



**Instituto Politécnico do Porto**  
**Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão**  
**Mestrado em Finanças Empresariais**

# **A influência dos parâmetros nas estimativas VAR – caso prático**

**Nome: António Pedro de Freitas Costa**

**Orientação científica: Doutor Joaquim Carlos Pinho**

**Co-orientação científica: Dr. Fernando Oliveira e Silva**

**Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Finanças Empresariais**

Póvoa de Varzim

Fevereiro, 2012

**Instituto Politécnico do Porto**  
**Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão**  
**Mestrado em Finanças Empresariais**

# **A influência dos parâmetros nas estimativas VAR – caso prático**

**Nome: António Pedro de Freitas Costa**

**Orientação científica: Doutor Joaquim Carlos Pinho**

**Co-orientação científica: Dr. Fernando Oliveira e Silva**

**Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Finanças Empresariais**

Póvoa de Varzim

Fevereiro, 2012

## Resumo

O presente trabalho inserido na temática Value at Risk assenta em duas partes: o enquadramento teórico e o estudo empírico.

Na componente teórica são abordadas as principais metodologias paramétricas e não paramétricas de cálculo do VAR, nomeadamente a Simulação Histórica, o método de Monte Carlo e o método da Variância-Covariância, com o excerto de opiniões e conclusões de alguns dos maiores vultos na área em questão. É ainda feita uma breve descrição da regulamentação existente na área de gestão de risco onde o VAR é implementado, e também o papel dos testes de stress.

No estudo empírico é efectuada a análise a uma empresa portuguesa, onde se pretende aferir a consistência dos métodos paramétricos e não paramétricos e ainda verificar a influência dos parâmetros nos resultados VAR.

Palavras-Chave:

Value at Risk; Metodologias VAR; Parâmetros VAR

## **Abstract**

The current work focuses the theme Value at Risk and is based in two parts: theory and practical component.

In the theory component the focus goes to the parametric and non parametric VAR's methodologies, Historical Simulation, Monte Carlo and Variance-Covariance Method along with the opinion of many authors of this area. It always refer a brief description of the regulation of VAR and to stress tests.

In the empirical study is carried out an study about a Portuguese Company, where it intends to monitor the consistency of the parametric and non-parametric methods and still check the influence of parameters on VAR results.

Keywords:

Value at Risk; VAR Methodologies; VAR Parameters

# Sumário

Com este trabalho pretende-se constatar se as estimativas VAR dos métodos paramétricos diferem de forma considerável dos métodos não paramétricos e aferir se os parâmetros influenciam as estimativas do VAR.

Para verificar a consistência dos métodos escolhi a metodologia da Simulação Histórica na representação do método não paramétrico e as metodologias da Variância-Covariância e Boudoukh, Richardson and Whitelaw para os métodos não paramétricos.

Na avaliação da influência dos parâmetros foram seleccionados o nível de confiança, o horizonte temporal e o intervalo de dados.

Para o nível de confiança foram analisadas as estimativas com os níveis de confiança de 90%, 95%, 97,5%, 99%, 99,5% e 99,9%. Os horizontes temporais escolhidos foram o período diário, período de 10 dias recomendado pela Comissão de Supervisão Bancária de Basileia e o período de 30 dias recomendado pela Comissão do Mercado de Valores Mobiliários. Os intervalos de dados recaíram sobre a amostra inicial de 577 dias e uma amostra alternativa de 260 dias ou 1 ano.

A escolha para análise destas questões recaiu sobre empresa portuguesa SONAE S.G.P.S, uma vez que esta tem uma representatividade grande não só no nosso país mas também em outros mercados, tendo assim uma maior exposição ao risco e sendo também das poucas empresas a utilizar o VAR no nosso país.

Previamente ao estudo empírico apresentado, é efectuado um enquadramento teórico, no qual é abordada a importância de efectuarmos a gestão do risco de uma entidade, nomeadamente os riscos a que estamos sujeitos e também as formas de ultrapassar esse risco. Seguidamente é analisado o VAR, as suas finalidades, a regulamentação existente e a forma de cálculo desta ferramenta. A componente teórica contempla ainda as principais vertentes VAR existentes, nomeadamente a Simulação Histórica, a Variância-Covariância e Monte Carlo, e sobre as quais se inserem várias conclusões obtidas pelos principais autores desta área de estudo. Por fim, são enumeradas as limitações e vantagens do VAR e um dos complementos da análise da gestão de risco, os testes de stress.

Relativamente aos resultados obtidos com o estudo empírico e respectivo teste das várias metodologias, constatou-se que o método não paramétrico é mais consistente e

realista, uma vez que garante uma maior cobertura de perdas e falha com igual ou menor frequência comparativamente aos métodos paramétricos. Quanto aos parâmetros VAR, verifica-se que influenciam consideravelmente as estimativas VAR.

# Índice

Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Sumário.....	iv
Índice .....	ivi
Índice de Tabelas .....	viii
Índice de Gráficos .....	ix
Lista de Abreviaturas.....	x
Introdução .....	11
Revisão da Literatura .....	14
Enquadramento Teórico.....	17
1. A importância da Gestão do Risco .....	17
2. Value at Risk.....	22
2.1 Finalidades VAR .....	23
2.2 A regulamentação dos Mercados.....	25
2.2.1 Acordo de Basileia.....	25
2.2.2 Regulamentação em Portugal .....	28
2.3 Estimação do VAR.....	30
3. Metodologias VAR.....	31
3.1 Variância-Covariância.....	32
3.2 Monte Carlo .....	34
3.3 Método da Simulação Histórica.....	36
3.3.1 BRW –Boudoukh, Richardson and Whitelaw .....	38
3.3.2 Filtered Historical Simulation (FHS).....	39
3.4 Comparação das Várias Abordagens do VAR .....	40
4. Vantagens.....	42

5. Limitações.....	43
6. Testes de Stress .....	45
Estudo Empírico.....	46
Análise Parâmetros .....	47
Análise Métodos Paramétricos e Não Paramétricos .....	62
Conclusões .....	67
Referências Bibliográficas .....	69
Suporte Físico.....	69
Suporte Digital .....	71
ANEXO I – Dados Reais VS Estimativas VAR do Método Variância-Covariância .....	72
ANEXO II – Dados Reais VS Estimativas VAR do Método da Simulação Histórica.....	73
ANEXO III – Dados Reais VS Estimativas VAR do Método <i>Boudoukh, Richardson and Whitelaw</i> .....	74

## Índice de Tabelas

Tabela I - Perdas em Derivados 1993-2004.....	19
Tabela II - Custos das Insolvências Financeiras.....	20
Tabela III - Comparação dos Métodos do VAR.....	40
Tabela IV - Resultados Método Variância-Covariância.....	48
Tabela V - Resultados Método Simulação Histórica.....	51
Tabela VI - Resultados Método Boudhoukh, Richardson e WhiteLaw.....	53
Tabela VII - Resultados Metodologias para o intervalo de dados de 29/11/2010 a 29/11/2011.....	56
Tabela VIII - Resultados Metodologias para o intervalo de dados de 04/09/2009 a 29/11/2011.....	57

# Índice de Gráficos

Gráfico I - Representação Gráfica dos resultados do Método da Variância-Covariância.....	50
Gráfico II - Representação Gráfica dos resultados do Método da Simulação Histórica.....	53
Gráfico III - Representação Gráfica dos resultados do Método Boudhoukh, Richardson, WhiteLaw.....	55
Gráfico IV - Representação Gráfica comparativa dos intervalos de dados de 260 dias e 577 dias do Método da Variância-Covariância.....	59
Gráfico V - Representação Gráfica comparativa dos intervalos de dados de 260 dias e 577 dias do Método da Simulação Histórica.....	59
Gráfico VI - Representação Gráfica comparativa dos intervalos de dados de 260 dias e 577 dias do Método BRW.....	60
Gráfico VII - Rendibilidade Diária Acções para o período de 577 dias.....	61
Gráfico VIII - Rendibilidade Diária Acções para o período de 260 dias.....	62
Gráfico IX - Gráfico Metodologia Boudhoukh, Richardson e WhiteLaw.....	63
Gráfico X - Gráfico Metodologia Simulação Histórica.....	64
Gráfico XI - Gráfico Metodologia Variância-Covariância.....	65

## **Lista de Abreviaturas**

BCBS - Comissão de Supervisão Bancária de Basileia

BRW - *Boudoukh, Richardson and Whitelaw*

CMVM - Comissão do Mercado de Valores Mobiliários

FHS - *Filtered Historical Simulation*

FRA – *Forward Rate Agreement*

HS – Historical Simulation

OTC – *Over-the-counter*

PIB – Produto Interno Bruto

SEC - *Securities Exchange Commission*

VAR – *Value at Risk*

UE – União Europeia

USD – *United States Dollar*

## Introdução

O surgimento de complexos instrumentos financeiros e a volatilidade associada a estes e aos mercados levaram à necessidade de regulamentação mais restrita para as entidades e também à criação de ferramentas de gestão de risco. Neste contexto, surgiu o Value-at-Risk e generalização do uso deste instrumento de mensuração do risco. O VAR resume o risco de uma empresa num único número podendo ser obtido para vários horizontes temporais, desde um dia, uma semana, um ano, o tempo que for mais indicado para a realidade da entidade que se está a avaliar, sendo calculado com base num período de dados e com um determinado nível de confiança, normalmente entre 95% e 99%.

Com este trabalho pretende-se aferir se o desempenho dos modelos paramétricos e não paramétricos difere consideravelmente e se os vários parâmetros influenciam ou não, os resultados do VAR. Este estudo é efectuado a uma empresa portuguesa, de forma a enriquecer este tema em Portugal, uma vez que ainda existem poucos trabalhos conhecidos nesta área.

O enquadramento teórico começa por abordar a importância da Gestão de Risco, nomeadamente os vários riscos a que uma empresa pode estar sujeita e ainda alguns dos acontecimentos que levaram à origem, à implementação e popularização do Value-at-Risk como por exemplo, o famoso caso da falência do Banco Barings ou as perdas avultadas da China Aviation Oil. São referidas depois as finalidades do VAR que nos ajuda a entender como alguns dos acontecimentos referidos poderão ter acontecido, e também a evolução da regulamentação dos mercados e banca que sofreram uma evolução considerável desde as primeiras restrições introduzidas pelo primeiro Acordo de Basileia, sendo ainda analisada a Regulamentação vigente em Portugal através do Regulamento nº21/99 de 25 de Novembro de 1999 da CMVM.

O cálculo do Value-at-Risk passa, digamos, por uma série de etapas, começando pela avaliação dos activos através do princípio Mark to Market, a escolha dos parâmetros (horizonte temporal, nível de confiança e período dos dados), o cálculo da variabilidade dos factores de risco, o reporte das piores perdas expectáveis e por fim testar o modelo utilizado. Este capítulo antecede a análise aos principais métodos existentes para calcular o VAR, pois é importante perceber o mecanismo de cálculo, uma vez que apesar de cada método ter as suas especificidades, têm as referidas características em comum. A análise dos métodos pressupõe a definição da fórmula ou procedimentos de cálculo e mais

importante a opinião dos principais autores especificando as limitações ou vantagens de cada método. Este aspecto é relevante uma vez que as várias opiniões assentam em experiências de vários portfolios o que permite tirar conclusões úteis relativamente ao comportamento dos métodos.

Os métodos abordados são os métodos paramétricos da Variância-Covariância e o método de Monte Carlo e, o método não paramétrico da Simulação Histórica com a abordagem de dois métodos que são influenciados por este último: o Filtered Historical Simulation e o Boudoukh, Richardson and Whitelaw.

O método da Variância-Covariância é considerado um método simples para o cálculo do VAR mas com algumas limitações para portfolios mais complexos. Nessas situações normalmente são usados os métodos Delta-Gamma que assentam na mesma base do método Variância-Covariância mas considera a correlação entre vários factores de risco. Para além da abordagem a este método é ainda apresentado o RiskMetrics da JPMorgan, provavelmente o método mais utilizado pela sua popularidade e que usa como pressuposto o método da Variância-Covariância mas com algumas alterações.

Monte Carlo é o método que se segue, sendo considerado pela maioria dos autores como o método mais eficaz no cálculo do VAR, uma vez que incorpora possíveis alterações nos activos e como assenta na aleatoriedade dos dados acaba por não ser tão influenciado pelo efeito da linearidade dos outros modelos, que por vezes afectam os resultados pela excessiva dependência dos dados.

Por último, o método da Simulação Histórica, destacando-se pela sua facilidade de cálculo do VAR tornando-o assim atractivo. Já o método BRW é em tudo semelhante ao método da Simulação Histórica com a diferença que dá mais ênfase aos dados mais recentes, e obviamente menos aos mais antigos. É ainda referenciado o método FHS que apesar de utilizar os pressupostos da Simulação Histórica, é um método que utiliza a aleatoriedade do método de Monte Carlo efectuando várias correlações entre os dados.

Nos dois capítulos seguintes são abordadas as vantagens e limitações do Value at Risk num contexto geral, de forma a que essencialmente nas limitações possamos saber com o que contar e onde podemos melhorar a análise do risco de uma entidade. Uma das melhorias é abordada no capítulo seguinte, com os testes de stress, sendo que estes são considerados essenciais na mensuração do risco de uma entidade, uma vez que testam certos cenários que podem não estar presentes na análise dos dados, mas que podem

acontecer. Por exemplo, a agência Moody's considerava na sua análise do risco, um peso de 25% para o cálculo do VAR e 75% para os testes de stress.

Por último, é efectuado um estudo empírico sobre a empresa SONAE S.G.P.S. onde, são utilizados os métodos paramétricos da Variância-Covariância e Boudhoukh, Richardson e WhiteLaw e, o método não paramétrico da Simulação Histórica, de forma a verificarmos se existem diferenças consideráveis entre os métodos e também aferir se os parâmetros do VAR influenciam consideravelmente as estimativas. A escolha recaiu sobre esta empresa, por ser uma referência no tecido empresarial português e devido à sua forte presença no exterior que leva a que estejam sujeitas as vários riscos financeiros e não financeiros, sendo assim também das poucas empresas em Portugal a implementar o Value-at-Risk.

