

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS

Luis Felipe Garcia da Silva

**Gestão Estratégica do Risco**  
**Aplicação ao Mercado de Fertilizantes Brasileiro**

Porto Alegre  
2010

Luis Felipe Garcia da Silva

**Gestão Estratégica do Risco  
Aplicação ao Mercado de Fertilizantes Brasileiro**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

**Orientador:** Prof Erro! Fonte de referência não encontrada.

Porto Alegre

2010

Luis Felipe Garcia da Silva

## **Gestão Estratégica do Risco Aplicação ao Mercado de Fertilizantes Brasileiro**

**Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.**

Conceito final:  
Aprovado em ..... de ..... de .....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr.

---

Prof. Dr.

---

Orientador - Prof. Dr. **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todo o corpo docente do curso de graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao professor **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, por ter compartilhado a sua sabedoria e tornado este trabalho possível, ao professor Maçada, pelo bom humor e pelas magníficas aulas, ao Mauro Mastella por compartilhar a sua inteligência e pensamentos peculiares.

Agradeço, em especial, a minha tia Nara Leonor, que sempre me apoiou em qualquer decisão que tomei. Sem ela, nada do que sou e conquistei seria possível.

Agradeço profundamente à minha família, que com muita paciência deixou com que meus livros estivessem sempre “atirados” em algum canto da sala e por estarem sempre presentes me dando força nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus colegas pelas boas risadas e por estarem sempre dispostos a me ajudar quando precisei.

Gostaria de agradecer aos meus colegas de trabalho, Cristian Proença, Tailise Martins, Mauricio Silva e Paulo Schuch, que me aturaram por muito tempo e a empresa Yara Brasil Fertilizantes S.A., sem a qual este trabalho não seria possível.

Agradeço profundamente aos meus amigos, que sempre me apoiaram nas decisões que tomei na minha vida e nunca deixaram de estar ao meu lado.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é aplicar o modelo de gestão de riscos *Value at Risk* nos preços médios dos fertilizantes no Brasil, a fim de avaliar a representatividade do modelo como ferramenta de gestão e monitoramento do risco. Assim, esta pesquisa consiste em testar o modelo VaR paramétrico nos preços médios no período de janeiro 1997 a junho de 2010, a fim de encontrar momentos de alta volatilidade que podem afetar o resultado da empresa. Para alcançar os objetivos propostos foram utilizadas o EWMA (*exponentially weighted moving average*) como ferramenta de suavização da volatilidade e o *backtesting* para precisão do modelo proposto. Para isso foram utilizados dados de institutos brasileiros e internacionais dos preços dos fertilizantes, do gás natural, do dólar e dos preços médios das sementes vendidas no país. Por último, foram montadas correlações entre os preços fertilizantes e os preços das variáveis citadas para avaliar o impacto e a importância destas na volatilidade dos preços dos fertilizantes. Os resultados indicam que, para o período indicado, o modelo foi capaz de capturar os momentos de alta volatilidade, obtendo resultados satisfatórios.

Palavras chave: Risco, *Value at Risk*, VaR Paramétrico, volatilidade, Yara Brasil Fertilizantes S.A.

## **ABSTRACT**

The aim of this research is to apply the model of risk management Value at Risk on the average prices of fertilizers in Brazil, in order to evaluate the representativeness of the model as a tool for managing and monitoring risk. Thus, this research is to test the parametric VaR model on the average prices from January 1997 to June 2010 to find moments of high volatility that can affect the outcome of the company. To achieve the objectives were used the EWMA (Exponentially weighted moving average) as a tool for smoothing the volatility and backtesting to measure the accuracy of the model. For this it was used data from brazilian and international institutions of fertilizer prices, natural gas, dollar and average price of seeds sold in Brazil. Finally, correlations were mounted between fertilizer prices and the mentioned variables to assess the impact and significance of the volatility on the fertilizer prices. The results indicate that, for the period studied, the model was able to capture moments of high volatility, achieving satisfactory results.

Keywords: Risk, Value at Risk, Parametric VaR, volatility, Yara Brasil Fertilizantes S.A.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução brasileira da produção de açúcar.....	13
<b>Figura 2 – Esquema da Cadeia Produtiva do Fertilizante.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 3 – Principais culturas demandantes de fertilizantes no Brasil.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4 – Principais estados demandantes de fertilizantes.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5 – Volatilidade mensal anualizada do Ibovespa nominal.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 6 – Ilustração do intervalo de confiança.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 7 – Demonstrativo de VaR médio diário do Goldman Sachs.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 8 - Demonstrativo de VaR médio diário do Goldman Sachs.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 9 – Gráfico do VaR diário do Goldman Sachs.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 10 – Representação do VaR Incremental.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 11 – Preço médio dos fertilizantes.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 12 – Volatilidade nos preços dos fertilizantes.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 13 – Histograma dos retornos.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 14 – Correlação entre Fertilizantes e gás natural.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 15 – Correlação entre Fertilizantes e Dólar.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 16 – Correlação entre Fertilizantes e Sementes.....</b>	<b>48</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Representação do VaR Marginal.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 2 – Cálculo do VaR, VaR Marginal e VaR Incremental.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabela 3 – Teste de hipóteses.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 4 – Teste de Kupiec.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabela 5 – Zonas de penalidade das Regras da Basiléia para o teste de exceções.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 6 – Dados obtidos da série de retorno.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabela 7 – Contagem de erros.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabela 8 – Correlações entre os preços dos fertilizantes e as variáveis.....</b>	<b>47</b>

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>DEFINIÇÃO DO TEMA</b> .....	<b>11</b>
<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>12</b>
<b>1. O SETOR DE FERTILIZANTES BRASILEIRO</b> .....	<b>13</b>
1.1 CADEIA PRODUTIVA .....	14
1.2 MERCADO INTERNO .....	15
1.3 PLAYERS DO MERCADO .....	17
1.4 O GOVERNO E O FUTURO .....	18
<b>2. YARA INTERNATIONAL ASA</b> .....	<b>20</b>
2.1 HISTÓRICO .....	20
2.2 PRINCIPAIS PRODUTOS .....	22
2.3 SEGMENTOS DE NEGÓCIO .....	22
2.4 MISSÃO .....	22
2.5 VISÃO .....	23
2.6 VALORES .....	23
<b>3. RISCO</b> .....	<b>24</b>
<b>4. <i>VaR VALUE AT RISK</i></b> .....	<b>27</b>
4.1 METODOLOGIAS DE CÁLCULO .....	34
4.1.1 VaR Paramétrico .....	34
4.1.2 Simulação Histórica .....	35
4.1.3 Simulação de Monte Carlo .....	36
4.1.4 Testes de Estresse .....	38
4.1.5 Backtesting .....	39
<b>5. MÉTODO</b> .....	<b>43</b>
<b>6. DEMONSTRAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>44</b>
6.1 APLICAÇÃO DO VaR .....	44
6.2 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS .....	47
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>51</b>
<b>ANEXO A – DADOS DA PESQUISA</b> .....	<b>53</b>
<b>ANEXO B – DADOS DAS VARIÁVEIS</b> .....	<b>56</b>

## INTRODUÇÃO

Desde o fim do sistema de *Bretton Woods*, as organizações passaram a se expor a diferentes formas de risco, devido principalmente a internacionalização e a complexidade das operações. Agora, bancos americanos e europeus, que nunca atuaram em mercados internacionais, começaram a fazer operações sem ter noção da qualidade e do risco do produto negociado. A desregulamentação também afetou outros mercados como o de milho, soja e café, commodities internacionais que eram negociadas com o dólar estável e passaram a se valorizar subitamente, causando na década de 70 umas das piores inflações já vistas no mercado mundial.

A crise de 2008 foi o ponto culminante dos efeitos da falta de controle nas organizações e revelou a população mundial muitas verdades sobre a gestão dessas, dentre as mais importantes, a ineficiência das empresas na gestão dos riscos. Falhas nas áreas operacionais, sistemas de planejamento com um baixo grau de confiança, baixo nível de controle financeiro entre outros trouxeram perdas inestimáveis de milhares de dólares e fizeram com que empresas como *Lehman Brothers*, Sadia e Aracruz fossem liquidadas.

O setor de fertilizantes brasileiro mais do que qualquer outro sofreu muito com a crise, pois mais de 90% da matéria-prima é importada e contratada em dólar. Além da desvalorização dos insumos básicos, devido a queda nos preços mundiais das commodities, os preços dos principais insumos, o Nitrogênio (N), Rocha Fosfática (P) e Potássio (K) se desvalorizassem mais rapidamente com a desvalorização da moeda nacional, criando um cenário desastroso para todas as empresas de fertilizantes no Brasil. O segundo ponto desfavorável cadeia de suprimentos das commodities, pois a entrega da matéria-prima é feita com três meses depois do fechamento do contrato de compra, criando um *espaço de tempo* muito grande. Em virtude do dinamismo comercial que se tem hoje, os preços internacionais dos produtos básicos para a produção dos fertilizantes podem sofrer variações gigantescas em um curto espaço de tempo.

Em maio 2008 os preços internacionais estavam muito elevados, devido a bolha especulativa que assolou todos os mercados, porém todos os participantes

da cadeia produtiva estavam se beneficiando dessa alta de preços da commodities, desde o fabricante até o agricultor. E a projeção na época era de um crescimento ainda maior. Exemplos são diversos: Café, Algodão, Trigo, entre outros produtos, tinham projeções de alta muito forte, o que fez muitos produtores e empresas estocarem produtos. Com toda essa euforia e expectativa de elevação nos preços, era evidente que as empresas de fertilizantes comprariam sem nenhum respaldo analítico todo e qualquer produto que fizesse parte do seu portfólio.

No momento em que o mercado internacional percebeu que as commodities estavam sobrevalorizadas, a crise já estava instaurada e mercado retraiu. As empresas já tinham comprado à vista ou à futuro uma enorme quantidade de matérias-primas, e no momento em que a queda nos preços começou, a grande maioria nem sequer tinha o produto em seus armazéns. Isso trouxe prejuízos a toda cadeia agrícola brasileira.

A crise de 2008 gerou um demanda crescente de formas de se medir o risco em todos os setores e não apenas nas instituições financeiras. Dentre as varias formas de se avaliar o risco de uma operação, o que mais se difundiu pelo mercado é o VaR (*Value at Risk*)

Esse trabalho visa aplicar e testar o modelo VaR (*Value at Risk*) para calcular os riscos que as empresas de fertilizantes detém no que tange os preços praticados no mercado, levando em consideração outras variáveis.

## DEFINIÇÃO DO TEMA

Todos os dias empresas financeiras e não-financeiras compram e vendem bilhões de dólares em ativos e outros instrumentos. A variação nos valores desses ativos podem incorrer em enormes ganhos ou perdas e isso demanda que os participantes do mercado avaliem da melhor forma o risco/retorno de cada operação.

Atualmente, o VaR é o modelo para gestão de risco mais usado no mundo e é utilizado pelas mais diferentes tipos de indústrias que possuem exposição e/ou dependência de ativos monetários e commodities.

O crescimento recente da indústria da gestão do risco esta enraizado diretamente no aumento da volatilidade dos preços (JORION, 2003), que coincidiu com o fim do sistema de *Bretton Woods* no final da década de 70. Desde essa época muitos eventos ocorreram e todos tinham uma característica marcante, a imprevisibilidade. Alguns fatos geraram perdas significativas como a segunda-feira negra em 19 de outubro de 1987, em que as ações americanas despencaram mais de 23%, criando uma desvalorização de US\$1 trilhão, ou ainda as crises do Japão no final 1989, onde a queda nos preços das ações japonesas fez com que US\$2,7 trilhões em capital fosse perdido, causando uma crise que assolou o Japão por quase 20 anos e a crise da Rússia, que com o inadimplemento da dívida causou alvoroço no mercado financeiro mundial e quase trouxe a falência o *Long Term Capital Management*, que administrava um dos maiores fundos de hedge na época (JORION, 2003).

A administração do risco, independente da indústria, é mais que necessária no mercado atual. A Globalização, dinamismo e volatilidade fazem com que os preços dos ativos se movimentem muito rápido e o fluxo de capital muitas vezes não acompanha com a mesma velocidade, o que gera um cenário perfeito para qualquer crise. O objetivo da gestão de risco é precificar com a maior precisão possível os riscos das operações e esse entendimento permite que as consequências, sejam elas favoráveis ou desfavoráveis, estejam mapeadas e com planos de ação eficientes a fim de minimizar as perdas com as incertezas dos eventos.

Dentre os modelos existentes para a compreensão dos riscos nas operações que possam trazer segurança às instituições, o que é mais utilizado é o VaR, pois nenhum outro é versátil e de fácil interpretação o bastante.

## **OBJETIVO GERAL**

Avaliar o modelo de gestão de riscos (VaR) em relação ao preço médio do fertilizante vendido no Brasil.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

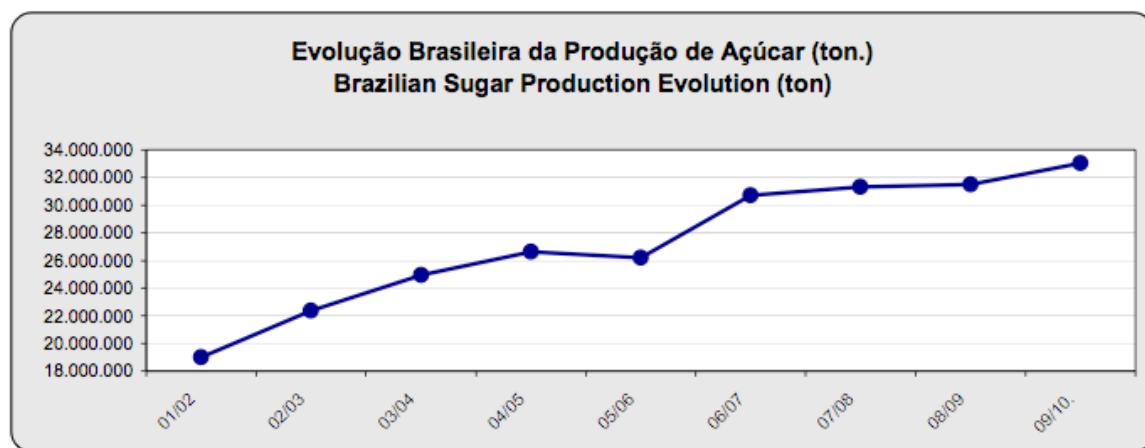
Este trabalho propõe os seguintes objetivos específicos:

- Analisar os fatores que influenciam a volatilidade dos preços do fertilizante
- Utilizar metodologias que levem em consideração risco e retorno no cálculo do resultado
- Avaliar o efeito da movimentação dos preços do gás natural, do dólar e dos preços médios das sementes vendidas no Brasil no valor de venda do fertilizante.

Este trabalho visa atingir o objetivo seguindo a seguinte estrutura: Em primeiro lugar, será desenvolvida a revisão dos conceitos básicos de Risco e VaR. Nesta mesma etapa será apresentada a empresa foco deste trabalho, a Yara Brasil Fertilizantes S.A. Em seguida será apresentado o procedimento metodológico. Por último, será testado o modelo VaR e verificando os pontos importantes como a volatilidade dos preços e a correlação com as outras variáveis propostas para assim analisar a relevância dos dados para a empresa.

