

MARCEL FOGAÇA DE OLIVEIRA

MODELAGEM DE BASE DE PERDAS DE RISCO OPERACIONAL

São Paulo

2011

MARCEL FOGAÇA DE OLIVEIRA

MODELAGEM DE BASE DE PERDAS DE RISCO OPERACIONAL

Dissertação apresentada no MBA em
Engenharia Financeira da Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo – Poli/USP

Orientador:

Prof. Dr. Oswaldo Luiz do Valle Costa

São Paulo

2011

À minha esposa e filho, Rosiley e Rafael,
com muito amor.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Oswaldo Luiz do Valle Costa pelos ensinamentos, pela oportunidade de realizar este trabalho e pelo exemplo de competência acadêmica.

À banca examinadora pela análise e contribuições.

Aos professores pelos ensinamentos em sala de aula.

À minha esposa e filho, Rosiley e Rafael, pelo apoio e incentivo para a realização deste curso.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO	5
3. ESCLARECIMENTOS.....	6
3.1. COMITÊ DE SUPERVISÃO BANCÁRIA DE BASILEIA	6
3.2. RISCO OPERACIONAL	7
3.3. BASE DE PERDAS DE RISCO OPERACIONAL.....	7
4. CONCEITOS / MODELOS UTILIZADOS.....	8
4.1. DESVIO-PADRÃO E VARIÂNCIA.....	8
4.2. PERDA OPERACIONAL TOTAL	9
4.3. VAR (VALUE AT RISK).....	10
4.4. METODO DE MONTE CARLO	12
4.5. PERDA GERADA POR FALHAS OPERACIONAIS	13
4.6. CÁLCULO ANALÍTICO DE $F_z(z)$	14
4.7. DISTRIBUIÇÃO DE POISSON	18
4.8. DISTRIBUIÇÕES PARA O CÁLCULO ANALÍTICO	19
4.9. GERAÇÃO DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS	22
4.10. CASO EM QUE $n > 1$	23
4.11. TESTES DE STRESS.....	25
4.11.1. APLICAÇÃO DO MODELO PARAMÉTRICO.....	25
4.11.2. APLICAÇÃO DO MODELO NÃO PARAMÉTRICO.....	29
5. DESCRITIVO DA BASE DE PERDAS ANALISADA.....	31
6. MODELAGEM DA BASE DE PERDAS DE RISCO OPERACIONAL	32
6.1. PARÂMETROS UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES.....	32
6.2. CÁLCULO DO RISCO OPERACIONAL DE FORMA ANALÍTICA.....	32
6.3. CÁLCULO DO STRESS DO RISCO OPERACIONAL.....	34
6.4. CÁLCULO DO RISCO OPERACIONAL COM O MÉTODO DE MONTE CARLO	35
6.5. QUADRO RESUMO DOS CÁLCULOS	37
7. CONCLUSÕES	38
7.1. MÉTODO ANALÍTICO	38
7.1.1. VANTAGENS DO MÉTODO ANALÍTICO	38
7.1.2. DESVANTAGENS DO MÉTODO ANALÍTICO	38
7.2. MÉTODO POR SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO	39
7.2.1. VANTAGENS DO MÉTODO POR SIMULAÇÃO.....	39
7.2.2. DESVANTAGENS DO MÉTODO POR SIMULAÇÃO	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXO I – DESCRITIVO DAS OPERACIONAIS ANALISADAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

A Resolução 3.380 de 29/06/2006 do Banco Central do Brasil, em consonância com as recomendações do Comitê de Basiléia, traz nos seus artigos a estrutura para a gestão de risco operacional, o qual, se aplicada adequadamente, proporciona ao Banco a minimização dos riscos operacionais e de imagem, bem como a redução de perdas decorrentes de riscos operacionais.

Para minimizar altos impactos financeiros decorrentes de falhas operacionais, foi definido pelo Banco Central do Brasil que cada instituição financeira brasileira deve alocar capital conforme um dos três modelos adotados pelo Comitê da Basiléia: Método de Indicador Básico, Método Padronizado ou Método de Mensuração Avançada.

A partir de 2011 foi permitida às instituições financeiras brasileiras a inscrição no Banco Central do Brasil no Método de Mensuração Avançada. A utilização deste método proporciona maior redução do capital alocado para mitigação de perdas operacionais e, por outro lado, estabelece um nível de exigência maior na gestão de risco operacional e na modelagem da base de perdas de risco operacional.

O Comunicado do Banco Central do Brasil nº 19.217 de 27/12/2009 estabelece que a base de dados de perdas internas deve estar estruturada para permitir o mapeamento por meio de critérios consistentes.

2. OBJETIVO

Calcular o Var de uma "Instituição Financeira" com base em uma amostra de perdas operacionais fictícia.

São calculados o VaR de três formas diferentes: a) pelo modelo paramétrico, utilizando uma formulação analítica; b) estressando o modelo paramétrico; c) pelo modelo não paramétrico, utilizando simulações de Monte Carlo.

3. ESCLARECIMENTOS

3.1. COMITÊ DE SUPERVISÃO BANCÁRIA DE BASILEIA

Segundo o site Wikipédia, out 2011, o Comitê de Supervisão Bancária de Basileia (BCBS - *Basel Committee on Banking Supervision*) é uma organização que congrega autoridades de supervisão bancária, visando a fortalecer a solidez dos sistemas financeiros.

Foi estabelecido em 1974 pelos presidentes dos bancos centrais dos países do Grupo dos Dez (G-10). Normalmente se reúne no Banco de Compensações Internacionais, na Basileia, Suíça, onde se localiza sua secretaria permanente. Nesse comitê, são discutidas questões relacionadas à indústria bancária, visando estabelecer padrões de conduta, melhorar a qualidade da supervisão bancária e fortalecer a solidez e segurança do sistema bancário internacional.

A primeira reunião do Comitê da Basileia ocorreu em fevereiro de 1975, sendo que, a partir de 1981, os resultados das reuniões começaram a ser publicados anualmente por meio de relatórios sobre os avanços ocorridos na supervisão bancária. Ainda em 1975, foi elaborado o documento intitulado "Concordat", que visava estabelecer diretrizes para o desenvolvimento dos trabalhos do Comitê e instituiu dois princípios, que todo estabelecimento bancário no exterior deveria ser supervisionado e a supervisão deveria ser adequada.

Desde seu surgimento, o BCBS constituiu-se em um fórum de discussão para o melhoramento das práticas de supervisão bancária, buscando aperfeiçoar as ferramentas de fiscalização internacionalmente. Apesar de não ter autoridade para fazer cumprir suas recomendações, a maioria dos países, membros ou não, tendem a implementar as políticas ditadas pelo Comitê.

O Comitê de Basileia é constituído por representantes de autoridades de supervisão bancária dos bancos centrais de Bélgica, Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Países Baixos, Suécia, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos, além de Luxemburgo e Espanha, que não são membros do G-10.

(Wikipédia, http://pt.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%AA_da_Basil%C3%A9ia)

3.2. RISCO OPERACIONAL

A Resolução do Banco Central do Brasil nº 3.380 de 29/06/2006, define Risco Operacional como o risco de perdas resultantes de falha, deficiência ou inadequação de processos internos, pessoas e sistemas, ou de eventos externos. Esta definição inclui o risco legal, em função de inadequação ou deficiência de contratos, descumprimento de dispositivos legais e indenizações a terceiros, mas exclui o risco estratégico e de reputação.

3.3. BASE DE PERDAS DE RISCO OPERACIONAL

Conforme o Comunicado do Banco Central do Brasil nº 19.217 de 27/12/2009, a base de perdas de risco operacional é constituída pelo conjunto de informações relevantes para o Método de Mensuração Avançado e para o gerenciamento do risco operacional, incluindo eventos e perdas de risco operacional, bem como quase perdas, ganhos operacionais, custos de oportunidade e receitas perdidas decorrentes de situações que poderiam ter resultado em eventos de risco operacional.

Estão incluídas na base de risco operacional informações referentes aos dados internos, dados externos, análise de cenário e fatores de controles internos e ambiente de negócios.

4. CONCEITOS / MODELOS UTILIZADOS

4.1. DESVIO-PADRÃO E VARIÂNCIA

Segundo Freund (2006, p.86), o desvio-padrão, de longe é a medida de dispersão geralmente mais útil, observamos que a dispersão de um conjunto de dados é pequena se os valores estão bem concentrados em torno de uma média e é grande se os valores estão muito espalhados em torno da média. Poderia, assim, parecer razoável medir a variação de um conjunto de dados em termos das quantidades pelas quais os valores desviam de sua média. Se um conjunto de números $x_1, x_2, x_3, \dots, e x_n$, constitui uma amostra com media $\bar{x}$, então as diferenças $x_1 - \bar{x}, x_2 - \bar{x}, x_3 - \bar{x}, \dots, e x_n - \bar{x}$, são denominadas desvios da média, e poderíamos tomar sua média como uma medida da variabilidade da amostra. Infelizmente, isso não funciona. A menos que os x sejam todos iguais, alguns desvios da média serão positivos, outros serão negativos.

Como estamos interessados na magnitude dos desvios, e não no fato de eles serem positivos ou negativos, poderíamos simplesmente ignorar os sinais e definir uma medida da variação em termos dos valores absolutos dos desvios da média. De fato, se somarmos os desvios da média como se fossem todos positivos ou zero e dividirmos por n , obteremos a medida estatística denominada desvio médio. Essa medida tem um apelo intuitivo mas, por causa dos valores absolutos, leva a sérias dificuldades teóricas em problemas de inferência e raramente é usada.

Uma abordagem alternativa é trabalhar com os quadrados dos desvios da média, já que isso também elimina o efeito dos sinais. Os quadrados de números reais não podem ser negativos; de fato, os quadrados dos desvios de uma média são todos positivos, a menos que aconteça de algum dos valores coincidirem com a média. Então, se tornarmos a média dos quadrados dos desvios da média e extraírmos a raiz quadrada do resultado

(para compensar o fato de termos tomado os quadrados dos desvios) obteremos:

$$\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}} \quad (01)$$

e é assim que tradicionalmente se definia o desvio-padrão. Expressando literalmente o que fizemos aqui matematicamente, isso também é denominado o “desvio da raiz dos quadrados médios”.