## Revisão da Literatura

A metodologia *Value at Risk* é um tema recente que surgiu com a evolução da complexidade dos mercados e após vários desastres financeiros ocorridos em diversas multinacionais como a *Orange County*, o *Barings*, a *Metallgesellschaft* entre outros. Diversos métodos de cálculo já foram desenvolvidos sobre esta metodologia, não existindo ainda nenhum que seja consensual, apenas alguns que servem de referência. Serão assim abordadas algumas teorias e opiniões, por parte dos principais autores do mundo científico da Gestão de Risco.

De acordo, com os acontecimentos já mencionados, e segundo *Liu et al.* (2004), os reguladores bancários e de seguros, as ordens reguladoras das normas contabilísticas e vários outros interessados trabalharam agressivamente para a gestão de risco e os sistemas de relatórios financeiros para derivados. Uma parte importante desta resposta foi a concepção e desenvolvimento do *Value at Risk* (VaR).

É importante neste contexto precisar o significado da gestão de risco e de acordo com *Lynagh* (1997) no seu artigo publicado no jornal da *Harvard Business School*, este tenta fornecer uma previsão financeira para uma empresa. Todos os dias as empresas enfrentam o risco financeiro e assim sendo, a volatilidade das taxas de juro e de câmbio, a falta de pagamento dos empréstimos e as mudanças no *rating* do crédito são alguns desses exemplos.

A preocupação com a mensuração do risco de uma carteira é um tema com pelo menos quatro décadas, quando *Markowitz's* (1959) num trabalho pioneiro num dado portfolio explorou a apropriada definição e mensuração do risco.

No entanto, é consensual que a revolução ocorrida na Gestão de Risco, iniciou-se com o *Value at Risk* no início dos anos 90. Este consenso é também verificável na definição do significado da metodologia do VAR como iremos verificar com várias definições de autores, que na essência da palavra não diferem muito.

Assim, segundo *Jorion* (2007) a metodologia VAR é o *Holy Grail* da gestão do risco das empresas sendo definida como uma metodologia que sumariza as piores perdas sobre um horizonte temporal definido com um dado nível de confiança.

Para *Hendricks* (1996), o modelo *Value at Risk* mede o risco de mercado determinando quanto o valor de uma carteira pode decrescer num determinado período de tempo numa

dada probabilidade como resultado das mudanças nos preços e taxas de mercado, sendo que quando são usados períodos maiores, a variabilidade de resultados tende a diminuir em contraste a períodos mais curtos.

*Damodaran (2008)*, através da questão “Qual o máximo que posso perder num investimento?” sintetiza o objectivo do VAR dando como resposta, “de uma forma geral o VAR mede a perda potencial num activo ou portfolio com risco num determinado período de tempo para um dado intervalo de confiança”.

*Lynagh (1997)*, define o *Value at Risk* como uma medida probabilística de um intervalo de valores que um portfolio de uma empresa pode perder devido à volatilidade do mercado. Esta volatilidade inclui efeitos desde as mudanças das taxas de juro, taxas de câmbios, preços de mercadorias e outros riscos gerais do mercado. Assim o VAR é simplesmente uma declaração de perdas potenciais.

Para *Liu et al. (2004)*, o VAR mede a potencial perda na exposição de uma carteira que ocorre num determinado período de tempo com um nível de confiança sobre condições normais do mercado.

*Cabedo e Moya (2003)* identificam o VAR como o máximo de perda que um portfolio pode gerar ao longo de um certo período de tempo, com um nível de confiança pré-determinado.

Podemos assim verificar que a metodologia VAR tem várias definições possíveis onde o termo perdas é denominador comum. No entanto, apesar de algumas limitações tem também vantagens que levam a que seja, uma técnica amplamente utilizada na Gestão de Risco.

Segundo *Pritsker (2001)*, a maior vantagem do VAR como medida de risco é que é muito simples, podendo ser usada para sumarizar o risco de posições individuais, ou de grandes instituições financeiras multinacionais, como os grandes bancos de negociação dos derivados de mercado OTC.

O autor supracitado, num estudo realizado concluiu que os resultados sugerem que 500 dias de dados diários podem não ser suficientemente precisos para computar o VAR com um horizonte temporal de 10 dias porque uma amostra de período tão pequena pode não conter observações extremas suficientes e ainda o facto dos métodos VAR serem lentos a responder a mudanças no risco.

Para *Beder* (1995), o VAR é sedutor mas perigoso, pois é incapaz de captar diversos factores qualitativos e variáveis de risco e que podem afectar as previsões seriamente.

Para *Hendricks* (1996), duas características dos mercados financeiros devem ser levadas em conta. Primeiro, resultados extremos ocorrem mais frequentemente e mais largamente do que previsto pela distribuição normal. Segundo, o tamanho dos movimentos do mercado não são constantes ao longo do tempo.

Para *Jorion* (2007), a abordagem da Simulação Histórica é um método não paramétrico que não utiliza pressupostos acerca dos factores de risco. Consiste num recuo do tempo e voltar a reproduzir os acontecimentos mas de acordo com posições actuais.

De acordo com *Lynagh* (1997), a Simulação Histórica usa dados históricos actuais para prever o retorno dos factores de risco em vez de assumir que o retorno dos factores de risco seguem uma distribuição normal.

Para *Pritsker* (2001), a principal vantagem do método da Simulação Histórica é que ele é em alguns sentidos não-paramétrico porque ele não faz qualquer pressuposto acerca da forma da distribuição dos factores de risco que afectam o valor do portfolio.

Para *Alves et al.* (2011), a adopção de horizontes temporais mais curtos para conhecer o VAR de um investimento consubstancia uma postura mais prudente e realista, salientando ainda que uma das limitações do VAR é a dificuldade de prever ocorrências extremas. Dos métodos analisados concluíram ainda que o Método não-paramétrico utilizado, Simulação Histórica, falha com menor frequência e como tal é considerado o que tem melhor desempenho.

Para *Aussenegg e Miazhynskaia* (2006), os métodos não paramétricos em relação aos paramétricos geram maior incerteza nas estimativas VAR quando é usado um intervalo de confiança de 99%. Estes dois autores sugerem que a variabilidade do VAR pode ter várias origens: a variabilidade dos dados ou a mudanças estruturais dos dados.

*Beder* (1995) sugere o uso de *stress tests* no caso de existirem diferenças significativas entre os vários horizontes temporais.

# Enquadramento Teórico

## 1. A importância da Gestão do Risco

Nos dias de hoje, mais do que nunca vive-se num clima de instabilidade económica e volatilidade dos mercados, o que faz com que o risco a que os agentes económicos estão sujeitos sejam maiores. Podemos definir o risco como um inconveniente ou perigo a que estamos sujeitos. Numa óptica financeira, o risco é definido como a volatilidade de resultados inesperados, que podem afectar os activos, capitais ou ganhos. De acordo com Pinho et al. (2012), na gestão de risco também podemos distinguir três modos de visualizar um determinado acontecimento a que se encontra sujeito um determinado agente económico:

- O acontecimento é de algum modo indesejável, mas a probabilidade de ele ocorrer é de tal forma diminuta que não vale a pena incorrer nos custos de gestão desse risco;
- O acontecimento é indesejável e a probabilidade dele ocorrer é suficientemente alta, tornando-se a cobertura desse risco importante;
- O acontecimento é de tal forma indesejável que, mesmo que a probabilidade da sua ocorrência seja ínfima, terá sempre que se efectuar a cobertura de risco.

As empresas estão assim sujeitas a vários tipos de risco que podem ser classificados da seguinte forma:

- Risco de negócio, variando consoante a área de negócio, estando intimamente relacionado com a gestão da exploração da empresa e ao ambiente externo a que está sujeita;
- Risco do preço, exposição da empresa ao preço, por exemplo, das matérias-primas;

- Risco cambial, no caso de ter transacções com empresas com divisas diferentes;
- Risco da taxa de juro, o risco de efectuar um empréstimo ficando sujeito à taxa de juro, no caso, desta ser variável;
- Risco de liquidez, a falta de liquidez da empresa ou mesmo a classificação errada dos custos ou proveitos, pode levar a empresa a submeter-se a este risco;
- Risco de crédito, no caso da empresa não conseguir cumprir com as suas obrigações contratuais.

O risco a que uma empresa está sujeita pode ser minimizado através da cobertura do risco, ou *hedging*, sendo este definido como o acto de gerir um tipo particular de risco, o risco de mercado. Existem assim dois grandes tipos de políticas de cobertura de risco:

- *Off-balance sheet hedging*: *Hedging* efectuado por meio de instrumentos financeiros (como os forwards, futuros, swaps e opções), isto é, operações de cobertura com recurso aos mercados financeiros.
- *On-balance sheet hedging*: actos de gestão internos, de forma a minimizar o risco, nomeadamente, decisões estratégicas ou políticas de investimento e financiamento da empresa.

Ainda assim, temos vários exemplos da volatilidade dos mercados nas últimas décadas, como os choques petrolíferos, a Segunda-Feira Negra da bolsa americana, a crise da bolsa Japonesa e até mesmo os ataques de 11 de Setembro levando a perdas de 1,7 triliões de dólares nos mercados, em apenas seis dias e a actual crise financeira do Euro que fazem com que se dê cada vez mais importância aos mercados e consequentemente à Gestão do Risco.

Como resultado destes acontecimentos, a função do Gestor de Risco tem vindo a ganhar cada vez mais importância estratégica no seio das empresas. Estes gestores devem ser conhecedores duma variedade de assuntos, desde o conhecimento prático dos mercados financeiros como os preços e variações dos instrumentos, as probabilidades e também o conhecimento teórico das várias ferramentas existentes. Uma das principais

ferramentas essenciais na actualidade é o VAR. Este fornece uma visão futura do risco global de um portfolio, resumindo-se esse risco num único número. O uso do VAR passou da simples quantificação do risco a uma ferramenta de controlo e gestão, tendo sido estendida a outras formas de risco para além do risco do mercado, nomeadamente ao risco de crédito, ao risco operacional e ao risco de liquidação.

Um dos grandes impulsionadores para o crescimento da Gestão de Risco foi sem dúvida o crescimento do uso de derivativos no início da década de 90. Nesse período de tempo, pensa-se que a tecnologia por trás da criação destes instrumentos financeiros complexos evoluiu mais rapidamente do que a habilidade para os controlar. Outro grande factor, foi o problema moral e perverso existente na ânsia de se obter ganhos rapidamente, não se olhando ao risco que estes instrumentos incorporam.

Assim, neste contexto, surgiram vários escândalos financeiros de várias empresas sujeitas a esta volatilidade como por exemplo, o *Barings*, a *Metallgesellschaft*, o *Orange County*, a *China Aviation Oil*, e como consequência, começou-se a olhar para o Value at Risk com outra importância. Este resume o máximo de perdas a que uma instituição se encontra sujeita num determinado horizonte temporal com um dado nível de confiança, e será sobre esta ferramenta que os próximos pontos incidirão.

Nas tabelas abaixo, podemos verificar várias situações de desastres financeiros em grandes empresas e também em diversos países e o respectivo impacto no seu PIB.

**Tabela I**

<b>Entidade</b>	<b>Data</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Perdas (milhões USD)</b>
Orange County, California	Dez. 1994	Compromisso de Recompra	1.810
Showa Shell Sekiyu, Japão	Fev. 1993	Forward Moeda	1.580
Kashima Oil, Japão	Abr. 1994	Forward Moeda	1.450
Metallgesellschaft, Alemanha	Jan. 1994	Futuros Petróleo	1.340

Barings, Reino Unido	Fev. 1995	Futuros Índice Acções	1.330
Allied Irish Bank, Estados Unidos	Fev. 2002	Derivados Moeda	691
Ashanti, Gana	Out. 1999	“Exóticos” Ouro	570
China Aviation Oil, Singapura	Dez. 2004	Derivados Petróleo	550
Yakult Honsha, Japão	Mar. 1998	Derivados Índice Acções	523
National Australia Bank, Australia	Jan. 2004	Opções Moeda	262
Codelco, Chile	Jan. 1994	Futuros cobre	200
Procter & Gamble, Estados Unidos	Abr. 1994	Swaps Diferencial	157
NatWest, Reino Unido	Fev. 1997	Swaptions	127

**Legenda: Perdas em Derivados 1993-2004**

**Fonte: JORION, Philippe - Value at Risk (2007)**

**Tabela II**

<b>País</b>	<b>Impacto</b>	<b>Custo (%PIB)</b>	<b>Custo Biliões USB</b>
Japão, 1990's	Maus Empréstimos/Preço Propriedades	24	960
China, 1990's	Insolvência de 4 grandes bancos do estado	47	428
Estados Unidos 1984-1991	Falência 1400 Financeiras e 1300 bancos	3	180

Coreia do Sul 1997-	Reestruturação dos Bancos	28	90
Indonésia 1997-	Fecho de 83 bancos	55	83
México 1995-	20 bancos recapitalizados	19	81
Turquia 2000-	21 bancos resgatados	31	54
Argentina 1980-1982	Fecho 70 instituições	55	46
Tailândia 1997-	Sector Bancário	35	39
Espanha 1977-1985	Nacionalizados 20 bancos	17	28
Rússia 1998-1999	Fecho 720 bancos	6	15
Suécia 1991-1994	5 bancos resgatados	4	15
Malásia 1997-	Sector Bancário	16	14
Venezuela 1994-	Bancos Insolventes	20	14
França 1994-1995	Crédit Lyonnais	0,7	10

**Legenda: Custos das Insolvências Financeiras**

**Fonte: Caprio and Klingebiel (2003), “Episodes of Systemic and Borderline Financial Crises”, World Bank Working Paper**

## 2. Value at Risk

Enquanto o termo *Value at Risk* não era amplamente utilizado até meados da década de noventa, as origens desta medida já eram conhecidas há muito. A matemática subjacente ao VAR foi largamente desenvolvida no contexto da teoria do portfolio por *Harry Markowitz* (1959) e outros, que usaram depois para diferentes fins.