## 1. O SETOR DE FERTILIZANTES BRASILEIRO

O consumo de fertilizantes no Brasil vem aumentando a taxas de crescimento significativas na primeira década do milênio. O país é atualmente o quarto maior consumidor de fertilizantes, atrás da China, Estados Unidos e Índia. Dados do IFA – International Fertilizer Industry Association mostram que o consumo de fertilizantes primários (NPK) praticamente duplicaram de 1998 a 2008, o que está intimamente ligado com o crescimento da produtividade dos principais produtos agrícolas brasileiros como a cana-de-açúcar, soja, milho e laranja. Abaixo pode ser visto a evolução da produção das ultimas 9 safras de cana-de-açúcar:



**Figura 1 - Evolução brasileira da produção de açúcar**  
 Fonte: Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Outras culturas no Brasil praticamente dobraram a produção nesse mesmo período como é caso da soja, amendoim e milho. Por esses motivos, o Brasil é um dos principais players para suprir a crescente demanda mundial por alimentos. Somado a isso, o país tem a possibilidade de expansão utilizando terras de pastagem e desmatadas sem a necessidade de invadir territórios indígenas ou reservas ecológicas, no entanto a demanda nacional por fertilizantes crescerá a taxas maiores ainda, fazendo com que o descolamento entre oferta e demanda aumentasse, o que forçaria os preços para cima, reduzindo essa vantagem competitiva com outros mercados.

## 1.1 CADEIA PRODUTIVA

Os fertilizantes são utilizados para repor ao solo os nutrientes retirados na produção agropecuária. Existem muitos tipos de fórmulas que variam desde a mistura dos macronutrientes primários nitrogênio (N) fósforo – rocha fosfática (P) e potássio (K) até as misturas mais complexas, chamadas de micronutrientes secundários, que adicionadas a mistura primária, dão características singulares ao produto como enxofre (S), Ferro (Fe), Magnésio (MG), Cobre (Cu), Cálcio (Ca), entre outros.

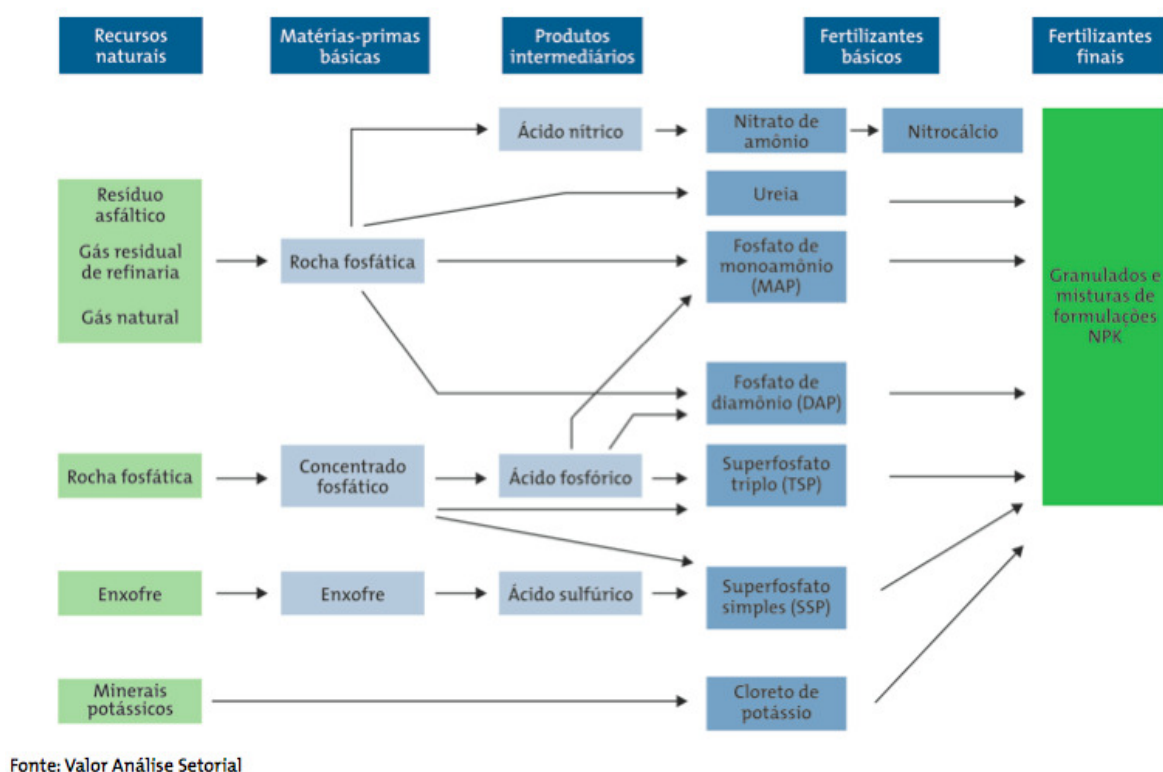
Os principais consumidores mundiais de fertilizantes são China, Estados Unidos, Índia e Brasil. No entanto, o mercado europeu, se aglomerado tem grande importância também. As fórmulas mais produzidas são as primárias NPK com o teor de Nitrogênio mais alto, chamadas também de nitrogenadas. Essas formulas mais demandas do mundo devido ao solo e as culturas da Ásia, America do Norte e Europa necessitarem deste nutriente mais que em qualquer outro lugar. O principal provedor deste nutriente é a Amônia, que é um derivado do Gás Natural e do Petróleo, o que implica em variações inesperadas no preço dos fertilizantes. Os maiores produtores deste insumo são a China e Índia.

Além deste tipo de fertilizante, existem outros dois muito demandados pelo mercado que são os fosfatados, consumidos principalmente no Leste e Sul Asiático e America Latina. Esse produto provém de Rocha Fosfática e seu maior produtor é o Marrocos. O outro tipo são os potássios, que são provenientes da Rússia e do Canadá e são utilizados na America do Norte e Latina e no Leste Asiático.

Existem três divisões básicas na cadeia produtiva dos fertilizantes. A primeira é a produção das matérias primas como a Amônia, a extração do Potássio e da Rocha Fosfática e produtos utilizados para produção como Acido Fosfórico, Sulfúrico e Nítrico. A segunda divisão está na produção dos fertilizantes nitrogenados, potássios e fosfatados e a terceira é a mistura dos nutrientes para obtenção das formulas NPK e micronutrientes.



Abaixo segue um esquema da cadeia produtiva:



**Figura 2 – Esquema da Cadeia Produtiva do Fertilizante**

Fonte: Informe Setorial – BNDES/Valor Análise Setorial

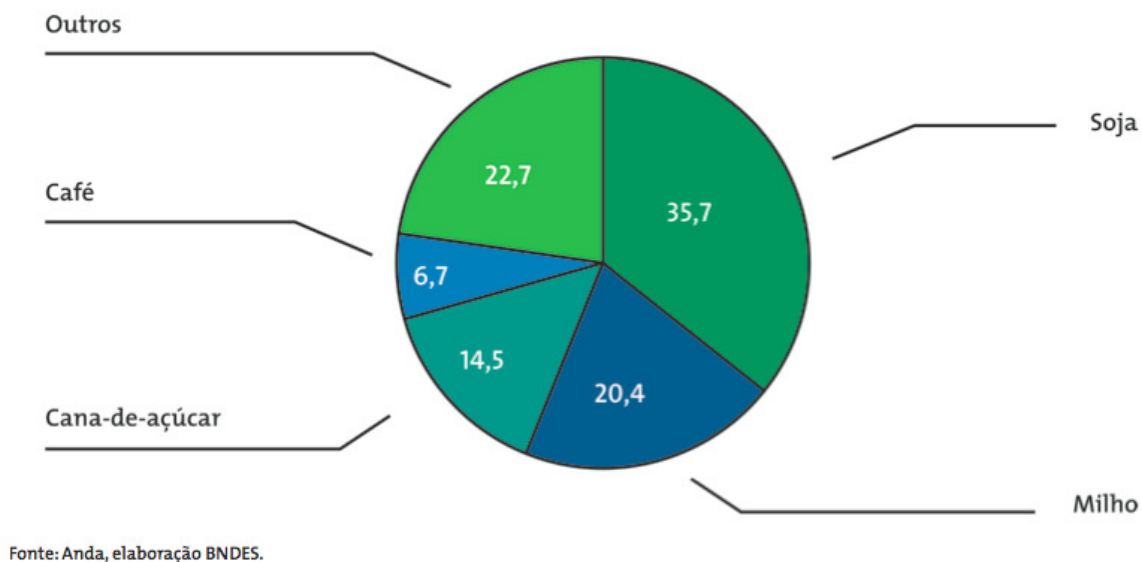
## 1.2 MERCADO INTERNO

O Brasil tem uma produção considerável de fertilizantes fosfatados e nitrogenados, porém não supre a demanda interna. Segundo dados do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 2007 o país consumiu 3.075 toneladas de nitrogênio e importando 75,4% do total. A produção de fósforo não é tão ruim, pois foram consumidos 4.306 toneladas de rocha fosfática e foram importados 51,07%. A situação crítica encontra-se nos fertilizantes potássicos, onde foram importados 4.096 toneladas, o equivalente a 93,41%.

Além dos três maiores produtos utilizados no solo brasileiro, os fertilizantes intermediários também aparecem com dados alarmantes. O enxofre é 100% até aquela data era 100% importado, a Uréia 73%, nitrato de amônia 76,9%, entre outros.

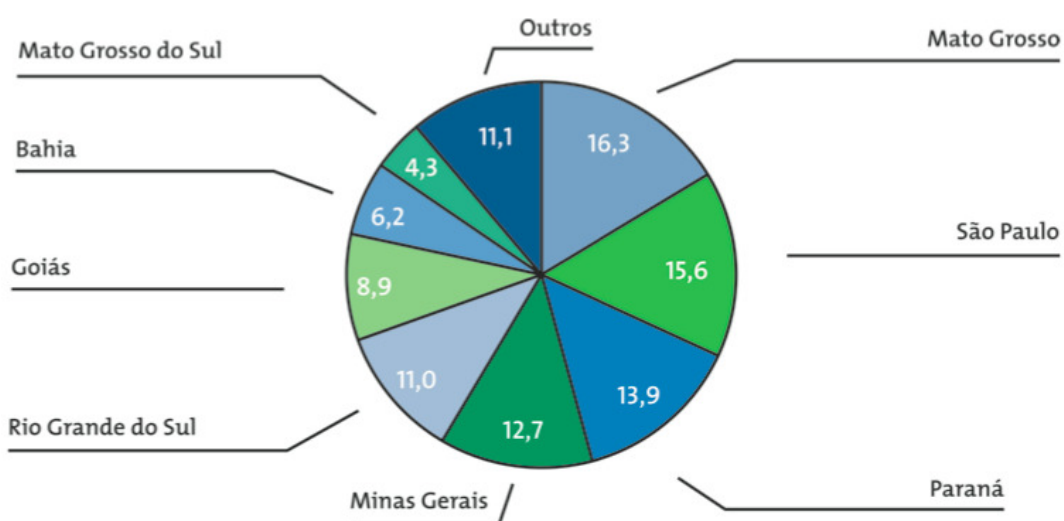
O Brasil exporta muito pouco fertilizantes, o que causa um déficit na balança comercial de fertilizantes muito grande. Segundo o MAPA, em 2007 foram importados 8.613 toneladas de NPK, o que corresponde a 72,6% do consumo.

Abaixo segue as principais culturas demandantes dos fertilizantes, bem como a demanda por estado:



**Figura 3 – Principais culturas demandantes de fertilizantes no Brasil**

Fonte: Informe Setorial - BNDES



**Figura 4 – Principais estados demandantes de fertilizantes**

Fonte: Informe Setorial – BNDES

Apenas quatro culturas são consideradas principais no país, equivalendo-se a 77% de toda a utilização de fertilizante em 2007. Três dessas culturas, o café, o

soja e a cana-de-açúcar são produzidos pelos estados que mais consomem fertilizante do país, o Mato Grosso e São Paulo. O consumo está concentrado basicamente no Sul e Sudeste, equivalendo-se a 88% do mercado nacional.

O Brasil possui uma dependência externa muito grande e isso preocupa o setor mais estratégico do país, pois existe uma vulnerabilidade aos preços externos e as oscilações na taxa de câmbio. Além destes fatores, o custo de frete e transporte preocupam os produtores, pois altos custos incorridos na produção serão levados ao preço do produto final. No entanto, o Brasil conta uma vantagem competitiva contras outros países, pois as principais safras demandantes de fertilizantes são entre maio e novembro, diferentemente da demanda externa, que ocorre nos primeiros seis meses do ano. Isso traz mais poder de negociação de preços e entrega, o que em tese acarretará em redução de custos e tempo.

### 1.3 PLAYERS DO MERCADO

Com a onda de aquisições, fusões e privatizações iniciada em no começo da década de 90, o setor de fertilizantes passou a ser dominado por poucos e grandes grupos estrangeiros. Atualmente, quatro empresas concentram a produção de fertilizantes básicos e intermediários, além do NPK, no Brasil, sendo que uma delas voltou a ser brasileira no final do ano de 2009 com a compra da Bunge Fertilizantes pela Companhia Vale do Rio Doce.

A Vale Fertilizantes cresceu no cenário nacional a partir da compra da Fosfértil juntamente com a compra da parte de fertilizantes da Bunge, criando a maior empresa do ramo no Brasil. A Vale adquiriu para o seu portfólio toda a parte de produção e mistura das duas empresas bem com a parte dos serviços portuários que era executados pelas duas empresas. Mais importante ainda são as minas de fósforo e potássio que a empresa detém, o que eleva a Vale Fertilizantes a um patamar acima das demais concorrentes no território nacional.

O outro grupo importante no Brasil é o grupo norte-americano Mosaic, resultado da fusão da Cargill com a IMC Global. Este é o principal player mundial na produção de fertilizantes fosfatados e potássios. Além deste, existe no Brasil a Yara Brasil Fertilizantes, grupo norueguês que adquiriu por parte da Yara

International, a Fertibrás e Adubos Trevo, o grupo francês Rollier e a outra empresa brasileira do setor, a Fertilizantes Heringer.

As 5 empresas correspondem a 80% das vendas e juntas detêm mais de 100 misturados espalhadas pelo Brasil inteiro. Algumas das empresas ainda são líderes em comercialização de grãos, fazendo com que os produtores se tornem dependentes nas duas frentes de comércio na agricultura. Primeiramente na compra dos insumos, onde existe um “financiamento” do fertilizante por parte da empresa fabricante. E em segundo pelo pagamento do produtor em grãos, restando uma parte apenas para a extração do lucro do plantio. Em seguida as empresas de se utilizam das “*trading companies*” para transformar o lucro em grãos em lucro monetário.

#### 1.4 O GOVERNO E O FUTURO

O Governo brasileiro, percebendo a importância do setor agrícola e , principalmente, do gargalo no setor de fertilizantes vem tomando providências para tornar o mercado economicamente atrativo, contribuindo para a viabilidade de algumas jazidas de potássio e fósforo. Além disso, o governo estuda a possibilidade da criação de uma empresa estatal a fim de fomentar tecnologicamente o setor, que hoje é muito deficitário neste quesito. Uma das soluções propostas seria uma espécie de uma empresa binacional com a Rússia, que detém a tecnologia necessária para a exploração e produção de fertilizantes bem avançada. Com isso a Rússia transferiria a expertise tecnológica e em troca o Brasil garantiria o abastecimento de produtos agrícolas.

