíveis *ratings* iniciais e finais, assim como as probabilidades de mudança de um para outro. Um exemplo da matriz de transição, para um horizonte de um ano, pode ser visto na tabela 4.6.

Rating inicial	Rating no próximo ano (%)							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Default
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 4.6: Matriz de Transição – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Para utilizar a matriz de transição é necessário saber qual é o *rating* do ativo hoje. Supondo que o ativo é atualmente BBB, sabe-se que ele tem 5,95% de probabilidade de se tornar A daqui a um ano. Esta matriz pode ser criada para qualquer sistema de *rating*, independentemente de como os *ratings* são construídos ou de quantas categorias o sistema possui. Um fator realmente fundamental para um sistema de *rating* é que ele associe um *spread* de crédito a cada nível, o que nada mais é do que uma taxa que permite calcular o valor presente do ativo. Quanto melhor a qualidade do crédito, menor o *spread* e maior o valor presente.

### Calculo da taxa de recuperação

Esta etapa é focada no esquema representado na figura 4.7.

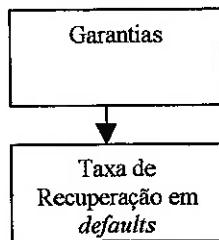


Figura 4.7: Cálculo da taxa de recuperação – Fonte: GUPTON et al. (1997)

É importante saber, em caso de *default*, quanto será recuperado. As garantias dadas no ativo implicam diretamente o valor recuperado. Portanto deve ser feita, em cada caso, uma análise para se estimar qual o valor recuperado em caso de *default*. Este

valor também pode ser expresso como um percentual do valor do ativo, sendo interpretado como a taxa de recuperação.

Existem diversas publicações internacionais sobre taxas de recuperação (incluindo o desvio padrão destas), porém nenhuma específica sobre o Brasil. Portanto, a melhor maneira de calcular a taxa de recuperação é uma análise das garantias e direitos legais em caso de *default*.

#### *Cálculo do valor do ativo de acordo com seu rating*

Esta etapa é focada no esquema representado na figura 4.8.

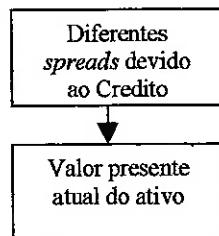


Figura 4.8: Cálculo da taxa de recuperação – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Quando o ativo tem seu *rating* rebaixado é necessário recalcular seu valor presente, uma vez que ele passa a ter um risco maior e portanto sua taxa interna de retorno deve ser maior para manter a atratividade. É importante lembrar que, no vencimento, o valor do ativo é o mesmo, porém o valor presente muda em decorrência da diferente taxa interna de retorno utilizada.

Suponha-se um ativo com valor de face (final) 100,00 e vencimento em um ano. Caso seu *rating* seja A, é cobrada uma taxa interna de retorno de 5% a.a. Caso o *rating* seja BBB, a taxa interna de retorno é de 6% a.a. O valor presente do ativo caso ele seja *rating* A é calculado pela equação:

$$\frac{100,00}{1,05} = 95,23 \quad (1)$$

enquanto, se ele for *rating* BBB, seu valor presente é calculado pela equação:

$$\frac{100,00}{1,06} = 94,34 \quad (2)$$

Portanto, caso haja uma mudança no *rating* do ativo e se deseje negociá-lo, poderá ter ganhado ou perdido dinheiro quando se compara seu valor atual com o valor que ele teria no *rating* anterior.

Portanto, é necessária uma taxa (também chamada de *spread* de crédito) associada a cada *rating* para poder calcular o valor presente de cada ativo em seus diferentes *ratings*. A tabela 4.7 mostra exemplos de taxas (% a.a.) associadas a *ratings* (as taxas são somente exemplos, não sendo aplicáveis a qualquer título).

Categoria	1 ano	2 anos	3 anos	4 anos
AAA	3,60	4,17	4,73	5,12
AA	3,65	4,22	4,78	5,17
A	3,72	4,32	4,93	5,32
BBB	4,10	4,67	5,25	5,63
BB	5,55	6,02	6,78	7,27
B	6,05	7,02	8,03	8,52
CCC	15,05	15,02	14,03	13,52

Tabela 4.7: Taxas associadas aos diferentes *ratings* – Fonte: GUPTON et al. (1997)

A figura 4.9 mostra graficamente os valores da tabela 4.7.



Figura 4.9: Taxas associadas aos diferentes *ratings* – Elaborada pelo autor

Com as taxas, é possível calcular o valor presente de um ativo dependendo do seu *rating*.

### Estimando o risco de crédito

Esta etapa é focada no esquema representado na figura 4.10.

Desvio Padrão das variações nos valores dos ativos devido à exposição ao crédito

Figura 4.10: Estimando o risco de crédito – Fonte: GUPTON et al. (1997)

O risco será estimado pelo desvio padrão e pelo nível de confiança. Na tabela 4.8 é realizado o cálculo do desvio padrão de um ativo (o mesmo BBB já utilizado anteriormente).

Rating no final do ano	Probabilidade deste rating (%)	Valor com este rating	Valor ponderado	Diferença para a média	Diferença ponderada ao quadrado
AAA	0,02	109,37	0,02	2,28	0,0010
AA	0,33	109,19	0,36	2,10	0,0146
A	5,95	108,66	6,47	1,57	0,1474
BBB	86,93	107,55	93,49	0,46	0,1853
BB	5,30	102,02	5,41	(5,06)	1,3592
B	1,17	98,10	1,15	(8,99)	0,9446
CCC	0,12	83,64	1,10	(23,45)	0,6598
<i>Default</i>	0,18	51,13	0,09	(55,96)	5,6358
		Média	107,09	Variância	8,9477
				Desvio Padrão	2,99

Tabela 4.8: Cálculo do desvio padrão de um ativo – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Este ativo tem um desvio padrão de 2,99, o que é uma estimativa do seu risco. Para completar a estimativa de risco, deve-se utilizar o nível de confiança. Como exemplo, será utilizado 1%. Será calculado o valor abaixo do qual o portfólio cairá com 1% de probabilidade. O nível de confiança terá mais significado em grandes portfólios, nos quais os diferentes valores possíveis são muitos. Como exemplo, será adotado o ativo *rating* BBB utilizado anteriormente.

Para calcular o nível de confiança, deve-se ir “subindo” nos *ratings*. A probabilidade de *default* é de 0,18%, o que é menor do que 1%, portanto “sobe-se” ao próximo *rating*. A probabilidade de ocorrer um *default* ou *rating* CCC é de 0,30% ( $0,18\% + 0,12\%$ ), ainda menor do que 1%. “Subindo” de novo, temos 1,47% ( $0,18\% + 0,12\% + 1,17\%$ ) de probabilidade de o ativo ser *rating* B ou menor, o que é maior do que 1%. Pára-se neste *rating* e conclui-se que o nível de confiança de 1% é \$98,10. Este valor está \$8,99 abaixo da média.

### *Calculo do risco de um portfólio*

Dado o risco individual de cada ativo, deve-se calcular o risco que eles possuem conjuntamente, considerando os efeitos da diversificação e da concentração. Esta etapa é focada no esquema representado na figura 4.11.

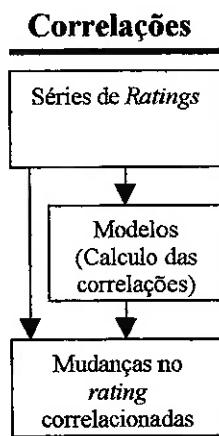


Figura 4.11: Cálculo do risco de um portfólio – Fonte: GUPTON et al. (1997)

### *Correlações*

Suponha-se um portfólio com dois ativos (um *rating* BBB e outro *rating* A). Já foi mostrado que o portfólio pode ter 64 ( $8^2$ ) diferentes valores. Sabendo que a probabilidade de um ativo *rating* BBB continuar BBB é de 86,93% e que a probabilidade de um ativo *rating* A continuar A é de 91,05%, então a probabilidade de ambos continuarem no mesmo estado é:  $86,93\% \times 91,05\% = 79,15\%$ . Esse cálculo pode ser repetido para cada um dos 64 estados, resultando na tabela 4.9.

Ativo 1 (BBB)		Ativo 2 (A)							
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Default
		0,09	2,27	91,05	5,52	0,74	0,26	0,01	0,06
AAA	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AA	0,33	0,00	0,01	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
A	5,95	0,01	0,14	5,42	0,33	0,04	0,02	0,00	0,00
BBB	86,93	0,08	1,98	79,15	4,80	0,64	0,23	0,01	0,05
BB	5,30	0,00	0,12	4,83	0,29	0,04	0,01	0,00	0,00
B	1,17	0,00	0,03	1,06	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
CCC	0,12	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Default	0,18	0,00	0,00	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 4.9: Probabilidades do portfólio atingir diferentes estados – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Esta é uma abordagem simplista, pois assume que não há correlação entre os ativos, o que não é verdade, uma vez que estes podem ser afetados pelas mesmas variáveis macroeconômicas. A tabela 4.10 mostra uma matriz corrigida, considerando correlação de 0,30 entre os ativos.

Ativo 1 (BBB)		Ativo 2 (A)							
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Default
		0,09	2,27	91,05	5,52	0,74	0,26	0,01	0,06
AAA	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AA	0,33	0,00	0,04	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A	5,95	0,02	0,39	5,44	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00
BBB	86,93	0,07	1,81	79,69	4,55	0,57	0,19	0,01	0,04
BB	5,30	0,00	0,02	4,47	0,64	0,11	0,04	0,00	0,01
B	1,17	0,00	0,00	0,92	0,18	0,04	0,02	0,00	0,00
CCC	0,12	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Default	0,18	0,00	0,00	0,13	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00

Tabela 4.10: Probabilidades do portfólio atingir os diferentes estados com correlação de 0,30 entre os ativos – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Da tabela 4.10, podem-se extrair algumas características importantes:

- A soma das probabilidades deve ser necessariamente 100%.
- A situação mais provável é de que ambos os ativos mantenham seu *rating*.

- O efeito da correlação geralmente aumenta as probabilidades na diagonal traçada entre seus atuais *ratings* (neste caso, BBB-A).
- A soma de cada linha ou coluna deve ser igual à probabilidade individual do ativo de mudança para aquele *rating*. Por exemplo, a soma da última linha deve ser igual a 0,18, o que é a probabilidade de o ativo 1 tornar-se um *default*.

### Risco de crédito do portfólio

Para calcular o risco de um portfólio, só são necessários dois tipos de informação:

1. As probabilidades de cada estado
2. Os valores que o portfólio assume em cada estado

Os cálculos para o portfólio são os mesmos demonstrados para um ativo, e a única diferença entre estes é o grande número de valores que o portfólio pode assumir. No sistema de *rating* utilizado, o número de possíveis valores é  $8^N$ , onde N é o número de ativos.

Conhecendo o portfólio, é possível calcular o desvio padrão deste. Este cálculo pode ser feito analiticamente mesmo para portfólios muito grandes, uma vez que os dados podem ser tratados dois a dois e depois consolidados, resultando no desvio padrão de todo o portfólio.

O nível de confiança se torna muito difícil de calcular analiticamente em grandes portfólios, portanto o método utilizado é a simulação, que fornece uma boa estimativa desse valor.

### Outras exposições

Tomem-se como exemplos dois diferentes ativos, cujo comportamento se assemelhava àquele de títulos públicos. É importante frisar que o modelo trata também de outros tipos de exposição, como empréstimos, CDBs, RDBs, CDIs etc. Esta etapa é focada no esquema representado na figura 4.12.

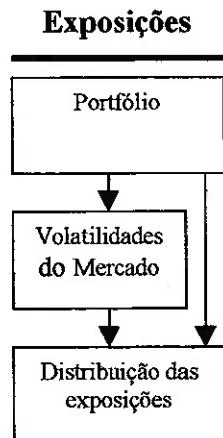


Figura 4.12: Cálculo das diferentes exposições ao crédito – Fonte: GUPTON et al. (1997)

Nessa etapa deve-se fazer uma análise de cada caso, levando em consideração as peculiaridades do ativo examinado. Cada ativo possui um tipo de garantia, assim como características que influenciam na sua precificação. Cada diferente ativo negociado deve ser interpretado para se determinar o impacto que uma eventual variação em seu *rating* terá sobre seu preço. Portanto não há uma regra definida, uma vez que a quantidade de diferentes ativos existentes é enorme, e aqueles efetivamente negociados por uma instituição são em pequeno número. É importante ressaltar que o modo pelo qual os diferentes ativos são tratados ao serem colocados no modelo é o mesmo, mudando somente a análise de suas garantias e sua precificação.

# Capítulo V

## V. Credit Portfolio View<sup>16</sup>

### V.1. Componentes do Credit Portfolio View

O modelo *Credit Portfolio View* trata o crédito de maneira análoga ao *CreditMetrics*. O grande diferencial entre os dois modelos não está na modelagem do risco de crédito, e sim na proposição de uma metodologia que permite estimar os desdobramentos das taxas de *default* através de uma análise macroeconômica. Além da metodologia, o modelo *Credit Portfolio View* define muito claramente os conceitos envolvidos no cálculo do risco de crédito, sendo de grande importância no completo entendimento deste processo, assim como os fatores que o influenciam.

O modelo pode ser representado pelo esquema da figura 5.1.