Hoje em dia, é costume modificar essa fórmula dividindo a soma dos quadrados dos desvios por $n - 1$, em vez de dividir por n . Seguindo esta prática, definimos o desvio-padrão amostral, denotado por s , como:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (02)$$

O quadrado do desvio-padrão amostral é denominado variância amostral, e é apropriado denotá-la por s^2 . Não há necessidade de dar uma fórmula em separado para a variância amostral, que é simplesmente dada pela mesma fórmula do desvio-padrão amostral

4.2. PERDA OPERACIONAL TOTAL

Segundo Costa (2007, p.2), uma forma de mensurar o risco operacional seria através da análise da frequência da ocorrência de cada evento associado ao risco operacional e a severidade causa por cada ocorrência. A combinação da distribuição da frequência x distribuição das severidades leva à distribuição das perdas agregadas. As distribuições usuais para a frequência são Poisson, binomial, geométrica, distribuições para eventos extremos e, para a severidade, a lognormal, pareto, exponencial e distribuições para eventos extremos.

Classificando as perdas como sendo do tipo 1 até tipo n , e denotando por Z_T a perda total, tem-se que:

$$Z_T = \sum_{i=1}^{N_1} Y_{1,i} + \dots + \sum_{i=1}^{N_n} Y_{n,i} \quad (03)$$

Onde:

1. N_k é a variável aleatória que representa o número de ocorrências do tipo k .
2. $Y_{k,i}$ é a variável aleatória que representa a $i^{ésima}$ perda associada à ocorrência do tipo k .

4.3. VAR (VALUE AT RISK)

Segundo Cruz (2005, p.124), à medida que os instrumentos no mercado financeiro se tornam cada vez mais sofisticados e o impacto que eles podem ter sobre as instituições financeiras é devastador, os bancos desenvolveram metodologias para combinar todos os riscos numa única medida, chamada VaR. Do ponto de vista do risco de mercado, essa ferramenta de risco basicamente tenta responder a pergunta "O quanto podemos perder dado o nosso portfólio atual, até um determinado nível de confiança ao longo de um determinado período de tempo?" Talvez esta seja a maior vantagem do VaR: tentar colocar numa medida única, fácil de entender, o *downside risk* de um banco baseado nas variáveis do mercado financeiro. Em poucas palavras, o VaR resume a perda máxima esperada ao longo de um horizonte alvo dentro de um determinado intervalo de confiança.

Ao medir o VaR de mercado, precisamos estabelecer um intervalo de confiança (99%, 95%, etc.), fixar um horizonte de tempo (10 dias, 1 dia, etc.) medir a volatilidade dos fatores de risco (taxa de juros de seis meses,

uma ação específica, etc.) e conhecer a posição de cada ativo marcado a mercado.

Falando em linhas gerais, considerando que o nosso portfólio seja composto exclusivamente por 10 milhões de ações ABCD comprada a \$10 cada (e o mercado hoje fechou a \$10), com volatilidade de 20% e para um período de 10 dias com 99% de confiança, a perda máxima seria aproximadamente de \$9,2 milhões. Esse tipo de informação é especialmente importante quando se aumenta a sofisticação de um portfólio, além de ajudar em diversas decisões.

No entanto, as diferenças do VaR de mercado em relação ao VaR operacional são notáveis, apesar dos benefícios serem os mesmos. Nos mercados financeiros, na maioria dos casos, os preços são contínuos, o que significa que se pode ter uma cotação contínua de preços desde que o mercado esteja aberto. Em termos probabilísticos, os eventos em geral seguirão um processo estocástico conhecido como movimento Browniano.

Por outro lado, no risco operacional, os eventos seguem um padrão discreto. Os processos estocásticos em que baseia o risco operacional são processos de Poisson, processos mistos de Poisson, processos de Cox, etc. Esses processos mudam a maneira pela qual o risco é calculado em relação ao VaR de mercado, mas eles não alteram o conceito de VaR.

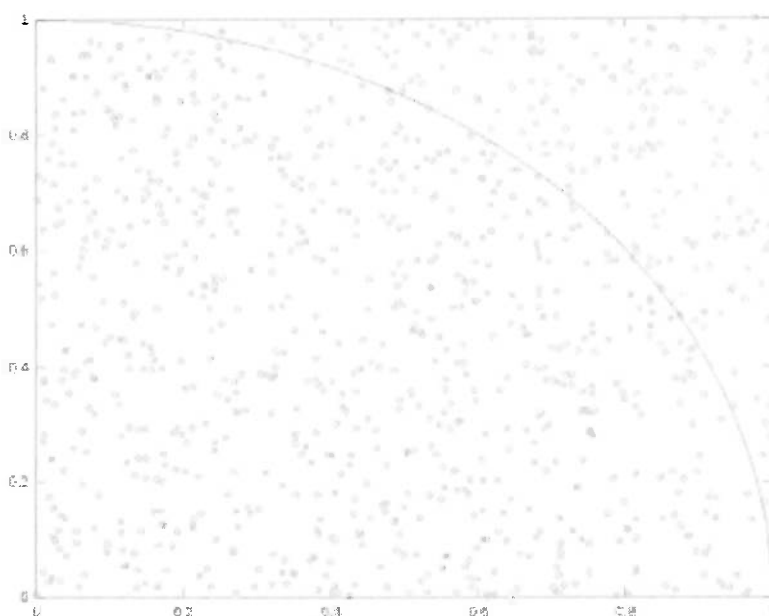
Uma outra diferença notável é que no VaR de mercado podemos saber (ou fazer teste de estresse) como possíveis mudanças de preço nos fatores de risco do Risco Operacional afetam o VaR.

4.4. METODO DE MONTE CARLO

Segundo Kuhl (2010, p.01) O Método de Monte Carlo é em geral associado à resolução numérica de um problema baseada em repetidas amostragens aleatórias. Números pseudo-aleatórios podem ser gerados computacionalmente, permitindo a simulação de modelos complexos.

Deseja-se calcular a área de um quarto de círculo de raio 1. A resposta, $\pi/4$, é conhecida, mas vamos mesmo assim ilustrar o uso da simulação para resolver o problema. Assuma que um bom gerador de números pseudo-aleatórios está disponível. Com uso deste gerador, sorteia-se uma quantidade grande de pontos uniformemente distribuídos no quadrado unitário e conta-se a fração destes pontos cuja distância à origem é menor do que 1. A figura 4.4 mostra 1.000 pontos uniformemente distribuídos, com os pontos distando menos do que 1 da origem em azul (parte inferior esquerda) e os restantes em vermelho (parte superior direita).

Figura 4.4: Tentativa e erro com 1.000 pontos. $\pi/4 \approx 0,78400$



No caso da figura 4.4, há 784 pontos azuis (parte inferior esquerda) e portanto a aproximação para $\pi/4$ obtida é 0,78400, cujo valor exato (com 5 dígitos) é 0,78540. Se repetíssemos este experimento sorteando mais

1.000 pontos uniformemente distribuídos no quadrado unitário, o resultado não seria o mesmo.

O exemplo anterior pode ser formalizado com conceitos da teoria de probabilidade, possibilitando a generalização das idéias discutidas com o uso de abstração matemática. Considere o experimento de se sortear um número uniformemente distribuído no quadrado unitário. Defina X como sendo a *variável aleatória* que assume os valores 1 se o resultado do experimento tiver módulo menor do que um e 0 caso contrário.

Temos portanto um ensaio de Bernoulli onde a probabilidade de sucesso $X = 1$ é $\pi/4$ (que é também o valor esperado X). Se realizarmos N ensaios independentes, então a média de sucessos é uma variável aleatória cujo valor esperado é o valor esperado de X . Da *lei dos grandes números* segue que, quando $N \rightarrow \infty$, esta média converge para o valor esperado de X com probabilidade 1.

4.5. PERDA GERADA POR FALHAS OPERACIONAIS

Costa (2007, p.3), denota por Z a variável aleatória e representa a perda gerada por falhas operacionais em um determinado período de tempo. Essa perda pode ser decomposta como:

$$Z = \sum_{i=1}^N Y_i, \quad (04)$$

onde N é a variável aleatória que representa o número de ocorrência de falhas operacionais, e Y_i a variável positiva que representa o valor da *iésima* perda. Assumiremos que $\{Y_1, Y_2, \dots\}$ são variáveis aleatórias independentes e igualmente distribuídas, com função densidade de probabilidade $f_Y(y)$, independente também de N , cuja função massa de probabilidade será representada por $p_N(n)$.

A função distribuição de Y_i será representada por $f_Y(y)$, de modo que:

$$F_Y(y) = \int_0^y f_Y(u) du \quad (05)$$

Também segue que:

$$P(N = n) = p_N(n), \quad n = 0, 1, \dots \quad (06)$$

Basicamente os algoritmos que serão descritos a seguir têm por objetivo calcular por aproximações numéricas a função distribuição $f_Z(z)$ de Z , isto é, deseja-se calcular:

$$f_Z(z) = P(Z \leq z) = P\left(\sum_{i=1}^N Y_i \leq z\right) \quad (07)$$

4.6. CÁLCULO ANALÍTICO DE $F_Z(z)$

Segundo Costa (2007, p.4), para os cálculos a seguir deve-se lembrar a fórmula do valor esperado condicional para quaisquer variáveis aleatórias S e T , tem-se que:

$$P(S \leq s) = E(P(S \leq s|T)) \quad (08)$$

Inicialmente vamos recordar como se calcula a função distribuição $F_U(u)$ de $U = V + R$, onde V e R são variáveis aleatórias positivas independentes com função densidade de probabilidade respectivamente $f_V(v)$ e $f_R(r)$, e função distribuição $F_V(v)$ e $F_R(r)$ respectivamente.