A primeira medida reguladora que evocou o VAR, foi iniciada na década de oitenta quando o SEC<sup>1</sup> definiu os requisitos de capital das empresas de serviços financeiros para as perdas em que poderiam incorrer, com um intervalo de confiança de 95% durante um período de 30 dias. Os resultados históricos foram usados para o cálculo destas perdas potenciais. Embora as medidas fossem descritas como cortes e não como Valor ou Capital em Risco, foi o SEC que impôs estes requisitos. Ao mesmo tempo, os portfolios de negociação dos bancos comerciais e de investimento começaram a ser maiores e mais voláteis, criando a necessidade de medidas mais sofisticadas e mensuráveis no tempo para o controlo do risco.

No início dos anos noventa, muitas empresas do ramo financeiro, desenvolveram medidas rudimentares do *Value at Risk*, com largas variações na forma do cálculo. Na sequência de vários desastres financeiros associados ao uso de derivados, entre 1993 e 1995, culminando com a falência do banco de investimentos britânico *Barings*, como resultado na negociação, sem autorização, de futuros e opções do índice Nikkei por Nick Leeson, um jovem negociador em Singapura, as empresas tornaram-se mais compreensivas relativamente à exposição do risco.

Com a série de desastres financeiros, como por exemplo, o do *Barings*, a implementação do VAR tornou-se vulgar para muitas empresas, sendo imposta por várias entidades reguladoras como no caso do sector bancário. A crescente volatilidade dos mercados e a crise financeira instalada, leva a que haja uma maior aversão ao risco, tornando o VAR uma das ferramentas mais usadas no sentido de aferirmos o risco.

---

<sup>1</sup> Securities Exchange Commission – entidade regulamentar dos Valores Mobiliários nos Estados Unidos. Ver mais em <http://www.sec.gov/> (consulta em 25-09-2011 às 17h05)

## 2.1 Finalidades VAR

O *Value at Risk*, é uma medida estatística do risco baseada em posições correntes. A grande vantagem é poder resumir o risco num único número, o que explica o porquê de rapidamente se ter tornado uma ferramenta essencial para qualquer instituição que tenha exposição ao risco.

Para Lynagh (1997), o *Value at Risk* é uma medida probabilística de um intervalo de valores que um portfolio de uma empresa pode perder devido à volatilidade do mercado. Esta volatilidade inclui efeitos desde as mudanças das taxas de juro, taxas de câmbios, preços de mercadorias e outros riscos gerais do mercado.

O VAR permite uma visão de topo dos riscos financeiros, sendo um método indicado para gestores de activos, outras instituições financeiras e também empresas que estejam expostas de forma significativa a riscos financeiros. Por ser um método simples, foi adoptado por várias entidades reguladoras como por exemplo, o Comité de Basileia<sup>2</sup>.

Desta forma, podemos ir de encontro às necessidades dessas instituições através da finalidade que cada uma pretende atingir com o uso desta metodologia:

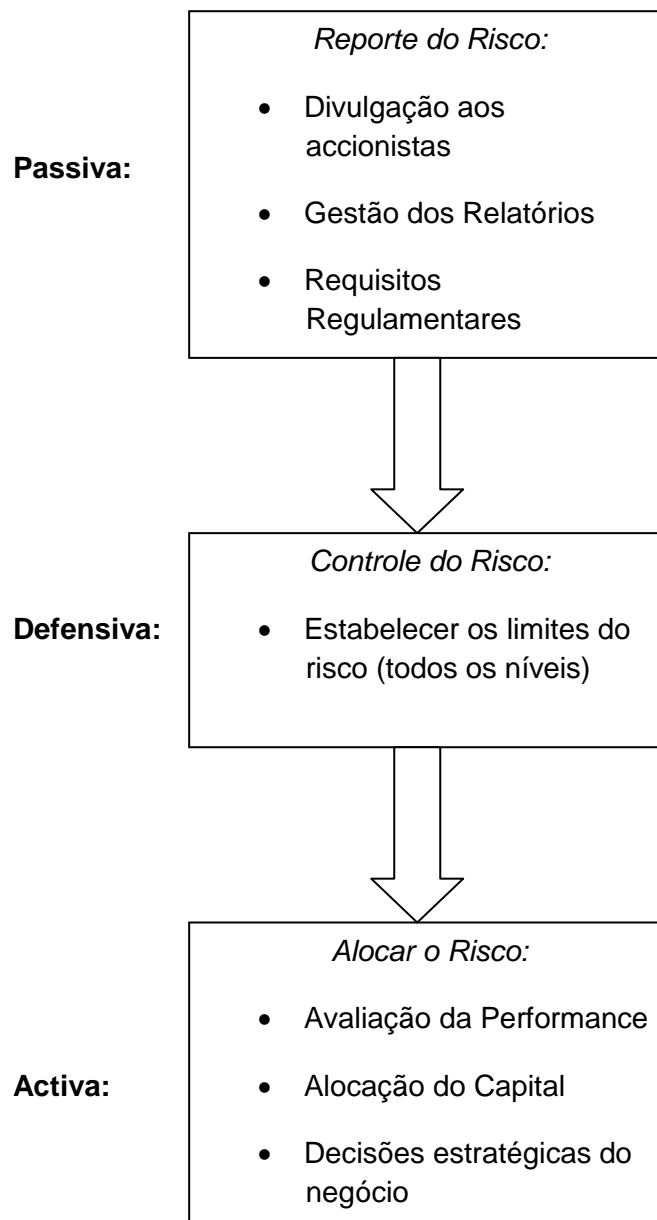
- Passiva – divulgação da informação - a primeira aplicação do VAR foi na mensuração do risco agregado. O VAR pode ser usado para informar o gestor dos riscos corridos nas operações de investimento. Comunica também, o risco financeiro duma entidade aos seus accionistas;
- Defensiva – controlo do risco – O passo seguinte foi usar o VAR para estabelecer um limite de posições para os investidores e para as instituições. A vantagem do VAR é que cria um denominador comum que permite comparar actividades de risco em vários mercados;
- Activa – gestão do risco – O VAR é agora usado de forma crescente para distribuir o capital através dos investidores, unidades de negócios, produtos e toda a instituição. Este processo começa com ganhos ajustados para o risco. O

---

<sup>2</sup> Comité Basileia também conhecido por Comissão de Supervisão Bancária de Basileia (BCBS) – autoridade supervisão bancária, responsável pela criação do Acordo Basileia discutido no ponto seguinte. Ver mais em <http://www.bis.org/bcbs/> (consulta em 25-09-2011 às 17h03)

VAR permite ainda aos gestores de portfolios, tomar melhores decisões ao estabelecer um ponto de vista compreensivo do impacto da negociação, no risco do portfolio.

### Evolução da Aplicação do VAR



Fonte: JORION, Philippe – Value at Risk (2007) – The new benchmark for managing financial risk

Embora o *Value at Risk* possa ser usado por qualquer entidade para medir a exposição do risco, é mais comum ser usado por bancos comerciais e de investimento, para captar as perdas potenciais em valor dos seus portfólios de movimentos adversos dos mercados, num período específico.

## **2.2 A regulamentação dos Mercados**

### **2.2.1 Acordo de Basileia<sup>3</sup>**

O crescimento exponencial dos mercados de derivativos e desastres ocorridos em várias instituições associados a estes instrumentos, levaram a que os reguladores impusessem normas para o capital das instituições financeiras.

Os requisitos, antes de ocorrerem os desastres financeiros de várias instituições, eram bastante simples e estáticos, não acompanhando da melhor forma os riscos crescentes associados às instituições. Assim, as novas normas geralmente são baseadas nos modelos VAR, sendo que a regulamentação mais usual é o Acordo de Basileia. Este acordo, na sua essência, define requisitos mínimos de capital que devem ser garantidos pelas instituições para garantir a cobertura do seu risco de crédito.

O valor mínimo do capital é definido através do balanço contabilístico nomeadamente, do capital e passivo que possam incorrer em perdas, antes de se considerar os depósitos e credores em geral. Para ser mais preciso, consiste nos seguintes componentes:

- *Trier 1* , que consiste no capital menos o *goodwill* e outros ajustamentos, sendo um valor permanente que garante um nível alto de protecção contras as eventuais perdas;
- *Trier 2*, é considerado inferior ao anterior, pois pode ser resgatado. Inclui reservas não divulgadas, reavaliações de reservas de capital, provisões, reservas

---

<sup>3</sup> Acordo de Basileia I também conhecido por International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Comissão de Supervisão Bancária de Basileia (1988)

de perdas em empréstimos, instrumentos híbridos e dívida com uma maturidade superior a cinco anos.

De acordo com o Acordo de Basileia, os bancos devem manter um rácio mínimo de 8% de capital próprio sobre o total dos activos e ainda um rácio de *trier 1* de 4%. Um banco com um bom nível de capitalização deve manter um rácio de *trier 1* de 6% a 10% de capital próprio sobre o total de activos. No entanto, os signatários do Acordo de Basileia são livres de impor requisitos de capital mais exigentes, nos seus próprios países.

Existem ainda outras restrições impostas pelo Comité de Basileia, nomeadamente os limites impostos para exposições a grandes montantes de crédito. As situações de grandes riscos são reportadas às entidades reguladoras, sendo definidas através de posições que excedam os 10% do capital do banco. Posições que excedam os 25% não são permitidas.

Ainda assim, o primeiro Acordo de Basileia que levou a um aumento de capital *Trier 1* de 840 para 1500 Biliões de Dólares entre 1990 e 1998 para os mil maiores bancos, foi considerado demasiado simplista e rígido.

Em Junho de 2004, o Comité de Basileia finalizou a revisão do Acordo de Basileia II<sup>4</sup>. A data de implementação foi no final do ano de 2006 e assenta essencialmente em três pilares:

- Requisitos Mínimos de Regulamentação - consistem nos requisitos de capital baseados no risco, nomeadamente risco de crédito, risco de mercado e risco operacional, mantendo-se de qualquer forma o requisito de 8% de capital próprio para o sistema global bancário;
- Revisão da Supervisão dos Reguladores – estes devem garantir que os bancos operam acima dos rácios mínimos de regulamentação de capital;
- Disciplina do Mercado – o terceiro pilar assenta na disciplina do mercado, que cria incentivos grandes aos bancos para conduzir os seus negócios, de forma segura e eficiente. O Acordo de Basileia II desenvolveu um conjunto de recomendações encorajando os bancos a publicar informação acerca da suas exposições, dos perfis de risco e o seu capital de segurança, de forma a transmitir segurança aos investidores.

---

<sup>4</sup> Acordo de Basileia II, Comissão de Supervisão Bancária de Basileia (2004)

O Basileia II veio também introduzir um novo conceito para os riscos financeiros relacionados com a actividade das instituições bancárias e objecto de gestão, podendo ser enquadrados em três categorias principais: Risco de crédito; Risco de mercado e Risco operacional:

- O risco de mercado pode ser definido como o risco de perdas decorrentes de movimentos adversos nos preços dos activos, nas taxas de juro e no câmbio. O risco relaciona-se com a volatilidade no valor da carteira, quanto maior é esta, maior é a incerteza;
- O risco de crédito pode ser definido como o risco de perdas relacionadas com a incapacidade da contraparte de honrar os seus compromissos;
- O risco operacional, representa o risco de perdas resultantes de processos internos, falhas ou inadequações, pessoas e sistemas, ou eventos externos. Esta definição inclui o risco legal, mas exclui o risco estratégico e de reputação.

O Acordo de Basileia contempla ainda vários parâmetros que são definidos abaixo:

- Parâmetros Quantitativos, nomeadamente o horizonte temporal de dez dias ou duas semanas, um intervalo de confiança de 99% e um período de observação de um ano de dados históricos;
- Possibilidade de se estabelecerem correlações, entre variáveis da mesma categoria ou mesmo entre diferentes categorias;
- Estabelecimento do preço do risco de mercado, que deve ser definido através de um valor superior ao do VAR do dia anterior ou da média dos últimos sessenta dias de negociação.

A crescente exigência dos mercados leva a que tenha surgido o Acordo de Basileia III publicado em 16 de Dezembro de 2010, que prevê um conjunto de novas medidas para serem implementadas a partir de 2013. Prevê-se que o referido acordo seja mais um elemento para garantir uma maior restrição no sector da banca, de forma a garantir a sua estabilidade.

Além do uso destes parâmetros para o cálculo do VAR por parte do sector bancário, existem também empresas que utilizam alguns destes pressupostos para o cálculo do seu VAR.

## 2.2.2 Regulamentação em Portugal

O Mercado de Capitais Português teve sempre um peso pouco relevante até meados da década de 80, quando em 1985, o então Ministro das Finanças, Miguel Cadilhe convida um grupo de empresas a entrar na Bolsa, conferindo benefícios fiscais aos emitentes e investidores, obtendo assim um crescimento notável até 1987, ano em que ocorreu o *crash* internacional no mês de Outubro. Com esse acontecimento, o peso da capitalização bolsista no PIB do país retraiu um pouco no ano seguinte, mantendo depois um crescimento notável até aos dias de hoje. Com a crescente importância da Bolsa de Capitais, surgiu a necessidade de se criar uma regulamentação específica, surgindo esta em 10 de Abril de 1991 através do Decreto-Lei 142-A/91 com a criação da Comissão do Mercado de Valores Imobiliários.

Foi mais tarde implementado o Regulamento nº21/99 de 25 de Novembro de 1999 da CMVM, que regulamenta o uso de instrumentos financeiros derivados definindo vários pontos relevantes como poderemos verificar de seguida..

De acordo com o art. 1º do Regulamento 21/99 da CMVM, o âmbito deste assenta no estabelecimento das “condições e regras que as entidades gestoras de fundos de investimento mobiliário devem observar na utilização de instrumentos financeiros derivados por conta dos fundos que administrem”.