A alta concentração do setor é outro ponto que o Governo está focado, pois o cenário atual permite o oligopólio e até a cartelização do setor. No Brasil, o forte aumento dos preços dos fertilizantes nos últimos dez anos fez com a redução da renda e da competitividade brasileira na agricultura caísse a níveis alarmantes. Por isso se faz necessário a criação de um plano nacional de fertilizantes, que já vem sendo estudado pelo Governo. O plano deverá seguir em três frentes: a primeira delas é a da área dos nitrogenados, que neste contexto encontra-se a Petrobrás, principal fornecedora de gás natural que a fonte do Nitrogênio. Essa é a solução mais plausível neste momento, pois o Brasil já tem a Petrobras muito bem

estruturada e com contratos de gás natural pré-estabelecidos com a Bolívia, além de poder utilizar as reservas do pré-sal para a retirada do mesmo também. O segundo ponto importante é a separação da exploração de minerais de forma geral da exploração de minerais para o setor agrícola. O terceiro ponto importantíssimo e que está criando mais discussões é a exploração de jazidas e minas de fósforo e potássio.

O Brasil pretende chegar ao topo do comércio de alimentos mundial em 10 anos e o setor de fertilizantes ainda é o gargalo de produção de todos os agricultores brasileiros. Com a criação de uma política nacional para auto-suficiência em fertilizantes, a probabilidade de alavancar o crescimento é muito maior.

## 2. YARA INTERNATIONAL ASA

### 2.1 HISTÓRICO

A Yara Brasil Fertilizantes faz parte do grupo Yara International ASA, maior empresa de nutrientes para plantas do mundo. listada na Bolsa de Valores de Oslo desde 2004, a Yara International é a única empresa de fertilizantes que realmente tem presença global, operando em mais de 120 países e com fábricas e escritórios em mais de 50.

A Yara, primeiramente chamada de *Norsk Hydro*, iniciou suas operações no dia 2 de dezembro de 1905, quando os industriais *Sam Eyde, Kristian Birkeland and Marcus Wallenberg* utilizaram o grande poderio hidráulico da Noruega para produzir fertilizantes minerais retirando nitrogênio do ar utilizando máquinas movidas a água.

Nos seus primeiros anos de vida, além de estar produzindo em larga escala o fertilizante, o Hydro Norsk também investia pesadamente em construções de hidroelétricas e na industrialização das regiões onde se encontravam as fábricas. Nesta época, a empresa já procurava se desenvolver com pesquisas científicas, por isso contratou um dos maiores nomes da época para se tornar consultor técnico durante toda a vida, o professor *Kristian Birkeland*.

A partir da década de 20, a Hydro começou a produção de Amônia em *Rjukan*, uma pequena cidade nos *fjords* noruegueses. Hoje, esta ainda é a região que a Yara tem fábricas e neste local se encontra a sua maior planta química na Europa, mais precisamente em *Porsgrunn*, ao sul de Oslo. No final da década de 30, a Hydro começou a produção de outros produtos químicos como CO<sub>2</sub> e água pesada, que até hoje fazem parte do portfólio de vendas da Yara mundial.

Durante a segunda guerra mundial, a Hydro expandiu suas atividades para outro países como Estocolmo, abrindo um escritório de vendas, e para os Estados Unidos, focando na venda de Nitratos de Cálcio para frutas e vegetais. A agência foi colocada em umas das cidades mais desenvolvidas da época e muito próxima das culturas dos principais consumidores dos produtos, São Francisco, Califórnia.

Durante a década de 60 a empresa continua expandindo os negócios e o portfólio de produtos químicos. A primeira delas foi o investimento na fábrica de *Porsgrunn*, o que propiciou a produção própria de amônia. O segundo movimento e visto como o mais importante da história da Hydro, foi a *joint-venture* com *Qafco* (*Qatar Fertiliser Company*), que na época fundaram a maior planta do mundo para produção de fertilizantes químicos. A participação da Hydro na *joint-venture* é de 25%, sendo o restante do governo do Qatar. Hoje em dia, esta é uma das maiores fabricante do mundo de amônia e uréia, sendo vendidos para todo o mundo.

Dentre as décadas de 70 e 90, a Hydro fez a maior parte de suas aquisições, como a NSM (Holanda), Supra (Suécia), Fisons (Reino Unido), Ruhr Sticstoff (Alemanha), dentre varias outras empresas. Além destas aquisições, a empresa tornou-se um importante *player* europeu na nutrição específica de plantas, criando um mercado, que até aquele momento era muito pequeno, o mercado de micronutrientes.

No final da década de 90 a Hydro se tornou um grande conglomerado de empresas com participações em varias áreas de negocio, variando desde o fertilizante mineral até a produção de alumínio e energia. A parte de química, que engloba a produção de uréia, amônia, todos os tipos de fertilizantes e outros produtos químicos não estavam trazendo retornos satisfatórios ao grupo no que tange capacidade de lucro e rentabilidade. A nova estratégia da empresa, separou-a em dois, Alumínio e Óleo e Energia. Com isso, criou-se a Hydro Agri, uma empresa completamente nova, com presidente e poderes próprios. Após alguns anos, recuperando-se da crise em que a empresa passou, a Hydro Agri retomou a liderança em produção de amônia, nitratos, fertilizantes complexos e micronutrientes para frutas e vegetais.

Em 2003, a Hydro Agri adquiriu a Adubos Trevo, a maior empresa de fertilizantes do sul do país, com 11% de *market share* no Brasil. A Trevo era considerada estratégica para a Hydro, pois é a única na região que abrange o Rio Grande do Sul e Santa Catarina que detém um píer próprio para recebimento de matéria-prima e escoamento da produção para outros estados.

2004 foi o ano em que a Hydro Agri abriu o capital na Bolsa de Oslo. Com isso alterou a razão social para Yara International ASA e tornou-se uma nova empresa, com logotipo novo e uma nova estratégia, sem vinculo algum com a

antiga Hydro. A constituição patrimonial continuou sendo a mesma, com grande parte das ações no poder do governo norueguês.

Nos últimos anos desta década, a Yara fez ainda mais aquisições, dentre elas a Fertibrás, uma das maiores empresas de fertilizantes do centro-norte do Brasil.

A Yara Brasil Fertilizantes S/A é um braço importante para o conglomerado, pois possui um dos maiores mercado consumidores do mundo, com quase 17 milhões de toneladas de fertilizantes utilizados. Por isso a empresa vem constituindo uma carteira grande de clientes em varias regiões do país, consolidando a marca e colocando definitivamente o Brasil nos planos de investimentos corporativos.

## 2.2 PRINCIPAIS PRODUTOS

- Amônia/Uréia
- Nitratos
- Fertilizantes balanceados (NPK)
- Fertilizantes especiais
- Produtos Químicos e Gases

## 2.3 SEGMENTOS DE NEGÓCIO

- **Upstream** – área que abrange as unidades de produção de fertilizantes integradas com amônia, nitratos e NPK
- **Downstream** – área responsável pelas vendas e atividades de mistura, ensaque e distribuição de fertilizantes
- **Industrial** – área que comercializa os produtos e derivados do segmento Upstream para aplicações industriais

## 2.4 MISSÃO

Nós nos empenhamos por melhor rendimento (*We strive for better yield*)



## 2.5 VISÃO

Ser a modeladora do negócio (*To be the industry shaper*)

## 2.6 VALORES

### Ambição

- Estar alinhado às ambições da empresa;
- Definir padrões de desempenho elevados e inspiradores;
- Ter coragem para enfrentar a realidade e agir.

### Trabalho em equipe

- Definir metas e objetivos claros;
- Delegar com responsabilidade;
- Procurar agilidade e simplificação em processos de trabalho;
- Estimular e orientar sua equipe;
- Saber como compensar fraquezas com as forças da equipe.

### *Accountability*

- Assumir responsabilidade total pela realização de um trabalho;
- Não apresentar desculpas por desempenho insuficiente;
- Ter disciplina na implementação de decisões, políticas e iniciativas obrigatórias;
- Ter coragem para tomar decisões difíceis e ter pré-disposição para assumir riscos.

### Confiança

- Ser honesto e tratar as pessoas com respeito;
- Contribuir de forma direta e construtiva;
- Não buscar culpados e aprender com os próprios erros;
- Ser justo e reconhecer o crédito quando este for merecido.

### 3. RISCO

O risco permeia todas as nossas atividades e desde a antiguidade ele vem sendo estudado por matemáticos, brilhantes cientistas, tecnologistas, inventores a até filósofos políticos (BERNSTEIN, 1997).

A palavra risco deriva de uma expressão italiana utilizada na antiguidade “*risicare*” e quer dizer “ousar” (BERNSTEIN,1997). Porém, foi só entre as décadas de 20 e 30 que as primeiras discussões sobre a definição do conceito de risco começaram a ser relevantes. Damodaran (2009, p. 23) coloca que elas baseavam-se principalmente “na distinção entre o risco passível de ser quantificado na forma objetiva e o risco subjetivo”. Desta, surgiu uma das primeiras questões relevantes sobre o que diferencia o risco da incerteza. Frank Knight (apud DAMODARAN, 2009, p. 23) resume que:

A incerteza precisa ser considerada com um sentido radicalmente distinto da noção comumente aceita de Risco, da qual nunca foi adequadamente separada... O aspecto essencial está no fato de “Risco” significar, em alguns caso, uma variável passível de ser medida, enquanto em outros o termo não aceita esse atributo; além disso, há enormes e cruciais diferenças nas conseqüências desses fenômenos, dependendo de qual dos dois esteja realmente presente e operante... Está claro que uma incerteza mensurável, ou o risco propriamente dito, na acepção que utilizaremos, é tão diferente de uma incerteza não-mensurável, que não se trata, de forma alguma, de uma incerteza.

Para Knight (1921) o risco é considerado como todas as incertezas que podem ser mensuradas, o que retira do conceito de risco todas as subjetividades inerentes ao nosso dia-a-dia. Porém, a verdade é que as pessoas se preocupam com todos os tipos de incerteza, independentemente da objetividade ou subjetividade.

Para Holton (2004) as pessoas procuram um resultado em qualquer situação. Com isso, elas estão expostas a fatores externos e as conseqüências das atitudes é o que causa a incerteza. O mesmo autor observa que, se uma pessoa pule na frente de uma carro a 150km/h e ela está certa que irá morrer, desta forma não existe risco, pois não existe incerteza. Em suma,o risco é a relação da exposição com a incerteza.

Em finanças, se procura calcular o impacto das incertezas nas quantidades expostas às oscilações que buscam o retorno de um ativo futuro positivo, mas

estas formas de mensuração do risco raramente são precisas e sempre carregam algum tipo de desvio.

Jorion (2003, p. 3) define risco como “a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionados ao valor dos ativos ou passivos de interesse”.

Corroborando com o autor anterior, Damodaran (2009, p. 24) define risco como “a variabilidade dos retornos observados de um investimento em comparação com o retorno esperado do investimentos, mesmo quando esses retornos representam resultados positivos”.

A ISO (*International Standards Organization*) (2010) define Risco como o efeito das incertezas nos objetivos. Os efeitos são os desvios do esperado sejam positivos ou negativos.

Toda instituição, seja financeira ou não incorre em alguma forma de risco. Alguns dos tipos mais freqüentes segundo Jorion (2003) e Padoveze e Bertolucci (2009) são:

- **risco de mercado:** provém da incerteza dos retornos sobre um investimento e é resultado de alterações nos preços dos ativos, movimentações na volatilidade, variações nas taxas de juro, câmbio e commodities.
- **risco de crédito:** acontece quando uma das partes não se dispõe ou não tem capacidade para cumprir suas obrigações. Esse tipo de risco também engloba o risco soberano, quando por exemplo, países reforçam controles cambiais para impossibilitar o pagamento de suas dividas e obrigações
- **risco operacional:** é aquele proveniente de erros humanos, falhas técnicas em equipamentos ou acidentes. Esse tipo de risco é o mais comum nas organizações e o mais difícil de ser medido, devido a alta gama de possibilidades e a alta imprevisibilidade dos eventos.
- **risco legal:** acontece quando alguma das partes em uma transação não pode se utilizar da legislação para discutir os eventos. Esse tipo de risco normalmente acontece em casos como *defaults* e calotes, pois a parte deficitária utilizará os meios legais para reaver as perdas.

- **risco de liquidez:** esse tipo de risco ocorre quando uma organização se encontra impossibilitada de honrar seus compromissos financeiros. Existem dois tipos: risco de liquidação dos ativos é há falta de cora disposto a adquirir os direitos dos bens em questão e risco de liquidação dos pagamentos quando não existe disponibilidade monetária suficiente para honrar os passivos.

Existem muitas outras definições de risco que variam bastante. Damodaran (2008, p. 27) aponta que “...Algumas se concentram principalmente na probabilidade de ocorrência de eventos negativos, outras consideram as conseqüências desses eventos, enquanto há aqueles que consideram o lado das perdas quando o de ganhos de uma distribuição de eventos”.

#### 4. VaR VALUE AT RISK

O VaR é o modelo de cálculo para gestão de risco mais utilizado hoje em dia. O idealizador desse modelo foi Till Guildimann, que no fim da década de 80 exercia a função de responsável pela área de pesquisa global do J.P Morgan. A necessidade apareceu quando “o grupo de administração de risco tinha de decidir se estar totalmente imunizado consistia em investir em títulos de longo prazo – gerando retornos estáveis – ou em dinheiro, mantendo o valor de mercado constante” (JORION, 2003). Com isso, constatou-se que os valores em risco eram mais relevantes do que as possíveis perdas dos retornos.

O VaR, portanto, é uma das diferentes formas de medir o risco de de um determinado ativo ou derivativo.

Hoje em dia, o VaR é utilizado não apenas em bancos comerciais e de investimento, mas por órgãos reguladores para determinação do capital requerido para mitigar os riscos da instituição.

Para que seja possível calcular o VaR de um ativo, são utilizados modelos estatísticos baseados em resultados passados para estimar cenários futuros, dentro de um intervalo de confiança, e um determinado espaço de tempo.

Jorion (2003, p. 19) descreve VaR como “o percentil da distribuição de retornos projetada sobre um horizonte estipulado. Se  $c$  for o nível de confiança selecionado, o VaR correspondera ao  $(1 - c)$  percentil da distribuição”. Em síntese, o VaR é a maior (ou pior) perda dentro de um intervalo de confiança e um determinado tempo (JORION, 2003).

VaR para Securato (2008, p. 401) “é o modelo mais adequado para o tratamento do risco... que gera uma medida, o *value at risk*, que será, a partir de agora, identificada como a quantificação do risco das posições da instituição”. O mesmo autor coloca que:

[...] a incorporação da situação do mercado na apuração do risco por meio da geração de um cenário futuro desfavorável com um certo grau de confiança, adotando-se como medida de risco o valor da perda decorrente desse cenário, denomina o *value at risk*.

Hull (2008, p. 451) resume VaR como “uma tentativa de prover um simples numero que totaliza o risco dos ativos financeiros do portfólio”.