Segue a fórmula do valor esperado condicional que:

$$\begin{aligned}
 F_U(u) &= P(U \leq u) = P(V + R \leq u) \\
 &= E(P(V + R \leq u | R)) \\
 &= \int_0^{\infty} P(V + R \leq u | R = r) f_R(r) dr \\
 &= \int_0^{\infty} P(V \leq u - r | R = r) f_R(r) dr \quad (09)
 \end{aligned}$$

Como V e R são independentes, segue que $P(V \leq u - r | R = r) = P(V \leq u - r) = F_V(u - r)$. Mais ainda como V é uma variável aleatória positiva, basta calcular a integral até u . Logo:

$$F_U(u) = \int_0^u F_V(u - r) f_R(r) dr \quad (10)$$

Voltemos ao cálculo de $f_Z(z) = P(Z \leq z) = P(\sum_{i=1}^N Y_i \leq z)$. Vamos escrever $Z_n = \sum_{i=1}^n Y_i$ e $F_n(z)$ a função distribuição de Z_n . Logicamente Z_n pode ser escrita como $Z_n = Z_{n-1} + Y_n$, com Z_{n-1} e Y_n variáveis aleatórias positivas e independentes entre si. Aplicando a equação $F_U(u) = \int_0^u F_V(u - r) f_R(r) dr$, tem-se para $n = 1, 2, \dots$,

$$F_n(z) = \int_0^z F_{n-1}(z - r) f_Y(r) dr \quad (11)$$

Aplicando-se novamente a fórmula do valor esperado condicional $P(S \leq s) = E(P(S \leq s|T))$ e lembrando que por hipótese $Y_1, Y_2, \dots$ e N são independentes, segue que:

$$\begin{aligned}
 F_Z(z) &= E(P(Z \leq z|N)) \\
 &= E\left(P\left(\sum_{i=1}^N Y_i \leq z|N\right)\right) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} P\left(\sum_{i=1}^n Y_i \leq z|N=n\right)p_N(n) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} P\left(\sum_{i=1}^n Y_i \leq z\right)p_N(n) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} P(Z_n \leq z)p_N(n) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} F_n(z)p_N(n)
 \end{aligned} \tag{12}$$

Onde denota-se a conversão que $F_0(z) = 1$. Portanto a fórmula analítica para $F_Z(z)$ é dada por:

$$F_Z(z) = \sum_{n=0}^{\infty} F_n(z)p_N(n) \tag{13}$$

Com $F_n(z)$ dada pela forma recursiva por:

$$F_n(z) = \int_0^z F_{n-1}(z-r)f_Y(r)dr \tag{14}$$

Para o cálculo da perda esperada, deve-se notar inicialmente que:

$$\begin{aligned}
 E(Z_n) &= E\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right) \\
 &= \sum_{i=1}^n E(Y_i) \\
 &= nE(Y_1)
 \end{aligned} \tag{15}$$

Da fórmula do valor esperado condicional segue que a fórmula analítica para a perda esperada é dada por:

$$\begin{aligned}
 E(Z) &= E(E(Z|N)) \\
 &= E\left(E\left(\sum_{i=1}^N Y_i | N\right)\right) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} E\left(\sum_{i=1}^n Y_i | N = n\right) p_N(n) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} E\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right) p_N(n) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} E(Z_n) p_N(n) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} n p_N(n) E(Y_1) = E(N)E(Y_1)
 \end{aligned} \tag{16}$$

4.7. DISTRIBUIÇÃO DE POISSON

Segundo Cruz (2005, p.106), a distribuição de Poisson é, certamente uma das mais usadas na estimação de frequência de risco operacional. Devido a sua simplicidade e ao fato de se ajustar muito bem à maioria dos bancos de dados. Como o truncamento de bancos de dados é constantemente necessário, a distribuição de Poisson se revela uma escolha interessante e simples, já que, se a distribuição de Poisson se ajusta a um banco de dados internos, ela também se ajusta a um banco de dados truncado (com um parâmetro diferente). Essa distribuição também tem a interessante propriedade: $\text{Poisson}(a) + \text{Poisson}(b) = \text{Poisson}(a+b)$. Portanto, é fácil acrescentar ou incluir mais dados sem alterar a análise estruturalmente. A distribuição (e o processo) de Poisson recebe o nome do matemático e físico francês Simeon Denis Poisson. Ela possui uma função de probabilidade:

$$P_k = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (17)$$

A função de distribuição acumulada (uma função degrau) é dada por:

$$F(x) = e^{-\lambda t} \sum_{i=0}^{\lfloor x \rfloor} \frac{(\lambda t)^i}{i!} \quad (18)$$

A função geratriz da probabilidade é:

$$P(z) = e^{\lambda(z-1)} \quad \lambda > 0 \quad (19)$$

O parâmetro é estimado por:

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{k=0}^{\infty} k n_k}{\sum_{k=0}^{\infty} n_k} \quad (20)$$

A Poisson truncada no zero tem uma função de probabilidade:

$$P_k^T = \frac{\lambda^k}{k!(e^k - 1)} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (21)$$

em que T é o valor truncado.

O parâmetro λ pode ser calculado por:

$$\hat{\lambda} = \frac{\log \left[\frac{\sum_{k=0}^{\infty} kn_k}{\sum_{k=0}^{\infty} n_k} \right]}{n_1} \quad (22)$$

4.8. DISTRIBUIÇÕES PARA O CÁLCULO ANALÍTICO

Segundo Costa (2007, p.6), a distribuição de Poisson possui função massa dada por:

$$P(N = n) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!} \quad (23)$$

e o valor dado por:

$$E(N) = \lambda \quad (24)$$

Logo, para determinar a distribuição de N basta estimar λ , ou seja, basta estimar o valor esperado de N .

Para uma variável lognormal Y , tem-se:

$$Y = e^{\mu_x + \sigma_x X} \quad (25)$$

onde X é um variável gaussiana padrão (média 0 e variância 1). Assim sendo:

$$\begin{aligned}
 F(y) &= P(Y \leq y) = P(e^{\mu_X + \sigma_X X} \leq y) \\
 &= P\left(X \leq \frac{(\ln(y) - \mu_X)}{\sigma_X}\right) \\
 &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\left(\frac{\ln(y) - \mu_X}{\sigma_X}\right)} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx
 \end{aligned} \tag{26}$$

Derivando em y segue que a função densidade de probabilidade de Y é dada por:

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_X y}} \exp\left(\frac{-1}{2\sigma_X^2} (\ln(y) - \mu_X)^2\right) \tag{27}$$

Pode-se agora relacionar facilmente os parâmetros σ_X , μ_X , e σ_Y , μ_Y . Primeiro deve-se notar que:

$$\mu_Y = E(Y) = E(e^{\mu_X + \sigma_X X}) = e^{\mu_X} E(e^{\sigma_X X}) = e^{\mu_X} e^{\frac{1}{2}\sigma_X^2} = e^{\mu_X + \frac{1}{2}\sigma_X^2} \tag{28}$$

já que $E(e^{\sigma_X X}) = e^{\frac{1}{2}\sigma_X^2}$. Por outro lado, como:

$$E(Y^2) = E(e^{2\mu_X + 2\sigma_X X}) = e^{2\mu_X} E(e^{2\sigma_X X}) = e^{2\mu_X} e^{2\sigma_X^2} = e^{2\mu_X + 2\sigma_X^2} \tag{29}$$

Segue que:

$$\begin{aligned}
 \sigma_Y^2 &= E(Y^2) - E(Y)^2 = e^{2\mu_X + 2\sigma_X^2} - \left(e^{\mu_X + \frac{1}{2}\sigma_X^2}\right)^2 \\
 &= e^{2\mu_X + 2\sigma_X^2} - e^{2\mu_X + \sigma_X^2} \\
 &= e^{2\mu_X + \sigma_X^2} (e^{\sigma_X^2} - 1)
 \end{aligned} \tag{30}$$

resumindo, tem-se que a relação entre os parâmetros σ_X, μ_X e σ_Y, μ_Y é dada por:

$$\sigma_Y^2 = e^{2\mu_X + \sigma_X^2} (e^{\sigma_X^2} - 1) \quad (31)$$

$$\mu_Y = e^{\mu_X + \frac{1}{2}\sigma_X^2} \quad (32)$$

ou ainda:

$$\sigma_Y^2 = \ln \left(1 + \left(\frac{\sigma_Y}{\mu_Y} \right)^2 \right) \quad (33)$$

$$\mu_X = \ln(\mu_Y) - \frac{\sigma_X^2}{2} \quad (34)$$

Logo, para determinar a distribuição de Y basta estimar μ_Y e σ_Y , ou seja, basta estimar o valor esperado e a variância de Y . Simulações de Y podem ser obtidas a partir de simulações de uma variável aleatória norma padrão X através da fórmula $Y = e^{\mu_X + \sigma_X X}$, com parâmetros μ_X e σ_X , dados por

$$\sigma_X^2 = \ln \left(1 + \left(\frac{\sigma_Y}{\mu_Y} \right)^2 \right) \text{ e } \mu_X = \ln(\mu_Y) - \frac{\sigma_X^2}{2}.$$

4.9. GERAÇÃO DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS

Segundo Costa (2007, p.7), estaremos verificando como gerar realizações de uma variável aleatória X com distribuição de probabilidade $F_X(x)$, a partir de realizações de uma variável aleatória U uniformemente distribuída no intervalo $(0,1)$. Vamos considerar 2 casos, que serão os casos de interesse nas simulações a seguir:

- a) A função $F_X(x): [0, \infty] \rightarrow [0,1]$ é estritamente crescente (e portanto tem inversa bem definida $F_X^{-1}(u): [0,1] \rightarrow [0, \infty]$). Neste caso faz-se:

$$X = F_X^{-1}(U) \quad (35)$$

Segue que realmente X possui função distribuição $F_X(x)$ pois:

$$P(X \leq x) = P(F_X^{-1}(U) \leq x) = P(U \leq F_X(x)) = F_X(x) \quad (36)$$

- b) A função $F_X(x): [0, \infty] \rightarrow [0,1]$ é constante por partes, isto é, existe uma sequência $\{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ e $\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots\}$ (poderiam ser sequências finitas, sem perda de generalidade) com $1 \geq \alpha_{i+1} > \alpha_i > 0$, tal que:

$$F_X(x) = \sum_i \alpha_i 1\{x_i \leq x < x_{i+1}\} \quad (37)$$

Esse caso representa a situação em que a variável aleatória X assume apenas os valores discretos $\{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ com $P(X = x_i) = \alpha_i - \alpha_{i-1}$, (por conveniência, $\alpha_0 = 0$). Neste caso faz-se:

$$X = \sum_i \alpha_{i+1} 1\{\alpha_i < U \leq \alpha_{i+1}\} \quad (38)$$

Tem-se realmente:

$$P(X = x_{i+1}) = P(\alpha_i < U \leq \alpha_{i+1}) = \alpha_{i+1} - \alpha_i \quad (39)$$