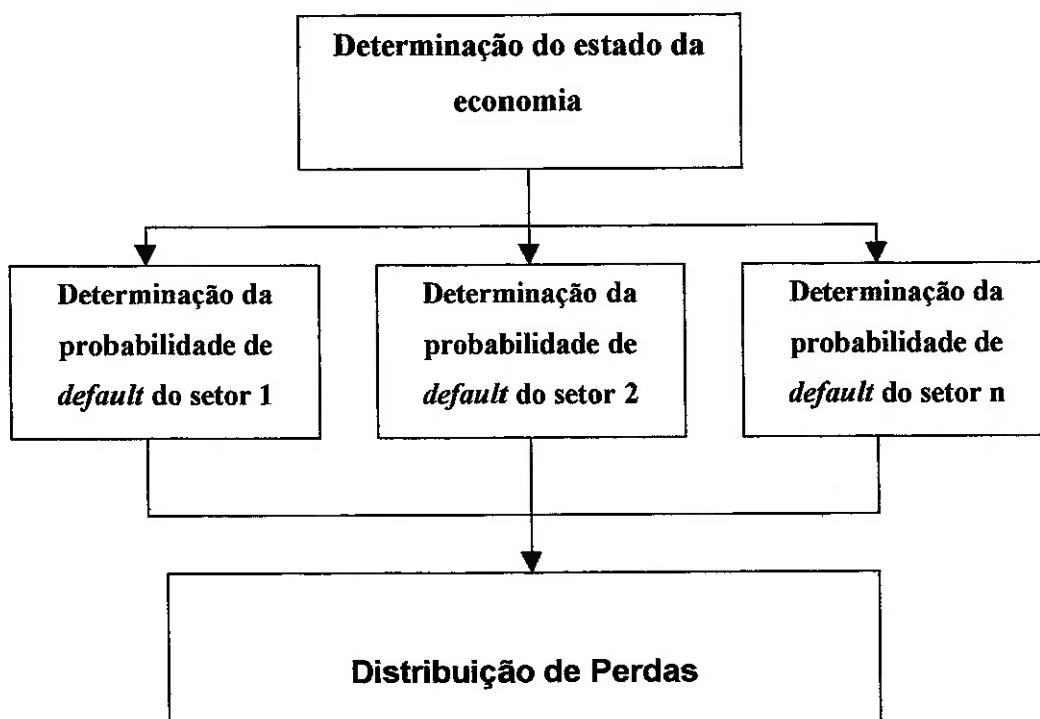


Figura 5.1: Componentes do modelo Credit Portfolio View – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

<sup>16</sup> MCKINSEY & COMPANY INC. Credit Portfolio View – *A credit portfolio risk measurement & management approach*. New York. McKinsey & company Inc, 1998.

## V.2. Características do risco de crédito e visão geral do modelo

### Risco de crédito

Existem três características fundamentais quando se analisa o risco de crédito:

#### 1 - Eventos relacionados ao crédito

Um evento relacionado ao crédito, ou evento de crédito, é definido como uma mudança na capacidade presente ou futura de uma instituição honrar seus compromissos, ou mesmo de ocorrer um *default*.

#### 2 - Horizonte de tempo

A escolha do horizonte de tempo adequado para um modelo de risco não é trivial, dependendo da liquidez do portfólio e da estratégia gerencial.

A primeira abordagem é o tempo de liquidação da posição. Este tempo pode variar de um dia, para ativos extremamente líquidos, até o prazo total de um ativo, o qual seria vendido com grande deságio antes do vencimento (ativos com pouca liquidez). Esta abordagem requer diferentes prazos em grandes portfólios, o que pode dificultar o cálculo do risco, porém fornece uma melhor estimativa.

Uma abordagem alternativa é fixar um prazo. Esta é a forma mais utilizada, pois as matrizes de transição divulgadas normalmente abrangem o período de um ano, independentemente do tipo de ativo.

#### 3 - Valor das perdas

Uma perda ocorre quando acontece um *default* ou uma mudança no *rating* de um ativo, causando um impacto no seu valor teórico marcado a mercado (o valor que este ativo tem hoje, no caso de ser vendido). No primeiro caso, a perda é igual ao valor do ativo, menos uma quantia que pode ser recuperada (através de garantias, liquidações). No segundo caso, a perda corresponde à mudança entre o valor anterior e o novo valor, ambos marcados a mercado.

### Medidas de risco de crédito

Medir o risco de crédito não é trivial, uma vez que *defaults* ocorrem inesperadamente e, portanto, não podem ser previstos eficientemente. Essa característica provoca uma distribuição de potenciais perdas, ao invés de uma única perda em potencial. Para atender às necessidades, foram desenvolvidas duas medidas de risco de crédito:

- **Perdas esperadas**
- **Valor crítico da distribuição de perdas**

A perda esperada, definida pela média da distribuição de perdas, serve para determinar as reservas necessárias para cobri-las. Também é um dado importante para a especificação dos ativos do portfólio, já que cada ativo deve apresentar ganho superior à sua contribuição às perdas esperadas do portfólio.

O valor crítico da distribuição de perdas é definido como a perda máxima adicional, acima das perdas esperadas, com um nível de confiança (por exemplo, 99%) e um período determinado. Na figura 5.2 observa-se uma distribuição de perdas da qual podem-se extrair as duas medidas.

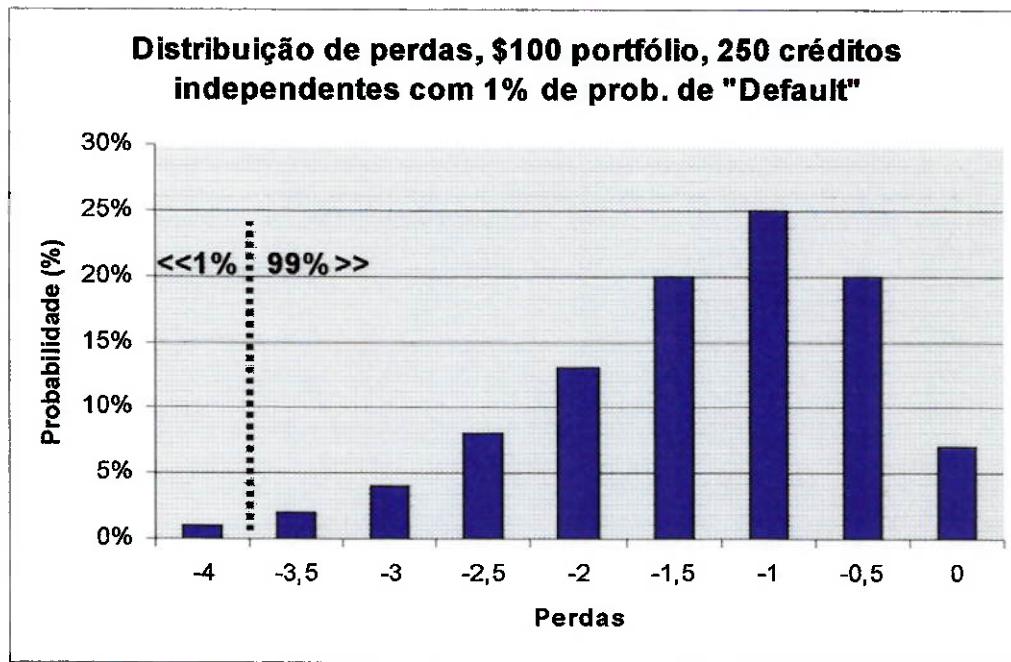


Figura 5.2: Distribuição de perdas e Medidas de risco – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

Na figura 5.2, a perda esperada é de \$1. A perda máxima com nível de confiança de 99% é de \$2,5. A perda total na ocorrência da perda máxima é de \$3,5: \$2,5 da perda

máxima adicional, somado à perda esperada de \$1. A distribuição de perdas apresenta desvio padrão de 0,63, o que é uma medida de como os valores se distribuem. Na figura 5.2 há uma linha que divide as perdas cobertas pela perda máxima com 99% de confiança e as perdas não cobertas pela perda máxima, o que só representa 1% dos casos.

### *Decompondo o risco de crédito*

Determinar a distribuição de perdas é um fator chave na modelagem do risco. O processo pode ser visto esquematicamente na figura 5.3.

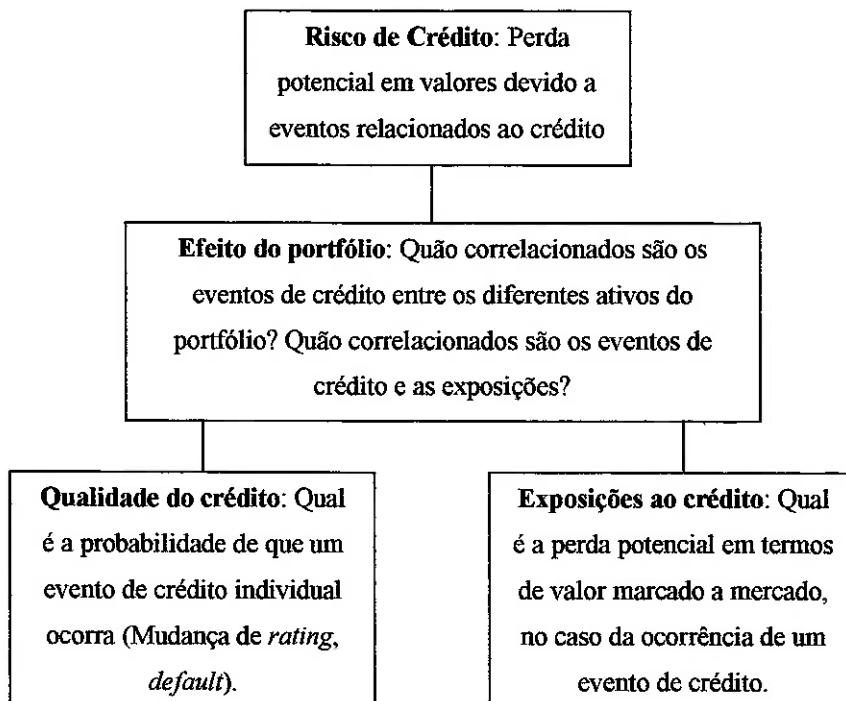


Figura 5.3: Processo de medição do risco de Crédito – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

### *Qualidade de crédito*

Qual é a probabilidade de um evento de crédito ocorrer? Normalmente esta pergunta é respondida através da classificação dos ativos em *ratings*. Cada *rating* tem associada uma probabilidade de *default*, ou são dadas as diferentes probabilidades de mudança de *rating* em um período determinado.

### *Exposição ao crédito*

Qual é a perda caso um evento relacionado ao crédito ocorra? Caso haja um *default*, a perda corresponde ao valor do ativo menos o valor recuperado. Se houver uma

mudança de *rating*, a perda ou ganho são constituídos pela diferença entre o valor marcado a mercado antes da mudança, e o valor depois da mudança.

### *Efeito do portfólio*

Como se correlacionam os ativos entre diferentes níveis de *rating*, diferentes setores ou países? O modelo deve ser capaz de determinar o risco do portfólio como um todo, incorporando os efeitos da diversificação e da concentração, que impactam diretamente no risco. A abordagem do *Credit Portfolio View* é diferente de outros modelos, já que explicitamente modela como eventos de crédito de cada ativo são correlacionados, e como estes se correlacionam com cenários macroeconômicos. Esta abordagem é baseada na observação intuitiva de que *defaults* e diminuições de *rating* tendem a ocorrer mais freqüentemente à medida que a economia piora.

### V.3. O modelo CreditPortfolio View

Todos os modelos de risco de crédito de portfólio contêm hipóteses implícitas ou explícitas sobre como as probabilidades de *default* e mudanças de *rating* em cada diferente ativo ou segmento se comportam através do tempo, incluindo sua evolução esperada, volatilidades, correlações e ciclos. O modelo *Credit Portfolio View* é único ao fazer uma conexão explícita entre o nível médio de eventos de crédito e os indicadores macroeconômicos. A seguir são descritas as hipóteses que permitem o modelo abordar dessa maneira o risco de crédito.

#### Diversificação

Intuitivamente, uma instituição preferiria ter cem exposições de um milhão cada, ao invés de ter a mesma exposição de cem milhões concentrada em um único ativo. Tal percepção deriva da baixa probabilidade de ocorrerem perdas em todos os cem ativos ao mesmo tempo, o que reduz a volatilidade das perdas. Na figura 5.4 é possível ver os benefícios da diversificação em um portfólio de valor total U\$100, sendo que cada ativo é idêntico e independente, com probabilidade individual de *default* de 1%:

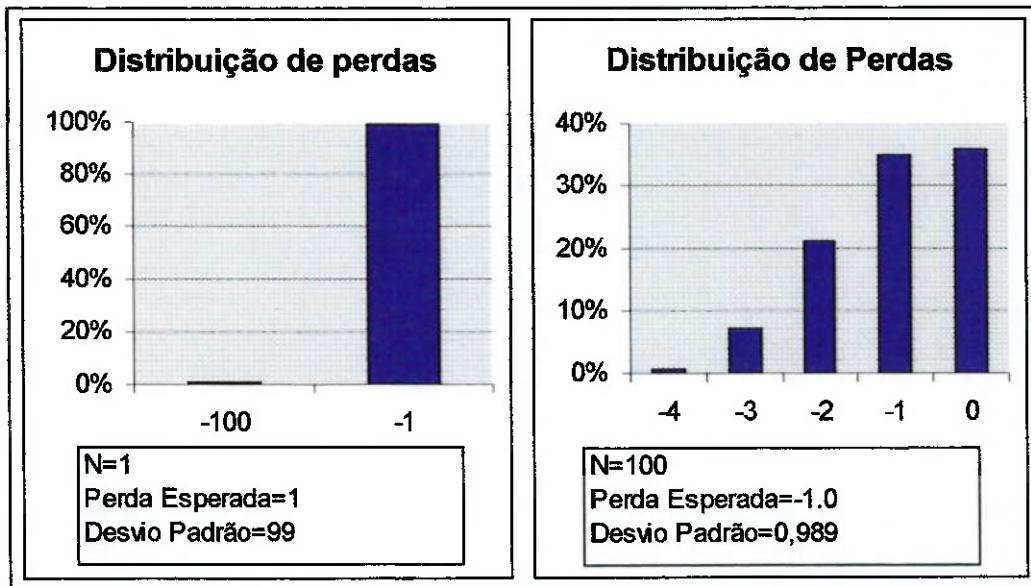


Figura 5.4 Benefícios da diversificação – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

Aumentando o valor de N para 2.500, a perda esperada é a mesma, porém a variância cairia para 0,039.