Para fins de ilustração, Damodaran (2008, p. 208) coloca:

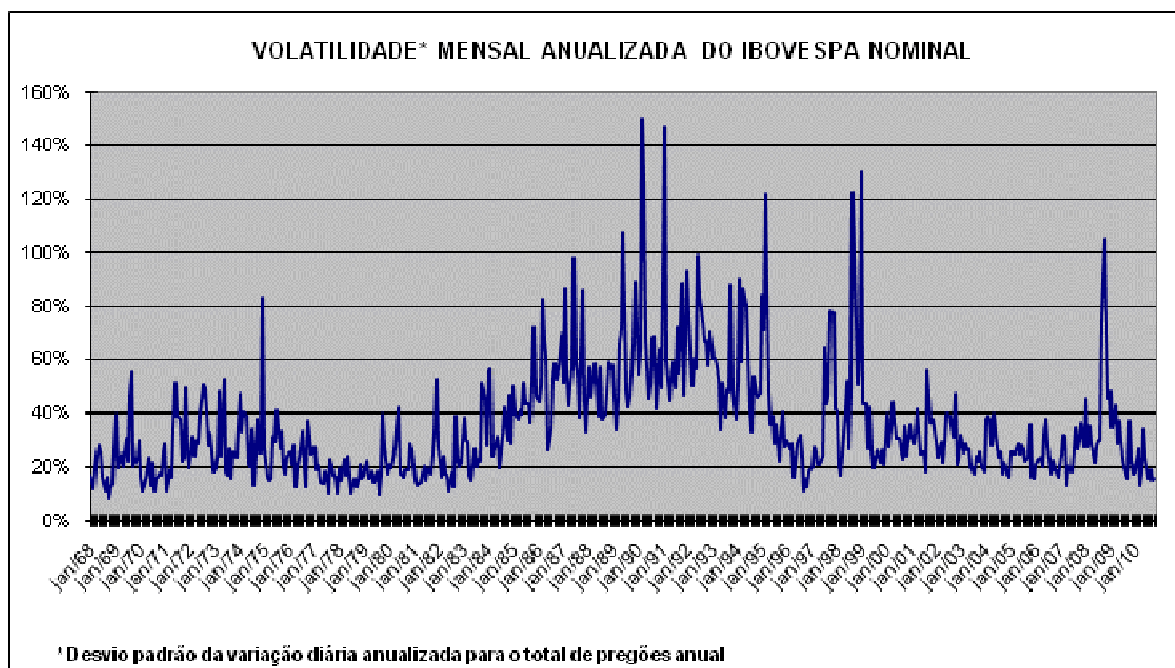
[...] avaliando o VaR para um único ativo cujos prováveis valores obedecem a distribuição normal com media igual a \$100 milhões e um desvio padrão anual de \$10 milhões, com 95% de confiança, é possível estimar que o valor deste ativo não cairá menos que \$80 milhões (2 desvios padrão abaixo da média) e não será superior a \$120 milhões (2 desvios padrão acima da média).

Sobre o exemplo acima, deve-se ressaltar alguns pontos cruciais para um melhor entendimento sobre como fazer a leitura do VaR. O primeiro deles é o fato de o VaR servir como modelo para gestão de riscos apenas para ativos sob condições normais de mercado, pois em momentos de extrema volatilidade e estresse o modelo não é eficaz, devido a alta imprevisibilidade dos movimentos que os preços dos ativos. O VaR, portanto, não poderia ser calculado, por exemplo, na fatídica segunda-feira negra de 19 de outubro de 1987, pois o mercado encontrava-se em extrema volatilidade, devido a queda nos preços das ações, dificultando o cálculo de risco.

O segundo ponto relevante é que o VaR é apresentado um valores monetários, singularizando o resultado em um número apenas, o que torna o seu entendimento mais claro, objetivo e de fácil entendimento (DAMODARAN, 2008).

Para um melhor entendimento do VaR é preciso que alguns conceitos estatísticos sejam explicitados:

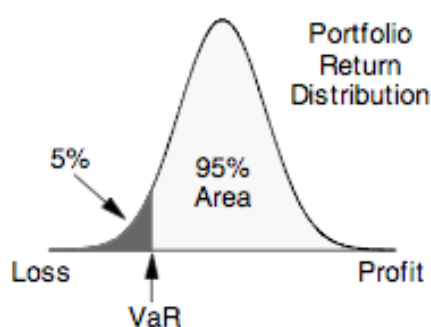
**Volatilidade:** é uma medida de dispersão em relação a media, portanto nos traz a idéia de quanto os retornos podem variar para cima ou para baixo em relação à media. A figura abaixo mostra a volatilidade mensal anualizada do IBOVESPA (índice da Bolsa de Valores de São Paulo) do período de janeiro de 1968 à outubro de 2010. Nota-se que em meses de alta volatilidade, existe uma tendência natural de serem seguidos por meses de alta volatilidade também. Esse fenômeno é conhecido como *clustering* ou aglomeração, e corresponde a períodos de uma serie em que vários dados de mesmo valor (ex. séries de retornos altos ou baixos) são verificados concomitantemente.



**Figura 5 – Volatilidade mensal anualizada do Ibovespa nominal**

Fonte: <http://www.bmfbovespa.com.br/indices/VolatilidadeMensal.aspx?Indice=Ibovespa&idIoma=pt-br>

Intervalo de Confiança: é uma parte da distribuição que busca representar a probabilidade dos eventos ocorrerem e são usados para indicar a confiabilidade da estimativa. No caso do VaR, o intervalo de confiança mais utilizado é 95%, o que quer dizer que em uma série de 100 retornos, um ativo com VaR diário de R\$ 1000,00 provavelmente apresentará 5 deles perdas maiores do que o VaR. Abaixo segue uma ilustração do Intervalo de Confiança:



*This definition of VaR uses a 5% risk level (95% confidence): You would anticipate that losses exceeding the VaR amount would occur 5% of the time (or losses less than the VaR amount would occur 95% of the time).*

**Figura 6 – Ilustração do intervalo de confiança**

Fonte: Risk Management: a practical guide – RiskMetrics Group

Tempo: é o período onde o cálculo do VaR será feito. O período utilizado para calcular é variado, dependendo da operação em questão, porém na maioria

dos casos, traz-se o resultado para 1 dia, visto que na maioria dos casos é necessário para os bancos terem uma gestão de riscos ativa, devido ao dinamismo do mercado financeiro.

Base monetária: é importante que quando calculado o VaR a base monetária seja a mesma. Tipicamente, o VaR é apresentado na base em que a instituição se encontra. O *Bank of America* apresenta seus relatórios de risco em *USD* (Dólares Americanos) já o Banco do Brasil e *BRL* (Reais Brasileiros).

O relatório 10Q, uma das exigências da SEC (Security and Exchange Commission – Comissão de Valores Mobiliários dos Estados Unidos) se refere ao status das instituições financeiras dos Estados Unidos no trimestre anterior. As instituições financeiras são obrigado a enviar ao relatório 35 dias após o término do trimestre. Dentre muitos dados contidos no relatório, um deles é a exposição ao risco da instituição.

Abaixo segue uma parte do relatório referente ao risco dos The Goldman Sachs Group, Inc. do primeiro trimestre fiscal finalizado em 31 de março de 2010.

**Average Daily VaR <sup>(1)</sup>**  
(in millions)

<b><u>Risk Categories</u></b>	<b>Average for the Three Months Ended</b>	
	<b><u>March 2010</u></b>	<b><u>March 2009</u></b>
Interest rates . . . . .	\$ 109	\$218
Equity prices . . . . .	88	38
Currency rates . . . . .	35	38
Commodity prices . . . . .	49	40
Diversification effect <sup>(2)</sup> . . . . .	(120)	(94)
<b>Total . . . . .</b>	<b><u>\$ 161</u></b>	<b><u>\$240</u></b>

<sup>(1)</sup> Certain portfolios and individual positions are not included in VaR, where VaR is not the most appropriate measure of risk (e.g., due to transfer restrictions and/or illiquidity). See “— Other Market Risk Measures” below.

<sup>(2)</sup> Equals the difference between total VaR and the sum of the VaRs for the four risk categories. This effect arises because the four market risk categories are not perfectly correlated.

**Figura 7 – Demonstrativo de VaR médio diário do Goldman Sachs**

Fonte: <http://www2.goldmansachs.com/our-firm/investors/financials/current/10q/10-q-2010-1q.pdf>



**Daily VaR <sup>(1)</sup>**  
(in millions)

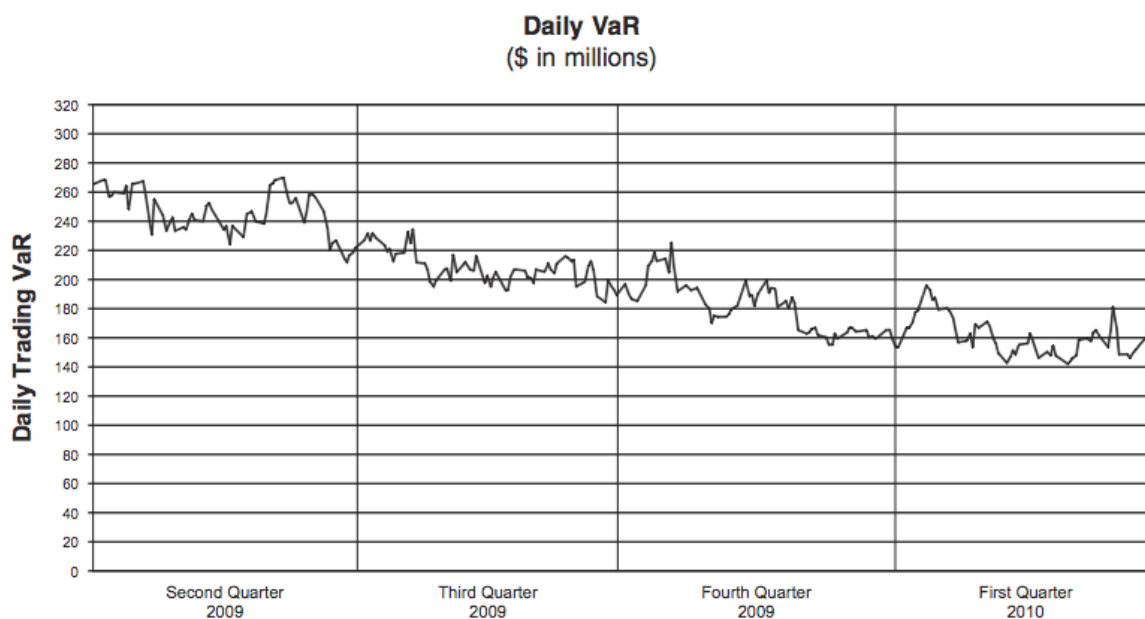
<b>Risk Categories</b>	<b>As of</b>		<b>Three Months Ended</b>	
	<b>March 2010</b>	<b>December 2009</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>
Interest rates . . . . .	\$ 90	\$ 122	\$123	\$ 90
Equity prices . . . . .	93	99	124	58
Currency rates . . . . .	57	21	57	20
Commodity prices . . . . .	35	33	62	33
Diversification effect <sup>(2)</sup> . . . . .	(111)	(122)		
<b>Total . . . . .</b>	<b>\$ 164</b>	<b>\$ 153</b>	<b>\$196</b>	<b>\$142</b>

<sup>(1)</sup> Certain portfolios and individual positions are not included in VaR, where VaR is not the most appropriate measure of risk (e.g., due to transfer restrictions and/or illiquidity). See “— Other Market Risk Measures” below.

<sup>(2)</sup> Equals the difference between total VaR and the sum of the VaRs for the four risk categories. This effect arises because the four market risk categories are not perfectly correlated.

**Figura 8 - Demonstrativo de VaR médio diário do Goldman Sachs**

Fonte: <http://www2.goldmansachs.com/our-firm/investors/financials/current/10q/10-q-2010-1q.pdf>



**Figura 9 – Gráfico do VaR diário do Goldman Sachs**

Fonte: <http://www2.goldmansachs.com/our-firm/investors/financials/current/10q/10-q-2010-1q.pdf>

Existem três tipos de VaR relacionados a mensuração do valor em risco. O primeiro deles é o VaR Marginal. O *RiskMetrics Group* (1999, p.6) o define “como sendo quanto de risco uma posição adiciona ao portfólio. Jorion (2003, p. 139) coloca o VaR marginal como “a mudança no VaR da carteira resultante da adição

de um dólar em exposição a um dado componente. Trata-se também da derivada parcial em relação ao peso do componente”.

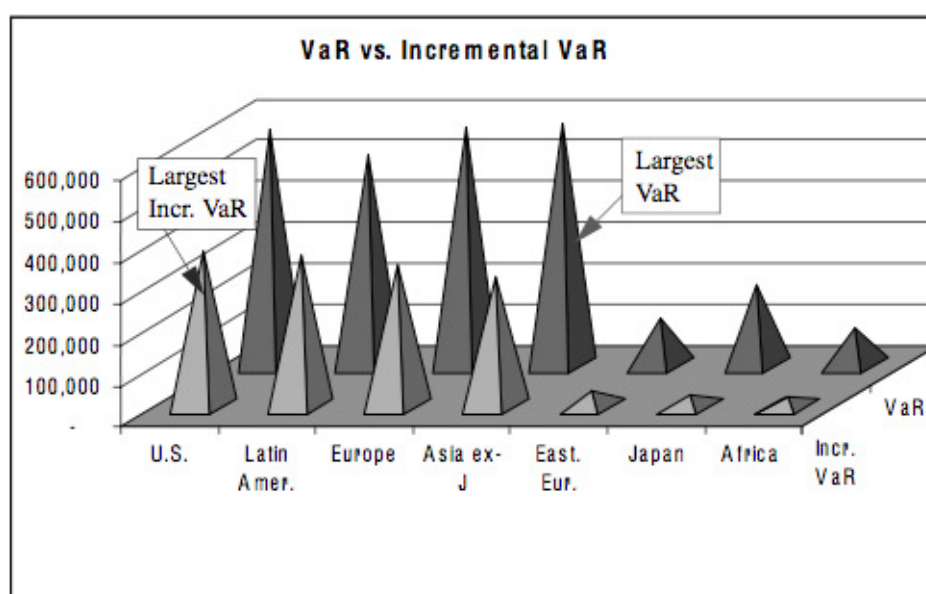
O VaR Marginal é bastante útil para medir qual posição (ou categoria de risco) é o maior contribuinte para o risco do portfólio. Neste caso abaixo pode-se perceber, que apesar da posição em ações do Yahoo ter um VaR maior, a contribuição dos *treasury-bonds* de 10 anos para o VaR da carteira é maior. O VaR Marginal mostra quando reduzir ou eliminar posições a fim de reduzir o risco da carteira (RISKMETRICS GROUP, 1999).

Position	Market value, MM	VaR, MM	Marginal VaR, MM
Yahoo! Equity	\$ 25.1	\$ 0.9	\$ 0.5
10-year U.S. T-Note	\$ 98.2	\$ 0.8	\$ 0.6

**Tabela 1 – Representação do VaR Marginal**

Fonte: Risk Management: a practical guide – RiskMetrics Group

A outra ferramenta do VaR, o VaR Incremental esta intimamente relacionada com a ferramenta anterior. Jorion (2003, p. 141) define esta como “a mudança no VaR decorrente de uma nova posição. Ela difere do VaR Marginal no sentido em que o montante adicionado ou subtraído pode ser alto, e nesse caso, o VaR não muda de forma linear” . O VaR Incremental mede o impacto das mudanças nos pesos das posições (RISKMETRICS GROUP, 1999).