4.10. CASO EM QUE $n > 1$

Segundo Costa (2007, p.8), retornaremos à equação geral para a perda total Z_T , dada pela equação:

$$Z_T = \sum_{i=1}^{N_1} Y_{1,i} + \dots + \sum_{i=1}^{N_n} Y_{n,i} \quad (40)$$

Vamos destacar cada tipo de perda através da notação:

$$Z_j = \sum_{i=1}^{N_j} Y_{j,i}, \quad (41)$$

e a soma das perdas parciais por:

$$Z_{T_k} = Z_1 + \dots + Z_k \quad (42)$$

De modo que $Z_T = Z_{T_n} = Z_1 + \dots + Z_n$. Pelas hipóteses de independência assumidas, segue que as variáveis aleatórias $\{Z_1, \dots, Z_n\}$ são independentes entre si, e consequentemente Z_{T_k} e Z_{k+1} também são independentes. Utilizando o mesmo raciocínio que em $F_U(u) = \int_0^u F_V(u-r)f_R(r)dr$, e denotando por $F_{T_k}(u)$ a função de distribuição de probabilidade Z_{T_k} , e por $f_{k+1}(v)$ a função densidade de probabilidade de Z_{k+1} , tem-se a função distribuição de probabilidade $F_{T_{k+1}}(z)$ será dada por:

$$F_{T_{k+1}}(z) = \int_0^z F_{T_k}(z-r)f_{k+1}(r)dr \quad (43)$$

Logo, $F_{T_k}(z) = \int_0^z F_{T_{k+1}}(z-r)f_{k+1}(r)dr$ fornece uma fórmula recursiva para se calcular $F_{T_k}(z)$. A perda esperada total é simplesmente dada por:

$$E(Z_T) = E(Z_1) + \dots + E(Z_n) \quad (44)$$

A função distribuição de probabilidade $F_{Z_j}(z)$ para cada Z_j será aproximada por:

$$F_{Z_j}(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\} \quad (45)$$

ou seja, de $F_{Z_j}(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\}$, a variável aleatória Z_j assumirá valores discretos $\{z_1, \dots, z_n\}$, com:

$$P(Z_j = z_i) = \alpha_i - \alpha_{i-1} \quad (46)$$

para $i = 1, \dots, n$. Desta forma, teremos que:

$$F_{Z_k}(z) = \sum_i \beta_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\} \quad (47)$$

$$F_{Z_{k+1}}(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\} \quad (48)$$

A combinação de $F_{Z_k}(z) = \sum_i \beta_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\}$, $F_{Z_{k+1}}(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\}$ e $F_{T_{k+1}}(z) = \int_0^z F_{T_k}(z-r) f_{k+1}(r) dr$ leva à seguinte equação recursiva para o cálculo de $F_{T_{k+1}}$:

$$\begin{aligned} F_{T_{k+1}}(z_i) &= \sum_{l=0}^i F_{T_k}(z_{i-l}) P(Z_{k+1} = z_l) \\ &= \sum_{l=0}^i \beta_{i-l} (\alpha_l - \alpha_{l-1}) \end{aligned} \quad (49)$$

Logo, variando-se $k = 0$ até $k = n - 1$ tem-se que $F_{T_{k+1}}(z_i) = \sum_{l=0}^i \beta_{i-l} (\alpha_l - \alpha_{l-1})$ nos dá uma fórmula recursiva e computacionalmente viável de ser implementada para o cálculo de $F_{T_n}(z_i)$.

4.11. TESTES DE STRESS

Segundo Costa (2007, p.9), serão propostos testes de stress para modelos paramétrico e não paramétrico. Para o caso paramétrico considera-se a distribuição de ocorrências como sendo de Poisson, e a distribuição das severidades como sendo lognormal. Para o modelo não paramétrico, consideram-se os histogramas das distribuições. A idéia básica é obter intervalos de confiança para os parâmetros dessas distribuições e “estressar” o modelo considerando os valores máximos possíveis para esses parâmetros dentro de um intervalo de confiança estipulado.

No apêndice faremos uma breve recordação de alguns resultados básicos de estatística que usaremos a seguir.

4.11.1. APLICAÇÃO DO MODELO PARAMÉTRICO

Segundo Costa (2007, p.10), de acordo com o modelo analítico considerado para as ocorrências, assumindo uma distribuição de Poisson com taxa λ , e para as perdas Y_i assumindo uma distribuição lognormal, com média μ_Y e variância σ_Y^2 . Vamos analisar inicialmente a estimativa do parâmetro λ , que denotaremos por $\bar{\lambda}$. Seja $\{N_1, \dots, N_n\}$ uma sequência de variáveis aleatórias independentes com distribuição de Poisson e parâmetro λ . Sabemos que:

$$E(N_i) = \lambda$$

$$Var(N_i) = \lambda$$

Um estimador para λ é a média de N_i , ou seja:

$$\bar{\lambda} = \frac{N_1 + \dots + N_n}{n} \quad (50)$$

Definimos:

$$V_n = \frac{n\bar{\lambda} - n\lambda}{\sqrt{n\lambda}} = \frac{N_1 + \dots + N_n - nE(N_1)}{\sqrt{nVar(N_1)}} \quad (51)$$

Ou seja:

$$V_n = \sqrt{n} \frac{(\bar{\lambda} - \lambda)}{\sqrt{\lambda}} \quad (52)$$

Pelo Teorema do Limite Central (Teorema 1), para n suficientemente grande, V_n pode ser aproximada por uma normal padrão. Utilizando essa aproximação, e denotando por $N(x)$ a função distribuição normal padrão, temos que para $\alpha \in (0,1)$ (lembrando-se que $1 - N(x) = N(-x)$):

$$\begin{aligned} P(V_n \geq -x_\alpha) &= 1 - N(-x_\alpha) = N(x_\alpha) \\ &= P\left(\sqrt{n} \frac{\bar{\lambda} - \lambda}{\sqrt{\lambda}} \geq -x_\alpha\right) = \alpha \end{aligned} \quad (53)$$

Segue da equação $P(V_n \geq -x_\alpha) = P\left(\sqrt{n} \frac{\bar{\lambda} - \lambda}{\sqrt{\lambda}} \geq -x_\alpha\right) = \alpha$ equação

Com $100 \times \alpha$ % de chances, teremos:

$$\begin{aligned} \sqrt{n} \frac{\bar{\lambda} - \lambda}{\sqrt{\lambda}} &\geq -N^{-1}(\alpha) \rightarrow \\ \sqrt{n} (\bar{\lambda} - \lambda) &\geq -\sqrt{\lambda} N^{-1}(\alpha) \rightarrow \\ -\lambda + \sqrt{\lambda} \frac{N^{-1}(\alpha)}{\sqrt{n}} + \bar{\lambda} &\geq 0 \end{aligned} \quad (54)$$

Fazendo $x = \sqrt{\lambda}$ e substituindo em $-\lambda + \sqrt{\lambda} \frac{N^{-1}(\alpha)}{\sqrt{n}} + \bar{\lambda} \geq 0$ tem-se:

$$-x^2 + x \frac{N^{-1}(\alpha)}{\sqrt{n}} + \bar{\lambda} \geq 0 \quad (55)$$

Seja $x_{max} = \frac{N^{-1}(\alpha)}{2\sqrt{n}} + \sqrt{\left(\frac{N^{-1}(\alpha)}{2\sqrt{n}}\right)^2 + \bar{\lambda}}$, que corresponde à maior raiz quando se faz o lado esquerdo de $-x^2 + x \frac{N^{-1}(\alpha)}{\sqrt{n}} + \bar{\lambda} \geq 0$ igual a zero. Portanto, com $100 \alpha \%$ de chances, teremos $\lambda \leq x_{max}^2$. Para o teste de stress, fazemos:

$$\lambda_{st} \leq x_{max}^2 \quad (56)$$

Analisaremos agora os parâmetros para a distribuição lognormal. Considere $\{Y_1, \dots, Y_n\}$ uma sequência de variáveis aleatórias independentes com distribuição lognormal, média μ_Y e desvio padrão σ_Y .

Sabemos da equação $Y = e^{\mu_X + \sigma_X X}$ que $X_i = \ln(Y_i)$ corresponde a uma variável normal com média μ_X de desvio padrão σ_X . Sejam $\bar{\mu}_X$ e $\bar{\sigma}_X$ estimadores para μ_X e σ_X definidos como em $\bar{X} = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n}$ e $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$:

$$\bar{\mu} = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n} \quad (57)$$

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{\mu})^2 \quad (58)$$

De acordo com $T_{n-1} = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \sqrt{n} \frac{\bar{X} - \mu}{s}$, $\sqrt{n} \frac{\bar{\mu} - \mu}{\sqrt{\sigma^2}}$ possui distribuição t com $n - 1$ graus de liberdade. Logo, como em $\mu \in \left(\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{s^2}}{\sqrt{n}}, \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{s^2}}{\sqrt{n}} \right)$, com $100(1-\alpha)\%$ de chances, teremos:

$$\mu_X \in \left(\bar{\mu} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\sqrt{n}}, \bar{\mu} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\sqrt{n}} \right) \quad (59)$$

Lembrando de $(n-1) \frac{s^2}{\sigma^2} \sim \chi_{n-1}^2$ que $(n-1) \frac{\bar{\sigma}^2}{\sigma_X^2} \sim \chi_{n-1}^2$ segue de $\frac{s^2(n-1)}{\chi_{\frac{\alpha}{2}, n-1}^2}, \frac{s^2(n-1)}{\chi_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}^2}$ que com $100(1-\alpha)\%$ de chances:

$$\sigma_X^2 \in \left(\frac{\bar{\sigma}^2(n-1)}{\chi_{\frac{\alpha}{2}, n-1}^2}, \frac{\bar{\sigma}^2(n-1)}{\chi_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}^2} \right) \quad (60)$$

Logo, de $\mu_X \in \left(\bar{\mu} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\sqrt{n}}, \bar{\mu} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\sqrt{n}} \right)$ e $\sigma_X^2 \in \left(\frac{\bar{\sigma}^2(n-1)}{\chi_{\frac{\alpha}{2}, n-1}^2}, \frac{\bar{\sigma}^2(n-1)}{\chi_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}^2} \right)$, e das equações $\sigma_Y^2 = e^{2\mu_X + 2\sigma_X^2} (e^{\sigma_X^2} - 1)$ e $\mu_Y = e^{\mu_X + \frac{1}{2}\sigma_X^2}$, o modelo lognormal estressado terá os seguinte parâmetros σ_{Yst} e μ_{Yst} :

$$\sigma_{Yst}^2 = e^{2\mu_{Xst} + \sigma_{Xst}^2} (e^{\sigma_{Xst}^2} - 1) \quad (61)$$

$$\mu_{Yst} = e^{\mu_{Xst} + \frac{1}{2}\sigma_{Xst}^2} \quad (62)$$

onde $\mu_{X_{st}}$ e $\sigma_{X_{st}}^2$ correspondem aos valores máximos nos intervalos, isto é:

$$\mu_{X_{st}} = \bar{\mu} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{\bar{\sigma}^2}}{\sqrt{n}} \quad (63)$$

$$\sigma_{X_{st}}^2 = \frac{\bar{\sigma}^2(n-1)}{X_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}^2} \quad (64)$$