### Risco sistêmico

A suposição da figura 5.4, de que os ativos são independentes entre si, não acontece na realidade. Caso fosse verdade, então um portfólio com um número infinito de ativos teria volatilidade 0, o que é falso. Fica claro na figura 5.5 que as taxas médias de *defaults*, e portanto as perdas, são altamente voláteis mesmo para portfólios altamente diversificados (por exemplo, a economia de um país):

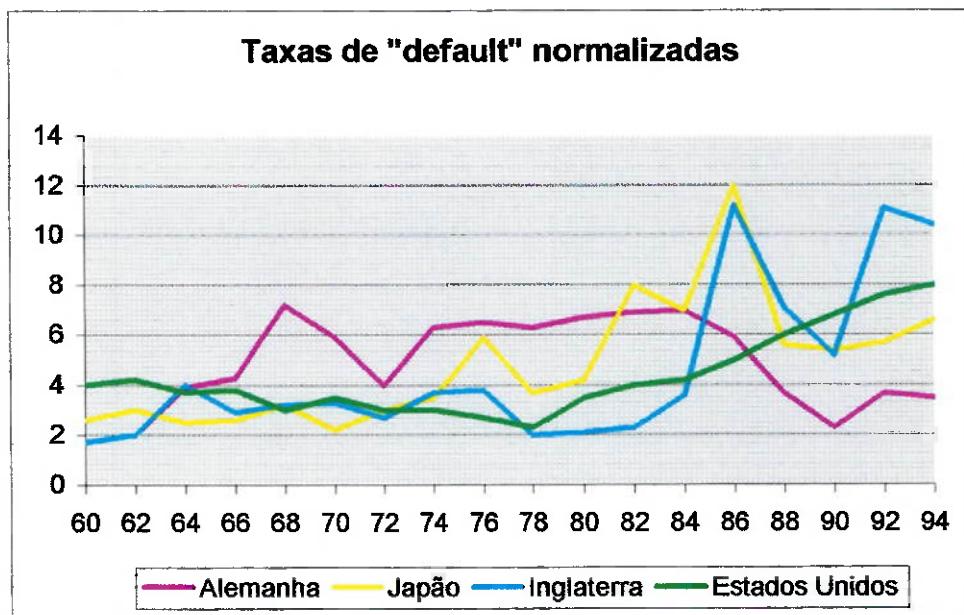


Figura 5.5: Taxas médias de *defaults* – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

Portanto existe um risco sistêmico, que deve ser considerado no modelo. Quanto mais independentes (diversificados) forem os ativos, menor sua volatilidade, e quanto mais correlacionados (concentrados), maior sua volatilidade e, consequentemente, maior o risco.

### Conexão entre risco sistêmico e macroeconomia

Sabendo que a média de *defaults* é incerta, é possível utilizar dados históricos para modelar essa distribuição, através de sua média e de seu desvio padrão. É intuitivo que um aumento no número de *defaults* pode ser associado a uma economia fraca ou em recessão: quando aumenta a taxa de desemprego, aumentam os *defaults*; quando aumenta o PIB (produto interno bruto) diminuem os *defaults*. Na figura 5.6 é comparada a taxa de *default* prevista para a Alemanha, com a adoção de métodos estatísticos que

usem somente variáveis macroeconômicas, e a taxa de *default* que efetivamente ocorreu.

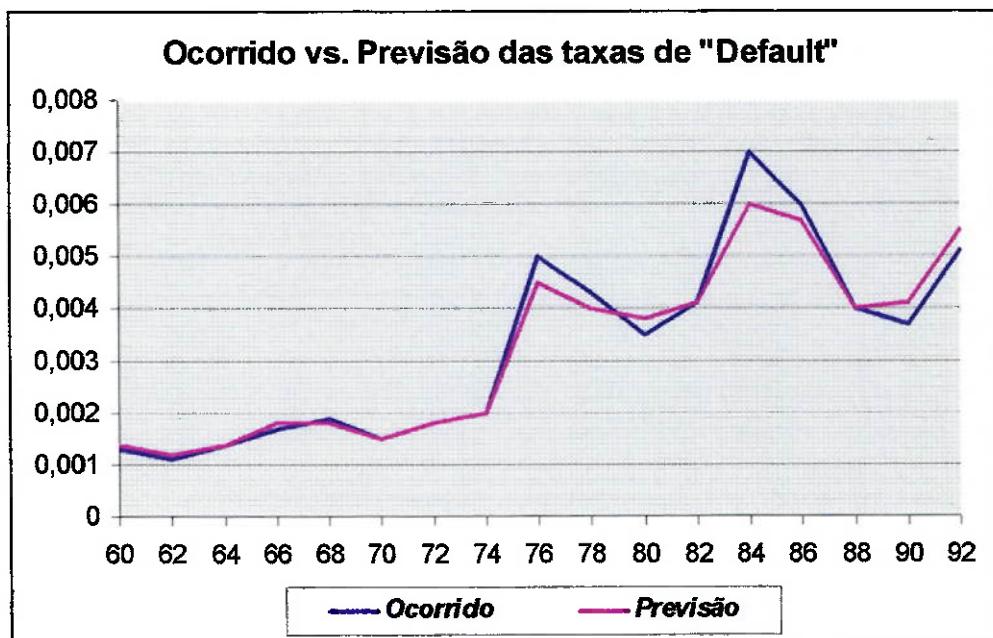


Figura 5.6: Taxas de *default* previstas vs. ocorridas na Alemanha – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

É possível concluir, da figura 5.6, que as previsões estão muito próximas dos valores reais, sendo uma ótima estimativa. Métodos similares foram utilizados em outros países, e as previsões sempre estiveram muito próximas da realidade. Na tabela 5.1 são listados os valores de  $R^2$  obtidos por modelos semelhantes em diferentes países, assim como a variável utilizada na previsão.

País	$R^2$	Variáveis Utilizadas
Bélgica	96,9%	Taxas de desemprego
França	89,1%	Crescimento do PIB
Alemanha	95,7%	Taxas de juro de longo prazo
Espanha	95,3%	Taxa de Cambio
Suiça	89,3%	Gastos Públicos
Inglaterra	88,1%	Gastos Públicos
Estados Unidos	82,6%	Taxa de juros

Tabela 5.1: Acuracidade do modelo de previsão – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

Este modelo apresentou problemas somente em três países: Brasil, Israel e África do Sul. Tais problemas foram corrigidos quando consideradas mudanças estruturais nos modelos (como mudança para o Real no Brasil).

Portanto, uma previsão eficaz do comportamento da economia é um ótimo indicador do nível das taxas de *default*, sendo um dado importante para o modelo calcular eficientemente o risco de crédito.

### *Segmentos diferentes se comportam diferentemente*

Pode parecer óbvio, mas é importante ressaltar que, em uma mesma economia, setores reajam de modo completamente diferente. Um bom exemplo é a desvalorização cambial ocorrida em janeiro de 1999 no Brasil: empresas exportadoras foram extremamente beneficiadas, ao passo que as importadoras foram muito prejudicadas. No exemplo, ambas estavam sujeitas ao mesmo cenário macroeconômico, porém é normal esperar que as taxas de *default* nas empresas exportadoras sejam menores do que nas importadoras. Ainda assim, variáveis macroeconômicas podem ser muito eficazes na previsão das taxas de *default* em diferentes setores. Na tabela 5.2 são mostrados os valores de  $R^2$  para previsões de diferentes setores, assim como as variáveis macroeconômicas utilizadas.

<b><math>R^2</math> dos modelos de Previsão</b>		
<b>País: Alemanha</b>		
<b>Setores</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>Variáveis Utilizadas</b>
Agricultura	85,4%	Taxas de desemprego
Bancos	91,1%	Credito disponível para a economia
Construção	91,8%	Crescimento do PIB
Energia	28,2%	Taxas de juro de longo prazo
Processos	95,9%	Taxa de cambio
Comércio	91,2%	Gastos Públicos
Serviços	94,1%	Taxa de juros

Tabela 5.2: Resultados da previsão em diversos setores industriais da Alemanha – MCKINSEY & COMPANY INC. (1998)

### *Matrizes de transição variam de acordo com a economia*

Assim como as taxas de *default* são afetadas pela economia, as matrizes de transição o são também. Tal constatação é intuitiva, uma vez que é esperado que ocorram mais diminuições de *rating* em períodos de recessão do que em períodos de prosperidade. Portanto, as matrizes de transição também devem ser ajustadas de acordo com as previsões macroeconômicas.

### *Estrutura do modelo Credit Portfolio View*

As cinco hipóteses anteriores são muito intuitivas e facilmente comprovadas matematicamente, podendo portanto serem usadas para desenvolver um modelo de risco de crédito. No modelo, considera-se o tempo dividido em períodos discretos, sendo que em cada período uma seqüência de quatro eventos ocorre:

1. O estado da economia é determinado através de uma simulação de Monte Carlo com as varáveis significativas definidas pelo usuário (PIB, taxa de juros, taxa de desemprego).
2. Uma matriz de transição é determinada para cada setor, com diferentes horizontes, sendo ajustada de acordo com as previsões sobre a economia.
3. A matriz de transição e a probabilidade de *default* do portfólio atual é determinada através da combinação das matrizes dos setores relevantes, resultando na distribuição de perdas, diretamente relacionada a um cenário macroeconômico. Tal distribuição pode ser interpretada como uma análise de cenários: caso ocorra o cenário utilizado, esta é a distribuição de perdas do portfólio.
4. Como não é possível prever o futuro da economia, volta-se ao primeiro passo, simula-se um novo estado da economia e refaz-se o processo, até serem cobertos todos os cenários esperados (incluindo os mais catastróficos).

# Capítulo VI

## **VI. Definição do Modelo**

### **VI.1. Recursos Disponíveis**

Na definição do modelo serão consideradas as fontes de dados e os recursos humanos e técnicos, além das saídas desejadas. Através destas análises será determinado o modelo que permita um melhor resultado, sem elevados custos de implantação e operação. O modelo deve ser inteiramente implementado no banco, para que este desenvolva sua própria tecnologia.

#### *Fontes de dados*

O banco tem um sistema de informação próprio, desenvolvido internamente na linguagem *Clipper*. Diariamente é gerado um arquivo contendo todas as operações ativas do banco, que englobam empréstimos, compra de dólares, ações em carteira, além dos variados produtos com que trabalha. São fornecidas informações relevantes a respeito destas operações, dentre as quais podemos citar:

- Valor inicial, presente e futuro
- Datas de início e fim
- Taxa da operação
- Tipo da operação (pós-fixada, pré-fixada, indexada ao dólar, indexada ao IGP-M)

Um histórico dos arquivos diários é armazenado na própria rede do banco.

#### *Classificação dos ativos*

Cada empresa com a qual a área comercial trabalha recebe um *rating*, entre zero e 6, disponibilizado a todo o banco, para consulta na forma de relatórios na *intranet*.

Nas operações realizadas pela tesouraria, que englobam operação entre bancos, compra de dólares, compra de ações e compra de títulos públicos, são determinados limites de exposição máxima em determinado ativo ou instituição. Os limites são muito subjetivos, dependendo dos interesses comerciais do banco e da avaliação do tesoureiro, tornando difícil sua quantificação.

Uma fonte de dados alternativa à utilizada pelo banco é o *Credit Rating*<sup>17</sup> fornecido pelo SERASA. Este produto analisa diferentes empresas, bancos e outras instituições quanto à sua qualidade de crédito, atribuindo um *rating* individual a cada um. Os *ratings* utilizados variam de 1 (ótimo) a 10 (*default*), sendo que a cada um é atribuída uma probabilidade de *default*. Além do *rating*, é fornecida uma matriz de transição, que no produto do SERASA é chamada de “matriz de migração”, a qual permite analisar com qual freqüência ocorrem migrações entre os diferentes níveis de *rating*.

O produto do SERASA é segmentado de acordo com o tamanho e o setor da empresa, apresentando diferentes modelos estatísticos para cada setor (indústria, comércio, serviço e primário). O produto considera, na sua análise, dados quantitativos, como relatórios contábeis, e qualitativos, como visitas à empresa, perspectivas setoriais e macroeconômicas.

### *Recursos Humanos*

A área responsável pelo cálculo do risco de crédito será a gerência de risco. Atualmente a área conta com quatro funcionários:

- um gerente de risco
- um analista de risco
- dois estagiários

Atualmente a área é encarregada do cálculo do risco de mercado e da assessoria técnica, cuja função é fornecer projeções de taxas, comunicados do Banco Central, séries históricas, além de gerar relatórios diários sobre o que ocorreu nos mercados financeiros do mundo todo no dia anterior (é dada maior ênfase ao Brasil).

Cada funcionário trabalha diariamente 9 horas: Entrada às 7h30, saída às 18h30 e almoço de 1h30. Parte do tempo disponível é empregada na rotina diária, o que normalmente acaba às 10h da manhã, quando são gerados os relatórios de risco e da assessoria técnica. O tempo restante é dedicado ao desenvolvimento de novos modelos e no aperfeiçoamento dos existentes. Portanto, existe a disponibilidade de sete horas diárias que podem ser dedicadas ao desenvolvimento do modelo de risco de crédito.

---

<sup>17</sup> DOUAT, João C. *Credit rating SERASA: enfoque e aplicações*. São Paulo. SERASA, 1999.

Durante a fase de implantação, a aferição do modelo de crédito será feita somente pelo gerente e pelo analista, e algum suporte será dado pelos estagiários, sem envolvimento direto com o modelo. Portanto, os recursos humanos disponíveis para a aferição do modelo são dois funcionários, cada um com sete horas de disponibilidade bruta.

### Recursos Tecnológicos

A ferramenta utilizada no desenvolvimento do modelo será a planilha eletrônica. A opção deve-se à grande flexibilidade deste tipo de ferramenta, permitindo que o modelo possa ser permanentemente revisado e melhorado. A experiência da área com planilhas mostra que, para a implantação de modelos, elas são muito úteis, já que são mais maleáveis, ao passo que para a operação no dia a dia elas se tornam menos eficazes do que um *software* desenvolvido especialmente para o modelo. É importante frisar que a escolha por planilhas é uma opção da área, pois estas permitem o rápido desenvolvimento de novos modelos e o fácil acesso aos cálculos envolvidos, em detrimento de uma operação mais eficaz no dia a dia.

A área conta com quatro computadores (um para cada funcionário), ligados na rede do banco. Nessa rede são disponibilizados todos os dados necessários, desde os arquivos com as operações até os relatórios da área comercial e tesouraria. Os arquivos estão todos localizados em um diretório específico, ao passo que os relatórios são disponibilizados na *intranet*.

### Saídas desejadas

O modelo deve ser capaz de fornecer um valor máximo de perda com um dado nível de confiança. Este é um conceito semelhante àquele utilizado no cálculo do *VaR* (valor em risco) do banco, porém devido à fatores relacionados exclusivamente ao crédito, ao invés do mercado. Outra informação importante que o modelo deve fornecer é a perda esperada (média) e a incerteza (desvio padrão) em relação a ela, para que seja possível gerenciar eficientemente o portfólio do banco.

O modelo será focado nas operações realizadas pela área comercial, cuja relação risco e retorno está diretamente associada ao crédito. O perfeito conhecimento do risco de crédito de um ativo é fundamental para a sua correta precificação.