O artigo 2º do Regulamento acima referido, determina a utilização de instrumentos financeiros derivados, quer para “fins de cobertura de risco, quer para a prossecução de outros objectivos de adequada gestão do património dos fundos”, estabelecendo como instrumentos financeiros derivados válidos os seguintes:

- Futuros padronizados - contrato standard entre duas partes, um comprador e um vendedor com maturidade definida e preço estipulado, no dia de celebração do contrato;
- *Forwards* – semelhante ao futuro padronizado, mas com a liberdade das partes escolherem o activo a negociar;
- *Fra's* - é um contrato que permite fixar a taxa de juro para uma data futura;
- Opções padronizadas - contrato em que o comprador ou vendedor tem a opção, mas não obrigação de poder comprar um activo no futuro, com um preço fixado na data do contrato;

- *Warrants* - Opção emitida pela empresa que permite ao detentor o direito de comprar acções da empresa a um preço fixado até determinada data;
- *Caps* - Limites estabelecidos e sobre os quais o activo não poderá exceder. Ex: Numa *cap* de taxa de juro, o valor da taxa de juro não pode ser superior ao estabelecido pela CAP;
- *Floors* - Inverso das *Caps*, isto é, o detentor recebe um prémio se na data pré-determinada, o activo estiver a ser negociado abaixo do preço de exercício do *floor*;
- *Collars* - compra ou venda de um *cap* e *floor* simultaneamente;
- *Swaps* – Troca de posições, podendo por exemplo, ser negociadas taxas de câmbio, activos financeiros ou *commodities*;
- *Swaptions* - são opções sobre swaps, isto é, um negociador que detenha uma *swaption call* tem o direito de comprar um swap ao preço de exercício estabelecido.

O nº3 do art. 2º estipula que quaisquer outros instrumentos financeiros derivados com características diferentes, carecem da prévia aprovação por parte da CMVM. O mesmo princípio se aplica relativamente aos Mercados que não sejam regulamentados por um Estado membro da União Europeia, isto é, qualquer mercado que seja exterior à UE deve ser aprovado pela CMVM, de acordo com o artigo 3º do Regulamento.

O art.4º define os limites de exposição ao risco, sendo de acordo com o nº1, 25% de perdas potenciais, isto é, as perdas não poderão ultrapassar 25% da totalidade do valor do fundo. De acordo com o nº2 do art. 4º, o intervalo de confiança a considerar é de 95% e o período de detenção da carteira são de 30 dias. A ultrapassagem dos limites referidos no nº1 do art.4º deve ser regularizada, num prazo máximo de 5 dias úteis após se verificar o acontecimento, de acordo com o nº5 do mesmo artigo.

Analisando a regulamentação efectuada em Portugal e comparando com alguns dos parâmetros do Acordo de Basileia, constata-se que as principais diferenças residem no período de detenção que, em Portugal, é estipulado pela CMVM para 30 dias e que no Acordo de Basileia são apenas 10 dias e também no nível de confiança definido para 95% pela CMVM e 99% no Acordo de Basileia.

O nível de confiança garante resultados diferentes, que poderão ser consideravelmente diferentes, quando se aplicam os níveis de 95 ou 99%. Quanto ao período de detenção, parece excessivo o período usado em Portugal, tendo em conta não só a volatilidade existente desde que se iniciou a crise económica, mas essencialmente por ser um período longo para uma empresa quantificar o seu risco, pois se, em dez dias (período definido pelo Acordo de Basileia), muitos cenários negativos podem acontecer, em trinta dias a probabilidade aumenta consideravelmente.

## **2.3 Estimação do VAR**

O processo de cálculo do VAR é o processo em que os valores correntes do portfolio são substituídos pelas exposições aos factores de risco. Embora conceptualmente seja uma simples medida de risco, calcular o VAR pode ser uma tarefa complicada, dependendo da distribuição de todos os instrumentos do portfolio.

O cálculo do VAR é bastante diversificado tendo em conta os inúmeros modelos que possam existir, apesar de estes se basearem nas abordagens existentes. No entanto, é importante ficarmos com a noção dos principais passos que devem ser considerados no cálculo da referida metodologia:

- *Mark to Market* o portfolio, isto é, aferir o valor do activo no Mercado, no momento presente;
- Mensurar a variabilidade do factor de risco;
- Definir o horizonte temporal, que deve corresponder ao tempo requerido pelas instituições para proceder a acções correctivas;
- Estabelecer num nível de confiança devendo reflectir o nível de aversão ao risco de uma instituição;
- Reportar a pior perda potencial através do processamento da informação precedente numa distribuição de probabilidades, que é sumarizada pelo VAR;
- A validação do modelo deve ser efectuada pelas instituições através de vários testes que permitam concluir qual o método que melhor reflecte a exposição ao risco por parte destas.

### 3. Metodologias VAR

O VAR pode ser calculado de diferentes formas. Como resultado, as empresas utilizando diferentes métodos de cálculo podem chegar a valores distintos no cálculo do VAR para o mesmo portfolio. Existem vantagens e desvantagens em cada método VAR, por isso nenhum deles é perfeito.

Como métodos de cálculo temos os métodos paramétricos e não paramétricos, sendo que as principais abordagens do método paramétrico são a Variância-Covariância e a simulação de Monte Carlo que incluem no cálculo das suas estimativas diversos parâmetros. Os parâmetros que fazem parte dos métodos paramétricos podem ser modelos de cálculo da volatilidade dos dados que são incorporados em ambos os métodos paramétricos supracitados, ou ainda, vários factores quantitativos como taxas de juros, de câmbio, preços de mercadoria ou diversas correlações que normalmente podem ser implementados nos métodos de Monte Carlo. Para o método não-paramétrico, temos como principal metodologia a Simulação Histórica (HS) sendo exclusivamente baseada em dados históricos de preços dos activos do portfolio.

Para o cálculo do VAR, o período pode ser tão curto como 100 dias ou tão longo como muitos anos. A duração do período influencia os modelos de cálculo. Por exemplo, um período largo dos dados históricos pode incluir algum choque económico no modelo. Todos os métodos estimam um valor para o portfolio do dia seguinte, com dados passados, tendo como outros parâmetros o nível de confiança e o horizonte temporal.

O nível de confiança pode ser escolhido pelo responsável pela análise do risco ou pode ser imposto pelas entidades financeiras sujeitas às regras do Acordo de Basileia que define um nível de confiança de 99%, ou a CMVM que definiu esse nível em 95%. No caso, de ser um estudo ou uma análise para uma entidade não sujeita a estes valores, ou para um conjunto de um portfolio de activos, o gestor de risco deve seleccionar o valor para o qual acredita que os dados são fiáveis, uma vez que o nível de confiança está associado à probabilidade de determinado resultado ocorrer. Por exemplo, num intervalo de 100 dados, se eu optar por um nível de confiança de 95%, e o resultado da estimativa VAR for 1%, tal significa que, a probabilidade da empresa incorrer em perdas de 1% é de, cinco em cem vezes.

O horizonte temporal é o período para o qual determinado resultado tem significado. Tal como o nível de confiança o horizonte temporal pode também ser imposto pelos reguladores

para as entidades sujeitas a estes. Assim, para a Comissão de Supervisão Bancária de Basileia, este período deverá ser de dez dias e para a Comissão de Mercados e Valores Mobiliários trinta dias. No caso de entidades não sujeitas aos reguladores ou num portfolio de activos, o gestor de risco deve optar pelo período que achar mais conveniente para a realidade da empresa. Este período pode ir desde um dia como a períodos bem mais longos, dependendo do risco a que a empresa se encontra sujeita e do período que os mercados vivem. Uma vez que estamos perante um período de grande instabilidade é mais apropriado utilizarmos o período diário, visto que, em dez ou trinta dias, muitos acontecimentos podem ocorrer. De seguida, serão analisadas as várias metodologias VAR.

### **3.1 Variância-Covariância**

O método da Variância-Covariância baseia-se na assumpção de que as rendibilidades seguem uma distribuição normal e que os factores influenciam de forma linear a rendibilidade da carteira.

A principal vantagem deste método é a facilidade de cálculo, após efectuar os pressupostos sobre a distribuição dos retornos e imputar as médias, as variâncias e covariâncias. No processo de estimativa surgem, no entanto, três limitações a esta abordagem:

- Pressupostos da distribuição errados - Se os retornos não estão normalmente distribuídos, o cálculo do VAR irá ser inferior ao VAR real. Por outras palavras, se existirem mais resultados enviesados na actual distribuição do que seria expectável, dados os pressupostos normais, o VAR actual será muito maior do que a estimativa VAR;
- Erros nos *Inputs* – Mesmo que os pressupostos da distribuição dos retornos se mantenham, o VAR pode estar errado, se as variâncias e covariâncias que são usadas para estimá-lo estiverem erradas.
- Variáveis não estáticas – Problemas relacionados surgem quando as variâncias e covariâncias através dos activos mudam ao longo do tempo.

Podem no entanto, indicar resultados enviesados, caso os instrumentos utilizados na amostra sejam não-lineares. Numa variação linear do risco, uma variação nas variações de mercado influenciam na mesma percentagem o meu portfolio.

Alguns autores tem ideias próprias sobre este método, outros apresentam mesmo outros modelos que têm como base o método da variância-covariância.

Para *Lynagh* (1997), o modelo de correlação é menos complexo, primeiramente porque ele faz algumas assumpções simplificadas: normalidade dos retornos e correlações constantes entre os factores de risco. Consequentemente é o mais rápido e fácil de reportar e gerar.

*Hendricks* (1996), no estudo das várias metodologias, referiu uma vertente da Variância-Covariância mais realista, o *Exponentially Weighted Moving Average*, que consiste em dar maior ênfase ou maior peso às observações mais recentes.

*Damodaran* (2008) refere que a linearidade, que alguns portfolios assumem, pode ser colocada em causa quando um portfolio inclui opções, pois os pagamentos subjacentes a estas não são lineares. Para ultrapassar a complexidade destes portfolios foram desenvolvidos os modelos *Delta-Gamma*. O uso destes modelos, requer que se utilizem pressupostos sólidos acerca da distribuição dos resultados dos activos standard, sendo simples os seus cálculos, uma vez que esses pressupostos tenham sido definidos.

Para *Pritsker* (2001), os métodos da Variância-Covariância têm uma melhor performance, uma vez que reconhecem mudanças no risco, independentemente do portfolio gerar ganhos ou perdas.

Entre as várias vertentes desta abordagem, o método mais conhecido que usa estes pressupostos é o método desenvolvido pela *J.P.Morgan*, denominado *Risk Metrics* que surgiu com o objectivo de dar um relatório diário do risco do mercado.

O *Risk Metrics* da *J.P.Morgan* usa a abordagem da correlação para modelar o VAR. Essencialmente, este método tenta calcular a variância do portfolio inteiro baseado nas variâncias de cada activo no portfolio e nas relações entre os factores de risco. Para usar este método para estimar o VAR, o gestor de risco deve executar os seguintes passos:

- Usar os dados históricos para calcular a média, a variância e as correlações de cada activo. Assumir que cada activo no portfolio tem um retorno distribuído normalmente com a sua própria média e variância;
- Pesquisar os activos no portfolio com fracções de forma que a soma dê 1; para um portfolio de um único activo o peso é 1; para um portfolio de dois activos, os pesos podem ser quaisquer dois números que somados façam 1 (ex: 0,3;0,7, 0,41;0,59, 1,5;-0,5). Os retornos expectáveis do portfolio são o peso de cada activo multiplicado pelo retorno em cada activo;
- A fórmula para a variância do portfolio depende do número de activos no portfolio. Com dois activos, a variância é a soma dos pesos quadrados de cada activo multiplicada pela variância de cada activo e duas vezes o produto de cada peso e a sua covariância;
- Finalmente, assume-se que o retorno no portfolio segue uma distribuição normal, com a média e a variância de cálculos feitos anteriormente. Parcela-se a distribuição dos retornos expectáveis. O valor do portfolio à probabilidade escolhida é o VAR.

### **3.2 Monte Carlo**

A abordagem da simulação de Monte Carlo é um método paramétrico que gera movimentos aleatórios, nos factores de risco a partir de distribuições paramétricas. Esses movimentos são depois utilizados para calcular a medida de risco desejável.

Para *Pritsker* (2008), este método é o mais eficaz no cálculo do VAR, pois para os factores de risco considera flexibilidade suficiente para incorporar as variações temporais na volatilidade, nos resultados esperados, nos extremos e também nos cenários extremos. Por outras palavras, a simulação de Monte Carlo pode incorporar a passagem do tempo, que possibilita a criação de mudanças no portfolio.

Não obstante ser considerado o mais eficaz, o método de Monte Carlo tem também algumas desvantagens ou inconvenientes. O principal é o tempo de cálculo que é necessário para obter os resultados e que varia consoante o número de variáveis e da

amostra também, o que leva a que se considere o mais caro para implementar, pois necessita de sistemas que possam efectuar o seu cálculo. A parte humana é também importante, pois é necessário um profissional na área para poder entender o cálculo e as suas variáveis e que seja, de preferência, exterior à instituição de forma a que os resultados obtidos sejam o mais transparentes possíveis. Outra das potenciais fraquezas é o risco associado ao modelo, pois assenta em factores de risco que podem ocultar alguma informação ou mesmo que estejam descontextualizados, o que leva a que possam gerar resultados enganadores. Para ultrapassar esta fraqueza, devem ser feitas análises de cenários de forma a obtermos resultados mais próximos da realidade e de preferência com uma amostra considerável de forma a garantir maior segurança.