4.11.2. APLICAÇÃO DO MODELO NÃO PARAMÉTRICO

Segundo Costa (2007, p.12), o modelo não paramétrico trabalha com os histogramas das distribuições da frequência e severidade, portanto não envolvendo nenhuma distribuição a priori. Para estressar o modelo, considere uma variável aleatória qualquer X com média μ e variância σ^2 e uma nova variável aleatória X' , dada por:

$$X' = \frac{\sigma'}{\sigma} (X - \mu) + \mu' \quad (65)$$

É fácil verificar que $E(X') = \mu'$ e $Var(X') = \sigma'^2$. Logo, considerando as variáveis de frequência N e perdas Y , podemos considerar novas variáveis aleatórias “estressadas” N' e Y' , dadas por:

$$N' = \frac{\sigma'_N}{\sigma_N} (N - \mu_N) + \mu'_N \quad (66)$$

$$Y' = \frac{\sigma'_Y}{\sigma_Y} (Y - \mu_Y) + \mu'_Y \quad (67)$$

5. DESCRITIVO DA BASE DE PERDAS ANALISADA

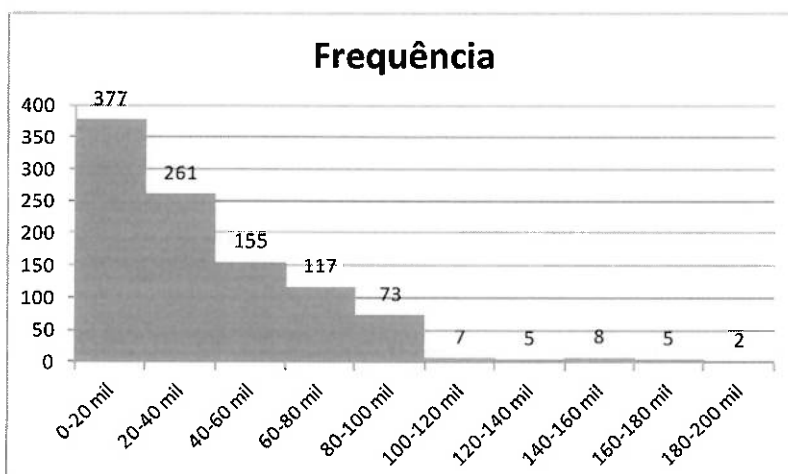
A base de perdas de riscos operacionais aqui utilizada foi estimada com base nas categorias de riscos operacionais definidas pelo Comitê da Basiléia e foram estimadas com o propósito de simular os cálculos necessários para a análise do risco operacional. Estão descritas no ANEXO I - Descrição das Perdas Operacionais, acumuladas mensalmente.

Foram estimados 1.010 eventos de risco operacional, no montante de R\$ 38.738.648,74, com perda máxima de R\$ 190.909,09, perda mínima de R\$ 585,00, desvio padrão R\$ 30.730,99 e média de R\$ 38.355,10. A frequência destas perdas são apresentadas nas figuras 5.1: Descritivo da Frequência de Perdas e 5.2: Gráfico da Frequência das Perdas.

Figura 5.1: Descritivo da Frequência de Perdas

Perdas	Frequência	%
0-20 mil	377	37,3
20-40 mil	261	25,8
40-60 mil	155	15,3
60-80 mil	117	11,6
80-100 mil	73	7,2
100-120 mil	7	0,7
120-140 mil	5	0,5
140-160 mil	8	0,8
160-180 mil	5	0,5
180-200 mil	2	0,2
Total	1.010	100,0

Figura 5.2: Gráfico da Frequência das Perdas



onde μ_N e σ_N representam a média e o desvio padrão não “estressado” de N , μ_Y e σ_Y representam a média do desvio padrão não “estressado” de Y , μ'_N e σ'_N , μ'_Y e σ'_Y os respectivos valores “estressados”.

O não conhecimento de uma distribuição específica para as variáveis aleatórias N e Y inviabiliza uma análise mais precisa para os intervalos de confiança da média e variância. Propõe-se adotar o mesmo procedimento que aquele considerado para a distribuição normal descrito em $\mu \in \left(\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{s^2}}{n}, \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{\sqrt{s^2}}{n} \right)$ para a média e em $\left(\frac{s^2(n-1)}{X_{\frac{\alpha}{2}, n-1}^2}, \frac{s^2(n-1)}{X_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}^2} \right)$ para a variância.

6. MODELAGEM DA BASE DE PERDAS DE RISCO OPERACIONAL

6.1. PARÂMETROS UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES

- Lambda ($\bar{\lambda}$)

Estimado o lambda em 1,6918 através da fórmula $\hat{\lambda} = \frac{\sum_{k=0}^{\infty} kn_k}{\sum_{k=0}^{\infty} n_k}$ (20).

- Valor esperado de cada perda (μ_Y)

Estimado o valor esperado de cada perda em R\$ 38.355,10, através da fórmula $\mu_Y = e^{\mu_X + \frac{1}{2}\sigma_X^2}$ (32).

- Estimativa do desvio padrão (σ_Y)

Estimado o desvio padrão em R\$ 30.730,99, através da fórmula $\sigma_Y^2 = e^{2\mu_X + 2\sigma_X^2}(e^{\sigma_X^2} - 1)$ (31).

6.2. CÁLCULO DO RISCO OPERACIONAL DE FORMA ANALÍTICA

Calculado o risco operacional de forma analítica, seguindo a metodologia descrita no capítulo 4.6 - Cálculo Analítico de $F_Z(z)$.

Segundo Costa (2007, p.14), a função distribuição $f_Z(z) = P(Z \leq z) = P(\sum_{i=1}^N Y_i \leq z)$ (07) será aproximada por uma função constante por partes $F_X(x) = \sum_i \alpha_i 1\{x_i \leq x < x_{i+1}\}$ (37), com um número de pontos $\{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ igualmente espaçados entre si. Portanto $F_Z(z)$ será aproximada por $F_Z(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\}$. Utilizando-se desta fórmula, pode-se calcular a perda esperada através da equação $E(Z) = \sum_i z_i(\alpha_i - \alpha_{i-1})$.

6.2.1. PARÂMETROS UTILIZADOS

- Número de pontos para a discretização η : 2.000
- Valor final da discretização z_η : R\$ 1.000.000,00
- Percentil β desejado para o risco operacional: 0,95

6.2.2. RESULTADOS OBTIDOS NOS CÁLCULOS

6.2.2.1. VAR OPERACIONAL

Estimado o VaR Opeacional de 188.500,00, que é o valor máximo que, com base na amostra utilizada, pode-se perder até o nível de confiança de 95%.

6.2.2.2. VALOR ESPERADO DE PERDA TEÓRICO

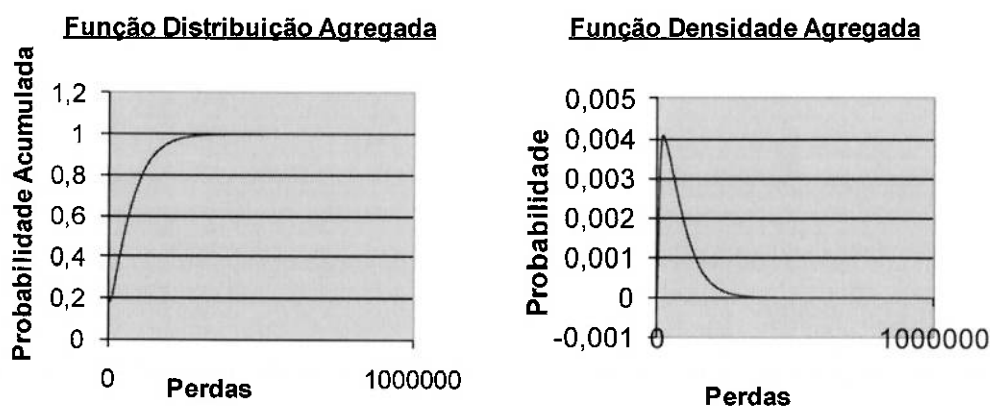
Estimado em R\$ 64.688,86 o valor esperado de perda, com uso da fórmula $E(Z) = \sum_{n=0}^{\infty} np_N(n)E(Y_1) = E(N)E(Y_1)$ (16).

6.2.2.3. VALOR ESPERADO CALCULADO

Estimado em R\$ 64.886,94 o valor esperado calculado, com uso da fórmula $E(Z) = \sum_i z_i(\alpha_i - \alpha_{i-1})$.

Figura 6.2: Gráficos de Aproximação $F_Z(z)$

$$F_Z(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\}$$



6.3. CÁLCULO DO STRESS DO RISCO OPERACIONAL

É calculado o Risco Operacional total segundo a apresentada no capítulo 4.11.1 - Testes de Stress - Aplicação do Modelo Paramétrico.

Este cálculo visa obter intervalos de confiança para os parâmetros dessas distribuições e “estressar” o modelo considerando os valores máximos possíveis para esses parâmetros dentro de um intervalo de confiança estipulado.

6.3.1. PARÂMETROS UTILIZADOS

- Número de pontos para a discretização η : 2.000
- Valor final da discretização z_η : R\$ 1.000.000,00
- Percentil β desejado para o risco operacional: 0,95
- Percentil de stress para o parâmetro λ : 0,95
- Percentil de stress para o parâmetro μ_X : 0,95
- Percentil de stress para o parâmetro σ_X : 0,95

6.3.2. RESULTADOS OBTIDOS

6.3.2.1. LAMBDA ESTRESSADO (λ)

Estimado em 1,7816 o Lambda estressado.

6.3.2.2. MÉDIA ESTRESSADA (μ_Y) :

Estimada em R\$ 45.130,19 a média estressada.

6.3.2.3. DESVIO PADRÃO ESTRESSADO (σ_Y) :

Estimado em R\$ 53.0002,79 o desvio padrão estressado.