## VI.2. Comparação teórica dos modelos apresentados

É importante conhecer claramente os principais pontos em comum e os pontos em que os modelos se diferenciam, o que levará à escolha de um ou de outro. A maneira pela qual os modelos são descritos faz com que seja difícil compará-los diretamente, portanto aqui serão salientadas as principais diferenças. Será analisado o modelo *CreditRisk+* versus o modelo *CreditMetrics*. O modelo *Credit Portfolio View* tem sua estrutura matemática derivada do *CreditMetrics*, não sendo necessário compará-lo diretamente com os dois primeiros. Este último modelo, apesar de utilizar-se da mesma estrutura matemática do *CreditMetrics*, é único ao fazer a ligação entre a estrutura matemática e a macroeconomia, apresentando resultados robustos tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista estatístico. Independentemente do modelo escolhido, as hipóteses que relacionam as ocorrências de *default* à macroeconomia propostas pelo *Credit Portfolio View* serão utilizadas no modelo do banco.

### Estado dos ativos

No modelo *CreditRisk+*, um ativo só possui dois estados: *default* e “não *default*”. Já no modelo *CreditMetrics* um ativo pode adquirir diferentes estados, representados pelo número de categorias de *rating* utilizadas, mais o estado de *default*.

O *CreditRisk+* afirma que as perdas sofridas decorrentes do crédito ocorrem somente quando há um *default*, e não quando há uma percepção da deterioração da qualidade de crédito do ativo.

O *CreditMetrics* incorpora as perdas sofridas pela deterioração da qualidade de crédito de um ativo, o que pode ser significativo caso seja necessário negociar um ativo antes de seu vencimento.

A perda pela deterioração da qualidade de crédito pode tanto ser teórica como efetiva. A perda é teórica se o ativo for mantido até seu vencimento e não ocorrer um *default* - todo o capital será recebido de volta. A perda é efetiva quando o ativo é vendido antes do vencimento e, por ter piorado sua qualidade de crédito, seu valor de negociação está abaixo do valor que tinha quando sua qualidade de crédito era melhor. Portanto houve uma perda, que poderia não ocorrer se o ativo fosse mantido até seu vencimento, ou que poderia ser ainda maior caso ele não fosse honrado no vencimento.

### Distribuição dos defaults

O modelo *CreditRisk+* aproxima a distribuição de *defaults* pela distribuição de *Poisson*, o que resulta em um modelo que necessita de menos cálculos, embora provoque perda de flexibilidade.

O modelo *CreditMetrics* constrói a distribuição de perdas através da simulação de Monte Carlo, gerando os diversos cenários que o portfólio pode apresentar. A simulação é utilizada porque, em grandes portfólios com diversos ativos, não é possível calcular analiticamente todos os diferentes valores possíveis do portfólio.

A diferença na abordagem refletir-se-á diretamente no tempo de computador necessário para o cálculo da distribuição, uma vez que a aproximação pela distribuição de *Poisson*, realizada pelo *CreditRisk+*, requer uma quantidade muito menor de cálculos do que a simulação. Existe aqui uma troca entre a flexibilidade do modelo e a velocidade com a qual ele é processado.

### Taxas de recuperação

O modelo *CreditMetrics* permite adicionar incerteza às taxas de recuperação, já que com a simulação é possível variar, segundo qualquer distribuição de probabilidade, a porcentagem recuperada. Já o modelo *CreditRisk+* trabalha com taxas de recuperação fixas, principalmente devido ao ajuste realizado às exposições (valor da exposição menos o valor que provavelmente será recuperado).

### Unidade de Risco

O modelo *CreditRisk+* aproxima cada exposição ao valor mais próximo da unidade de risco, enquanto que o *CreditMetrics* utiliza o valor total de cada exposição para criar a distribuição. Novamente existe uma troca entre a flexibilidade do modelo e o tempo de cálculo necessário.

### Relação com a macroeconomia

Tanto o *CreditRisk+* como o *CreditMetrics* não fazem nenhum esforço para modelar o comportamento futuro das taxas *default* através de análises macroeconômicas. Isto só ocorre no *Credit Portfolio View*, e resulta em uma maior acuracidade do modelo. Pode-se concluir que, se a economia melhorar, as taxas de *default* cairão e vice-versa. O *CreditRisk+* busca captar este efeito através da

incorporação da volatilidade nas taxas de *default*, ao passo que o *CreditMetrics* incorpora estes efeitos na matriz de transição.

O modelo *Credit Portfolio View* é o único que faz explicitamente uma conexão entre a macroeconomia e o modelo, permitindo a previsão de taxas de *default*, o que resulta em uma melhor adequação do modelo (evitando subestimar ou superestimar as perdas).

A adequação do modelo com a macroeconomia é fundamental para sua utilização segura no processo de tomada de decisões. O modelo poderia estar calculando um risco baixo, porém as previsões econômicas apontam para uma recessão, o que indica que não se deve aumentar a exposição ao crédito. As cinco hipóteses do modelo *Credit Portfolio View* são de vital importância para o correto funcionamento do modelo.

### **VI.3. Comparação Prática dos modelos**

Há aqui duas abordagens distintas: A aproximação da distribuição de *defaults* pela distribuição de *Poisson*, e a construção da distribuição de perdas através da simulação de Monte Carlo. Para comparar o quanto esta diferença impacta no resultado gerado pelos modelos, GORDY (1998) realizou um estudo comparativo da estrutura matemática dos dois diferentes modelos, cujos principais resultados e conclusões são descritos a seguir. O primeiro passo foi adaptar os dois modelos para que seus resultados pudessem ser comparados:

#### *Estados de um ativo*

Os dois modelos permitirão somente dois estados: *default* e “*não-default*”. Esta simplificação do *CreditMetrics* restringe os parâmetros que o modelo aborda, porém permite comparar os dois modelos quanto à sua estrutura matemática. Não seria possível comparar os dois modelos se a definição de perdas fosse diferente entre ambos, já que, com certeza, o resultado seria muito diferente.

#### *Construção do Portfólio*

Um portfólio deve ser determinado em três dimensões distintas:

- Qualidade de Crédito: a quantia pertencente a cada nível de *rating*.
- Quantidade de ativos: o número de diferente ativos que existe em cada portfólio.

- Concentração: quantos ativos do mesmo *rating* são afetados por um risco sistêmico comum.

Os dois modelos serão comparados em portfólios com quatro diferentes qualidades de crédito, como mostra a figura 6.1.

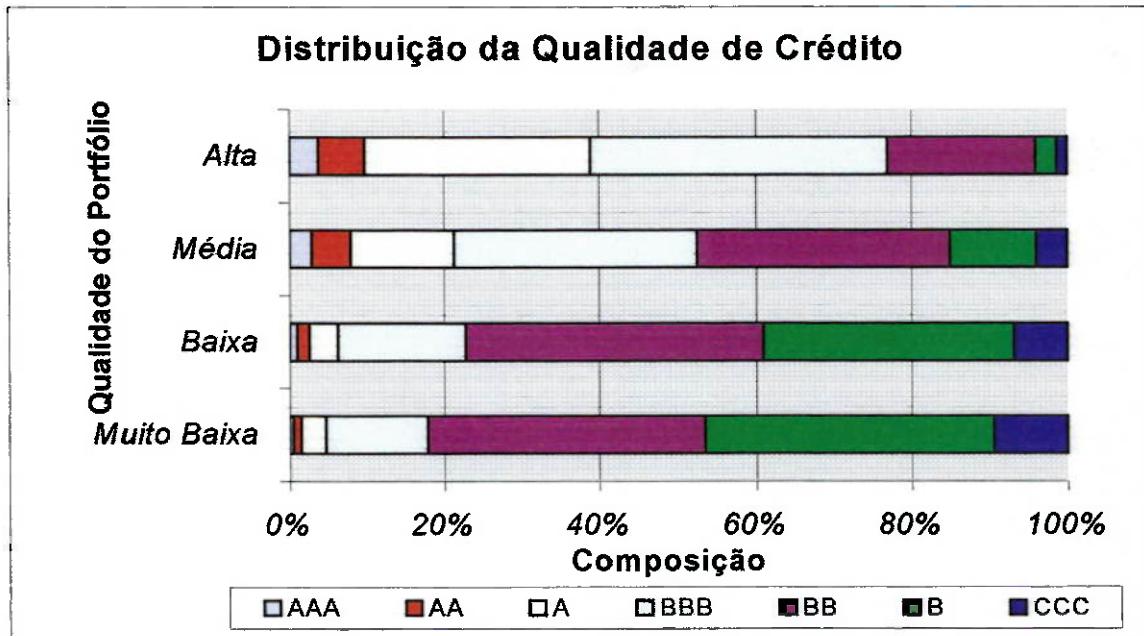


Figura 6.1: Distribuição da qualidade de crédito – Fonte: GORDY (1998)

Estes portfólios foram compostos de acordo com a classificação interna do *Federal Reserve Board*<sup>18</sup>, e visam englobar os diferentes casos existentes.

A quantidade de ativos utilizada no caso mais genérico foi 5.000, porém também foram realizados testes com 1.000 e 10.000 ativos, para verificar a robustez dos modelos.

A concentração será considerada a mesma para cada ativo de um mesmo *rating*. Todos os ativos *rating* A terão o mesmo risco sistêmico, ocorrendo o mesmo para os ativos AA e assim por diante.

Cada exposição terá o mesmo tamanho no teste mais genérico.

### Calibração dos modelos

Os modelos utilizam-se de parâmetros diferentes, portanto é importante traduzi-los para que tenham o mesmo significado matemático individualmente. Na tabela 6.1 são listados os parâmetros utilizados em cada modelo.

Rating	Experiência Histórica			Peso do Risco Sistêmico	
	Taxa de “default”	Volatilidade da taxa de “default”	Correlação	Credit Metrics	CreditRisk+
AAA	0,01%	1,40%	0,0002	0,272%	1,40%
AA	0,02%	1,40%	0,0004	0,285%	1,40%
A	0,06%	1,20%	0,0009	0,279%	1,20%
BBB	0,18%	0,40%	0,0003	0,121%	0,40%
BB	1,06%	1,10%	0,0130	0,354%	1,10%
B	4,94%	0,55%	0,0157	0,255%	0,55%
CCC	19,14%	0,40%	0,0379	0,277%	0,40%

Tabela 6.1: Parâmetros utilizados nos modelos – Fonte: GORDY (1998)

### *Principais resultados da simulação*

O caso mais genérico, para o portfólio de qualidade média, tem seus resultados apresentados na tabela 6.2. Os valores são expressos em percentual da exposição total.

	<i>CreditMetrics</i>	<i>CreditRisk+</i>
Média	0,481%	0,480%
Desvio Padrão	0,319%	0,325%
Assimetria	1,696%	1,844%
Curtose	8,137%	8,228%
<i>Intervalo de confiança</i>		
50%	0,409%	0,391%
75%	0,624%	0,612%
95%	1,089%	1,120%
99%	1,578%	1,628%
99,5%	1,795%	1,847%
99,97%	2,714%	2,736%

Tabela 6.2: Resultados do teste comparativo – Fonte: GORDY (1998)

### *Comparação quanto à Quantidade de Ativos*

Os dois modelos apresentam resultados muito parecidos, não sofrendo nenhuma grande distorção quando se varia a quantidade de ativos. Os valores testados variaram de 1.000 a 10.000 ativos.

<sup>18</sup> Órgão que regulamenta os bancos norte-americanos

*Comparação quanto à distribuição do tamanho das exposições*

Aqui variou-se o tamanho da exposição em cada ativo. Nenhum dos dois modelos mostrou-se especialmente sensível à distribuição do tamanho das exposições.

*Comparação quanto à variação das volatilidades*

Como era esperado, as perdas máximas aumentaram com o aumento da volatilidade do portfólio. Não há diferenças sensíveis no comportamento de um ou outro modelo.

*Comparação quanto à variação da unidade de risco*

O modelo *CreditRisk+* calcula o risco em valores discretos, definidos pela unidade de risco. Variações nesta unidade não alteram significativamente o resultado, sendo totalmente aceitáveis.

## ***VI.4. Critérios para adoção do modelo Inter American Express***

### ***Utilização***

O modelo será utilizado para auxiliar o gerenciamento das operações realizadas pela área comercial.

### ***Freqüência de atualização***

O modelo será atualizado quinzenalmente uma vez que alterações na qualidade de crédito não acontecem diariamente como as mudanças nos preços de mercado. A escolha pelo período foi realizada conjuntamente pelo diretor da área comercial e pelo gerente de risco, sendo quinze dias considerado um período suficientemente grande para captar eventuais mudanças na qualidade de crédito de um ativo e incorporar novas operações realizadas, sem grande perda de precisão. Ocasionalmente, pode ser necessário utilizar o modelo fora de seu ciclo normal, caso a situação de uma empresa com a qual o banco tem grande exposição pior, ou mesmo caso uma grande operação esteja sendo estudada e deseje-se saber qual é o risco adicional que o banco correrá por realizá-la.

### ***Necessidades computacionais***

Uma vez implantado o modelo, este necessitará somente de um computador para a sua operação. Como é um processo quinzenal, o cálculo pode ser realizado no período noturno (ou pelo menos sua parte mais pesada e repetitiva, em que não há necessidade de interferência do operador). Em casos extremos, podem ser disponibilizados os outros três computadores da área.

### ***Necessidades humanas***

O modelo em si deve ser utilizado por uma pessoa somente, podendo haver auxílio de outro funcionário nas análises. A configuração estabelecida a princípio é a realização dos cálculos pelo analista de risco, e a análise dos resultados obtidos por este, juntamente com o gerente de risco, para posterior divulgação.

### Classificação dos ativos

A classificação utilizada pelo modelo será fornecida pelo SERASA. A escolha desse produto deve-se aos seguintes fatores:

- **Acesso a um grande número de empresas:** o SERASA tem um grande banco de dados sobre crédito, e seu sistema de *rating* abrange mais de 4.000 empresas, o que engloba todas as empresas com as quais o banco trabalha. A grande quantidade de empresas no banco de dados gera a pronta disponibilidade das informações necessárias.
- **Caráter oficial e independência:** uma área de risco deve ser independente do banco em suas análises. Na ocorrência de uma auditoria, os valores fornecidos pelo SERASA são por si só justificáveis, ao passo que a metodologia de *rating* do banco pode ser questionada, assim como a dependência a outra área interna. Como os dados do SERASA são vendidos para várias empresas, podem ser considerados uma informação pública, configurando-se como muito robustos para o nosso modelo. É importante ressaltar que as informações fornecidas pelo SERASA não são melhores ou piores do que aquelas fornecidas pelo banco.
- **Associação com taxas de *default*:** O modelo do SERASA já faz uma associação entre os *ratings* e as taxas de *default*. Isso acelera muito o processo de medição do risco, já que não é necessário desenvolver toda uma metodologia para calcular as taxas de *default* associadas a cada *rating*.
- **Matriz de transição:** o modelo do SERASA fornece a matriz de transição, não sendo necessários cálculos extensos para a sua obtenção.
- **Segmentação do mercado:** o modelo do SERASA segmenta o mercado de acordo com o tamanho, utilizando métodos diferentes para analisar empresas diferentes, e fornecendo diferentes matrizes de transição para cada setor.