De acordo com Lynagh (1997), para usar este modelo para estimar o VAR, o gestor de risco deve efectuar os seguintes procedimentos:

- Usar as mudanças do passado dos factores de risco como as taxas de juro para o período histórico, para gerar uma equação para modelar estas mudanças. Esta regressão prevê um modelo das mudanças dos factores de risco;
- Simular o comportamento destes factores de risco no período seguinte. Dados os valores correntes e a distribuição de números aleatórios que prevê valores futuros, o modelo deve calcular um possível valor futuro para um factor de risco. Quando esta simulação é repetida um número largo de vezes (por exemplo, no mínimo 10000), esta forma uma distribuição de possíveis valores futuros;
- Cada um desses valores tem uma probabilidade de ocorrência associado a ele, baseado na distribuição aleatória usada para gerar a distribuição. Como na Simulação Histórica, o valor do portfolio pode ser enumerado do mais pequeno para o maior, juntamente com a sua respectiva probabilidade de ocorrência. O gestor de risco escolhe um nível de confiança para a estimação do VAR, por exemplo 95%. Quando a probabilidade acumulada da distribuição atinge os 95%, o valor futuro correspondente é a estimação VAR.

O método de Monte Carlo é similar ao da Simulação Histórica com a diferença que considera hipotéticas mudanças nos preços dos activos de forma aleatória, em vez de considerar uma amostra inalterada de dados.

### **3.3 Método da Simulação Histórica**

O método da Simulação Histórica é um método não paramétrico que não faz qualquer diferenciação à distribuição dos factores de risco. Consiste numa “viagem ao passado”, reproduzindo os dados passados para posições correntes.

A grande vantagem deste método é a sua simples implementação, desde que os dados históricos dos factores de risco tenham sido recolhidos diariamente a valores do mercado. Os mesmos dados podem ser armazenados para serem reutilizados nas estimativas do VAR.

Outra das vantagens é o facto de ser intuitivo, pois o VAR calculado por este método corresponde às perdas sobre um período recente, por isso os utilizadores podem assim recuar no tempo e explicar as circunstâncias que estão na base do cálculo por trás do VAR.

Existem também desvantagens evidenciadas neste método. O facto de se basear em dados passados para representar o futuro torna-o logo dependente dos dados passados. O rumo que esse conjunto de dados segue, positivamente ou negativamente, vai logo influenciar as estimativas para o futuro, o que nem sempre é garantido devido à volatilidade dos mercados e economia que todos conhecemos, ainda para mais no momento presente em que vivemos. A dimensão dos dados pode também deturpar os resultados, isto é, quanto maior for o período de dados, mais fiáveis serão os resultados e ainda o facto de os dados serem considerados com a mesma importância, independentemente de existirem ou não, dados com maior impacto nos resultados.

A inexistência de informação de novos riscos ou activos torna também este método limitado uma vez que este assenta em dados históricos.

*Lynagh (1997)* entende que o modelo da Simulação Histórica é mais complicado, pois usa tendências exactas nos preços históricos para permitir a grande presença de choques de mercado. Contudo, ele assume que os preços históricos são um bom medidor dos preços futuros e uma amostra de preços para computar o VAR, o que pode não ser fiável para estimar correctamente o futuro.

*Hull and White (1998)*, recomendam que quando a volatilidade recente é maior do que a volatilidade histórica, que os dados históricos sejam ajustados de forma a reflectirem essas mudanças. Para *Pritsker (2001)*, o método da Simulação Histórica não reflecte o impacto de ocorrências extremas, sendo que as estimativas dos dias seguintes são praticamente

idênticas às do dia das ocorrências extremas. Existem abordagens desenvolvidas como o *Filtered Historical Simulation* e o *Boudoukh, Richardson and Whitelaw* que utilizam a dispersão dos dados ou uma maior relevância aos dados extremos, o que nos permite ter uma aproximação mais realista na teoria, e que serão abordados seguidamente.

Para *Damodaran* (2008), a abordagem da Simulação Histórica não requer pressupostos sobre a natureza dos resultados, pois implicitamente assume que os dados usados na simulação são uma amostra representativa do risco futuro.

Para *Alves et al.* (2011), o método da Simulação Histórica garante resultados mais próximos da realidade do que o método paramétrico, uma vez que os desvios entre as estimativas VAR e os dados reais são inferiores, sendo ainda considerado o método com melhor desempenho por falhar com menor frequência.

Já *Manganelli e Engle* (2001) põem a hipótese de ser descartado o modelo da Simulação Histórica pelo facto de depender demasiado no período dos dados em análise.

Para usar esta simulação para estimar o VAR, um gestor de risco de acordo com *Lynagh* (1997) deve seguir estes passos:

- Reunir os dados do mercado para cada um dos activos sobre um período histórico. Por exemplo, para avaliar uma obrigação do tesouro, recolher a informação do preço e do rendimento nesse tipo de activo sobre um período de negociação de 250 dias;
- Mensurar a percentagem de mudança na taxa de juro de dia para dia. Por exemplo, suponhamos que do primeiro dia para o segundo dia a taxa de juro desceu de 5,50% para 5,45%, para uma descida de 0,91% ( $0,05\%/5,50\%$ );
- Avaliar o portfolio para a mudança que ocorrerá se a história se repetir – se a taxa de juro mudou na mesma percentagem. Para a primeira amostra na simulação, baixar a taxa de juro em 0,91%, por exemplo de 6,00% para 5,46%. Depois a obrigação é valorizada com esta taxa de juro para calcular o futuro valor;
- Ao subtrair o valor do futuro portfolio a partir do valor actual, um analista pode saber o montante que pode perder através do risco do mercado se as condições acontecerem novamente;

- Repetir esta análise para cada dia de negociação no período de dados, criando uma distribuição de possíveis resultados para o portfólio;
- Quando a distribuição está completa, enumerar todos os possíveis resultados por ganho (ou perda) e escolher um nível de confiança para a estimação. O valor desse percentil na distribuição representa o VAR para esse portfólio. Numa simulação de 100 dias de período de negociação, para estimar o VAR para 95% de nível de confiança, seleccionar o quinto pior valor na distribuição; se o período histórico são 1000 dias, seleccionar o quinquagésimo pior valor, e assim sucessivamente. Desta maneira, diferentes níveis de confiança podem ser alcançados.

### **3.3.1 BRW –Boudoukh, Richardson and Whitelaw**

Este método nasceu em 1998 sendo desenvolvido pelos autores referidos e é semelhante ao método da Simulação Histórica, mas com uma pequena modificação que faz com que possa existir uma grande diferença na obtenção dos resultados. A modificação assenta na implementação de uma probabilidade maior para os dados mais recentes, o que faz com que haja uma diferença grande de resultados quando estamos perante um período volátil.

O facto dos dados mais recentes terem maior significância poderia garantir um cenário mais realista a este método. No entanto, *Pritsker* (2001) constatou que, num período de crise como por exemplo, o crash da bolsa americana em 1987, para um portfólio pequeno a estimativa VAR pouco altera e é lenta a responder a essas alterações do mercado. Apenas para portfólios com dimensão significativa, as alterações no mercado têm um impacto considerável no cálculo do VAR. O BRW não tem capacidade para associar grandes ganhos ao risco e não consegue responder a mudanças voláteis.

Manganelli e Engle (2001) já consideram este método como uma melhoria relativamente aos outros, uma vez que simplifica as suposições ao considerar um peso menor para os dados passados e conseqüente maior para os dados mais recentes.

### 3.3.2 Filtered Historical Simulation (FHS)

Num recente artigo de *Barone-Adesi et al.* (2000), surgiu este novo método VAR, sendo uma vertente do método da Simulação Histórica com a particularidade de capturar a heterocedasticidade<sup>5</sup> dos dados e ainda a dos dados que não seguem uma distribuição normal.

Apesar de ser uma vertente do método da Simulação Histórica, o *Filtered Historical Simulation* é uma abordagem baseada no Monte Carlo, combinando a repetição aleatória dos dados com um horizonte temporal de dez dias, conforme o previsto no Acordo de Basileia.

Para *Pritsker* (2001), este modelo combina os melhores elementos dos modelos para cálculo das volatilidades e os melhores elementos do método da Simulação Histórica. O autor constatou ainda que a correlação dos dados filtrados são constantes ao longo do tempo, o que pode ser problemático na obtenção dos resultados, através do efeito de uma posição de risco parecer coberta e uma posição coberta parecer arriscada. Outro aspecto importante é o facto de, com os parâmetros recomendados pelo Acordo de Basileia, o FHS ter uma precisão bastante consistente, o que torna este método passível de implementação para calcular o capital para o risco de mercado. O autor aponta também, pelo menos, duas fraquezas do modelo, a primeira prende-se com o facto dos métodos típicos para analisar a performance de um modelo, como por exemplo, o backtesting, terem pouco poder para a detecção de modelos pobres, porque essa detecção é baseada nas perdas que excedem as estimativas do VAR e este cenário é raro mesmo quando as estimativas VAR são pobres. O segundo ponto acontece quando o modelo VAR é examinado usando dados reais, no qual a habilidade para perceber as propriedades do modelo VAR é ofuscada por acontecimentos simultâneos de outros tipos de erros de modelos, incluindo erros na avaliação dos preços, erros nos modelos de cálculo da volatilidade e outras potenciais falhas na metodologia VAR.

*Barone-Adesi et al.* (2000), constataram que quando o FHS é calculado com dados reais e longos horizontes (ex: dez dias), o método tende a exagerar o risco das posições de swaps de taxas de juro e portfolios de swaps de taxas de juro, futuros e opções.

---

<sup>5</sup> Por heterocedasticidade podemos considerar a dispersão dos dados, que não sigam um padrão. Ou seja, no caso dos mercados, serão aqueles valores pouco prováveis mas que normalmente tem bastante impacto financeiramente. São os chamados outliers.

Para *Pritsker* (2001), devem ser melhorados dois aspectos neste modelo, o primeiro nas correlações das variações temporais do modelo e o segundo, o período de dados a utilizar.

### 3.4 Comparação das Várias Abordagens do VAR

As várias abordagens para calcular o VAR, sejam paramétricas ou não paramétricas, são todas falíveis, ou seja, não existe nenhuma que seja uma ciência exacta, uma vez que existem diversos factores que influenciam o cálculo do risco de uma entidade ou de um portfolio, sendo que alguns não são captados pelo VAR- os factores qualitativos. Muitos dos autores, através de estudos empíricos, têm preferências sobre um ou outro método, sendo quase geral a concordância da importância do VAR para o mundo financeiro, o facto de resumir o risco em um número, podendo obviamente, depois, ter várias análises, ou mesmo ser complementado por outras ferramentas.

Jorion no seu livro “Value at Risk” faz um resumo comparativo entre as várias abordagens do VAR que retrata bem as várias diferenças e também semelhanças entre eles:

Tabela III

<b>Características</b>	<b>Delta-Normal Simulation ou Variância-Covariância</b>	<b>Simulação Histórica</b>	<b>Simulação MonteCarlo</b>
<b>Posições</b> <i>Valorização</i>	Linear	Total	Total
<b>Distribuição</b> <i>Forma</i>	Normal	Actual	Geral
<i>Variação Temporal</i>	Sim	Possivelmente	Sim
<i>Dados Implícitos</i>	Possivelmente	Não	Possivelmente
<i>Eventos Extremos</i>	Baixa Probabilidade	Em dados recentes	Possivelmente

<i>Usa Correlações</i>	Sim	Sim	Sim
<i>Precisão do VAR</i>	Excelente	Fraca em amostras pequenas	Boa com muitas repetições
<b>Implementação</b>			
<i>Facilidade de cálculo</i>	Sim	Sim	Não
<i>Precisão dos preços</i>	Depende do Portfolio	Sim	Sim
<i>Comunicação</i>	Fácil	Fácil	Difícil
<i>Análise VAR</i>	Fácil	Mais Difícil	Mais Difícil
<i>Principais limitações</i>	“Outliers”	Variação temporal no risco, eventos pouco usuais	Risco do Modelo

**Legenda: Comparação dos Métodos do VAR**

**Fonte: JORION, Philippe – Value at Risk (2007) – The new benchmark for managing financial risk**

## 4. Vantagens

O Value at Risk desde o seu surgimento até aos dias de hoje tem vindo a ganhar cada vez mais utilizadores, não só pela crescente volatilidade dos mercados, mas também pelas suas funcionalidades e reconhecidas vantagens que acrescem uma mais-valia a quem avalia o risco de uma entidade. Assim, este ponto identificará a utilidade do VAR em diversas áreas.

De acordo com *Beder (1995)* e *Manganelli e Engle (2001)*, a grande vantagem é poder resumir o risco num único número, o que torna o reporte da informação útil para os gestores, facilitando assim, as tomadas de decisão.

Para *Pritsker (2001)*, o VAR permite agregar bastante informação, desde dados de vários activos podendo depois calcular a variabilidade desses dados através de parâmetros diferentes, como por exemplo, o nível de confiança ou o horizonte temporal.

*Horta (2008)* numa publicação para a CMVM, nas suas conclusões focou vários aspectos relevantes para os utilizadores no uso do Value at Risk, nomeadamente, a simplicidade de implementação para as grandes instituições que estão expostas a riscos bastante elevados, na supervisão das instituições financeiras que têm que cumprir vários níveis mínimos e também para os gestores de activos que com esta ferramenta conseguem acompanhar o risco das várias carteiras.

*Pinho et al. (2011)*, atribuem especial importância ao facto do VAR poder ser agregado em vários instrumentos e activos e providenciar uma linguagem comum para a gestão do risco sendo aplicável à gestão de carteiras, à transacção, ao investimento e à gestão de risco interna. É ainda referida a simplicidade do VAR para a selecção de estratégias de risco pela gestão de topo e o efeito controlador que pode ser aplicado aos investidores com apetência para assumir riscos não seguros.

## 5. Limitações

O Value at Risk tem também alguns inconvenientes que se devem ter em conta, e que geralmente são complementados por testes de stress que serão abordados mais à frente.

Um dos referidos inconvenientes é o facto de fornecer apenas uma estimativa de perdas com um dado intervalo de confiança, por isso, existem casos em que o VAR excede as estimativas. Quanto mais baixo for o nível de confiança, menos fiável é o cálculo do VAR e mais frequentemente serão observadas excepções, sendo considerado, por vezes, um método que dá uma falsa sensação de segurança. Por exemplo, *Hendricks* (1996), constatou no estudo de doze portfolios com metodologias VAR diferentes, que o intervalo de confiança de 95%, garantia resultados menos fiáveis que o intervalo de 99%.