6.3.2.4. VAR OPERACIONAL ESTRESSADO

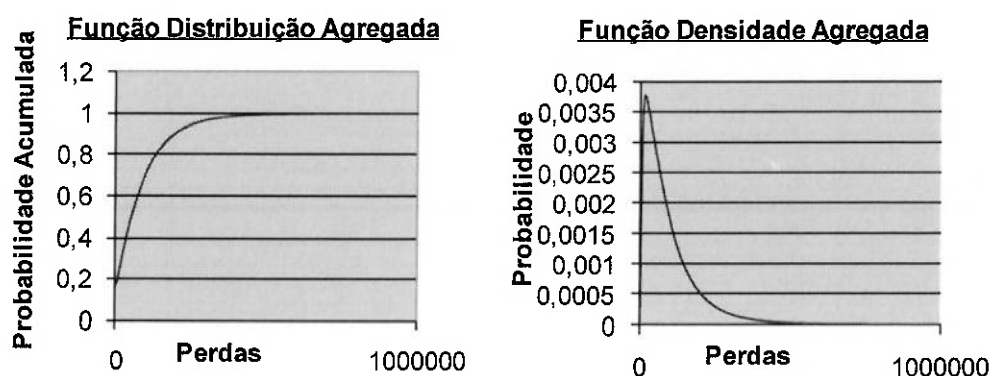
O VaR operacional estressado foi estimado em R\$ 255.500,00, que é o valor máximo que, com base na amostra utilizada, pode-se perder até o nível de confiança de 95%.

6.3.2.5. VALOR ESPERADO DA PERDA ESTRESSADO

Estimado o valor esperado estressado em R\$ 80.142,40.

Figura 6.3: Gráficos de Aproximação $F_Z(z)$ estressado

$$F_{Z_{T_k}}(z) = \sum_i \beta_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\} \quad (47)$$



6.4. CÁLCULO DO RISCO OPERACIONAL COM O MÉTODO DE MONTE CARLO

Calcula o risco operacional através de simulações de Monte Carlo, seguindo a metodologia descrita no capítulo 4.9 - Geração de Variáveis Aleatórias.

Segundo Costa (2007, p.17) a função distribuição $f_Z(z) = P(Z \leq z) = P(\sum_{i=1}^N Y_i \leq z)$ (07) será aproximada por uma função constante por partes $F_X(x) = \sum_i \alpha_i 1\{x_i \leq x < x_{i+1}\}$ (37), com um número de pontos $\{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ igualmente espaçados entre si. Portanto $F_Z(z)$ será aproximada por $F_Z(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\}$. Utilizando-se desta fórmula, pode-se calcular a perda esperada através da equação $E(Z) = \sum_i z_i(\alpha_i - \alpha_{i-1})$.

6.4.1. PARÂMETROS UTILIZADOS

- Número de pontos para a discretização η : 1.000
- Valor final da discretização z_η : R\$ 1.000.000,00
- Número de simulações de Monte Carlo: 10.000
- Percentil β desejado para o risco operacional: 0,95

6.4.2. RESULTADOS OBTIDOS COM O MÉTODO DE MONTE CARLO

Os dados são gerados através da simulação de Monte Carlo como:

6.4.2.1. VAR OPERACIONAL

Estimado, com base na simulação de Monte Carlo, o VaR Operacional equivalente a R\$ 254.000,00.

6.4.2.2. VALOR ESPERADO DA PERDA TEÓRICO (7)

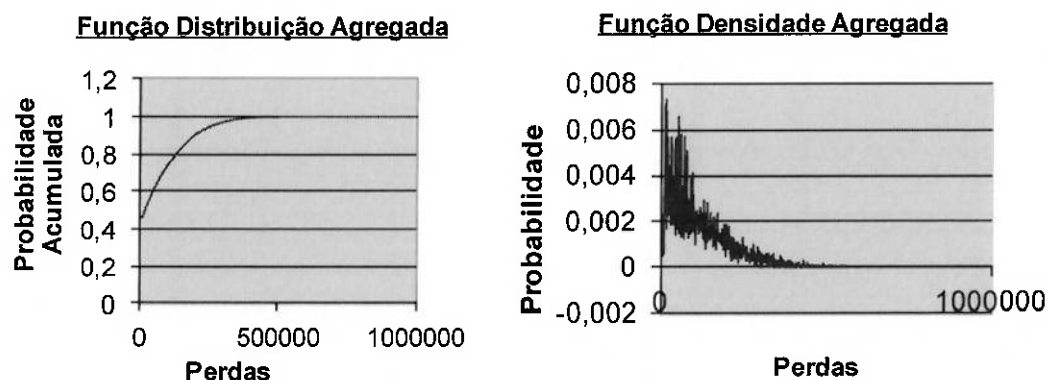
Estimado R\$ 64.891,12 , com base na simulação de Monte Carlo, o valor esperado de perda, com uso da fórmula $E(Z) = \sum_{n=0}^{\infty} np_N(n)E(Y_1) = E(N)E(Y_1)$ (16).

6.4.2.3. VALOR DA PERDA ESPERADO CALCULADO (37)

Estimado R\$ 64.413.90 como o valor esperado calculado (simulação de Monte Carlo), com uso da fórmula $E(Z) = \sum_i z_i(\alpha_i - \alpha_{i-1})$.

Figura 6.4: Gráficos de Aproximação $F_Z(z)$ com simulação de Monte Carlo

$$F_Z(z) = \sum_i \alpha_i 1\{z_i \leq z < z_{i+1}\}$$



6.5. QUADRO RESUMO DOS CÁLCULOS

Abaixo o quadro apresentando os parâmetros utilizados para cada tipo de simulação e os resultados obtidos.

Descrição	Cálculo do Risco Operacional		
	Forma Analítica	Stress	Monte Carlo
Lambda	1,6918	1,6918	N/A
Média da Severidade	R\$ 38.355,10	R\$ 38.355,10	N/A
Desvio Padrão da Severidade	R\$ 30.730,99	R\$ 30.730,99	N/A
Número de Pontos p/ Discretização	2.000	2.000	1.000
Valor Final da Perda	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00
Número de Simulações MC(<30k)	N/A	N/A	10.000
Percentil	0,95	0,95	0,95
VaR Operacional	R\$ 188.500,00	R\$ 188.500,00	R\$ 254.000,00
Valor Esperado da Perda Teórico	R\$ 64.888,86	N/A	R\$ 64.891,12
Valor Esperado Calculado	R\$ 64.886,94	R\$ 64.886,94	R\$ 64.413,90
Percentil para Stress de Lambda	N/A	0,95	N/A
Média da Normal	N/A	0,95	N/A
Desvio Padrão Normal	N/A	0,95	N/A
Lambda Stressado	N/A	1,7816	N/A
Média Stressada	N/A	R\$ 45.130,19	N/A
Desvio Padrão Estressado	N/A	R\$ 53.002,79	N/A
VaR Operacional Estressado	N/A	R\$ 255.500,00	N/A
Valor Esperado Estressado	N/A	R\$ 80.142,40	N/A

(N/A): Não Aplicável

7. CONCLUSÕES

7.1. MÉTODO ANALÍTICO

7.1.1. VANTAGENS DO MÉTODO ANALÍTICO

Segundo Costa (2007, p.18), devem-se destacar as seguintes vantagens no método analítico:

- a) A metodologia para o método analítico independe das distribuições consideradas. As distribuições consideradas no método podem ser baseadas nos dados fornecidos como, por exemplo, no histograma de observações, ou em técnicas estatística para ajuste de parâmetros de distribuições conhecidas.
- b) Por ser um cálculo analítico, o resultado independe de geração de números aleatórios (portanto, fixado o intervalo de discretização, será sempre o mesmo).
- c) O testes de stress pode ser realizado de forma mais precisa pois utiliza resultados.

7.1.2. DESVANTAGENS DO MÉTODO ANALÍTICO

Costa (2007, p.19) relata as desvantagens do Método Analítico:

- a) Assume hipótese de independência entre as variáveis aleatórias.
- b) Considera um modelo para as distribuições das ocorrências e das perdas, que podem levar a erros se não forem bem calibradas.

- c) O tempo computacional vai ter uma forte dependência no intervalo de discretização adotado.
- d) O cálculo iterativo da sequência de funções distribuições $F_n(z_i)$ pode acarretar em propagação de erros numéricos.

7.2. MÉTODO POR SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

7.2.1. VANTAGENS DO MÉTODO POR SIMULAÇÃO

Segundo Costa (2007,19), devem destacar as seguintes vantagens do método por simulação:

- a) A metodologia para o algoritmo por simulação é flexível, podendo ser facilmente alterada para considerar a geração de números aleatórios com distribuições especificadas pelo usuário. As distribuições consideradas no método podem ser baseadas nos dados fornecidos, por exemplo, no histograma de observações, ou em técnicas estatísticas para ajuste de parâmetros de distribuições conhecidas.
- b) O método poderia ser mais facilmente adaptado para modelos mais complexos. Por exemplo, alguma hipótese de correlação entre as variáveis aleatórias poderia ser facilmente integrada ao método, bastando para isso gerar as variáveis aleatórias com essa correlação desejada.

7.2.2. DESVANTAGENS DO MÉTODO POR SIMULAÇÃO

Costa (2007, p.19) relata as desvantagens do Método por Simulação:

- a) Vai ter uma forte dependência do intervalo de discretização e no número de simulações, o que pode consumir muito tempo computacional.
- b) Depende de um gerador de números aleatórios. Se o número de simulações for muito grande, o gerador pode levar a sequências aleatórias correlacionadas.
- c) O teste de stress se torna menos preciso pois não pode ser baseado em testes estatísticos de parâmetros do modelo.

Deve-se notar também que para o Método de Monte Carlo, cada vez que se roda o programa, os resultados podem ser diferentes, uma vez que estes dependem dos números aleatórios gerados. Para ter variações pequenas nos resultados, deve-se ter um grande número de simulações de Monte Carlo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, OSWALDO LUIZ DO VALLE, **Uma metodologia para cálculo de risco operacional**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

KUHL, NELSON M., **Simulação Numérica Aplicada a Finanças**, São Paulo: Programa de Educação Continuada Poli USP, 2010, Notas de Aula (em elaboração).

CRUZ, Marcelo G, **Avaliação e proteção para risco operacional**/Marcelo Cruz; tradução Bazán Tecnologia e Linguística. Rio de Janeiro: Financial Consultoria, 2005.

FREUND, JOHN E. **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade** / John E. Freund; tradução Claus Ivo Doering. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARTINS, GILBERTO DE ANDRADE, **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso** / Gilberto de Andrade Martins, Alexandre Lintz. São Paulo: Atlas, 2000.