**Figura 10 – Representação do VaR Incremental**

Fonte: Risk Management: a practical guide – RiskMetrics Group

Risk Contribution Report	Present Value	VaR	Marginal VaR	Incremental VaR	Contribution to Risk
U.S.	71,774,216	574,194	222,075	378,341	25%
Latin America	10,258,887	512,944	220,114	369,626	25%
Europe	64,600,480	581,404	204,358	343,237	23%
Asia ex-Japan	12,693,840	589,734	196,046	317,346	21%
East. Europe	1,948,860	116,932	31,050	40,322	3%
Japan	19,569,450	195,694	48,012	30,068	2%
Africa	4,689,370	93,387	24,423	24,163	2%
<i>Divers. Benefit</i>		<i>(1,161,186)</i>			
<b>Aggregate</b>	<b>185,515,103</b>	<b>1,503,103</b>		<b>1,503,103</b>	<b>100%</b>

**Tabela 2 – Cálculo do VaR, VaR Marginal e VaR Incremental**

Fonte: Risk Management: a practical guide – RiskMetrics Group

O VaR incremental neste exemplo acima demonstra que a posição em Ásia excluindo Japão tem o maior risco individual, ela é apenas a quarta maior contribuinte para o risco da carteira. Como se pode perceber também, as melhores oportunidade para reduzir o risco da carteira estão nas posições em Estados Unidos, America Latina e Europa.

Este exemplo mostra claramente a diferença existente entre o VaR Marginal e o VaR Incremental. O primeiro deles é quanto de risco cada posição individual compreende e o segundo quanto de risco cada posição adiciona a carteira [relevando sua contribuição (peso)].

O benefício da diversificação é outra característica que fica explicitada neste exemplo. Com o VaR Incremental se tem uma visão geral das posição em risco da carteira, sendo possível alcançar uma melhor distribuição do capital a fim de atingir a melhor correlação entre os ativos para diminuir a exposição.

A ultima ferramenta é o VaR de Componente. Jorion (2003, p.145) define como sendo “uma partição do VaR da carteira que indica aproximadamente o quanto o VaR da carteira deve mudar se o componente em questão for eliminado da posição”.

Os três tipos de ferramentas do VaR são úteis para um melhor entendimento do risco da carteira e se calculados juntos trarão ao gestor de risco subsídios suficientes para a melhor alocação de capital e uma melhor mitigação do risco da carteira.

## 4.1 METODOLOGIAS DE CÁLCULO

O conceito de VaR, a princípio, é fácil de compreender, no entanto a dificuldade está em obter os dados e aplicar o modelo correto. Por isso serão apresentados os três modelos mais difundidos para o cálculo do VaR. Observe que estes não são os únicos, apenas os mais utilizados pela indústria de risco.

### 4.1.1 VaR Paramétrico

A abordagem paramétrica, ou “variância-covariância”, parte do pressuposto que o VaR é uma estimativa de probabilidade que o valor de um ativo ou uma carteira caia abaixo de um determinado valor durante uma espaço de tempo. Com isso, encontram-se distribuições de probabilidades para os valores do ativo ou da carteira. Jorion (2003, p. 99) coloca que “quando este for o caso, o valor do VaR pode ser derivado diretamente do desvio-padrão da carteira, utilizando um fator multiplicativo que depende do nível de confiança”. Esta abordagem se diferencia do cálculo de VaR, pois envolve o desvio-padrão e não apenas o “quantil da distribuição empírica” (JORION, 2003).

O VaR Paramétrico tem a seguinte equação:

$$VaR = M \times \sigma \times T \times IC$$

Onde:

$M$  - Montante aplicado

$\sigma$  - volatilidade (desvio-padrão)

$T$  - Tempo

$IC$  - Intervalo de confiança

O Cálculo de VaR Paramétrico é dividido em carteiras de 1 ativo e em carteiras de mais de 1 ativo. Para o calcular o VaR de 1 ativo, basta apenas

encontrar a volatilidade diária e em conseqüência o desvio-padrão e aplicar a fórmula. Para o cálculo para carteiras de mais de 1 ativo, é necessário levar em consideração, primeiramente, a correlação entre eles para calcular a volatilidade.

#### **4.1.2 Simulação Histórica**

A estimativa do VaR utilizando o calculo através da simulação histórica para Damodaran (2008, p.212) “representa a maneira mais simples de se estimar o valor do VaR para carteiras. Com essa abordagem, o VaR de uma carteira é estimado com a geração de uma serie histórica hipotética de seus retornos, por sua vez obtida com a inserção de dados historicos reais e o subseqüente calcula das alterações que ocorreriam a cada período”. Hull (2008, p. 454) resume o conceito como “usar dados passados como uma forma direta de estimar o que pode acontecer no futuro”.

O cálculo do VaR através desta abordagem consiste em primeiramente estimar o intervalo de confiança, o horizonte de tempo e coletar os dados do portfólio corretamente. Em seguida identificar as variáveis que afetam a rentabilidade do portfólio como taxas de juros, taxa de cambio, preços de ações, etc. Cada uma dessas variáveis de mercado deverá ter os dados coletados no mesmo horizonte de tempo predefinido anteriormente. Com isso pode-se estimar diferentes cenários para o que ocorrerá com a carteira no próximo dia, sendo cada um deles, a combinação de um dia de cada variável (HULL, 2008).

Cada cenário gera uma retorno, que é colocada em uma distribuição de resultados. Em seguida utiliza-se o intervalo de confiança para determinar a precisão do VaR calculado.

Este método de cálculo é o mais fácil e mais intuitivo, porém os dados tem que ser precisos e os ativos com volume, pois caso contrário não será o resultado estará distorcido e decisão será errônea.

Damodaran (2008, p. 219) coloca que “a abordagem da simulação histórica não exige hipóteses sobre a natureza das distribuições de retornos, mas supõe, implicitamente, que os dados empregados na simulação são uma amostra representativa dos riscos futuros”.

### 4.1.3 Simulação de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo é uma das formas de cálculo de VaR mais completas. Jorion (2003, p. 207) define a simulação de Monte Carlo como o “método mais eficiente para o cálculo de VaR. Ela captura grande quantidade de riscos, inclusive os não-lineares, os de volatilidade e, até mesmo, os de modelo, podendo incorporar a variação temporal da volatilidade, caudas grossas e cenários extremos”. O autor coloca ainda que, diferentemente dos outros métodos, este “incorpora efeitos temporais que geram mudanças estruturais na carteira. Isso inclui a depreciação de opções ao longo do tempo, a liquidação diária de fluxos de caixa prefixados, pós-fixados ou especificados em contratos, além de efeitos predeterminados de estratégias de hedge ou de trade”.

Hull (2008, p. 464) resume a simulação de Monte Carlo em “simplesmente uma construção de um modelo que gera uma distribuição de probabilidade”. Damodaran (2008, p. 218) ressalta que “o poder das simulações de Monte Carlo emana da liberdade de escolher distribuições diferentes para as variáveis. Além disso, é possível incluir julgamentos subjetivos para modificar essas distribuições”.

O modelo é desenvolvido em etapas distintas. Na primeira delas, são especificadas o processo estocástico para as variáveis, assim como os parâmetros do processo (volatilidade e correlações) (JORION, 2003). Em seguida, ocorre a simulação para projetar os movimentos futuros de cada uma das variáveis especificadas anteriormente. Cada horizonte gera uma distribuição de retornos, e é a partir destes dados que o VaR poderá ser calculado (JORION, 2003). Por exemplo, contrato a termo de Dólar e Euro. É importante especificar o tempo do contrato para assim poder montar as distribuições probabilísticas de cada ativo, bem como a correlação entre eles. Uma vez, estabelecidos os parâmetro, a simulação inicia e cada uma das variáveis começa a assumir resultados diferentes dos iniciais e o valor da carteira é quem reflete esses resultados (DAMODARAN, 2008). Damodaran (2008, p. 218) coloca que executando “uma série de 10 mil simulações” encontra-se o valores correspondentes para a carteira. Em seguida, hierarquiza-se esses valores do maior para o menor e o percentil do intervalo de confiança escolhido corresponderá ao VaR. Caso tenha-se escolhido um intervalo

de confiança de 95%, será o 500º menor valor, caso tenha sido 97,5%, será os 250º menor valor.

Brito (2003), *apud* Padoveze e Bertolucci (2008, p. 225), resume a aplicação do método nos seguintes passos:

- 1) identificação dos fatores de mercado e obtenção da fórmula que expresse o valor do ativo de mercado de acordo com eles;
- 2) assunção das distribuições específicas de mudanças nos fatores básicos de mercado e estimativa dos parâmetros de distribuição;
- 3) uso de um gerador para produzir  $n$  valores hipotéticos de mudanças nos fatores de mercado, onde  $n$  é geralmente maior que 10.000, e
- 4) ordenar os resultados do menor ganho para a maior perda. O valor em risco é aquele com perda igual ou excedente a 5% das ocorrências.

A maior vantagem do método da simulação de Monte Carlo é que os julgamentos subjetivos e informações adicionais podem ser inseridos livremente para melhorar as distribuições de probabilidade (DAMODARAN, 2008). Damodaran (2008, p. 218) coloca que “as simulações de Monte Carlo podem ser usadas para avaliar o VaR para qualquer tipo de carteira e são flexíveis o bastante para serem empregadas também com opções e outros títulos semelhantes”.

No entanto, um dos maiores problemas atuais com esta abordagem é o custo computacional. Jorion (2003, p. 207) descreve o problema como:

“...Se mil trajetórias forem geradas com uma carteira composta de mil ativos, o número total de avaliações chegara a uma milhão. Além disso, se a avaliação do ativo na data especificada envolver também uma simulação, o método requer uma simulação dentro de uma simulação. O método se torna demasiadamente oneroso para ser utilizado com frequência”.

A simulação de Monte Carlo é o método que oferece a maior flexibilidade no que tange a escolha das variáveis e das distribuições de retorno, bem como a utilização dos julgamentos subjetivos.

#### 4.1.4 Testes de Estresse

O objetivo principal do VaR é estimar as perdas potenciais em condições normais de mercado. Jorion (2003, p. 213) aponta que “o aumento do nível de confiança deve levar a perdas progressivamente maiores, porém improváveis. O problema é que as medidas de VaR baseadas em dados históricos recentes podem falhar na identificação de situações extremas e incomuns”. Portanto, se faz necessário ter uma “contraprova” da estimativa do VaR, chamada de testes de estresse.

Testes de estresse são estimativas de como um portfólio teria performado sobre algumas das situações mais extremas vistas nos últimos 10 ou 20 anos (HULL, 2008).

Jorion (2003, p. 213) define “como um processo que visa identificar e gerenciar situações que podem causar perdas extraordinárias. Isso pode ser efetuado com um conjunto de ferramentas que incluem (1) análise de cenário, (2) simulações de condições anormais para modelos, volatilidades e correlações; e (3) políticas de contingência”. O método mais utilizado desses três é o de análise de cenário.

Análise de Cenário consiste em avaliar o portfólio sobre várias condições de mercado. Jorion (2003, p. 215) coloca que o “objetivo dos testes de estresse é identificar cenários incomuns que não ocorreriam nos modelos de VaR tradicionais”. Um exemplo destes cenários a serem considerados são o *crash* do mercado acionário de 1987 nos EUA e os “*circuit breakers*” ocorridos no final do ano de 2008 na Bolsa de Valores de São Paulo. Nas duas ocasiões, o mercado acionário movimentou-se acima das volatilidades médias diárias, fazendo com que ocorressem perdas monumentais no valor dos ativos.

Berkowitz (2000), *apud* Jorion (2003, p. 215) classifica os cenários como:

- simulação de choques que nunca ocorreram ou que devem ocorrer com mais frequência do que a observação de dados históricos pode sugerir;
- simulação de choques que refletem mudanças estruturais permanentes ou mudanças temporárias nos padrões estatísticos.



A implantação de uma análise de cenário é construída partir de mudanças nos fatores de risco. Baseando nestas, a carteira é reavaliada em um método muito próximo ao utilizado na simulação histórica, com exceção que neste caso os cenários tem a mesma probabilidade de ocorrência e são relacionados ao mesmo período de tempo.

O principal motivo para se usar os testes de estresse refere-se a utilização de dados históricos para o cálculo do VaR, que muitas vezes não refletem a natureza do mercado. Em contrapartida, os testes de estresse são baseados em situações anormais, que muitas vezes não tem nenhuma relação com séries históricas, no entanto são plausíveis de ocorrerem.

#### **4.1.5 Backtesting**

Todo processo de gestão e análise de risco através do VaR são úteis quando conseguem prever o risco de forma precisa. Por isso, é comum no mercado que os modelos sempre estejam acompanhados por um processo de validação. Jorion (2003, p. 115) explicita que “a validação de um modelo é o processo geral por meio do qual verifica-se se um modelo é ou não adequado. Isso pode ser feito com um conjunto de ferramentas que incluem o *backtesting*, os testes de estresse e as auditorias e as supervisões independentes”.

O mesmo autor (2003, p. 115) define *backtesting* como “uma ferramenta estatística formal para verificar a consistência entre as perdas observadas e as perdas previstas. Isso implica comparar o histórico das perdas estimadas pelo VaR com os retornos observados das carteiras”. Com essa ferramenta é possível que os usuários e os gestores de risco que utilizam o VaR verifiquem se o modelo escolhido precisa ser revisto. Hoje em dia o *backtesting* se tornou muito importante para o sistema financeiro global, pois o Comitê da Basileia permitiu que os bancos utilizassem modelos internos para os cálculos de exigências de capital, contanto que existisse um mecanismo eficaz de gerenciamento de risco rigoroso que identificasse situações em que os bancos possam sofrer perdas.

O *backtesting* pode ser feito de várias maneiras, dentre eles o modelo de previsão de distribuição e os modelos paramétricos. Para este trabalho será usado o modelo baseado na taxa de exceções.

Jorion (2003, p. 118) define este método como “a maneira mais fácil de verificar a precisão de um modelo”, pois ele consiste em, simplesmente, no número de vezes em o resultado foi pior do que o VaR determinado para aquela amostra. Suponha que seja calculado um VaR de 1 dia com intervalo de confiança de 99%. *Backtesting* neste método envolve saber quantas vezes o valor calculado excedeu o VaR. Caso a amostra tenha excedido 1% dos dias, pode-se sentir confortável com a método utilizado. No entanto, a amostra exceder, por exemplo 7% dos dias, pode-se considerar o método não confiável (HULL, 2008).

Existem três formas principais para comprovar a distribuição de exceções. A primeira delas é o teste de hipóteses. O objetivo deste teste é determinar se o valor escolhido para o VaR deve ser aceito como plausível para os parâmetros escolhidos. Para isso são definidos dois tipos de hipóteses. Kazmier (2008, p. 172) aponta que “a hipótese nula ( $H_0$ ) é o valor hipotético do parâmetro o qual é comparado com o resultado da amostra. Ele é rejeitado se o resultado da amostra for improvável de ocorrer, dado que a hipótese seja considerada correta. A hipótese alternativa ( $H_1$ ) é aceita somente se a hipóteses nula for rejeitada”.