A utilização do modelo do SERASA também tem pontos negativos, dentre os quais o mais importantes é:

- **Não desenvolvimento de todo o sistema no banco:** o banco fica dependendo de terceiros para que seu sistema funcione adequadamente. O grande problema do desenvolvimento desta etapa no próprio banco é a necessidade de uma grande equipe de analistas de crédito para cobrir as inúmeras empresas. Seria muito oneroso para o banco desenvolver todo esse sistema e mantê-lo funcionando, já que

o foco não é qualificar todo tipo de empresa, e sim gerir uma carteira com exposição ao crédito.

### *Modelo de cálculo*

O modelo utilizará a simulação para calcular a perda máxima esperada. Este cálculo será feito para os níveis de confiança de 95%, 97,5% e 99%. Também serão calculadas as perdas médias esperadas e o desvio padrão. A escolha pela simulação é devida aos seguintes fatores:

- **Flexibilidade do modelo:** o modelo simulado é muito mais flexível, permitindo que novos conceitos e parâmetros possam vir a ser introduzidos. A forma de uma distribuição fechada limita novas implementações, reduzindo as possibilidades de evolução do modelo.
- **Tempo de cálculo:** o tempo de cálculo necessário para a simulação é muito maior do que aquele despendido na aproximação por uma distribuição. Isto acaba não sendo um fator limitante; já que o portfólio do banco não é grande (600 ativos na área comercial, muitos deles de uma mesma empresa), há disponibilidade de computadores e o modelo não será calculado com grande freqüência (quinzenalmente).
- **Diferentes estados de risco:** é mais abrangente a definição de risco de crédito que inclui a deterioração na qualidade de crédito como perda. Muitas vezes o banco necessita gerar caixa e, ao negociar um ativo pode estar perdendo ou ganhando dinheiro de acordo com a qualidade de crédito do ativo.
- **Incerteza nas taxas de recuperação:** a simulação permite adicionar incerteza à quantia a ser recuperada, o que reflete a realidade brasileira. Considerando que os processos de liquidação de empresas são longos e complexos, e que as garantias são duvidosas, muitas vezes não se sabe que quantia será recuperada em caso de *default*. O modelo deve ser capaz de capturar esta variação para que seu resultado seja o mais próximo da realidade.

É importante ressaltar que está sendo realizada uma troca entre o número de parâmetros do modelo por seu tempo de cálculo. Essa escolha é baseada na tentativa de reproduzir a realidade de maneira mais fiel, introduzindo no modelo as diferentes variáveis que afetam o comportamento dos eventos de crédito.

Aqui, claramente se faz uma opção pelo conceito do modelo *CreditMetrics*, em detrimento do modelo *CreditRisk+*. A escolha do modelo *CreditMetrics* também permite adotar diretamente (sem adaptações) as hipóteses do *Credit Portfolio View*, que faz uma conexão entre toda a matemática utilizada no cálculo do risco de crédito e a macroeconomia.

### ***Correlações***

O modelo deve incorporar a correlação entre os ativos, o que aumenta o risco. Como é muito difícil analisar os ativos individualmente, estes serão separados em setores (por exemplo: setor elétrico, setor automobilístico), e cada empresa terá correlação 1 com as outras do mesmo setor. Entre os diferentes setores, será determinada uma correlação segundo o cenário macroeconômico traçado pela assessoria econômica. Tal correlação será expressa por diferentes matrizes de transição para cada setor, refletindo a expectativa do banco (através de sua área de assessoria econômica) para o desdobramento do setor. Portanto, cada diferente setor utilizará uma diferente matriz de transição.

### ***Incorporação dos efeitos macroeconômicos***

O modelo incorporará as previsões macroeconômicas como uma forma de estimar as taxas de *default*. Conforme demonstrado no modelo *Credit Portfolio View*, existe grande correlação entre alguns índices macroeconômicos e as taxas de *default*.

Na área econômica do banco são realizadas as mais variadas previsões, tais como índices de inflação, taxas de desemprego, crescimento da economia, desvalorização cambial, níveis de juros etc.

De posse da previsão das taxas de *default*, é possível ajustar a matriz de transição para permitir uma melhor adequação à realidade. Mais uma vez, a escolha pela simulação permite que estes fatores sejam incorporados ao modelo.

Por determinação do gerente de risco, a previsão das taxas de *default* (ou, em outras palavras, do nível de inadimplência), incluindo o índice utilizado para esse fim, cabe à área de análise econômica do banco.

## Saídas do modelo

O modelo deve ser capaz de fornecer a perda esperada (média), o desvio padrão e a perda máxima com um dado nível de confiança. As saídas serão disponibilizadas na *intranet* do banco. Outras informações gerenciais podem ser obtidas, como exposição em cada setor, determinação das empresas nas quais estão concentradas as maiores exposições, e prazo médio do portfólio.

## Relatórios

O principal relatório utilizado pode ser visualizado na figura 6.2.

27/09/99

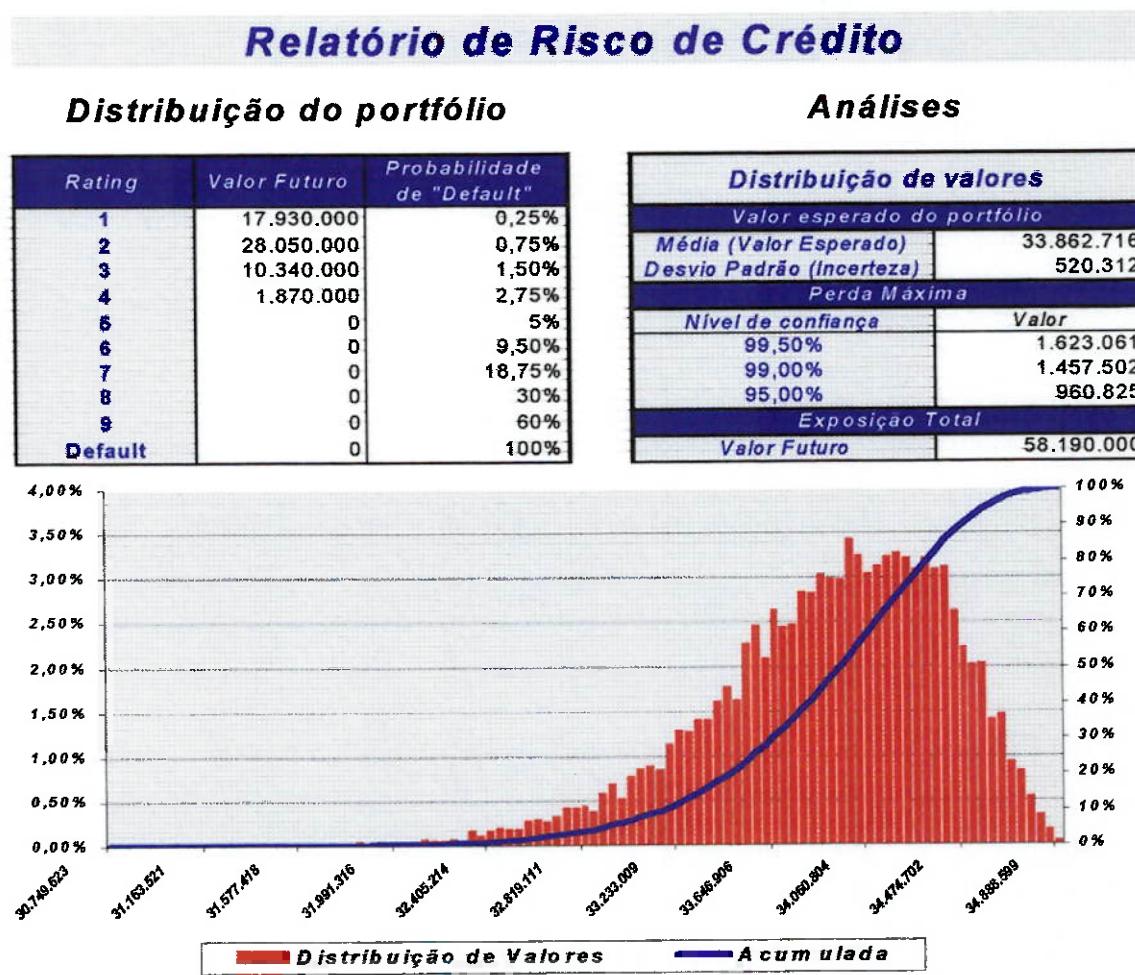


Figura 6.2: Relatório de risco de crédito - Elaborado pelo autor

O relatório principal, apresentado na figura 6.2, será disponibilizado para toda a área comercial e diretoria do banco. Outras análises serão realizadas, porém sem o compromisso periódico do relatório:

- **Simulações:** é importante a realização de simulações como ferramenta de decisão. Um empréstimo, por exemplo, pode tanto diminuir a razão risco sobre exposição total (através dos efeitos da diversificação), como aumentar essa relação (através dos efeitos da concentração). A simulação permitirá acelerar o processo de tomada de decisões, além de garantir-lhe maior embasamento.
- **Adoção de estratégias:** como o modelo “abre” o portfólio para análise, é possível segmentá-lo e visualizar a estratégia que implique no menor risco, seja através da melhoria da qualidade de crédito individual dos ativos, seja no foco de diferentes setores que diversifiquem a carteira.

## VI.5. O modelo *Inter American Express*

### O modelo

O modelo proposto ao banco *Inter American Express* é o *CreditMetrics* modificado. As modificações ocorreram devido à necessidade de adaptação ao mercado brasileiro, e também à introdução da integração à macroeconomia proposta pelo *Credit Portfolio View*. A integração provém da utilização de previsões de taxas de *default* para ajustar as matrizes de transição, conforme proposto pelo *Credit Portfolio View*. Um esquema do modelo é visualizado na figura 6.3:

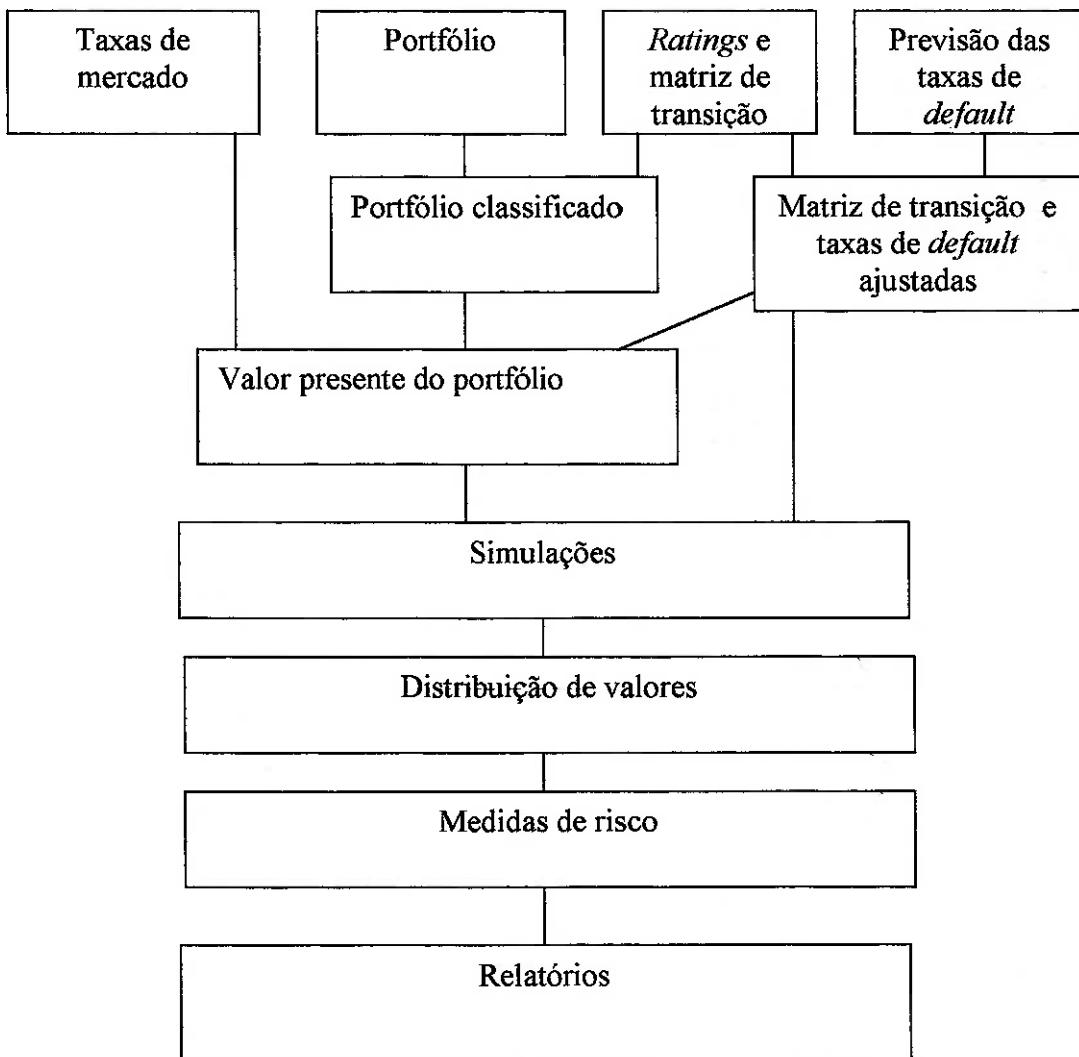


Figura 6.3: Diagrama do modelo *Inter American Express* - Elaborado pelo autor

- Taxas de mercado são as taxas livre de risco para cada prazo, fornecidas pela tesouraria.
- O portfólio engloba todas as posições sujeitas ao risco de crédito do banco, fornecido pela área de sistemas
- Os *ratings* são fornecidos pelo SERASA.
- A previsão das taxas de *default* é realizada através de análises econométricas, realizadas pela assessoria econômica.
- A área de sistemas também será responsável pela classificação do portfólio, relacionando o *rating* fornecido pelo SERASA a cada ativo do portfólio, gerando um único arquivo contendo todas essas informações.
- A adaptação da matriz de transição fornecida pelo SERASA será realizada pela assessoria econômica. Este último procedimento é uma aplicação direta do conceito proposto pelo modelo *Credit Portfolio View*.
- Obtidos todos os dados, será realizada a precificação dos ativos, de acordo com as taxas de mercado, a classificação e a probabilidade de *default* de cada um. O método utilizado para a precificação é explicado com mais detalhes no exemplo, e visa captar os efeitos que uma mudança de *rating* causa no ativo. Foi necessário desenvolver o conceito de “taxa justa”, que permitiu criar uma curva de taxas associada a cada nível de *rating*, derivada das taxas de mercado.
- Serão realizadas diversas simulações, que consistem em criar um novo portfólio, alterando aleatoriamente os *ratings* dos ativos e calculando o novo valor presente. Este procedimento é derivado do modelo proposto pelo *CreditMetrics*.
- Cada ponto obtido na simulação será interpretado como um possível valor do portfólio. Os pontos serão então classificados em ordem crescente e agrupados em classes, formando um histograma.
- Com o histograma, é possível representar graficamente a distribuição de valores.
- Com a distribuição de valores é simples calcular as medidas de risco: média (valor esperado), desvio padrão, perdas nos diferentes níveis de confiança.
- Concluído todo o cálculo do risco, este deve ser disponibilizado à área comercial e às diretorias, o que é realizado através de relatórios.