WIKIPÉDIA, **Comitê de supervisão bancária de basileia**. [on line]. São Paulo: out. 2011. Available from the World Wide Web: http://pt.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%AA_da_Basil%C3%A9ia.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, **Resolução Nº. 3.380 de 29/06/2006**. São Paulo: out. 2011. Available from the World Wide Web: http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2006/pdf/res_3380_v1_L.pdf.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, **Circular Nº. 3.383 de 30/04/2008**. São Paulo: out. 2011. Available from the World Wide Web: http://www.bcb.gov.br/pre/normativos/circ/2008/pdf/circ_3383_v1_L.pdf.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, **Comunicado Nº. 19.217 de 27/12/2009**. São Paulo: out. 2011. Available from the World Wide Web: <https://www3.bcb.gov.br/normativo/detalharNormativo.do?method=detalharNormativo&N=109112635>.

ANEXO I – DESCRITIVO DAS OPERACIONAIS ANALISADAS (VALORES ACUMULADOS NOS MESES)

1. PERDAS DE JAN/2010 a JUN/2010

jan-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Fraude interna - depósitos sem valor	3	92.000,00
Impostos de Ações Judiciais	2	31.200,00
Multa CVM	1	52.000,00
Multa por atraso de informações	1	15.700,00
Multa SUSEP	2	24.000,00
Perdas com terceirização	1	52.400,00
Reclamações Cíveis	4	10.692,50
Reclamações Trabalhistas	2	55.000,00
Ressarcimento a Clientes	1	14.400,00
Roubo a Caixa Eletrônico	2	160.000,00
Uso inadequado de informações confidenciais	1	71.400,00
Falha em processos	3	47.500,00
Falha de processamento	4	48.500,00
Falha humana - erro não intencional	5	68.800,00
Perda de prazo	3	89.500,00
Total	35	833.092,50

mar-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Falsificação	3	195.801,45
Fraude com falsificação de documentos	1	31.000,00
Fraude interna - depósitos sem valor	2	30.623,30
Fraudes externa com uso de cheques	3	97.500,00
Greve/vandalismo	1	50.000,00
Multa SUSEP	3	120.000,00
Perdas por desastres naturais	1	78.561,00
Produtos com defeitos	2	78.000,00
Reclamações Cíveis	1	1.950,00
Reclamações Trabalhistas	7	327.000,00
Reembolso a clientes por roubo	1	16.676,04
Ressarcimento a Clientes	2	26.405,00
Falha em processos	5	89.000,00
Falha de processamento	4	65.900,00
Falha humana - erro não intencional	4	65.600,00
Perda de prazo	4	52.500,00
Total	44	1.326.516,79

mai-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Acidente de Trabalho	4	130.000,00
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Enchente/inundação	1	170.000,00
Falha de Comunicação	1	28.000,00
Falha na apresentação de relatórios obrigatórios	1	52.000,00
Falha Sistêmica	1	26.400,00
Falsificação	2	130.000,00
Fraude Externa - Fruto / roubo	3	295.880,00
Fraude Interna - desvio de finalidade de cheque	3	50.520,00
Greve/vandalismo	2	120.000,00
Multa CVM	1	65.000,00
Multa por atraso de informações	1	24.000,00
Multa SUSEP	7	252.000,00
Multas por atraso no pagamento	2	25.646,00
Perdas por desastres naturais	2	156.000,00
Reclamações Trabalhistas	9	314.500,00
Ressarcimento a Clientes	1	14.625,00
Roubo a Caixa Eletrônico	4	360.181,82
Uso inadequado de informações confidenciais	1	72.000,00
Falha em processos	4	60.500,00
Falha de processamento	3	47.000,00
Falha humana - erro não intencional	3	53.955,38
Perda de prazo	4	65.000,00
Total	61	2.524.408,20

fev-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Documentos legais auxentes/incompletos	1	61.508,00
Enchente/inundação	1	170.000,00
Falha de Comunicação	1	27.999,84
Falta/interrupção nos serviços públicos	1	39.980,20
Fraude interna - depósitos sem valor	4	91.500,00
Fraudes externa com uso de cheques	3	97.500,00
Greve/vandalismo	2	100.000,00
Impostos de Ações Judiciais	6	94.250,00
Multa SUSEP	2	108.000,00
Reclamações Cíveis	4	8.433,75
Reclamações Trabalhistas	5	135.000,00
Roubo a Caixa Eletrônico	1	80.000,00
Vendas Agressivas	1	34.750,00
Falha em processos	3	18.200,00
Falha de processamento	3	63.300,00
Falha humana - erro não intencional	3	31.700,00
Perda de prazo	4	95.300,00
Total	45	1.257.421,79

abr-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Acidente de Trabalho	1	32.500,00
Ações Trabalhistas	1	54.000,00
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Falha na apresentação de relatórios obrigatórios	1	52.000,00
Falsificação	1	65.000,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	1	40.800,00
Fraude com falsificação de documentos	1	31.000,00
Fraude interna - depósitos sem valor	5	184.633,21
Fraudes externa com uso de cheques	8	262.316,52
Greve/vandalismo	4	200.000,00
Indenização por danos morais	2	44.000,00
Multa por atraso de informações	1	24.000,00
Multa SUSEP	3	120.000,00
Multas por atraso no pagamento	1	13.000,00
Reclamações Trabalhistas	11	291.000,00
Ressarcimento a Clientes	1	13.080,00
Roubo a Caixa Eletrônico	3	320.000,00
Vendas Agressivas	1	37.200,00
Falha em processos	2	28.000,00
Falha de processamento	3	44.500,00
Falha humana - erro não intencional	3	44.500,00
Perda de prazo	2	33.000,00
Total	57	1.945.729,73

jun-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Acidente de Trabalho	1	32.500,00
Enchente/inundação	1	35.000,00
Falha de Comunicação	1	28.700,00
Falha na apresentação de relatórios obrigatórios	1	52.000,00
Falha Sistêmica	1	26.916,70
Falsificação	1	63.000,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	1	90.000,00
Fraude Externa - Fruto / roubo	4	349.328,55
Fraude Interna - desvio de finalidade de cheque	3	160.500,00
Greve/vandalismo	1	70.000,00
Indenização por danos morais	2	46.083,20
Multa por atraso de informações	1	24.494,20
Multa SUSEP	1	12.000,00
Multas por atraso no pagamento	3	32.742,43
Não cumprimento das normas fiscais/evasão fiscal	2	141.700,00
Perdas por desastres naturais	2	156.000,00
Reclamações Cíveis	2	4.582,50
Reclamações Trabalhistas	4	123.000,00
Reembolso a clientes por roubo	2	34.330,36
Ressarcimento a Clientes	3	42.713,28
Roubo a Caixa Eletrônico	4	467.933,88
Vendas Agressivas	1	37.683,38
Falha em processos	2	32.000,00
Falha de processamento	3	35.000,00
Falha humana - erro não intencional	2	39.000,00
Perda de prazo	2	29.000,00
Total	51	2.166.208,47

2. PERDAS DE JUL/2010 a DEZ/2010

jul-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Falha na apresentação de relatórios obrigatórios	2	104.000,00
Falsificação	3	195.000,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	1	90.000,00
Fraude Externa - Fruto / roubo	4	351.180,00
Fraude Interna - desvio de finalidade de cheque	2	135.680,00
Impostos de Ações Judiciais	5	81.250,00
Multa CVM	1	65.000,00
Multa por atraso de informações	1	23.550,00
Multa SUSEP	2	24.000,00
Multas por atraso no pagamento	2	22.410,00
Perdas por desastres naturais	1	78.561,00
Reclamações Cíveis	7	29.123,25
Reclamações Trabalhistas	3	88.000,00
Roubo a Caixa Eletrônico	4	526.280,99
Falha em processos	3	25.500,00
Falha de processamento	3	64.500,00
Falha humana - erro não intencional	3	27.000,00
Perda de prazo	3	66.840,00
Total	51	2.009.075,24

set-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Despesas e honorários advocatícios	2	22.400,00
Falha de Comunicação	1	28.000,00
Falha na apresentação de relatórios obrigatórios	4	195.000,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	3	255.000,00
Fraude Interna - desvio de finalidade de cheque	2	67.800,00
Greve/vandalismo	1	70.000,00
Impostos de Ações Judiciais	1	15.600,00
Multa CVM	1	28.000,00
Multa por atraso de informações	1	24.000,00
Multa SUSEP	2	24.000,00
Multas por atraso no pagamento	1	12.147,96
Perdas com terceirização	1	52.125,00
Reclamações Cíveis	7	23.570,63
Reclamações Trabalhistas	13	474.500,00
Roubo a Caixa Eletrônico	4	338.228,26
Uso inadequado de informações confidenciais	2	150.961,74
Falha em processos	3	45.500,00
Falha de processamento	3	48.500,00
Falha humana - erro não intencional	3	48.000,00
Perda de prazo	3	43.500,00
Total	58	1.966.833,59

nov-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Acidente de Trabalho	1	32.500,00
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Documentos legais auxentes/incompletos	1	58.500,00
Enchente/inundação	1	35.000,00
Falha de Comunicação	1	28.000,00
Falha Sistemática	1	45.499,74
Falsificação	2	125.400,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	2	165.000,00
Fraude Externa - Fruto / roubo	1	98.702,18
Fraude Interna - desvio de finalidade de cheque	3	136.600,00
Greve/vandalismo	2	140.000,00
Impostos de Ações Judiciais	1	15.600,00
Indenização por danos morais	2	46.800,00
Multa por atraso de informações	2	48.000,00
Multa SUSEP	2	108.000,00
Multas por atraso no pagamento	1	10.500,00
Não cumprimento das normas fiscais/evasão fiscal	2	138.249,60
Perdas por desastres naturais	2	156.000,00
Produtos com defeitos	1	39.000,00
Reclamações Cíveis	1	4.875,00
Reclamações Trabalhistas	9	319.000,00
Reembolso a clientes por roubo	1	16.800,00
Relatórios externos imprecisos (perda ocorrida)	1	51.000,00
Ressarcimento a Clientes	1	15.184,95
Roubo a Caixa Eletrônico	5	540.201,55
Vendas Agressivas	2	65.500,00
Falha em processos	3	50.300,00
Falha de processamento	3	28.000,00
Falha humana - erro não intencional	2	30.500,00
Perda de prazo	3	56.200,00
Total	60	2.616.113,02