O teste de hipóteses para o VaR esta intimamente ligado com o intervalo de confiança. Se o modelo utilizar um intervalo de confiança de 95%, existe a probabilidade de 5% de que a hipótese nula seja rejeitada, quando ela de fato é verdadeira. Esse tipo de disfunção é chamado de *Erro tipo 1*. No entanto, se a hipótese nula não for rejeitada quando, ela de fato, é falsa, ocorre o *Erro tipo 2*. A tabela abaixo resume as conseqüências das decisões no teste de hipóteses:

Estados possíveis	Estados possíveis	
	Hipótese nula verdadeira	Hipóteses nula falsa
Hipótese nula aceita	Corretamente aceita	Erro tipo 2
Hipótese nula rejeitada	Erro tipo 1	Corretamente rejeitada

**Tabela 3 – Teste de hipóteses**

Fonte: Kazmier (2008, p. 173)

Kupiec (1995), *apud* Jorion (2003, p. 120) “gerou regiões de confiança de aproximadamente 95% para esse tipo de teste... Nota-se que a escolha da região de confiança para o teste não é relacionado ao nível de  $p$  determinado para o VaR. Esse nível de confiança refere-se à regra de decisão usada para aceitar ou rejeitar o modelo. Abaixo segue o modelo de *backtesting* proposto por Kupiec:

Nível de confiança do VaR(%)	Região de Não-rejeição para o número de exceções N		
	T = 255 dias	T = 510 dias	T = 1000 dias
99	$N < 7$	$1 < N < 11$	$4 < N < 17$
97,5	$2 < N < 11$	$6 < N < 21$	$15 < N < 36$
95	$6 < N < 21$	$16 < N < 36$	$37 < N < 65$
92,5	$11 < N < 28$	$27 < N < 51$	$59 < N < 92$
90	$16 < N < 36$	$38 < N < 65$	$81 < N < 120$

**Tabela 4 – Teste de Kupiec**

Fonte: Kupiec (1995), *apud* Jorion (2003, p.121)

A terceira forma de comprovar o modelo de *backtesting* é proposta pelo Comitê da Basileia e está intimamente relacionado com o teste de taxa de exceções. Jorion (2003, p. 122) coloque que o “o procedimento atual de verificação consiste em registrar as exceções diárias em relação a um VaR de 99% nível de confiança ao longo do ultimo ano. Espera-se, em media 1% de 250, ou 2,5 ocorrências de exceções ao longo do ultimo ano”. No entanto, como o Comitê não tem acesso a todos os modelos de gestão de risco utilizados, ele passou a aceitar até quatro exceções, o que coloca o banco na “zona verde”, não sofrendo nenhuma penalidade. A “zona amarela” sofrerá uma penalidade se for comprovado que as posições foram informadas de maneira de incorreta ou porque existem erros no programa gerador dos modelos de risco ou porque o modelo não consegue medir com precisão os riscos (JORION, 2003). A “zona vermelha” incorre imediatamente em penalidades a instituição.

A tabela abaixo mostra todas as zonas, bem como o número de exceções aceitas:

Zona	Numero de exceções	Aumento de $k$
Verde	0 a 4	0,00
Amarela	5	0,40
	6	0,50
	7	0,65
	8	0,75
	9	0,85
Vermelha	10+	1,00

**Tabela 5 – Zonas de penalidade das Regras da Basileia para o teste de exceções**

Fonte: Jorion (2003, p. 123)

O *backtesting* é muito importante, pois na maioria dos casos espera-se que o VaR encontre com precisão os excessos, o que não ocorre com frequência. Em algum ponto, podem existir situações em que o modelo exceda o nível de confiança por pouco, no entanto se isso se tornar recorrente, é bem provável que o modelo esteja errado e precise de alterações.

## 5. MÉTODO

Para testar e avaliar o modelo de gestão de riscos VaR nos preços dos fertilizantes foi utilizada a metodologia de cálculo VaR paramétrica, também conhecida como Delta-Normal.

Foram coletados dados dos preços médios mensais dos fertilizantes e das outras variáveis em sites de órgãos públicos como:

- IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
- USDA – *United States Department of Agriculture* (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)
  - EIA – *Energy Information Administration* (Administração de Informação de Energia)
  - IFA – *International Fertilizer Industry Association* (Associação Internacional da Indústria de Fertilizantes)
- BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Os resultados foram obtidos utilizando o método EWMA (*exponentially weighted moving average*) – médias móveis exponencialmente ponderadas – de cálculo de retorno. Neste método é utilizado um fator de decaimento, o *lambda* de 0,94, que faz com que os dados mais recentes tenham mais relevância.

Em seguida será feito o *backtesting* utilizando o método de Kupiec para comprovar a eficiência do modelo.

Por último serão construídas correlações entre o gás natural, o dólar e preço médio das sementes para avaliar o impacto destas variáveis na volatilidade dos preços dos fertilizantes.

## 6. DEMONSTRAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa do trabalho será avaliada e testada a metodologia de cálculo do VaR bem como verificar-se-á o impacto dos preços do gás natural, dólar e sementes através de correlações.

### 6.1 APLICAÇÃO DO VaR

O trabalho visa avaliar a acuracidade do modelo de gestão de riscos VaR para os preços praticados no mercado e o impacto que a alta volatilidade pode causar a empresa em questão. Vale ressaltar que a metodologia utilizada para o cálculo foi o VaR paramétrico, que apenas poderá ser considerada relevante se o mercado se encontrar em condições normais. Outro ponto importante a ser lembrado é que foi utilizado o método de suavização nos retornos EWMA. Os retornos e a serie histórica de preços se encontram no anexo.

Cabe observar também que não foi considerado a capacidade produtiva da empresa, muito menos questões qualitativas como qualidade do produto, negociação de preços, entre outros. Buscou-se apenas avaliar e testar o modelo de gestão de riscos VaR e o impacto das volatilidades de outras variáveis no preço dos fertilizantes.

Abaixo seguem os dados obtidos através da serie de retorno dos preços médios de venda dos fertilizante:

Dados	Resultados
Média	1,71%
Desvio Padrão	0,83%
VaR	5,59
IC <sup>1</sup>	1,65

**Tabela 6 – Dados obtidos da série de retorno**

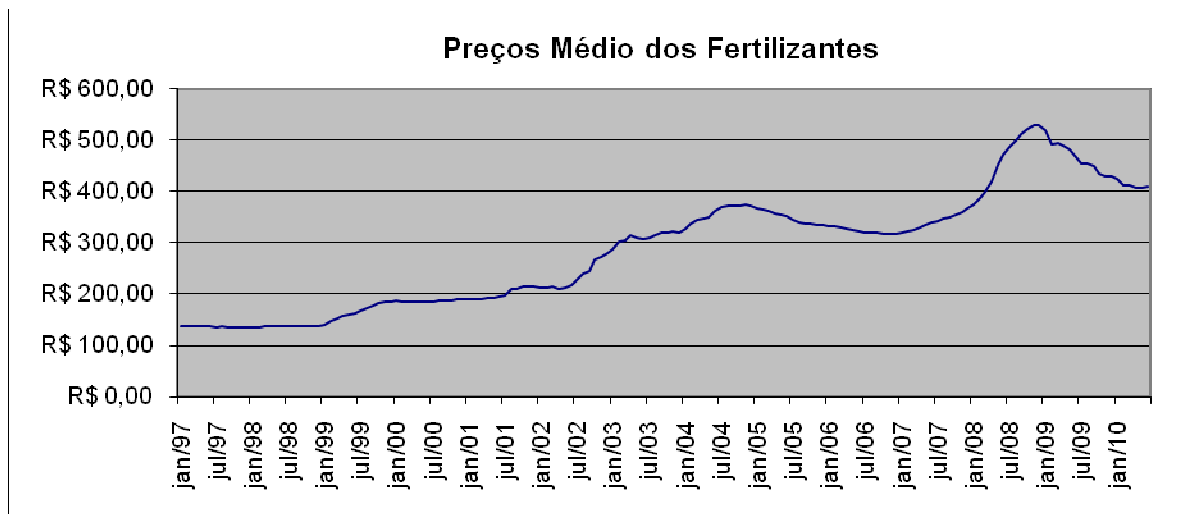
Fonte: Elaborado pelo autor

Pode se observar que historicamente os preços do fertilizantes não possuem uma variação muito grande, no entanto **volatilidade nos preços médios de venda vem aumentando gradativamente devido aumento nos preços das matérias-**

---

<sup>1</sup> intervalo de confiança de 95%

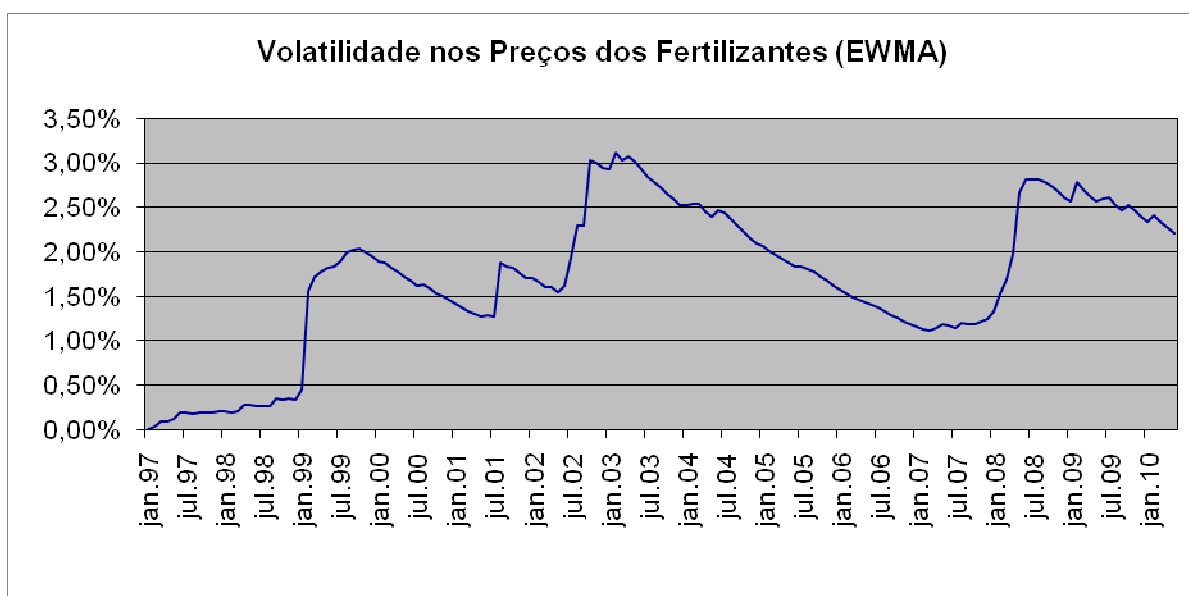
primas, a globalização e o crescimento do consumo de alimentos. Isso pode ser observado no gráfico a seguir:



**Figura 11 – Preço médio dos fertilizantes**

Fonte: Elaborado pelo autor/Dados IPEA

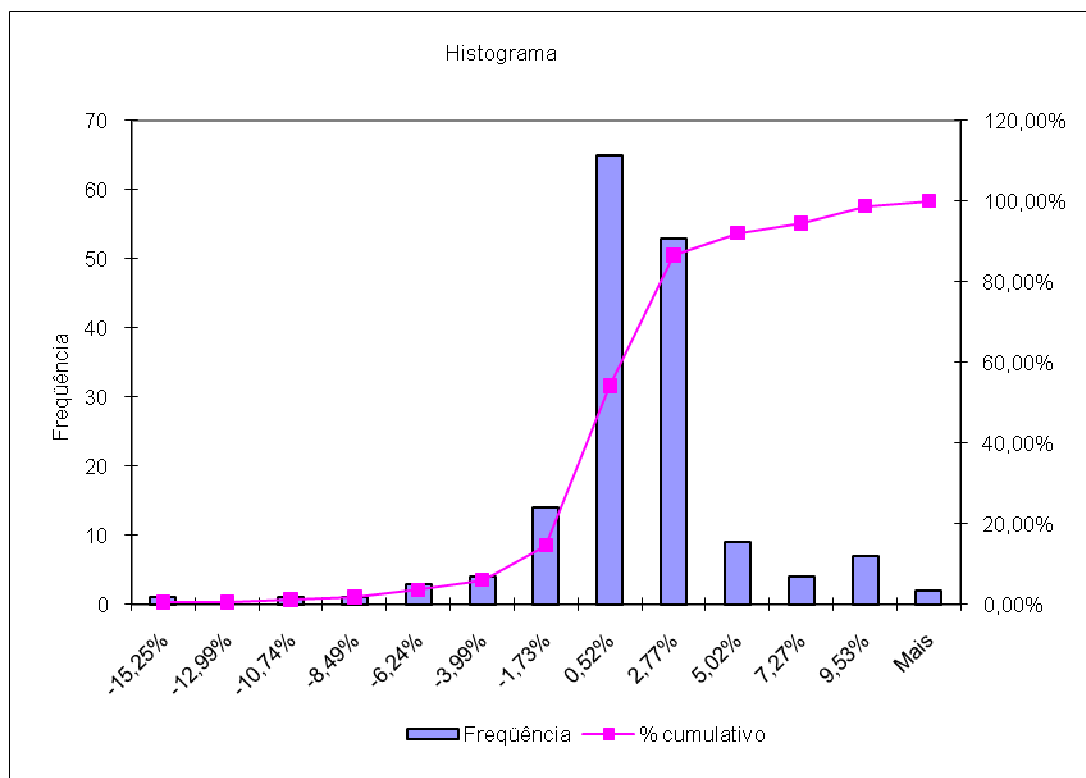
Outro fator que comprova esse crescimento é o próprio EWMA, como pode ser visto:



**Figura 12 – Volatilidade nos preços dos fertilizantes**

Fonte: Elaborado pelo autor/Dados IPEA

Segue abaixo a distribuição de freqüência dos retornos obtidos:



**Figura 13 – Histograma dos retornos**

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode se observar que a grande maioria dos retornos é positiva. No entanto existem momentos em que o mercado acompanha a alta volatilidade com em 2003 e 2009 em que ocorreram desvalorizações além do previsto pelo VaR. Isso pode ser comprovado pelo backtesting efetuado com o VaR calculado anteriormente de R\$ 5,59:



<i>Bloco</i>	<i>Freqüência</i>
-25,54	1
-20,66	0
-15,79	0
-10,91	4
-6,04	4
-1,16	26
3,71	81
8,59	27
13,46	12
18,34	2
23,21	3
28,09	0
Mais	1

**Tabela 7 – Contagem de erros**

Fonte: Elaborado pelo autor

Com o *backtesting*, foram observado 10 ocorrências em que o modelo falhou para um total de 161 dados. Isso corresponde a 6,21%. **Pode-se considerar o modelo adequado, em vista que a diferença entre o intervalo de confiança proposto e os excessos obtidos são muito próximos.** No entanto, há de se monitorar, pois um aumento brusco na volatilidade pode fazer com que o VaR aumente, e assim o modelo terá que ser reajustado.