O autor supracitado verificou ainda que o período de dados com maior extensão garante menor variabilidade nos resultados do que um período de dados menos extenso. Relativamente aos *outliers*, resultados invulgares e com maior impacto para as empresas, verificou que apesar de raramente ocorrerem, quando ocorrem têm um impacto de 30 a 40% maior do que o estimado pelas medidas de risco. Perante estes dados, será sempre relevante considerar estes resultados com uma relevância superior, pois os mesmos podem ter efeitos irreversíveis numa empresa.

*Pritsker* (2001), conclui que os métodos VAR são lentos a responder a mudanças no risco, não incorporando assim os resultados invulgares, nos dias seguintes a esses acontecimentos. A dificuldade de prever estes acontecimentos é uma das limitações constatadas por *Alves et al* (2011).

*Beder* (1995), na análise de vários portfolios, constatou que o VAR é ainda dependente dos seus pressupostos, nomeadamente, o horizonte temporal, o período dos dados ou o intervalo de confiança o que leva a que os resultados possam variar consoante a metodologia ou pressupostos usados. A incapacidade de captar diversos factores qualitativos e variáveis de risco foi outra das lacunas detectadas, o que leva a que várias instituições usem, tal como acima referido, os testes de stress para complementarem a sua avaliação do risco. Por exemplo, a *Moody's*, na avaliação do risco, concede um peso de 25% à análise VAR e os restantes 75% aos testes de stress.

*Damodaran* (2008), apresenta uma série de argumentos para provar que o VAR pode apresentar erros. Para o autor, todas as medidas VAR utilizam pressupostos sobre a distribuição dos resultados que, se divergirem, resultam numa incorrecta estimativa do VAR.

Outro dos argumentos assenta no facto dos dados históricos puderem não fornecer boas estimativas para o futuro, isto é, todas as metodologias, de alguma forma, usam os dados históricos e estes têm comportamentos diferentes dependendo dos períodos. Se o período for relativamente estável, o VAR assumirá um valor mais baixo minimizando assim o risco. Inversamente, se o período examinado for volátil, o VAR assumirá um valor mais elevado. Por último, considera que as medidas do VAR são condicionadas em estimativas explícitas de correlações sobre as fontes de risco ou pressupostos implícitos sobre a correlação. As estimativas destas correlações são usualmente baseadas em dados históricos e extremamente voláteis.

## 6. Testes de Stress

Os testes de stress são um método de avaliar o risco não estatístico uma vez que este não está associado a uma probabilidade como o VAR.

Geralmente, o principal motivo atribuído ao cálculo do VAR, é a quantificação das potenciais perdas sobre condições normais de mercado, onde o termo normal é definido pelo intervalo de confiança que normalmente é seleccionado entre 95 e 99 por cento.

Na prática, o cálculo do VAR baseado nos dados históricos mais recentes pode falhar a identificação de situações extremas e pouco comuns, mas que pode causar enormes perdas. Este é o principal motivo da implementação de testes de stress.

Várias são as entidades reguladoras que requerem estes testes como uma condição obrigatória, nomeadamente o Comité de Basileia, O Grupo de Derivados e ainda o Grupo dos Trinta. Podemos definir, assim, os testes de stress como um processo de identificação e gestão de situações que podem gerar perdas extraordinárias. Para determinar os resultados destes testes, podemos usar várias ferramentas como por exemplo, a análise de cenários, modelos de stress e políticas de resposta.

*Beder (1995)* sugere também o uso de testes de stress no caso de existirem diferenças significativas entre os vários horizontes temporais.

De acordo com *Bookstaber (1997)*, regra geral todos os mercados financeiros experienciam, uma ou mais vezes, mudanças dos preços diários de quatro vezes o desvio padrão ou mais em cada ano. E em cada ano, é usual que pelo menos um mercado tenha um movimento diário maior que dez vezes o desvio padrão. É neste contexto que os testes de stress são importantes, nomeadamente na identificação de cenários pouco usuais que não ocorram dentro dos modelos standard VAR. *Berkowitz (2000)* e *Pinho et al. (2011)* defendem que alguns tipos de cenários devem ser considerados como por exemplo:

- Simular choques que nunca ocorreram ou que podem ocorrer com mais frequência do que a observação histórica sugere, uma vez que a nossa amostra pode não conter nenhum crash do mercado de activos, mas pode ocorrer um;
- Simular choques que reflectam permanentes quebras estruturais ou mudanças temporárias dos padrões estatísticos.

## Estudo Empírico

O estudo empírico consiste em avaliar o desempenho dos modelos paramétricos e não paramétricos e aferir se os vários parâmetros influenciam ou não, os resultados do VAR. A empresa escolhida foi a SONAE SGPS<sup>6</sup> que actua em diversos sectores económicos, nomeadamente na Distribuição, Comunicações, Imobiliário, Indústria, entre outros negócios de menor dimensão. Foi fundada em 1959 e desde então, tem vindo a crescer, sendo uma referência no nosso país, estando presente em 5 continentes perfazendo um total de 41 países.

Os riscos a que a empresa está sujeita podem classificar-se em riscos financeiros e riscos não financeiros. Os primeiros dependem de factores não qualitativos, nomeadamente taxas de juros, taxas de câmbio, variações do valor das acções, entre outros que são geridos pela empresa através de instrumentos financeiros e hedging natural com financiamento, nos mercados locais nos países onde investe. Os riscos não financeiros, dependentes de factores qualitativos e difíceis de mensurar como por exemplo, o risco do país ou o risco do sector onde actua, são ultrapassados através de parcerias com parceiros locais nos países onde a Sonae se implementa.

A direcção de risco da Sonae não gere propriamente o risco, deixando os departamentos de tesouraria e financeiros de cada *holding* tratar do risco financeiro. Existe uma política comum de Gestão de Risco dentro da empresa, sendo aplicada essencialmente nas *holding* detidas a 100%, pressupondo uma coordenação entre as várias *holdings*, considerando o risco global, mas com a existência de alguma autonomia para as *holdings*, pois o risco varia consoante a actividade de cada uma delas.

O VAR é assim aplicado a nível global, sendo que a Gestão de Risco é aplicada como uma forma de controlo e nunca como investimento. Desta forma, é justificado o estudo da Sonae SGPS em vez das várias *holdings* e conseqüente consolidação.

O estudo efectuado utiliza o método da Simulação Histórica e ainda os métodos da Variância-Covariância e Boudhoukh, Richardson e WhiteLaw, para um período de dados que inicia no dia 4 de Setembro de 2009 e termina em 29 de Novembro de 2011, perfazendo

---

<sup>6</sup> [www.sonae.pt](http://www.sonae.pt) (consulta em 25-09-2011 às 17h)

um total de 577 dias úteis, ou seja, acima de dois anos efectivos de dados. Os horizontes temporais utilizados são para o período diário, dez dias e trinta dias com níveis de confiança de 95% e 99%.

## **Análise Parâmetros**

Começo por analisar primeiramente os parâmetros comuns das várias metodologias existentes, nomeadamente o nível de confiança, o horizonte temporal e ainda o intervalo de dados seleccionado para o cálculo do VAR.

O nível de confiança é um parâmetro utilizado para medir o grau de confiança dos dados que estamos a analisar. O nível de confiança aplicado ao VAR, dá-nos uma ideia da probabilidade de determinado resultado poder ocorrer. Por exemplo, numa amostra de 100 dados, se o nível de confiança escolhido for 99% significa, que existe a probabilidade de ocorrer 1 vez em 100 determinado resultado.

Como é uma probabilidade remota, acreditamos na consistência dos dados analisados, salvaguardando sempre a hipótese de acontecer um cenário muito improvável. Conforme referido anteriormente, os testes de stress são ideais para completar a análise do risco de uma entidade, pois garantem-nos simulação de cenários pouco prováveis.

O horizonte temporal é um período de tempo escolhido, para o qual determinado resultado tem significância. Este parâmetro pode ser imposto pelos reguladores, como por exemplo, o Comité de Basileia, a CMVM, no caso do mercado português ou simplesmente definido pelo gestor de risco que está a efectuar a análise de uma entidade ou de um portfolio de activos. Assim, este parâmetro deve ser ajustado de acordo com a situação que estamos a analisar, sendo os horizontes mais comuns, de um, dez ou trinta dias. Exemplificando, se tivermos um VAR de 5% para um horizonte temporal de um dia, significa que a entidade ou portfolio incorre em perdas de 5% para um dia de negociação com um determinado nível de confiança associado.

O intervalo de dados representa a dimensão dos dados que estamos a analisar, podendo ser do tamanho que pretendermos, sendo que é unânime a opinião de que, quanto maior for o período de dados, maior será a fiabilidade da análise, uma vez que contem uma maior diversidade de valores. De acordo com o Acordo de Basileia, deve ser considerado, pelo menos, um ano de dados para efectuarmos a análise de risco. Já Pritsker (2001),

defende que mesmo 500 dias de dados poderão não ser suficientes para a análise. É ainda importante verificar se o período que estamos a analisar é um período com uma tendência otimista ou negativista, pois pode induzir-nos em erro, uma vez que se tivermos perante um destes cenários, os resultados serão influenciados por essa tendência. Daí, que se deva utilizar um período alargado de dados que possa conter todo o tipo de dados e também complementar mais uma vez com testes de stress, uma vez que os dados em uso poderão não conter os chamados *outliers*, ou seja, resultados invulgares que raramente ocorrem mas que têm um impacto grande.

Assim, a análise aos parâmetros inicia-se pela análise ao nível de confiança e horizonte temporal para todas as metodologias, com a análise individual e respectiva conclusão com o auxílio do uso de tabelas com os resultados e respectiva representação gráfica.

O primeiro método a ser analisado é o método paramétrico da Variância-Covariância para o qual foram obtidos os seguintes resultados:

**Tabela IV**

<b>Intervalo de dados</b>	<b>Horizonte Temporal</b>	<b>Nível de Confiança</b>	<b>VAR €</b>	<b>VAR %</b>
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	90%	19.835.848	2,25
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	95%	25.452.394	2,89
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	97,5%	30.326.257	3,45
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99%	35.989.221	4,09
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99,5%	39.857.367	4,53
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99,9%	47.810.273	5,43
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	90%	62.726.458	7,13

04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	95%	80.487.538	9,15
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	97,5%	95.900.045	10,90
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99%	113.807.911	12,93
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99,5%	126.040.059	14,32
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99,9%	151.189.357	17,18
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	90%	108.645.413	12,35
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	95%	139.408.505	15,84
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	97,5%	166.103.751	18,88
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99%	197.121.084	22,40
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99,5%	218.307.787	24,81
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99,9%	261.867.648	29,76

**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: Resultados Método Variância-Covariância**

Os resultados apresentados na tabela de resultados da Metodologia Variância-Covariância, permitem-nos constatar, desde logo, que a empresa tem um nível de risco associado consideravelmente elevado. O valor diário do VAR situa-se entre os 19.835.848€ e 47.810.273€, ou 2,25% e 5,43%. Significa isto que a empresa poderá incorrer em perdas diárias de 19.835.848€ ou 2,25% com um nível de confiança de 90% e 47.810.273€ ou 5,43% para um nível de confiança de 99,9%.

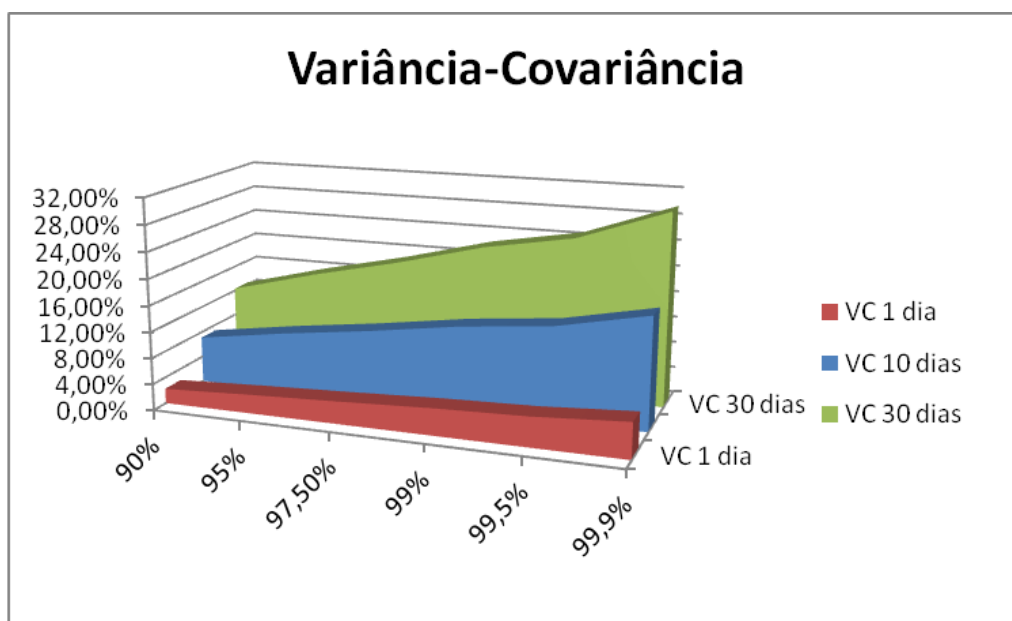
Para o período de dez dias verifica-se que o risco aumenta, diga-se naturalmente, apresentando possíveis perdas entre o intervalo de 62.726.458€ e 151.189.357€ ou, entre

7,13% e 17,18% para os níveis de confiança acima referidos. O período de 30 dias aumenta ainda mais a exposição ao risco por parte da empresa até um limite de 29,76% ou 261.867.648€ com um nível de confiança de 99.9%.

No intervalo de dados estudado, a metodologia da Variância-Covariância é influenciada pelo parâmetro horizonte temporal, no sentido que o risco aumenta com o aumento do horizonte temporal. O aumento do nível de confiança faz com que haja um aumento do valor do VAR, tornando-se assim mais pessimista a perspectiva, uma vez que, naturalmente, o nível de confiança mais elevado garante a cobertura de um maior número de cenários pessimistas. Assim, os resultados VAR seguem também uma dependência do parâmetro do nível de confiança.