ago-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Falha de Comunicação	3	88.050,00
Falha na apresentação de relatórios obrigatórios	6	302.250,00
Falha Sistemática	1	26.400,00
Falsificação	1	65.000,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	1	40.800,00
Fraude Interna - desvio de finalidade de cheque	2	63.300,00
Greve/vandalismo	1	70.000,00
Impostos de Ações Judiciais	3	48.750,00
Indenização por danos morais	1	23.400,00
Mã condução de processo	3	138.976,24
Multa por atraso de informações	1	25.200,00
Multa SUSEP	3	120.000,00
Perdas com terceirização	1	54.000,00
Perdas por desastres naturais	1	73.809,60
Reclamações Cíveis	8	45.649,50
Reclamações Trabalhistas	18	579.000,00
Roubo a Caixa Eletrônico	5	577.160,03
Uso inadequado de informações confidenciais	2	150.600,00
Vendas Agressivas	1	37.200,00
Falha em processos	3	46.000,00
Falha de processamento	3	42.000,00
Falha humana - erro não intencional	3	49.500,00
Perda de prazo	3	47.000,00
Total	74	2.714.045,37

out-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Documentos legais auxentes/incompletos	1	59.970,30
Enchente/inundação	1	35.000,00
Falha de Comunicação	1	28.000,00
Falha Sistemática	1	46.500,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	4	330.000,00
Fraude Externa - Fruto / roubo	1	92.262,00
Greve/vandalismo	2	140.000,00
Impostos de Ações Judiciais	2	31.590,00
Indenização por danos morais	2	46.800,00
Mã condução de processo	1	46.800,00
Multa CVM	1	72.000,00
Multa por atraso de informações	3	72.975,00
Não cumprimento das normas fiscais/evasão fiscal	1	67.500,00
Perdas por desastres naturais	3	234.000,00
Produtos com defeitos	1	39.000,00
Reclamações Cíveis	3	9.652,50
Reclamações Trabalhistas	10	396.000,00
Roubo a Caixa Eletrônico	4	472.645,31
Falha em processos	2	30.000,00
Falha de processamento	2	39.000,00
Falha humana - erro não intencional	3	41.000,00
Perda de prazo	2	29.500,00
Total	51	2.360.195,11

dez-10		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Documentos legais auxentes/incompletos	2	115.200,00
Enchente/inundação	1	35.000,00
Falha de Comunicação	3	89.549,84
Falha Sistemática	2	54.398,57
Falsificação	2	125.400,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	2	131.690,10
Fraude Externa - Falsificação	1	85.020,00
Fraude Externa - Fruto / roubo	2	177.600,00
Fraude Interna - desvio de finalidade de cheque	3	75.176,48
Greve/vandalismo	1	70.000,00
Mã condução de processo	3	133.840,00
Multa por atraso de informações	1	25.200,00
Multa SUSEP	3	172.000,00
Perdas por desastres naturais	2	153.600,00
Produtos com defeitos	1	39.000,00
Reclamações Cíveis	1	2.925,00
Reclamações Trabalhistas	11	338.000,00
Reembolso a clientes por roubo	1	18.199,90
Relatórios externos imprecisos (perda ocorrida)	1	49.000,00
Ressarcimento a Clientes	2	27.480,00
Roubo a Caixa Eletrônico	4	315.089,35
Vendas Agressivas	2	65.400,00
Falha em processos	2	32.400,00
Falha de processamento	2	26.600,00
Falha humana - erro não intencional	3	50.487,50
Perda de prazo	3	45.500,00
Total	62	2.465.016,73

3. PERDAS DE JAN/2011 a AGO/2011

jan-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Falha de Comunicação	2	60.000,00
Falha Sistêmica	1	27.720,00
Falsificação	1	62.400,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	4	330.000,00
Fraude com falsificação de documentos	1	29.250,00
Fraude Externa - Falsificação	4	342.204,60
Fraude Interna - Falsificação	2	43.675,03
Greve/vandalismo	1	50.000,00
Impostos de Ações Judiciais	1	15.260,00
Multa SUSEP	4	184.000,00
Multas por atraso no pagamento	2	22.539,43
Perdas com terceirização	2	104.612,57
Perdas por desastres naturais	1	78.000,00
Reclamações Trabalhistas	15	547.800,00
Reembolso a clientes por roubo	2	33.476,04
Relatórios externos imprecisos (perda ocorrida)	1	48.750,00
Ressarcimento a Clientes	2	28.264,95
Roubo a Caixa Eletrônico	4	290.550,13
Vendas Agressivas	1	32.300,04
Falha em processos	4	89.655,38
Falha de processamento	4	61.500,00
Falha humana - erro não intencional	4	52.300,00
Perda de prazo	3	35.000,00
Total	67	2.580.458,15

mar-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Documentos legais auxentes/incompletos	2	116.722,28
Enchente/inundação	2	70.000,00
Falha Sistêmica	2	92.400,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	6	397.225,05
Fraude com falsificação de documentos	3	87.475,00
Fraude Externa - Falsificação	1	86.111,20
Fraude Interna - Contrabando	1	20.000,00
Fraude Interna - Falsificação	4	138.949,80
Greve/vandalismo	1	50.000,00
Impostos de Ações Judiciais	2	32.700,00
Indenização por danos morais	1	22.750,00
Má condução de processo	1	48.650,00
Multa por atraso de informações	1	24.300,00
Multa SUSEP	3	88.000,00
Perdas com terceirização	2	105.000,00
Perdas por desastres naturais	1	78.000,00
Reclamações Cíveis	4	9.532,25
Reclamações Trabalhistas	15	538.500,00
Reembolso a clientes por roubo	1	17.550,00
Relatórios externos imprecisos (perda ocorrida)	1	48.750,00
Roubo a Caixa Eletrônico	5	358.370,97
Vendas Agressivas	2	67.999,80
Falha em processos	3	54.750,00
Falha de processamento	3	35.050,00
Falha humana - erro não intencional	2	40.545,05
Perda de prazo	2	30.000,00
Total	71	2.659.331,40

mai-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Enchente/inundação	1	170.000,00
Erros de Modelos	4	112.000,00
Falha Sistêmica	3	118.300,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	4	262.065,15
Fraude Externa - Danos a sistema de computação	2	175.000,00
Fraude Interna - Contrabando	2	68.948,00
Greve/vandalismo	3	235.000,00
Impostos de Ações Judiciais	1	16.350,00
Indenização por danos morais	1	22.749,87
Multa CVM	1	10.500,00
Multa por atraso de informações	2	48.000,00
Multa SUSEP	2	108.000,00
Multas por atraso no pagamento	1	10.627,50
Não cumprimento das normas fiscais/evasão fiscal	1	69.999,60
Perdas por desastres naturais	1	78.000,00
Reclamações Trabalhistas	8	282.500,00
Roubo a Caixa Eletrônico	5	324.319,02
Uso inadequado de informações confidenciais	1	72.800,00
Vendas Agressivas	5	174.109,80
Falha em processos	1	13.420,00
Falha de processamento	1	20.412,00
Perda de prazo	1	18.200,00
Total	52	2.422.500,94

fev-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Despesas e honorários advocatícios	1	11.200,00
Falha Sistêmica	1	27.300,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	4	265.500,00
Fraude com falsificação de documentos	1	29.250,00
Fraude Externa - Falsificação	3	278.460,00
Fraude Interna - Falsificação	1	21.980,00
Greve/vandalismo	1	70.000,00
Impostos de Ações Judiciais	1	15.600,00
Multa CVM	1	37.000,00
Multa por atraso de informações	1	24.000,00
Multa SUSEP	5	164.000,00
Não cumprimento das normas fiscais/evasão fiscal	3	208.360,00
Perdas por desastres naturais	1	78.000,00
Reclamações Cíveis	4	19.974,50
Reclamações Trabalhistas	9	318.000,00
Relatórios externos imprecisos (perda ocorrida)	1	48.750,00
Roubo a Caixa Eletrônico	5	485.394,91
Falha em processos	3	32.000,00
Falha de processamento	3	52.300,00
Falha humana - erro não intencional	3	50.500,00
Perda de prazo	4	60.200,00
Total	56	2.297.769,41

abr-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Documentos legais auxentes/incompletos	1	56.700,00
Erros de Modelos	3	86.400,00
Falha Sistêmica	1	46.500,00
Falta/interrupção nos serviços públicos	2	180.000,00
Fraude Externa - Danos a sistema de computação	3	265.500,00
Fraude Externa - Falsificação	1	92.122,03
Fraude Interna - Contrabando	3	144.500,00
Greve/vandalismo	1	70.000,00
Impostos de Ações Judiciais	2	32.700,00
Multa CVM	1	29.250,00
Multa SUSEP	2	160.000,00
Multas por atraso no pagamento	1	11.700,00
Não cumprimento das normas fiscais/evasão fiscal	2	135.540,00
Perdas com terceirização	2	109.200,00
Produtos com defeitos	1	28.000,00
Reclamações Cíveis	2	7.280,00
Reclamações Trabalhistas	16	435.000,00
Reembolso a clientes por roubo	1	16.834,50
Relatórios externos imprecisos (perda ocorrida)	2	102.030,00
Ressarcimento a Clientes	1	14.172,62
Roubo a Caixa Eletrônico	4	210.013,14
Vendas Agressivas	1	33.000,00
Falha em processos	3	53.755,00
Falha de processamento	3	55.400,00
Falha humana - erro não intencional	4	47.850,00
Perda de prazo	3	54.745,05
Total	66	2.478.192,34

jun-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Erros de Modelos	1	28.000,00
Falha Sistêmica	4	127.343,78
Falta/interrupção nos serviços públicos	4	280.375,05
Fraude Externa - Danos a sistema de computação	3	268.950,10
Impostos de Ações Judiciais	1	16.350,00
Multa por atraso de informações	1	24.000,00
Multa SUSEP	3	204.000,00
Multas por atraso no pagamento	2	21.547,50
Não cumprimento das normas fiscais/evasão fiscal	1	67.500,00
Reclamações Trabalhistas	8	270.000,00
Reembolso a clientes por roubo	1	16.800,00
Relatórios externos imprecisos (perda ocorrida)	1	51.000,00
Ressarcimento a Clientes	1	13.549,28
Roubo a Caixa Eletrônico	4	304.579,20
Vendas Agressivas	1	33.000,00
Falha humana - erro não intencional	1	18.200,00
Perda de prazo	1	20.845,05
Total	38	1.766.039,96

jul-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Erros de Modelos	1	28.700,00
Falha Sistêmica	4	104.000,00
Fraude Interna - Contrabando	1	71.000,00
Multa CVM	1	26.000,00
Reclamações Trabalhistas	1	42.000,00
Total	8	271.700,00

ago-11		
Descrição da Perda Operacional	Qtde.	Valor (R\$)
Falha Sistêmica	2	52.000,00
Fraude Interna - Contrabando	1	26.000,00
Total	3	78.000,00