## 6.2 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS

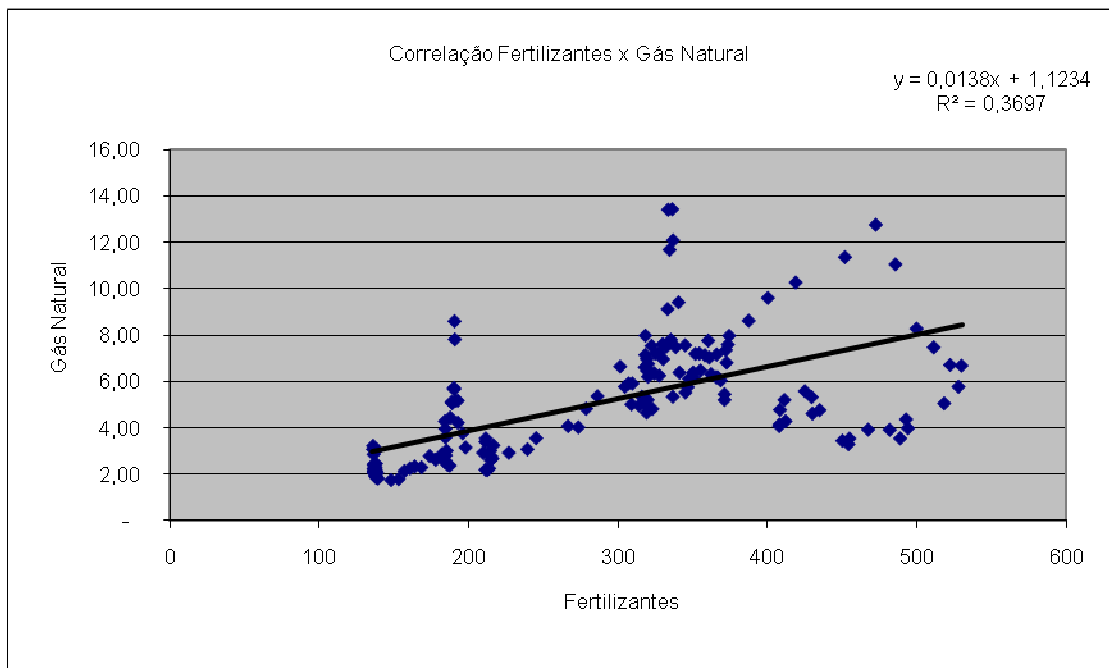
Uma vez comprovado que o VaR pode ser utilizado como medida de risco para os preços dos fertilizantes, é importante saber qual a relação com as outras variáveis relevantes ao mercado. Para isso, se utilizará a ferramenta estatística correlação para avaliar qual o impacto no preço do produto analisado.

Abaixo segue a tabela de cálculo, bem como os gráficos:

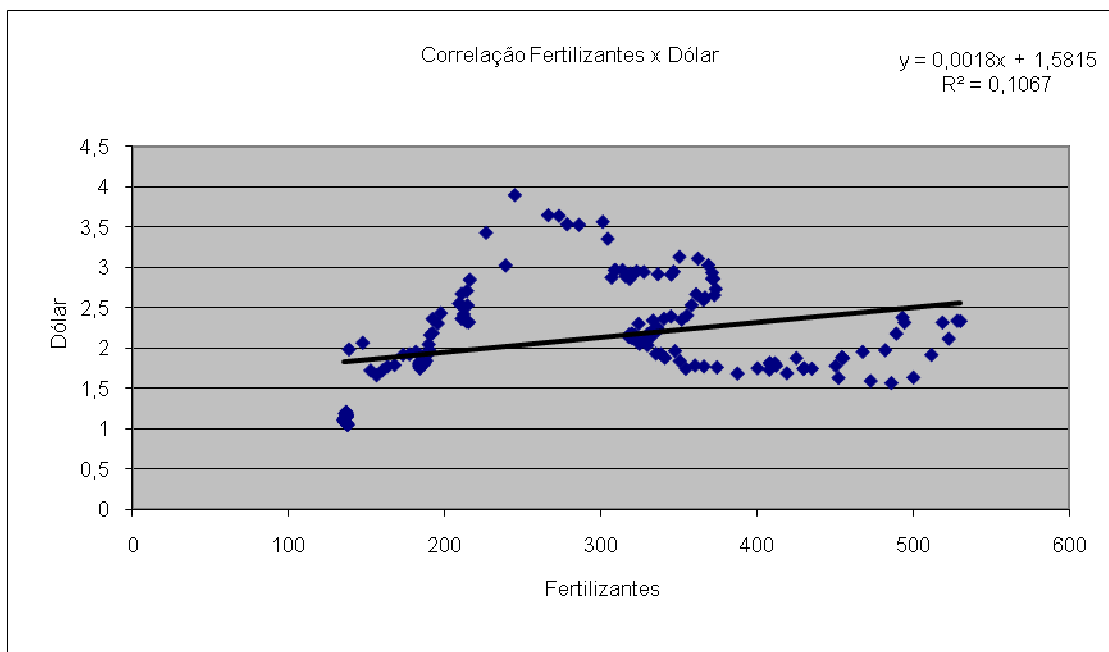
Correlação Gás Natural	0,6060
Correlação Dólar	0,3173
Correlação Sementes	0,9699

**Tabela 8 – Correlações entre os preços dos fertilizantes e as variáveis**

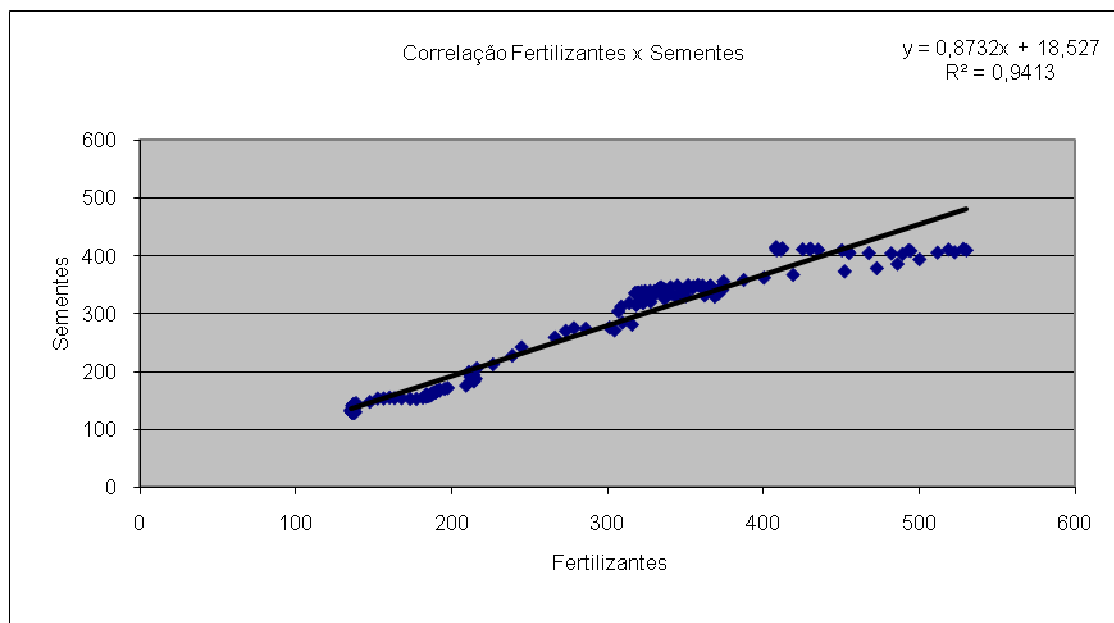
Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 14 – Correlação entre Fertilizantes e gás natural**  
Fonte: Elaborado pelo autor/Dados EIA



**Figura 15 – Correlação entre Fertilizantes e Dólar**  
Fonte: Elaborado pelo autor/Dados IPEA



**Figura 16 – Correlação entre Fertilizantes e Sementes**

Fonte: Elaborado pelo autor/Dados IPEA

A análise mostra que todas as variáveis tem correlação com o preço dos fertilizantes. Foi utilizado como forma de comprovação da correlação o R-quadrado.

A primeira das variáveis, o gás natural é uma das principais matérias-primas do fertilizante, sendo responsável por volta de 35% da constituição do preço. É dele que provém o Nitrogênio, parte da Uréia e Amônia utilizada para a produção. Por isso temos um R-quadrado relativamente alto.

A segunda variável, o Dólar, para surpresa do autor, possui uma correlação relativamente baixa. Uma das explicações é a volatilidade, que em virtude da transição para o cambio flutuante, foi muito alta, diferentemente do preço do fertilizante, que veio apenas recentemente oscilar com mais freqüência.

Pode-se observar uma forte correlação com a última variável, o pacote de sementes. O R-quadrado mostra que a oscilação de preço é quase que conjunta, alterando apenas nos momentos de alta volatilidade onde a os preços não conseguem andar no mesmo passo.

## CONCLUSÕES

Foi possível observar neste trabalho, que o VaR, mais precisamente o VaR paramétrico, cumpriu os objetivos como modelo de gestão de risco dos preços dos fertilizantes. O modelo utilizado foi capaz de demonstrar os momentos em que o mercado oscilou de maneira anormal.

Apesar da abordagem feita no trabalho não ser usual, o modelo conseguiu capturar momentos de alta volatilidade, em que a Yara Brasil Fertilizantes poderá se utilizar se anteceder ao mercado, seja oferecendo produtos com valores diferenciados, ou na compra de matéria-prima.

Pode-se observar também a importância que a variação das sementes tem no preço dos fertilizantes. Para surpresa do autor, a correlação observada é muito superior às que normalmente são vistas no mercado agrícola. Outro ponto relevante é a importância do gás natural nos preços dos fertilizantes, apesar de ser negociado na NYMEX (New York Metal Exchange), o impacto é grande. Para a Yara Brasil Fertilizantes seria interessante monitorar essas duas variáveis, para não incorrer em surpresas inesperadas, pois os dois são importantes fatores preditivos de risco e retorno. O Dólar no caso de empresas que importam grande parte da matéria-prima, na maioria dos casos é “hedgeado” contra oscilações, mas é muito importante estar monitorando também.

Cabe ressaltar que o modelo em si possui algumas limitações, como por exemplo a dependência de condições normais de mercado e a utilização de séries históricas para previsão do VaR.

Enfim, os objetivos ao que o trabalho se propôs foram atingidos, no entanto, seria interessante continuar com o estudo para séries maiores de tempo e com um intervalo de preços diários, testando os outros modelos de VaR (o método da simulação histórica e a simulação de Monte Carlo).

## REFERÊNCIAS

BERNSTEIN, Peter L. **Against the Gods: The remarkable story of risk.** 1ª ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996

PADOVEZE, Clóvis L.; BERTOLUCCI, Ricardo G. **Gerenciamento do Risco Corporativo em Controladoria: Enterprise Risk Management.** 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008

FULLER, Russell J.; FARRELL Jr, James L. **Modern Investments and Security Analysis.** 1ª ed. Singapura: McGraw-Hill Book Co, 1987

KAZMIER, Leonard J. **Estatística Aplicada à Administração e Economia.** 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. Tradutor: Adriano Silva Vale Cardoso

SECURATO, José R. *et al.* **Cálculo Financeiro das Tesourarias.** 4ª ed. São Paulo: Saint Paulo, 2009

DAMODARAN, Aswath. **Gestão Estratégica do Risco: Uma referência para a tomada de riscos empresariais.** 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. Tradutor: Félix Nonnenmacher

JORION, Philippe. **Value at Risk: A nova fonte de referencia para a gestão do risco financeiro.** 2ª ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2003.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, Alan J. **Investments.** 8ª ed. New York: McGraw-Hill Book Co, 2009

RISKMETRICS GROUP. **Risk Management: A Practical Guide.** New York: RiskMetrics Group, 1999.

HOLTON, Glyn A. **Defining Risk**. CFA Publications. Disponível em:  
<http://www.riskexpertise.com/papers/risk.pdf>

HULL, John C. **Options, Futures and Other Derivatives**. New Jersey:  
Pearson Prentice Hall, 2008.

<http://www2.goldmansachs.com/our-firm/investors/financials/current/10q/10-q-2010-1q.pdf>

<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=40235>

<http://www.fertilizer.org/>

[http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=136052930&Tick=1291246333119&VAR\\_FUNCAO=Ser\\_TemasPer%28128%2C%201%29&Mod=M](http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=136052930&Tick=1291246333119&VAR_FUNCAO=Ser_TemasPer%28128%2C%201%29&Mod=M)

<http://www.eia.gov>

[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Agroindustria/201001\\_informe-16AI.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Agroindustria/201001_informe-16AI.html)

## ANEXO A – DADOS DA PESQUISA

Mês	Fertilizantes	Retorno	EWMA	Backtesting	
jan.97	138,159				
fev.97	138,376	0,16%	0,00%	0,22	OK
mar.97	137,932	-0,32%	0,04%	-0,44	OK
abr.97	137,784	-0,11%	0,09%	-0,15	OK
mai.97	137,263	-0,38%	0,09%	-0,52	OK
jun.97	136,485	-0,57%	0,13%	-0,78	OK
jul.97	136,215	-0,20%	0,19%	-0,27	OK
ago.97	136,427	0,16%	0,19%	0,21	OK
set.97	136,07	-0,26%	0,18%	-0,36	OK
out.97	135,769	-0,22%	0,19%	-0,30	OK
nov.97	135,623	-0,11%	0,19%	-0,15	OK
dez.97	136,122	0,37%	0,19%	0,50	OK
jan.98	136,3	0,13%	0,20%	0,18	OK
fev.98	136,12	-0,13%	0,20%	-0,18	OK
mar.98	136,609	0,36%	0,20%	0,49	OK
abr.98	137,723	0,81%	0,21%	1,11	OK
mai.98	137,693	-0,02%	0,28%	-0,03	OK
jun.98	137,568	-0,09%	0,28%	-0,13	OK
jul.98	137,558	-0,01%	0,27%	-0,01	OK
ago.98	137,881	0,23%	0,26%	0,32	OK
set.98	136,555	-0,97%	0,26%	-1,33	OK
out.98	136,672	0,09%	0,34%	0,12	OK
nov.98	137,379	0,52%	0,34%	0,71	OK
dez.98	137,313	-0,05%	0,35%	-0,07	OK
jan.99	139,078	1,28%	0,34%	1,77	OK
fev.99	147,878	6,14%	0,45%	8,80	OK
mar.99	152,86	3,31%	1,57%	4,98	OK
abr.99	156,728	2,50%	1,72%	3,87	OK
mai.99	160,55	2,41%	1,78%	3,82	OK
jun.99	163,708	1,95%	1,82%	3,16	OK
jul.99	168,197	2,71%	1,83%	4,49	OK
ago.99	173,665	3,20%	1,89%	5,47	OK
set.99	177,703	2,30%	2,00%	4,04	OK
out.99	181,863	2,31%	2,02%	4,16	OK
nov.99	183,796	1,06%	2,03%	1,93	OK
dez.99	185,82	1,10%	1,99%	2,02	OK
jan.00	187,202	0,74%	1,95%	1,38	OK
fev.00	184,13	-1,65%	1,90%	-3,07	OK
mar.00	184,462	0,18%	1,88%	0,33	OK
abr.00	185,028	0,31%	1,83%	0,57	OK
mai.00	184,183	-0,46%	1,77%	-0,84	OK
jun.00	183,864	-0,17%	1,72%	-0,32	OK
jul.00	184,18	0,17%	1,67%	0,32	OK
ago.00	187,473	1,77%	1,62%	3,29	OK
set.00	188,373	0,48%	1,63%	0,90	OK
out.00	188,735	0,19%	1,58%	0,36	OK
nov.00	189,967	0,65%	1,54%	1,23	OK
dez.00	190,338	0,20%	1,50%	0,37	OK
jan.01	190,532	0,10%	1,45%	0,19	OK
fev.01	190,029	-0,26%	1,41%	-0,50	OK