Para um melhor entendimento do modelo proposto, será realizada uma simulação com um portfólio hipotético. Os procedimentos, assim como o resultado serão visualizados a seguir.

## VI.6. Exemplo do modelo Inter American Express

### Portfólio

Para testar adequadamente o modelo, será realizada simulação com um portfólio hipotético. O portfólio foi elaborado pelo diretor de crédito como representativo dos ativos do banco. A pequena quantidade (10) foi uma exigência do banco para que este estudo pudesse ser publicado. O portfólio hipotético pode ser visualizado na tabela 6.3.

Ativo	Rating	Valor Futuro	Prazo (Meses)	Taxa Livre de Risco (%a.a.)
A	2	1.000.000,00	36	23%
B	3	2.300.000,00	28	23%
C	1	4.000.000,00	12	20%
D	4	1.700.000,00	24	22%
E	2	1.300.000,00	8	20%
F	3	2.900.000,00	13	20%
G	3	4.200.000,00	17	22%
H	2	11.700.000,00	26	22%
I	1	12.300.000,00	48	24%
J	2	11.500.000,00	36	23%

Tabela 6.3 Portfólio hipotético de ativos sujeitos ao risco de crédito - Elaborada pelo autor

O *rating* utilizado é aquele fornecido pelo SERASA, e varia de 1 a 10 - sendo 1 igual a ótimo e 10 igual a *default*. Cada *rating* tem, associadas, uma probabilidade (taxa) de *default* e uma taxa de recuperação, como mostra a tabela 6.4.

Rating	1	2	3	4	5
Prob. de default	0,25%	0,75%	1,50%	2,75%	5,00%
Taxa de Recuperação	60,00%	50,00%	40,00%	35,00%	30,00%

Rating	6	7	8	9	10
Prob. de default	9,50%	18,75%	30,00%	60,00%	100,00%
Taxa de Recuperação	25,00%	20,00%	10,00%	5,00%	0,00%

Tabela 6.4: Ratings e taxas de recuperação -Fonte: DOUAT (1999)

### Cálculo da taxa “justa”

A taxa livre de risco corresponde à taxa mínima obtida no mercado para aquele prazo. Prazos mais longos exigem taxas maiores. A taxa justa deve levar em consideração o valor no vencimento, a taxa livre de risco, a probabilidade de *default* e a taxa de recuperação. A equação que calcula a taxa justa é a seguinte:

$$\text{Taxa Justa} = \frac{(1 + \text{Taxa Livre de Risco}) - (\text{Probabilidade de default} \cdot \text{taxa de recuperação})}{(1 - \text{Probabilidade de default})} - 1 \quad (3)$$

A taxa justa reflete a menor taxa cobrada para compensar os riscos de crédito envolvidos na operação.

Como exemplo, será feito o cálculo da taxa do ativo A do portfólio hipotético:

Taxa Livre de risco: 23% a.a.

*Rating*: 2

Probabilidade de *default*: 0,75%

Taxa de recuperação: 50,00%

$$\text{Taxa justa: } \frac{(1 + 23\%) - (0,75\% \cdot 50\%)}{(1 - 0,75\%)} - 1 = 23,55\%$$

Caso o ativo tenha seu *rating* alterado para 1, sua nova taxa justa será:

Probabilidade de *default*: 0,25%

Taxa de recuperação: 60,00%

$$\text{Taxa justa: } \frac{(1 + 23\%) - (0,25\% \cdot 60\%)}{(1 - 0,25\%)} - 1 = 23,16\%$$

E, no caso de o *rating* tornar-se 3, a taxa justa será:

Probabilidade de *default*: 1,50%

Taxa de recuperação: 40,00%

$$\text{Taxa justa: } \frac{(1 + 23\%) - (1,50\% \cdot 40\%)}{(1 - 1,50\%)} - 1 = 24,26\%$$

### Valor presente

Para determinar o valor presente do ativo utiliza-se a taxa justa. A equação utilizada para o cálculo do valor presente é a seguinte:

$$\text{Valor Presente} = \frac{\text{Valor Futuro}}{(1 + i)^n}, \quad (4)$$

onde  $i$  é a taxa justa,  $n$  é o período até o vencimento (em anos), e valor futuro é o montante recebido no final do empréstimo. Para o mesmo ativo A do portfólio

hipotético, dado seu valor futuro (1.000.000,00), seu prazo (36 meses) e a taxa justa (23,55%), é possível calcular o valor presente:

$$\frac{1.000.000,00}{(1+0,2355)^{\frac{36}{12}}} = 530.218$$

caso o *rating* mudasse para 1, o valor presente seria:

$$\frac{1.000.000,00}{(1+0,2316)^{\frac{36}{12}}} = 535.320$$

e, caso o *rating* mudasse para 3, o valor presente seria:

$$\frac{1.000.000,00}{(1+0,2426)^{\frac{36}{12}}} = 521.152.$$

Portanto, quanto melhor o *rating*, maior o valor presente do ativo.

### Matriz de transição

A matriz de transição permite calcular os diferentes *ratings* para os quais um ativo pode migrar em determinado espaço de tempo, assim como uma probabilidade associada a esses valores. A matriz utilizada nas simulações é representada pela tabela 6.5.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (Default)
1	82,31%	7,94%	3,35%	2,43%	1,17%	0,95%	0,70%	0,53%	0,37%	0,25%
2	6,92%	74,20%	8,23%	3,01%	2,35%	1,43%	1,42%	1,03%	0,66%	0,75%
3	2,57%	7,21%	68,23%	8,32%	3,25%	3,11%	2,25%	2,03%	1,53%	1,50%
4	0,12%	1,37%	7,32%	62,34%	8,39%	5,20%	5,12%	4,28%	3,11%	2,75%
5	0,00%	0,00%	2,72%	17,35%	30,26%	17,34%	11,65%	8,43%	7,25%	5,00%
6	0,00%	0,00%	0,00%	1,12%	18,32%	31,43%	14,28%	13,65%	11,70%	9,50%
7	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	1,61%	5,72%	32,34%	21,34%	20,23%	18,75%
8	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,64%	1,01%	8,52%	17,51%	42,32%	30,00%
9	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,13%	13,42%	21,34%	60,00%

Tabela 6.5. Matriz de transição utilizada nos cálculos – Fonte: DOUAT (1999)

Na tabela 6.5, a coluna da esquerda representa o *rating* inicial do ativo, enquanto que a linha superior representa o *rating* do ativo após um ano. No cruzamento entre as linhas e colunas está a probabilidade de um ativo com o *rating* inicial determinado pela linha tornar-se um ativo com o *rating* determinado pela coluna. Por exemplo, um ativo *rating* 4 tem 7,32% de probabilidade de tornar-se *rating* 3 no período de um ano, e apresenta 62,34% de probabilidade de continuar *rating* 4 e 8,39% de probabilidade de

tornar-se *rating* 5. Cada linha da matriz de transição pode ser interpretada como a função distribuição de probabilidade de um ativo com um dado *rating*.

Neste exemplo, a matriz de transição não está sendo ajustada às previsões sobre o comportamento das taxas de *default*. Ao implementar no banco o modelo, a matriz de transição será ajustada, o que é função da assessoria econômica.

Através da matriz de transição, pode-se montar uma matriz de probabilidade acumulada, na qual as probabilidades de cada linha vão sendo somadas à medida que caminhamos da esquerda para a direita, conforme podemos ver na tabela 6.6.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Default
1	82,31%	90,25%	93,60%	96,03%	97,20%	98,15%	98,85%	99,38%	99,75%	100,00%
2	6,92%	81,12%	89,35%	92,36%	94,71%	96,14%	97,56%	98,59%	99,25%	100,00%
3	2,57%	9,78%	78,01%	86,33%	89,58%	92,69%	94,94%	96,97%	98,50%	100,00%
4	0,12%	1,49%	8,81%	71,15%	79,54%	84,74%	89,86%	94,14%	97,25%	100,00%
5	0,00%	0,00%	2,72%	20,07%	50,33%	67,67%	79,32%	87,75%	95,00%	100,00%
6	0,00%	0,00%	0,00%	1,12%	19,44%	50,87%	65,15%	78,80%	90,50%	100,00%
7	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	1,62%	7,34%	39,68%	61,02%	81,25%	100,00%
8	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,64%	1,65%	10,17%	27,68%	70,00%	100,00%
9	0,11%	0,11%	0,11%	0,11%	0,11%	0,11%	5,24%	18,66%	40,00%	100,00%

Tabela 6.6: Matriz de probabilidade acumulada - Elaborada pelo autor

Cada linha da matriz de probabilidade acumulada permite obter a função de probabilidade acumulada de um ativo com um dado *rating* inicial.

### Cenários

A matriz de probabilidade acumulada, permite simular os possíveis estados de um ativo, pois seu estado inicial é conhecido. A simulação começa ao gerar um número aleatório (entre 0 e 1) e procurar onde este número se encaixa na matriz de probabilidade acumulada, indicando seu *rating* no final de um ano. Por exemplo, supondo que o número aleatório obtido é 0,811 (81,10%):

- Se o ativo for *rating* 1, como 81,10% é menor do que 82,31%, então o ativo permanecerá *rating* 1.
- Se o ativo for *rating* 4, ele se tornará *rating* 6 (81,10% é maior do que 79,54% e menor do que 84,74%)

Cada número aleatório é um cenário possível para um ativo, e cada conjunto de cenários individuais (um para cada ativo do portfólio) representa um possível cenário do portfólio.

### Distribuição de valores

Uma vez gerado um cenário para um ativo, pode-se especificá-lo dentro desse contexto. Somando os valores de cada ativo, obtém-se o valor de todo o portfólio em um dado cenário. Tal valor é um ponto da distribuição de valores. Repetindo o processo inúmeras vezes obtém-se a distribuição de valores do portfólio. É inviável calcular a distribuição de modo analítico, já que existem (neste exemplo)  $10^{10}$  possíveis combinações.

Nos testes realizados, foram simulados 10.000 cenários para o portfólio. Os valores simulados foram então divididos em 100 classes (raiz de 10.000), igualmente divididas entre o maior e o menor valor. O resultado é a distribuição de valores. Para o portfólio inicial, a distribuição é mostrada na figura 6.4.

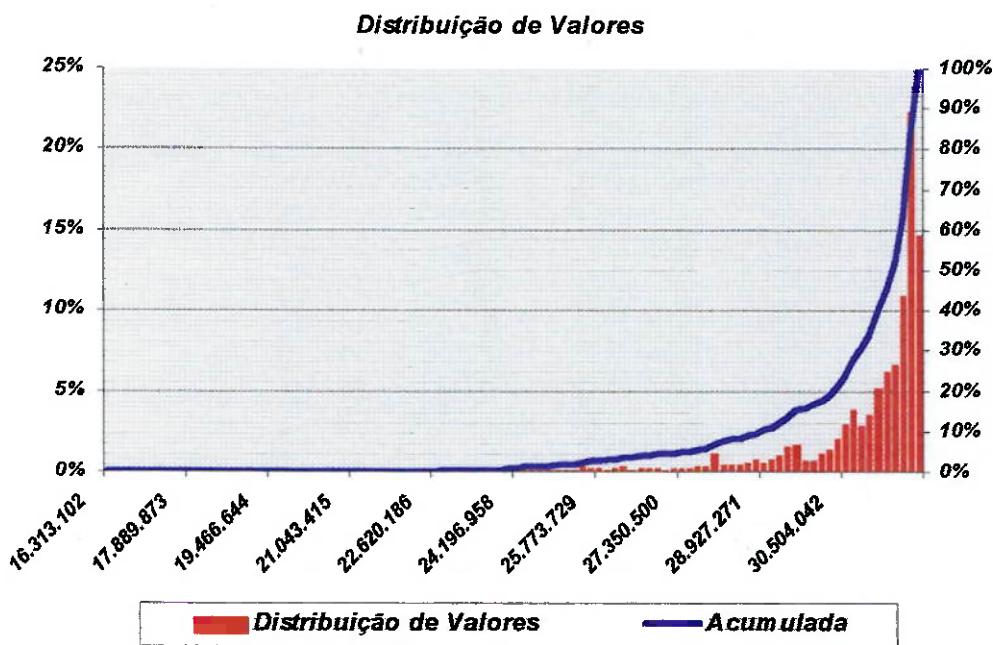


Figura 6.4: Distribuição de valores do portfólio hipotético - Elaborada pelo autor

### Medidas de Risco

Com a distribuição de valores, pode-se obter as principais medidas de risco:

- Valor esperado, ou seja, a média: 30.759.116,30 .
- Desvio Padrão: 1.590.616,13
- Valor mínimo ao nível de confiança de 5%: 27.508.177,07 (o menor valor que o portfólio atinge em 95% dos cenários possíveis).