No gráfico abaixo, podemos aferir a análise efectuada, isto é, a tendência de aumento dos resultados VAR em consequência do aumento dos parâmetros do nível de confiança e do horizonte temporal.

**Gráfico I**



**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: Representação Gráfica dos resultados do Método da Variância-Covariância**

O Gráfico I ilustra-nos a dependência nos parâmetros, neste caso o aumento do risco com o aumento do horizonte temporal e também com o nível de confiança. Os resultados para esta metodologia variam sensivelmente entre os 3% e 30%.

**Tabela V**

<b>Intervalo de dados</b>	<b>Horizonte Temporal</b>	<b>Nível de Confiança</b>	<b>VAR €</b>	<b>VAR %</b>
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	90%	17.849.899	2,03
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	95%	24.537.389	2,79
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	97,5%	30.857.143	3,51
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99%	44.950.884	5,11
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99,5%	50.055.045	5,69
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99,9%	58.858.075	6,69
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	90%	56.446.336	6,41
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	95%	77.594.037	8,82
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	97,5%	97.578.854	11,09
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99%	142.147.177	16,15
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99,5%	158.287.953	17,99
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99,9%	186.125.576	21,15
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	90%	97.767.921	11,11
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	95%	134.396.815	15,27

04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	97,5%	169.011.532	19,21
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99%	246.206.132	27,98
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99,5%	274.162.777	31,15
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99,9%	322.378.954	36,63

---

**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: – Resultados Método Simulação Histórica**

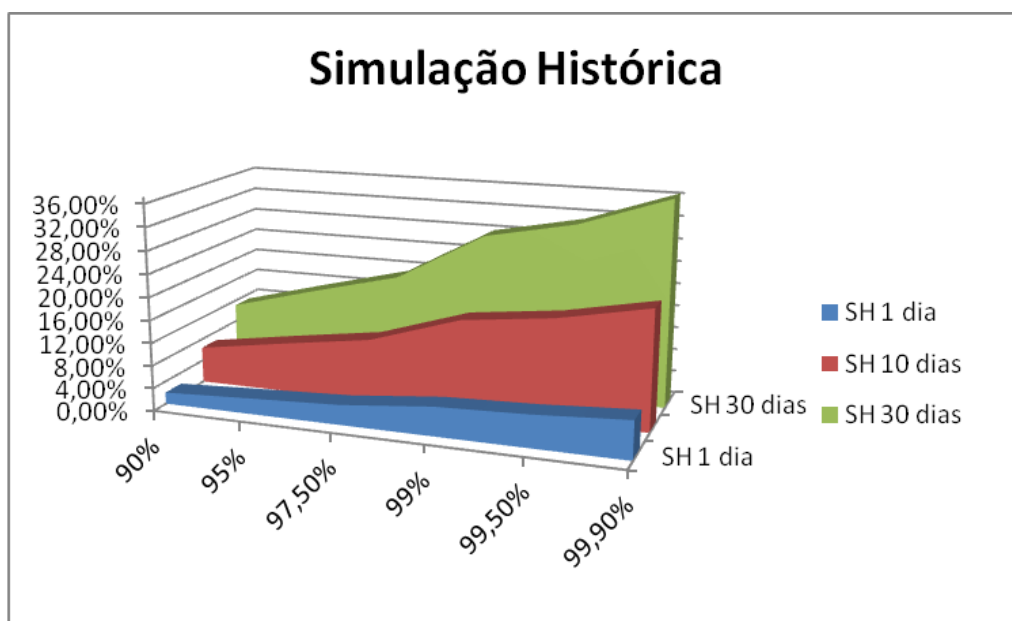
O método não paramétrico da Simulação Histórica apresenta resultados mais conservadores que o método analisado anteriormente. Este assenta numa amostra de dados, na qual se calcula a sua rendibilidade, ordenando-se do maior para o pior valor e a partir daí calcula-se o percentil referente ao nível de confiança. O valor do percentil será o valor VAR para aquele período de dados e nível de confiança para um horizonte temporal de um dia. Para os horizontes temporais de dez e trinta dias é defendido por vários autores a multiplicação do valor referente ao horizonte temporal de um dia, pela raiz quadrada do horizonte temporal que estamos a analisar, tendo sido aplicada essa fórmula de cálculo.

Assim, a probabilidade de perdas para o horizonte temporal de um dia, situa-se entre 2,03% e 6,69% ou em valores monetários, entre 17.849.899€ e 58.858.075€ para os níveis de confiança de 90% e 99,9%.

A dependência do horizonte temporal constata-se mais uma vez com o aumento dos resultados VAR para os horizontes de dez e trinta dias, atingindo um valor máximo de exposição de risco de 322.378.954€ ou 36,63% para um nível de confiança de 99,9% e o período recomendado pela CMVM. Para o período de dez dias recomendado por Basileia, os valores oscilam entre 6,41% e 21,15% ou, 56.446.336€ e 186.125.576€.

A representação gráfica segue abaixo, com a constatação da dependência da Metodologia da Simulação Histórica nos parâmetros do nível de confiança e horizonte temporal, sendo este o método mais pessimista dos três avaliados:

Gráfico II



Fonte: Fonte Própria

Legenda: Representação Gráfica dos resultados do Método da Simulação Histórica

A análise deste gráfico permite-nos concluir, mais uma vez, a dependência nos parâmetros do horizonte temporal e nível de confiança, isto é, o aumento destes parâmetros leva a um resultado VAR superior e conseqüentemente uma maior exposição ao risco. A metodologia da Simulação Histórica apresenta os valores mais pessimistas oscilando entre aproximadamente 3% e 37%.

Tabela VI

Intervalo de dados	Horizonte Temporal	Nível de Confiança	VAR €	VAR %
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	90%	8.805.467	1
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	95%	14.408.542	1,64

04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	97,5%	23.031.832	2,62
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99%	31.786.466	3,61
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99,5%	34.023.013	3,87
04/09/2009 a 29/11/2011	1 dia	99,9%	43.201.755	4,91
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	90%	27.845.333	3,16
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	95%	45.563.809	5,18
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	97,5%	72.833.046	8,28
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99%	100.517.632	11,42
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99,5%	107.590.212	12,23
04/09/2009 a 29/11/2011	10 dias	99,9%	136.615.946	15,52
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	90%	48.229.532	5,48
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	95%	78.918.832	8,97
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	97,5%	126.150.537	14,34
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99%	174.101.645	19,78
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99,5%	186.351.714	21,18
04/09/2009 a 29/11/2011	30 dias	99,9%	236.625.759	26,89

**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: – Resultados Método *Boudhoukh, Richardson e WhiteLaw***

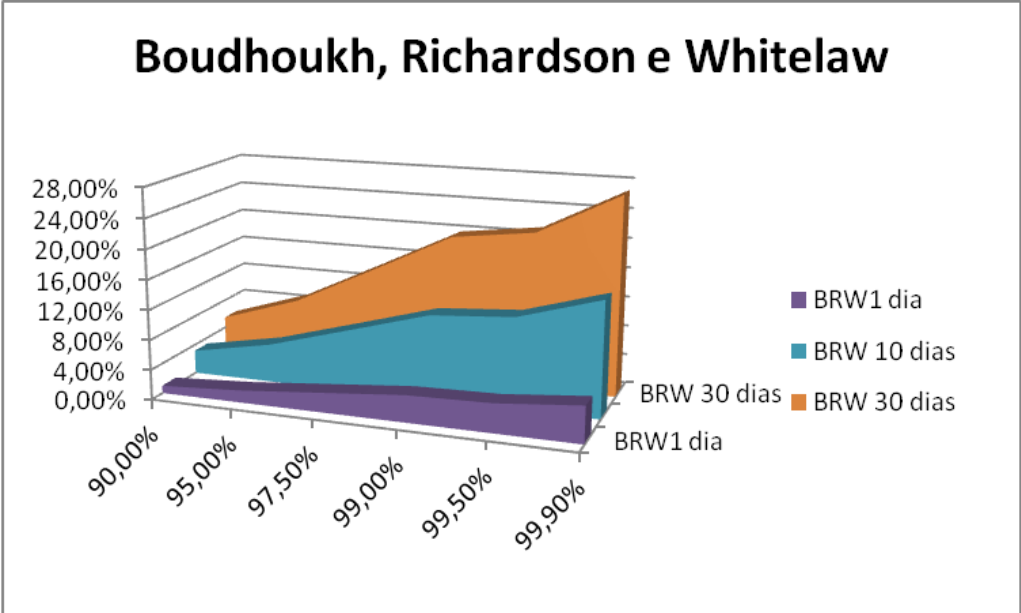
O método Boudhoukh, Richardson, WhiteLaw, dá uma maior relevância aos dados mais recentes, sendo o método mais otimista dos três analisados, embora com a mesma tendência dos outros dois métodos analisados, ou seja, o VAR aumenta para os horizontes temporais superiores e também para o nível de confiança mais elevado.

Desta forma, para um dia, a probabilidade de perdas associadas a este método situa-se entre 1% e 4,91%, para os intervalos de confiança de 90% e 99,9%. Esta probabilidade aumenta para 3,16% e 15,52% para dez dias e 5,48% e 26,89% para trinta dias, atingindo assim um valor máximo de perdas de 236.625.759€.

Os resultados obtidos permitem concluir que os dados mais recentes não são extremamente negativos, pois se isso acontecesse, este método iria reflectir maiores perdas.

Abaixo, são representados graficamente os resultados VAR para a metodologia BRW:

**Gráfico III**



Fonte: Fonte Própria

Legenda: Representação Gráfica dos resultados do Método Boudhoukh, Richardson, WhiteLaw

A metodologia paramétrica BRW segue a dependência dos parâmetros do nível de confiança e horizonte temporal dos métodos anteriormente analisados. Assim, os valores oscilam entre o valor mínimo de risco de 1% e o valor máximo de 28%.

A análise das várias metodologias e diferentes parâmetros permite-nos verificar que os resultados VAR são influenciados pelo horizonte temporal e nível de confiança, isto é, em todas as metodologia analisadas constatou-se que os resultados VAR obtidos aumentam sempre que o horizonte temporal aumenta e também quando o nível de confiança aumenta. A discrepância dos resultados permite concluirmos que existe uma grande dependência relativamente a estes parâmetros.

De seguida, é efectuada a análise da dependência dos dados, na qual é escolhido um intervalo de dados menor, neste caso 260 dias, equivalente a um ano de dados sendo utilizados como níveis de confiança apenas os intervalos de 95% e 99%, comparativamente ao período da amostra inicialmente referido de 577 dias. Pretende-se com esta análise aferir se o parâmetro do intervalo de dados influencia os resultados do VAR.

**Tabela VII**

<b>Metodologia</b>	<b>Horizonte Temporal</b>	<b>Nível de Confiança</b>	<b>VAR €</b>	<b>VAR %</b>
Simulação Histórica	1 dia	95%	28.809.524	3,27
Método Variância-Covariância	1 dia	95%	24.444.569	2,78
Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw	1 dia	95%	23.292.894	2,95
Simulação Histórica	1 dia	99%	38.531.074	4,38
Método Variância-Covariância	1 dia	99%	34.564.175	3,93
Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw	1 dia	99%	34.023.013	3,87
Simulação Histórica	10 dias	95%	91.103.714	10,35
Método Variância-Covariância	10 dias	95%	77.300.515	8,78
Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw	10 dias	95%	73.658.599	8,37

Simulação Histórica	10 dias	99%	121.845.953	13,85
Método Variância-Covariância	10 dias	99%	109.301.518	12,42
Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw	10 dias	99%	107.590.212	12,23
Simulação Histórica	30 dias	95%	157.796.261	17,93
Método Variância-Covariância	30 dias	95%	133.888.419	15,21
Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw	30 dias	95%	127.580.436	14,50
Simulação Histórica	30 dias	99%	211.043.381	23,98
Método Variância-Covariância	30 dias	99%	189.315.783	21,51
Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw	30 dias	99%	186.351.714	21,18

Fonte: Fonte Própria

Legenda: – Resultados Metodologias para o intervalo de dados de 29/11/2010 a 29/11/2011

**Tabela VIII**

Metodologia	Horizonte Temporal	Nível de Confiança	VAR €	VAR %
<b>Simulação Histórica</b>	1 dia	95%	24.537.389	2,79
<b>Método Variância-Covariância</b>	1 dia	95%	25.452.394	2,89
<b>Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw</b>	1 dia	95%	14.408.542	1,64
<b>Simulação Histórica</b>	1 dia	99%	44.950.884	5,11
<b>Método Variância-Covariância</b>	1 dia	99%	35.989.221	4,09
<b>Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw</b>	1 dia	99%	31.786.466	3,61
<b>Simulação Histórica</b>	10 dias	95%	77.594.037	8,82

<b>Método Variância-Covariância</b>	10 dias	95%	80.487.538	9,15
<b>Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw</b>	10 dias	95%	45.563.809	5,18
<b>Simulação Histórica</b>	10 dias	99%	142.147.177	16,15
<b>Método Variância-Covariância</b>	10 dias	99%	113.807.911	12,93
<b>Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw</b>	10 dias	99%	100.517.632	11,42
<b>Simulação Histórica</b>	30 dias	95%	134.396.815	15,27
<b>Método Variância-Covariância</b>	30 dias	95%	139.408.505	15,84
<b>Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw</b>	30 dias	95%	78.918.832	8,97
<b>Simulação Histórica</b>	30 dias	99%	246.206.132	27,98
<b>Método Variância-Covariância</b>	30 dias	99%	197.121.084	22,40
<b>Boudhoukh,Richardson,WhiteLaw</b>	30 dias	99%	174.101.645	19,78

**Fonte: Fonte Própria**

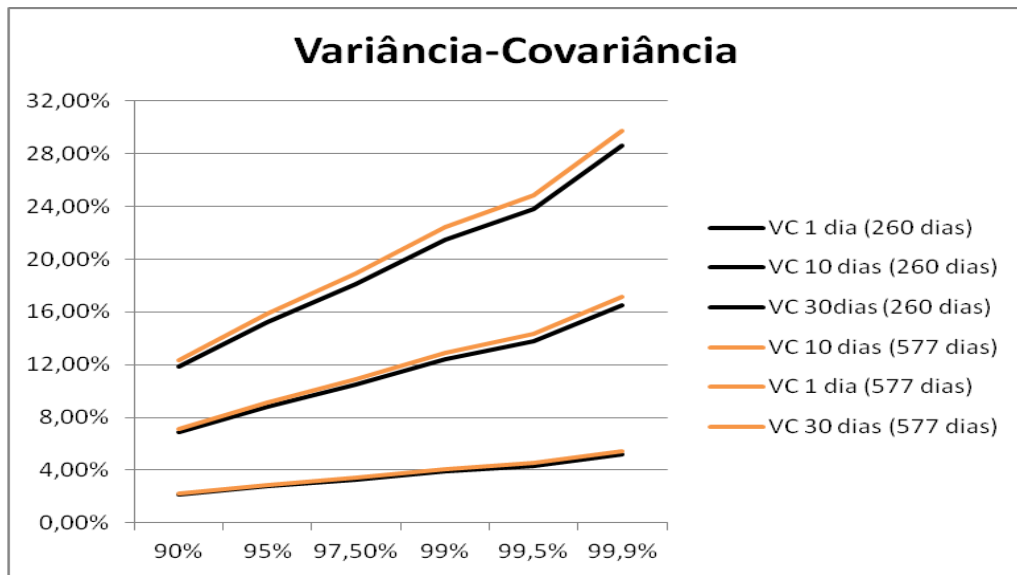
**Legenda: – Resultados Metodologias para o intervalo de dados de 04/09/2009 a 29/11/2011**

Analisando as várias metodologias para um período diferente do analisado inicialmente, obtemos resultados bastante diversificados.