mar.01	190,932	0,47%	1,37%	0,90	OK
abr.01	192,512	0,82%	1,33%	1,58	OK
mai.01	192,541	0,02%	1,31%	0,03	OK
jun.01	195,749	1,65%	1,27%	3,21	OK
jul.01	197,746	1,02%	1,29%	2,00	OK
ago.01	209,468	5,76%	1,28%	11,72	OK
set.01	211,173	0,81%	1,88%	1,71	OK
out.01	214,563	1,59%	1,83%	3,39	OK
nov.01	214,88	0,15%	1,82%	0,32	OK
dez.01	215,675	0,37%	1,76%	0,80	OK
jan.02	212,379	-1,54%	1,71%	-3,30	OK
fev.02	213,51	0,53%	1,70%	1,13	OK
mar.02	214,323	0,38%	1,65%	0,81	OK
abr.02	211,152	-1,49%	1,61%	-3,17	OK
mai.02	211,303	0,07%	1,60%	0,15	OK
jun.02	216,352	2,36%	1,55%	5,05	OK
jul.02	226,762	4,70%	1,61%	10,41	OK
ago.02	239,229	5,35%	1,94%	12,47	OK
set.02	245,107	2,43%	2,29%	5,88	OK
out.02	266,484	8,36%	2,30%	21,38	OK
nov.02	273,379	2,55%	3,03%	6,90	OK
dez.02	278,6	1,89%	3,00%	5,22	OK
jan.03	286,157	2,68%	2,95%	7,56	OK
fev.03	301,411	5,19%	2,93%	15,25	OK
mar.03	304,593	1,05%	3,11%	3,18	OK
abr.03	315,884	3,64%	3,03%	11,29	OK
mai.03	309,594	-2,01%	3,07%	-6,29	FALSO
jun.03	307,061	-0,82%	3,02%	-2,53	OK
jul.03	308,977	0,62%	2,93%	1,92	OK
ago.03	314,055	1,63%	2,85%	5,08	OK
set.03	319,115	1,60%	2,79%	5,06	OK
out.03	318,524	-0,19%	2,73%	-0,59	OK
nov.03	322,981	1,39%	2,65%	4,46	OK
dez.03	319,473	-1,09%	2,59%	-3,51	OK
jan.04	327,71	2,55%	2,53%	8,24	OK
fev.04	336,674	2,70%	2,53%	8,96	OK
mar.04	345,126	2,48%	2,54%	8,45	OK
abr.04	346,654	0,44%	2,53%	1,53	OK
mai.04	350,388	1,07%	2,46%	3,73	OK
jun.04	362,338	3,35%	2,40%	11,95	OK
jul.04	368,861	1,78%	2,47%	6,52	OK
ago.04	371,328	0,67%	2,43%	2,47	OK
set.04	371,393	0,02%	2,36%	0,06	OK
out.04	372,249	0,23%	2,29%	0,86	OK
nov.04	373,645	0,37%	2,22%	1,40	OK
dez.04	372,756	-0,24%	2,16%	-0,89	OK
jan.05	366,803	-1,61%	2,09%	-5,95	FALSO
fev.05	365,754	-0,29%	2,07%	-1,05	OK
mar.05	361,123	-1,27%	2,00%	-4,63	OK
abr.05	358,197	-0,81%	1,97%	-2,93	OK
mai.05	355,253	-0,83%	1,92%	-2,94	OK
jun.05	351,818	-0,97%	1,87%	-3,44	OK
jul.05	344,978	-1,96%	1,83%	-6,84	FALSO
ago.05	340,537	-1,30%	1,84%	-4,44	OK
set.05	336,842	-1,09%	1,81%	-3,69	OK
out.05	336,283	-0,17%	1,77%	-0,56	OK
nov.05	334,512	-0,53%	1,72%	-1,77	OK



dez.05	333,583	-0,28%	1,67%	-0,93	OK
jan.06	333,202	-0,11%	1,62%	-0,38	OK
fev.06	332,269	-0,28%	1,58%	-0,93	OK
mar.06	330,191	-0,63%	1,53%	-2,08	OK
abr.06	327,385	-0,85%	1,49%	-2,81	OK
mai.06	324,259	-0,96%	1,46%	-3,13	OK
jun.06	322,004	-0,70%	1,43%	-2,26	OK
jul.06	320,002	-0,62%	1,40%	-2,00	OK
ago.06	319,232	-0,24%	1,37%	-0,77	OK
set.06	319,862	0,20%	1,33%	0,63	OK
out.06	317,856	-0,63%	1,29%	-2,01	OK
nov.06	318,325	0,15%	1,26%	0,47	OK
dez.06	318,214	-0,03%	1,22%	-0,11	OK
jan.07	320,076	0,58%	1,18%	1,86	OK
fev.07	322,432	0,73%	1,16%	2,36	OK
mar.07	324,827	0,74%	1,13%	2,39	OK
abr.07	329,984	1,58%	1,11%	5,16	OK
mai.07	335,396	1,63%	1,15%	5,41	OK
jun.07	338,601	0,95%	1,18%	3,20	OK
jul.07	341,121	0,74%	1,17%	2,52	OK
ago.07	347,584	1,88%	1,15%	6,46	OK
set.07	350,632	0,87%	1,20%	3,05	OK
out.07	354,512	1,10%	1,19%	3,88	OK
nov.07	360,419	1,65%	1,18%	5,91	OK
dez.07	366,063	1,55%	1,22%	5,64	OK
jan.08	374,465	2,27%	1,24%	8,40	OK
fev.08	387,529	3,43%	1,32%	13,06	OK
mar.08	400,412	3,27%	1,53%	12,88	OK
abr.08	419,143	4,57%	1,69%	18,73	OK
mai.08	452,108	7,57%	1,98%	32,97	OK
jun.08	472,726	4,46%	2,67%	20,62	OK
jul.08	485,96	2,76%	2,81%	13,23	OK
ago.08	500,089	2,87%	2,81%	14,13	OK
set.08	511,615	2,28%	2,81%	11,53	OK
out.08	522,657	2,14%	2,78%	11,04	OK
nov.08	530,172	1,43%	2,75%	7,51	OK
dez.08	528,19	-0,37%	2,69%	-1,98	OK
jan.09	518,631	-1,83%	2,61%	-9,56	FALSO
fev.09	493,092	-5,05%	2,57%	-25,54	FALSO
mar.09	494,33	0,25%	2,78%	1,24	OK
abr.09	489,149	-1,05%	2,70%	-5,18	OK
mai.09	482,064	-1,46%	2,63%	-7,08	FALSO
jun.09	467,636	-3,04%	2,57%	-14,43	FALSO
jul.09	455,074	-2,72%	2,60%	-12,56	FALSO
ago.09	454,391	-0,15%	2,61%	-0,68	OK
set.09	450,382	-0,89%	2,53%	-4,01	OK
out.09	435,147	-3,44%	2,46%	-15,24	FALSO
nov.09	430,293	-1,12%	2,53%	-4,85	OK
dez.09	429,77	-0,12%	2,47%	-0,52	OK
jan.10	425,22	-1,06%	2,39%	-4,55	OK
fev.10	411,462	-3,29%	2,34%	-13,76	FALSO
mar.10	412,213	0,18%	2,40%	0,75	OK
abr.10	408,046	-1,02%	2,33%	-4,17	OK
mai.10	408,23	0,05%	2,27%	0,18	OK
jun.10	408,502	0,07%	2,20%	0,27	OK

## ANEXO B – DADOS DAS VARIÁVEIS

Mês	Dolar	Gás Natural	Sementes
jan.97	1,0453	3,07	129,05
fev.97	1,0507	2,07	130,683
mar.97	1,0585	1,90	129,952
abr.97	1,063	2,01	129,793
mai.97	1,0709	2,25	129,142
jun.97	1,0761	2,16	128,78
jul.97	1,0826	2,13	129,885
ago.97	1,0908	2,46	130,189
set.97	1,0956	2,87	131,57
out.97	1,1023	3,24	131,532
nov.97	1,109	3,09	133,468
dez.97	1,1156	2,41	134,455
jan.98	1,1229	2,10	135,03
fev.98	1,1296	2,26	134,97
mar.98	1,1366	2,25	135,335
abr.98	1,1435	2,47	135,896
mai.98	1,1497	2,16	137,049
jun.98	1,1561	2,17	137,763
jul.98	1,1626	2,15	138,638
ago.98	1,1761	1,86	140,21
set.98	1,1848	2,04	141,204
out.98	1,1924	2,20	141,491
nov.98	1,2004	2,32	142,944
dez.98	1,2079	1,93	144,382
jan.99	1,9824	1,83	146,054
fev.99	2,064	1,76	148,048
mar.99	1,7212	1,80	153,863
abr.99	1,6599	2,15	153,94
mai.99	1,7232	2,27	155,395
jun.99	1,7687	2,35	154,548
jul.99	1,7884	2,31	154,345
ago.99	1,9151	2,80	153,305
set.99	1,9215	2,64	153,081
out.99	1,9522	2,88	155,325
nov.99	1,9219	2,55	156,863
dez.99	1,7882	2,42	158,215
jan.00	1,8016	2,39	159,446
fev.00	1,7677	2,61	158,18
mar.00	1,7465	2,83	158,435
abr.00	1,8059	3,03	157,88
mai.00	1,8258	3,60	158,648
jun.00	1,7992	4,30	159,542
jul.00	1,774	3,97	161,136
ago.00	1,8226	4,46	163,084
set.00	1,8429	5,13	163,442
out.00	1,9082	5,08	163,571
nov.00	1,9588	5,74	164,132
dez.00	1,9546	8,62	165,566
jan.01	1,9703	7,83	165,629
fev.01	2,0444	5,68	165,664
mar.01	2,1608	5,19	166,525

abr.01	2,1839	5,19	167,375
mai.01	2,3592	4,24	168,843
jun.01	2,3041	3,78	170,558
jul.01	2,4305	3,17	172,021
ago.01	2,5509	2,94	176,188
set.01	2,6705	2,21	180,471
out.01	2,7063	2,62	183,288
nov.01	2,5279	2,79	186,2
dez.01	2,3196	2,69	188,176
jan.02	2,4175	2,19	190,897
fev.02	2,3474	2,26	193,286
mar.02	2,3228	3,02	195,214
abr.02	2,3617	3,41	197,191
mai.02	2,5212	3,56	199,997
jun.02	2,8436	3,26	206,104
jul.02	3,4277	2,94	212,923
ago.02	3,0215	3,09	228,183
set.02	3,8941	3,57	242,818
out.02	3,6442	4,09	259,729
nov.02	3,6357	4,04	271,047
dez.02	3,5325	4,84	276,033
jan.03	3,525	5,38	274,889
fev.03	3,5624	6,66	276,93
mar.03	3,3523	5,79	271,946
abr.03	2,889	5,36	281,933
mai.03	2,9648	5,93	285,157
jun.03	2,8712	5,93	304,897
jul.03	2,9647	5,03	313,046
ago.03	2,9657	4,98	319,271
set.03	2,9226	4,67	318,112
out.03	2,8554	4,99	315,741
nov.03	2,9486	4,83	319,199
dez.03	2,8884	6,47	319,723
jan.04	2,9401	6,27	321,209
fev.04	2,913	5,36	326,713
mar.04	2,9078	5,54	327,538
abr.04	2,9439	5,77	331,36
mai.04	3,1283	6,40	331,209
jun.04	3,1067	6,33	332,227
jul.04	3,026	6,06	330,367
ago.04	2,933	5,47	335,539
set.04	2,8578	5,22	341,29
out.04	2,8557	7,37	342,892
nov.04	2,7299	7,61	342,048
dez.04	2,6536	6,83	344,758
jan.05	2,624	6,19	345,748
fev.05	2,5942	6,20	348,545
mar.05	2,6654	7,05	349,433
abr.05	2,5305	7,15	350,579
mai.05	2,403	6,49	347,289
jun.05	2,3496	7,21	350,041
jul.05	2,3897	7,58	349,318
ago.05	2,3629	9,43	346,994
set.05	2,2214	12,11	342,639
out.05	2,2535	13,45	343,095
nov.05	2,2062	11,70	346,919
dez.05	2,3399	13,43	345,412

jan.06	2,2152	9,14	344,378
fev.06	2,1347	7,52	342,466
mar.06	2,1716	6,98	339,815
abr.06	2,0884	7,26	340,157
mai.06	2,2997	6,37	339,622
jun.06	2,1635	6,39	338,88
jul.06	2,1754	6,22	336,162
ago.06	2,138	6,99	336,89
set.06	2,1734	5,22	337,422
out.06	2,1422	6,63	336,642
nov.06	2,166	8,00	334,889
dez.06	2,1372	7,16	336,214
jan.07	2,1239	6,78	335,245
fev.07	2,1174	7,55	333,324
mar.07	2,0496	7,22	333,728
abr.07	2,0331	7,63	333,054
mai.07	1,9281	7,82	333,716
jun.07	1,9254	7,50	332,783
jul.07	1,8768	6,40	335,457
ago.07	1,9612	6,14	339,824
set.07	1,8381	6,19	342,488
out.07	1,7432	7,22	345,293
nov.07	1,7829	7,78	345,599
dez.07	1,7705	7,18	349,253
jan.08	1,7595	7,99	356,675
fev.08	1,6825	8,64	359,26
mar.08	1,7483	9,62	363,149
abr.08	1,6864	10,29	368,123
mai.08	1,6286	11,38	374,142
jun.08	1,5911	12,78	379,459
jul.08	1,5658	11,07	386,935
ago.08	1,6336	8,30	394,912
set.08	1,9135	7,49	406,652
out.08	2,1145	6,73	407,179
nov.08	2,3323	6,70	410,823
dez.08	2,3362	5,79	413,222
jan.09	2,3154	5,07	412,005
fev.09	2,3776	4,38	410,702
mar.09	2,3144	4,00	409,696
abr.09	2,1775	3,56	404,114
mai.09	1,9722	3,93	405,121
jun.09	1,9508	3,94	405,856
jul.09	1,8718	3,55	405,817
ago.09	1,8856	3,31	408,367
set.09	1,7773	3,46	410,675
out.09	1,7432	4,78	411,426
nov.09	1,7497	4,63	413,342
dez.09	1,7404	5,34	412,576
jan.10	1,874	5,60	412,357
fev.10	1,8102	5,22	411,209
mar.10	1,7802	4,30	414,112
abr.10	1,7298	4,09	414,173
mai.10	1,8159	4,16	416,259
jun.10	1,8007	4,79	410,971