- Perda máxima ao nível de confiança de 5%: 3.250.939,23 (valor esperado – valor mínimo com nível percentual de 5%)
- Valor mínimo ao nível de confiança de 1%: 24.196.957,56
- Perda máxima ao nível de confiança de 1%: 6.562.158,74
- Valor mínimo ao nível de confiança de 0,5%: 23.556.249,08
- Perda máxima ao nível de confiança de 0,5%: 7.192.867,22

Com a distribuição de valores e as medidas, é possível quantificar o risco de crédito. É importante lembrar que embora a matriz forneça a probabilidade de mudança de *rating* dentro de um ano, os ativos foram precificados utilizando o prazo de hoje até o vencimento. Esse método foi utilizado pois alguns ativos de curto prazo vencem antes de um ano, e não seriam considerados caso fossem precificados no final do ano.

# Capítulo VII

## VII. Análise de sensibilidade do Modelo

Para conhecer o modelo, é importante saber sua reação quando da ocorrência de alterações nos mais variados parâmetros. Comparando os diferentes resultados obtidos no exemplo do capítulo anterior com os resultados obtidos variando determinado parâmetro, pode-se saber qual é a sensibilidade do modelo a esse parâmetro.

### VII.1. Variação entre diferentes simulações

Como são realizadas simulações estocásticas, os valores obtidos nunca serão os mesmos, mesmo que todos os parâmetros sejam mantidos. Para saber como tais valores variam, foram realizadas cinco simulações mantendo todos os parâmetros constantes. O resultado do teste pode ser analisado na tabela 7.1.

Comparação					
Simulação	Média	Desvio Padrão	Valor 5%	Valor 1%	Valor 0,5%
1	30.759.116	1.590.616	27.508.177	24.196.957	23.566.249
2	30.779.173	1.587.086	27.488.504	24.295.022	23.600.787
3	30.779.753	1.575.554	27.451.831	24.371.683	23.755.654
4	30.771.428	1.592.619	27.538.512	24.323.401	23.477.319
5	30.759.448	1.602.493	27.455.761	24.255.045	23.559.237
<b>Média</b>	<b>30.769.783</b>	<b>1.589.674</b>	<b>27.488.557</b>	<b>24.288.422</b>	<b>23.591.849</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>10.134</b>	<b>9.746</b>	<b>36.417</b>	<b>66.481</b>	<b>102.161</b>
<b>Amplitude</b>	<b>20.636</b>	<b>26.939</b>	<b>86.681</b>	<b>174.726</b>	<b>278.334</b>

Tabela 7.1: Diferentes simulações com o mesmo portfólio - Elaborada pelo autor

Para comprovar estatisticamente que os resultados são os mesmos foi realizado um teste de ANOVA (Análise de Variância)<sup>19</sup>, com nível de significância de 1%, 5% e 10%. Esse teste visa responder se o método utilizado para a simulação altera significativamente os resultados. Caso os resultados sejam alterados pelo método utilizado, deve-se mudar o procedimento, aumentando o tamanho de amostras ou mesmo repensando todo o processo de cálculo. Em ambos os testes a hipótese de que as diferentes amostras são iguais foi verdadeira, como se pode verificar na tabela 7.2 (a hipótese é verdadeira quando o valor de F é menor do que o F<sub>critico</sub> calculado com um dado nível de significância).

<sup>19</sup> apud COSTA NETO (1977)

Nível de significância	F	Fcrítico
1%	1,73	3,31
5%	1,73	2,37
10%	1,73	1,944

Tabela 7.2: Resultados do teste de ANOVA - Elaborada pelo autor

Pode-se afirmar que não existe variação significativa entre as simulações, não sendo necessário realizar qualquer correção no modelo.

### VII.2. Alteração na qualidade do portfólio

É importante saber como a qualidade do portfólio impacta na distribuição de valores e nas medidas de risco. Para fazer esta análise será utilizado o mesmo portfólio inicial, com *ratings* menores, simulando uma deterioração da qualidade do portfólio. O novo portfólio foi elaborado pelo diretor de crédito do banco, visando representar um modelo real, e é apresentado na tabela 7.3.

Ativo	Rating Inicial	Novo rating simulado	Valor Final	Prazo (Meses)	Taxa Livre de Risco (%a.a.)
A	2	3	1.000.000,00	36	23%
B	3	4	2.300.000,00	28	23%
C	1	5	4.000.000,00	12	20%
D	4	6	1.700.000,00	24	22%
E	2	3	1.300.000,00	8	20%
F	3	2	2.900.000,00	13	20%
G	3	4	4.200.000,00	17	22%
H	2	5	11.700.000,00	26	22%
I	1	7	12.300.000,00	48	24%
J	2	5	11.500.000,00	36	23%

Tabela 7.3: Portfólio com qualidade deteriorada - Elaborada pelo autor

Com este novo portfólio é recalculada a distribuição de valores, representada na figura 7.1.

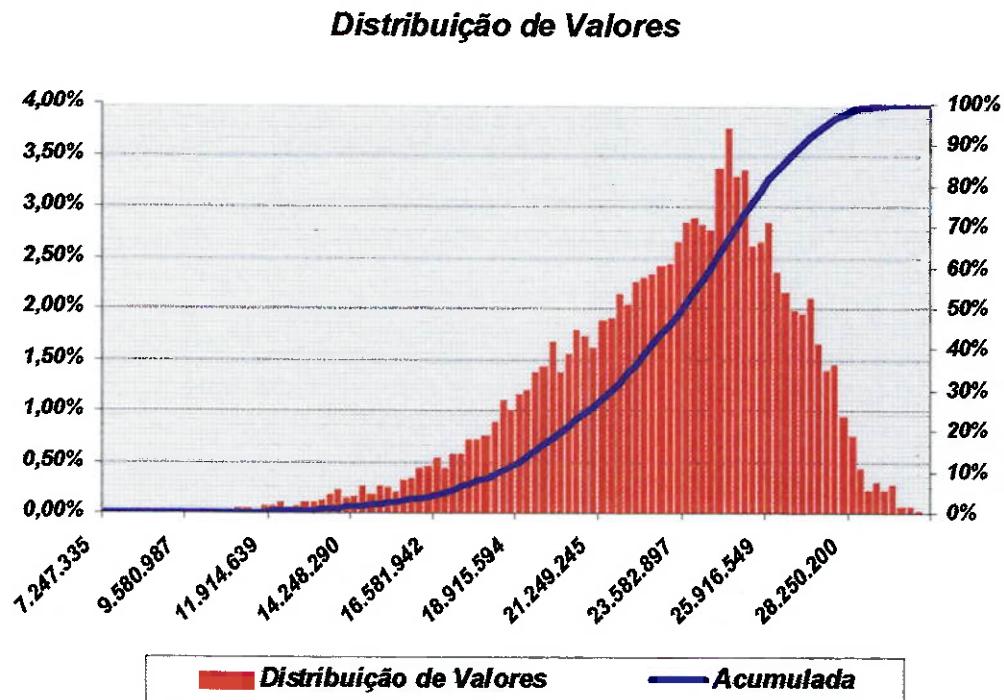


Figura 7.1: Distribuição de valores do portfólio de baixa qualidade - Elaborada pelo autor

Como mostra a figura 7.1, a distribuição de valores mudou bastante, deslocando-se para a esquerda, e com cauda mais larga. Isto significa que o valor esperado do portfólio diminuiu, e a incerteza (expressa pelo desvio padrão) aumentou, e a probabilidade de grandes perdas, concentradas na cauda esquerda, aumentou. Os novos valores das medidas de risco são:

- Valor esperado: 22.930.242,25.
- Desvio Padrão: 3.310.336,19
- Valor mínimo ao nível de confiança de 5%: 16.815.307,14
- Perda máxima ao nível de confiança de 5%: 6.114.935,11
- Valor mínimo ao nível de confiança de 1%: 13.781.559,93
- Perda máxima ao nível de confiança de 1%: 9.148.682,32
- Valor mínimo ao nível de confiança de 0,5%: 12.848.099,26
- Perda máxima ao nível de confiança de 0,5%: 10.082.143,00

### VII.3. Alteração no número de simulações

Já foi analisado como o modelo responde a alterações na qualidade do crédito. Será diminuído o número de simulações realizadas para analisar como isto impacta na sensibilidade do modelo. Serão utilizadas 1.000 simulações ao invés de 10.000. Isto implica também na redução do número de classes (de 100 para 32 – raiz de 1.000). A nova distribuição está representada na figura 7.2.

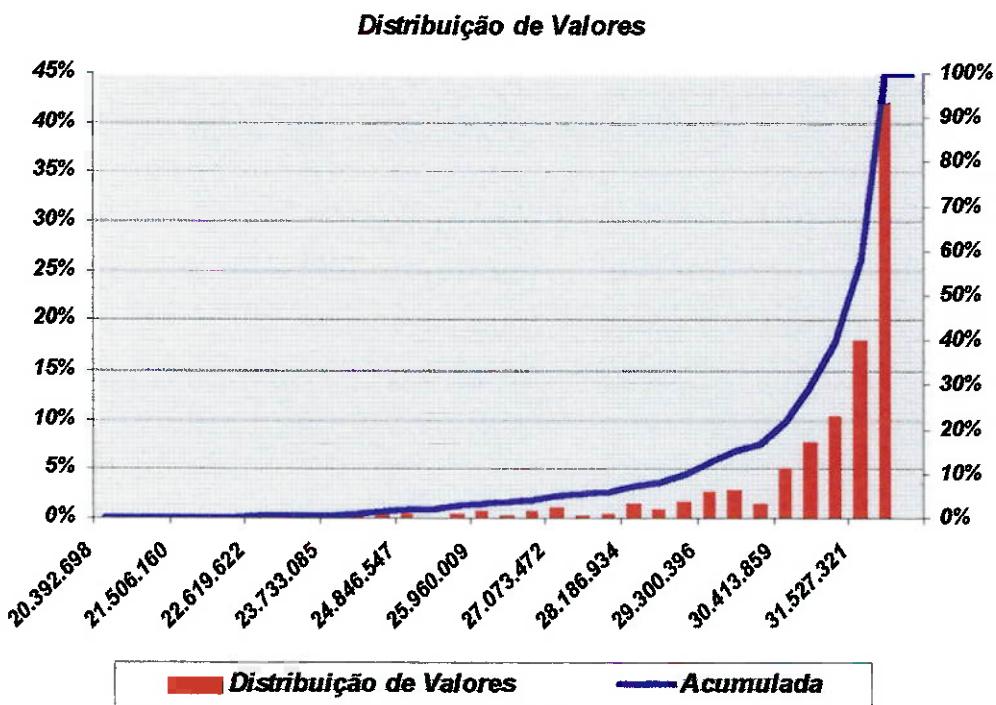


Figura 7.2 : Distribuição de valores calculada com 1.000 simulações - Elaborada pelo autor

A distribuição perdeu em precisão, porém o formato é o mesmo. Os tempos de máquina foram menores, o que neste caso não é um fator limitante. Os valores de medida de risco obtidos foram:

- Valor esperado, ou seja, a média: 30.761.400,82
- Desvio Padrão: 1.587.246,45
- Valor mínimo ao nível de confiança de 5%: 27.444.625,68
- Perda máxima ao nível de confiança de 5%: 3.316.775,14
- Valor mínimo ao nível de confiança de 1%: 24.475.392,76
- Perda máxima ao nível de confiança de 1%: 6.286.008,06
- Valor mínimo ao nível de confiança de 0,5%: 24.104.238,65

- Perda máxima ao nível de confiança de 0,5%: 6.657.162,17

O que fica claro na comparação dos resultados é que a percepção ao risco máximo diminuiu nos níveis de significância menores. O contrário ocorreu ao nível de 5%. Tanto a média como o desvio padrão apresentaram resultados semelhantes. Como as diferenças ocorreram nos menores valores de percentual, que representam o maior risco, será adotada a política mais conservadora, utilizando o maior número de simulações.

#### VII.4. Alteração na quantidade de ativos

Alterando a quantidade de ativos pode-se analisar como o modelo reage à diversificação no portfólio. A simulação foi realizada com 100 ativos, compostos pelo portfólio inicial replicado dez vezes, e cada valor individual foi dividido por 10, de forma a se obter um portfólio com mesmo valor futuro. Os diferentes ativos são totalmente independentes entre si, não havendo correlação entre eles. A distribuição obtida é representada pela figura 7.3.

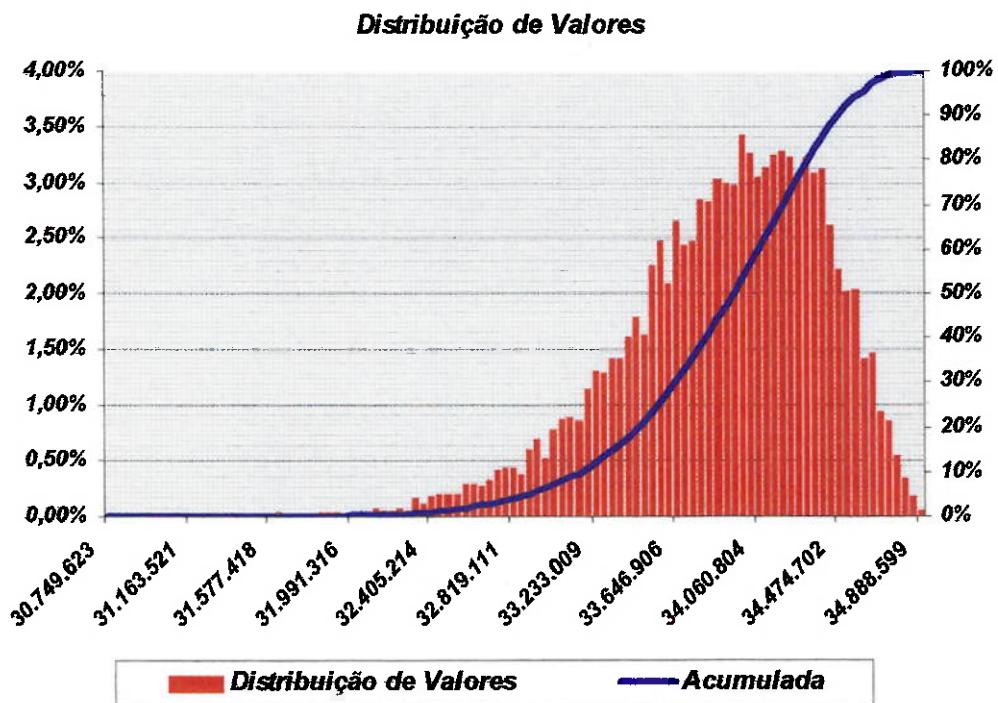


Figura 7.3 : Distribuição de valores em um portfólio diversificado - Elaborada pelo autor

A distribuição ficou bem concentrada em torno de 34.000.000,00. As grandes perdas são menos prováveis, já que a cauda da distribuição não se estende à esquerda. As novas medidas de risco são:

- Valor esperado, ou seja, a média: 33.862.715,94
- Desvio Padrão: 520.312,33
- Valor mínimo ao nível de confiança de 5%: 32.901.890,71
- Perda máxima ao nível de confiança de 5%: 960.825,22
- Valor mínimo ao nível de confiança de 1%: 32.405.213,55
- Perda máxima ao nível de confiança de 1%: 1.457.502,39
- Valor mínimo ao nível de confiança de 0,5%: 32.239.654,50
- Perda máxima ao nível de confiança de 0,5%: 1.623.061,44

Como os valores acima comprovam, a diversificação melhorou a qualidade do portfólio, tornando seu valor esperado mais alto, e o desvio padrão e as perdas máximas menores.

### VII.5. Alteração na matriz de transição

É importante saber como o modelo se comportará quando ocorrem mudanças na matriz de transição. Isto permitirá alterar a matriz de acordo com a previsão das taxas de *default* realizadas, conforme o proposto pelo *Credit Portfolio View*. Na nova matriz, é maior a probabilidade de um ativo cair de *rating*, simulando uma recessão.

A nova matriz de transição é representada na tabela 7.4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Default
1	80,42%	8,53%	4,02%	2,53%	1,24%	1,12%	0,87%	0,58%	0,41%	0,28%
2	6,23%	72,23%	9,02%	4,12%	2,56%	1,62%	1,47%	1,15%	0,75%	0,85%
3	1,13%	6,31%	65,32%	10,32%	5,12%	3,42%	2,75%	2,08%	1,80%	1,75%
4	0,07%	1,23%	5,43%	60,45%	9,45%	6,78%	5,76%	4,28%	3,55%	3,00%
5	0,00%	0,00%	1,13%	14,65%	27,63%	21,34%	12,54%	9,65%	7,56%	5,50%
6	0,00%	0,00%	0,00%	0,65%	13,64%	27,01%	21,43%	14,66%	12,61%	10,00%
7	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	1,21%	3,27%	28,75%	24,64%	22,15%	19,97%
8	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,67%	4,32%	14,76%	47,39%	32,75%
9	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,32%	9,43%	16,17%	70,00%

Tabela 7.4: Matriz de transição simulando recessão - Elaborada pelo autor

Esta nova matriz de transição também apresenta novas probabilidades de *default* para cada *rating* inicial. Por exemplo, o *rating* 1 teve sua probabilidade alterada de 0,25% para 0,28%. É importante ressaltar que o portfólio utilizado no cálculo é de boa

qualidade de crédito, não sendo muito afetado pelos *ratings* mais baixos, muito mais sensíveis a uma recessão. A nova distribuição é representada na figura 7.4.

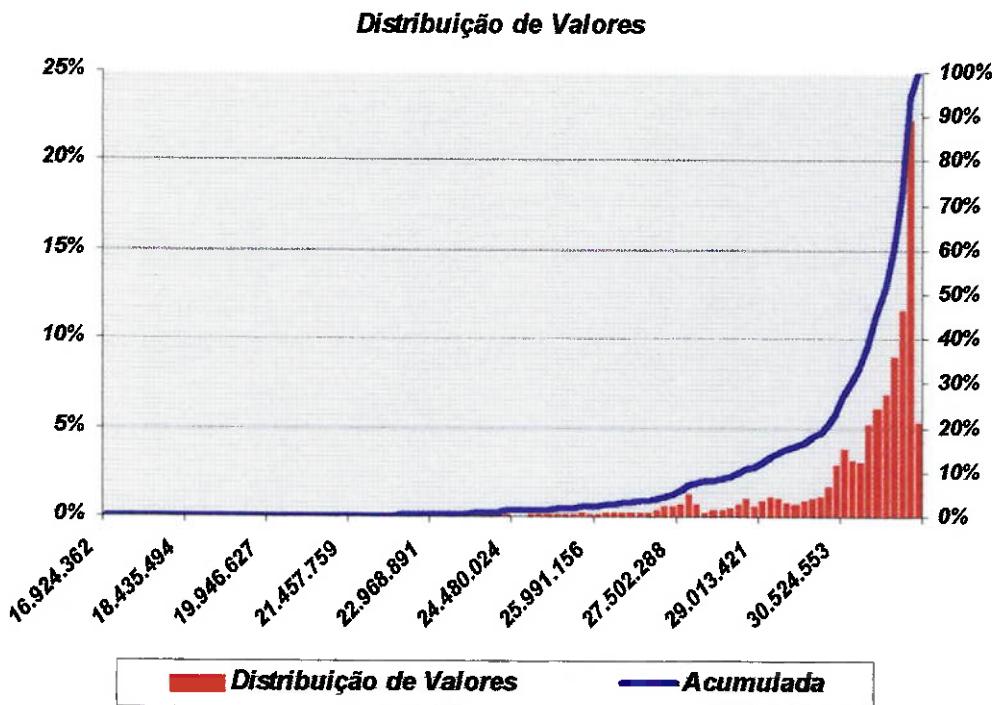


Figura 7.4: Distribuição de valores com a matriz de transição alterada - Elaborada pelo autor

Esta nova distribuição é muito parecida com a primeira obtida, o que confirma a boa qualidade de nosso portfólio. Para comparar eficientemente as diferenças, deve-se analisar as medidas de risco:

- Valor esperado, ou seja, a média: 30.645.453,91
- Desvio Padrão: 1.560.312,83
- Valor mínimo ao nível de confiança de 5%: 27.351.175,11
- Perda máxima ao nível de confiança de 5%: 3.294.278,79
- Valor mínimo ao nível de confiança de 1%: 24.177.797,15
- Perda máxima ao nível de confiança de 1%: 6.467.656,76
- Valor mínimo ao nível de confiança de 0,5%: 23.422.230,96
- Perda máxima ao nível de confiança de 0,5%: 7.223.222,95

Verifica-se uma ligeira queda no valor esperado, bem como nos valores em cada nível de confiança. Como a queda ocorreu nas duas medidas, as perdas máximas não

sofreram grandes alterações, até mesmo diminuindo. Portanto ocorreu uma diminuição do valor esperado do portfólio.

### VII.6. Avaliação das alterações

Para melhor analisar como as diferentes alterações afetam o modelo, todos os resultados foram comparados em gráfico de mesma escala, o que é representado na figura 7.5.

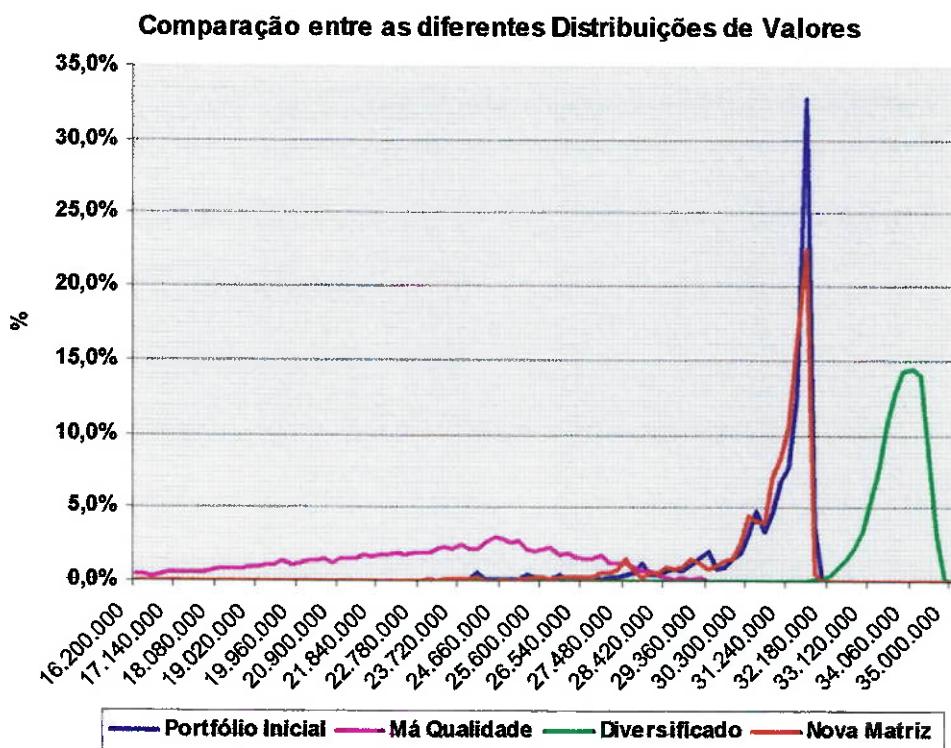


Figura 7.5: Comparação entre as diferentes simulações - Elaborada pelo autor

Analizando a figura 7.5 fica claro como um portfólio de má qualidade difere do portfólio inicial, apresentando um maior desvio padrão e também uma grande cauda, o que indica maior probabilidade de perdas extremas.

Já um portfólio diversificado apresenta um alto valor esperado, com menor incerteza (desvio padrão). O portfólio diversificado está deslocado para a direita na figura 7.5, representando maior valor esperado; seus valores estão mais concentrados em torno da média, representando um menor desvio padrão, além de quase não possuir cauda à esquerda, indicando uma pequena probabilidade de perdas extremas.

O portfólio calculado com a nova matriz de transição tem uma distribuição de valores muito semelhante àquela do portfólio inicial, ligeiramente deslocada à esquerda, refletindo uma diminuição do valor esperado.

# Capítulo VIII

## VIII. Conclusões

O estudo efetuado propôs um modelo de risco de crédito para o gerenciamento do portfólio do banco *Inter American Express*, a ser utilizado pela área de risco.

O primeiro passo no desenvolvimento do modelo foi conhecer os principais conceitos e produtos relacionados ao crédito. Depois de conhecidas as características do processo de crédito, foi realizado um levantamento dos controles de risco já existentes no banco, para que o modelo preenchesse as lacunas existentes.

Como o desenvolvimento dos modelos de risco de crédito de portfólio se intensificaram somente nos últimos dois anos, não existe um consenso sobre qual é a melhor abordagem. Com o objetivo de caracterizar os principais modelos e entender os principais conceitos envolvidos no risco de crédito, foi realizado um detalhamento dos diferentes modelos considerados relevantes e de larga divulgação no mercado.

Conhecidos os modelos, confrontou-se a teoria de cada um com a realidade do banco, para decidir qual modelo proporcionaria o melhor resultado dentro das limitações do mercado brasileiro e dos recursos do banco. No processo de decisão foram analisados os vários pontos favoráveis e desfavoráveis de cada modelo, considerando não só o resultado, como também a estrutura matemática, a conexão com a macroeconomia, as necessidades e disponibilidade de recursos, além da adequação à realidade brasileira.

O modelo escolhido, baseado na abordagem proposta pelo *CreditMetrics* e pelo *Credit Portfolio View*, foi o que melhor representou o risco de crédito, utilizando um conceito mais abrangente que assinala perdas tanto na ocorrência de um *default* como na deterioração da qualidade de crédito. Para o completo entendimento do funcionamento do modelo foi realizada uma simulação, baseada em um portfólio determinado pelo diretor executivo de crédito, com as mesmas características dos ativos do banco.

As maiores dificuldades ocorreram na adaptação do modelo à necessidade brasileira. Como não existem curvas de taxas associadas a cada nível de *rating*, foi necessário o desenvolvimento do conceito de “taxa justa”, que permite contabilizar as perdas decorrentes da deterioração da qualidade de crédito.

Com o modelo definido, era importante saber como as diferentes variáveis afetariam o cálculo do risco de crédito. Para responder a esta questão, foram realizadas diferentes análises sobre a sensibilidade do modelo, que permitiram ao gestor do portfólio saber em quais variáveis deve atuar para diminuir sua exposição ao risco.

O modelo proposto é simples de ser implantado no banco. As maiores dificuldades ocorrerão na validação prática do modelo, já que o sistema de *rating* do SERASA utilizado no modelo é muito recente, não sendo possível realizar um teste com os dados passados, o que exige que o modelo passe por um período de calibração, no qual os resultados serão comparados com a realidade até os parâmetros se tornarem estáveis. Não há um período pré-determinado para tal procedimento, porém é esperado pelo banco que não demore mais do que seis meses.

Há uma tendência do governo em criar facilidades à concessão de crédito nos próximos anos, como uma forma de estimular a economia. A adoção do modelo representará uma vantagem competitiva ao banco, já que permitirá a adoção de taxas justas na concessão de crédito, muitas vezes abaixo das praticadas pela concorrência, proporcionando ganhos mercadológicos e financeiros.

# Bibliografia

## **IX. Bibliografia**

1. ANDO, Ernesto T. **Rating de risco de crédito.** São Paulo. Disclosure das Transações Financeira, 1996.
2. COSTA NETO, Pedro Luiz Oliveira. **Estatística.** São Paulo. Edgard Blucher, 1977.
3. CREDIT SUISSE FINANCIAL PRODUCTS. **CreditRisk+: a credit risk management framework.** London. Credit Suisse Financial Products, 1997.
4. DOUAT, João C. **Credit rating SERASA: enfoque e aplicações.** São Paulo. SERASA, 1999.
5. ELTON, Edwin J.; GRUBER, Martin J. **Modern portfolio theory and investment analysis.** New York, John Wiley & Sons, 1.991.
6. FORTUNA, Eduardo. **Mercado financeiro: produtos e serviços.** Rio de Janeiro. Qualitymark, 1998.
7. GORDY, Michael B. **A comparative anatomy of credit risk models.** Washington. Board of Governors of the Federal Reserve System, 1998.
8. GUIMARÃES, Renata N. **Desenvolvimento e estudo de viabilidade de um novo negócio bancário.** São Paulo, Trabalho de Formatura – EPUSP/Departamento de Engenharia de Produção, 1.995.
9. GUPTON, Greg M.; FINGER, Christopher C.; BHATIA, Mickey. **CreditMetrics – technical document.** New York. J.P. Morgan & Co. Incorporated, 1997.
10. LONGERSTAEY, Jacques. **RiskMetrics – technical document.** New York. J.P. Morgan & Co. Incorporated, 1996.
11. MCKINSEY & COMPANY INC. **Credit Portfolio View: a credit portfolio risk measurement & management approach.** New York. McKinsey & Company Inc, 1998.
12. WILSON, Thomas C. **Measuring and managing credit portfolio risk.** Philadelphia. RMA, 1997.