Iniciando pelo Método da Variância-Covariância, este assume um cenário com um nível de risco ligeiramente mais elevado em todos os horizontes temporais e níveis de confiança para o período de 577 dias em relação ao período de 260 dias. Significa isto, que o período de dados de 577 dias tem uma variabilidade de dados mais negativa relativamente ao período de 260 dias.

O gráfico abaixo evidencia a tendência ligeiramente mais otimista do período de dados de 260 dias. A diferença é especialmente pouco relevante para o horizonte temporal de um dia, onde as linhas quase estão sobrepostas:

**Gráfico IV**



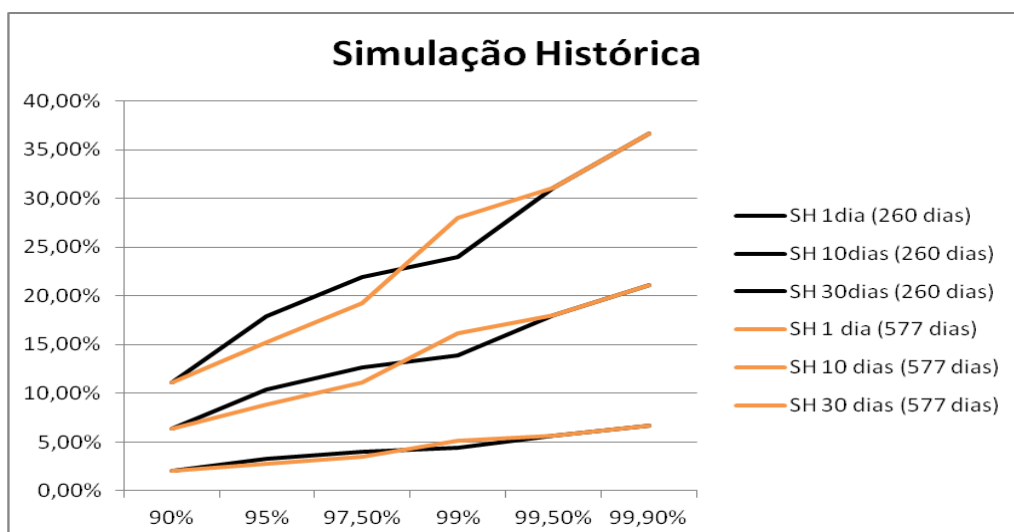
Fonte: Fonte Própria

**Legenda: Representação Gráfica comparativa dos intervalos de dados de 260 dias e 577 dias do Método da Variância-Covariância**

No Método da Simulação Histórica, verificamos que o mesmo apresenta resultados mais pessimistas com um nível de confiança de 95%, no período analisado de um ano comparativamente ao período analisado inicialmente de 577 dias.

Esta tendência inverte para um nível de confiança de 99%, ou seja, o período de dados mais pessimista passa a ser o período de 577 dias com uma diferença superior, como se poderá constatar no gráfico abaixo:

**Gráfico V**

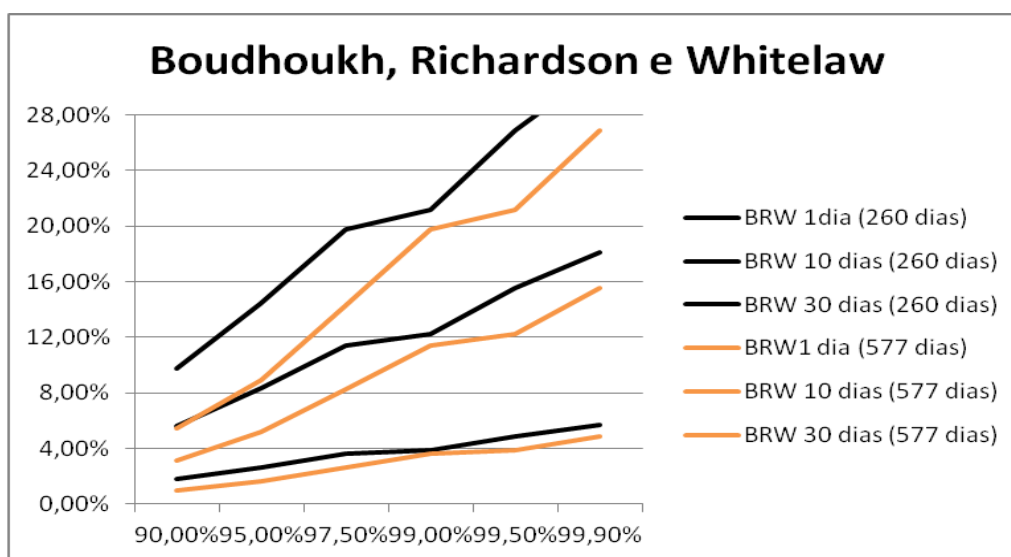


Fonte: Fonte Própria

Legenda: – Representação Gráfica comparativa dos intervalos de dados de 260 dias e 577 dias do Método da Simulação Histórica

O método BRW apresenta resultados mais pessimistas para o intervalo de 260 dias, em todos os horizontes temporais e níveis de confiança analisados como poderemos verificar no gráfico abaixo:

Gráfico VI



Fonte: Fonte Própria

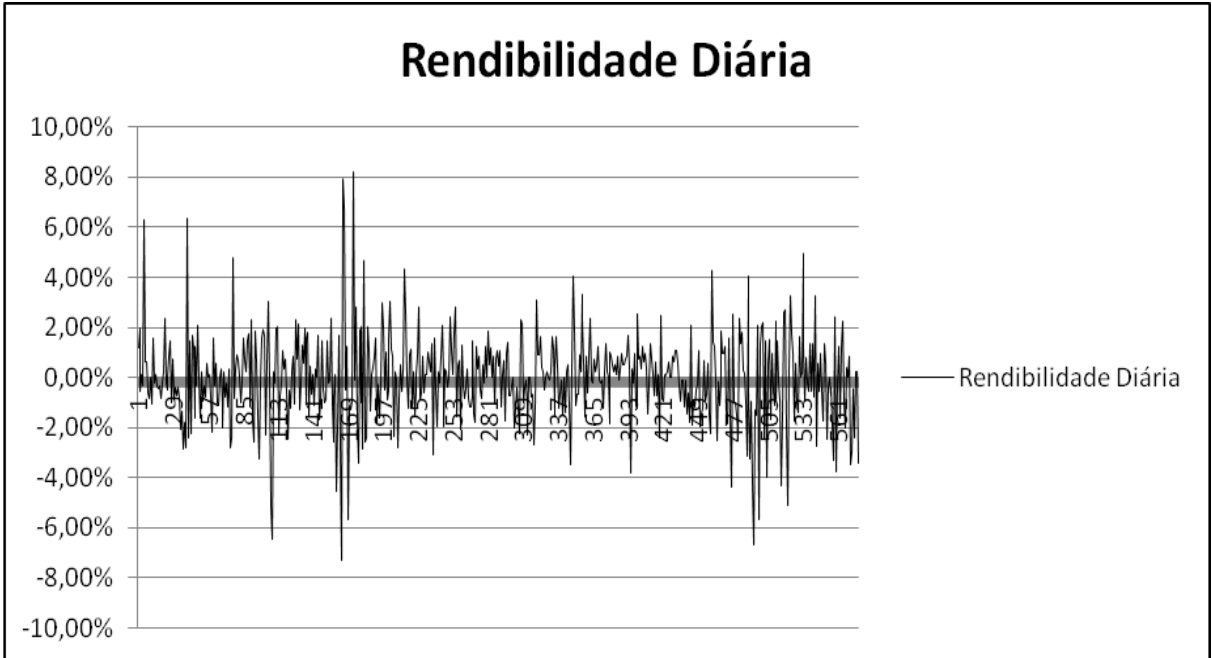
Legenda: Representação Gráfica comparativa dos intervalos de dados de 260 dias e 577 dias do Método BRW

Tal como Beder (1995), no seu estudo a três portfolios diferentes, constata-se neste estudo que o VAR tem extrema dependência relativamente aos parâmetros.

Apesar de não existir um padrão relacionado com as várias metodologias, cada uma delas com resultados distintos e tendências distintas, tendo em conta os parâmetros do nível de confiança e horizonte temporal, constata-se que em ambos os períodos analisados o VAR é apresentado com resultados com um risco considerável associado. Podemos dizer que existe alguma relação com o intervalo de dados seleccionados, uma vez que este decorre durante a crise económica portuguesa e europeia em que vivemos e na qual houve uma desvalorização bolsista de praticamente 50% do valor da empresa, o que reflecte umas estimativas VAR com valores arriscados. Se o período de um ano analisado, tivesse uma tendência positiva, poderíamos verificar valores bem mais optimistas para as várias

metodologias analisadas em contraste com o período inicialmente escolhido de 577 dias. Os Gráficos VII e VIII ajudam a perceber esta tendência, uma vez que se verifica que num período de dados menor, a diversidade de valores na amostra é menor, o que acaba por depois influenciar os valores dos resultados VAR. Assim, pode-se concluir que quanto maior a extensão de dados, mais fiável será a análise, uma vez que contem mais cenários possíveis que um período mais pequeno, o que leva a que mais uma vez se possa dizer que existe uma dependência do parâmetro intervalo de dados por parte do VAR.

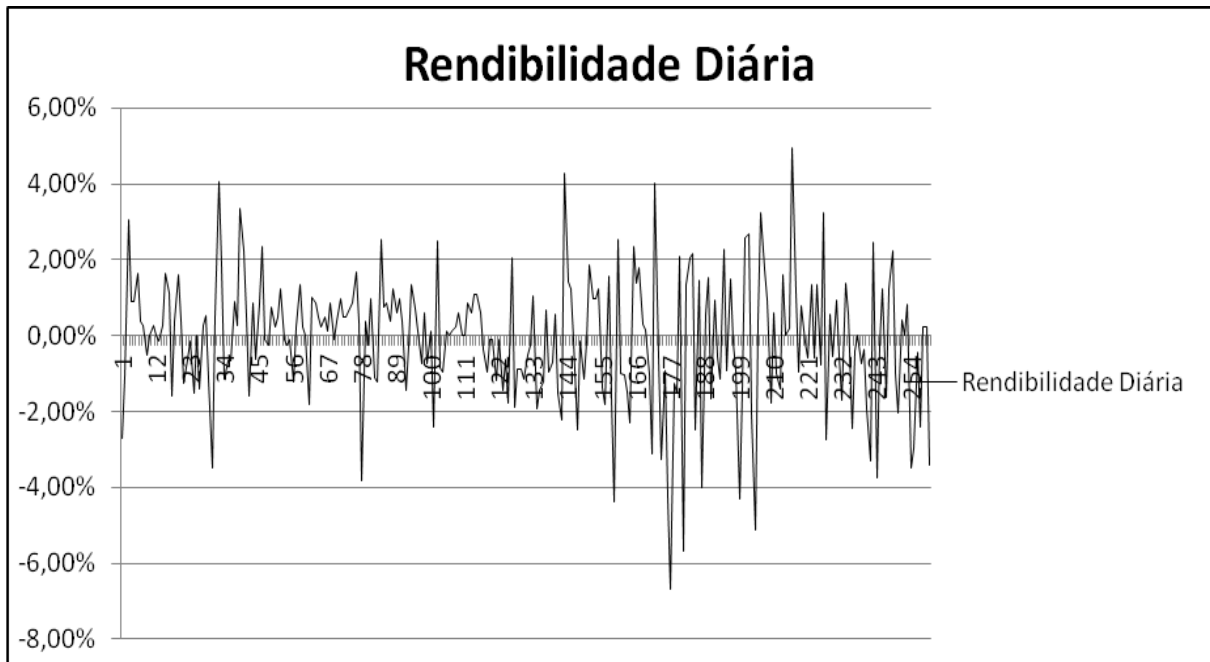
**Gráfico VII**



**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: Rendibilidade Diária Acções para o período de 577 dias**

Gráfico VIII



Fonte: Fonte Própria

Legenda: Rendibilidade Diária Ações para o período de 260 dias

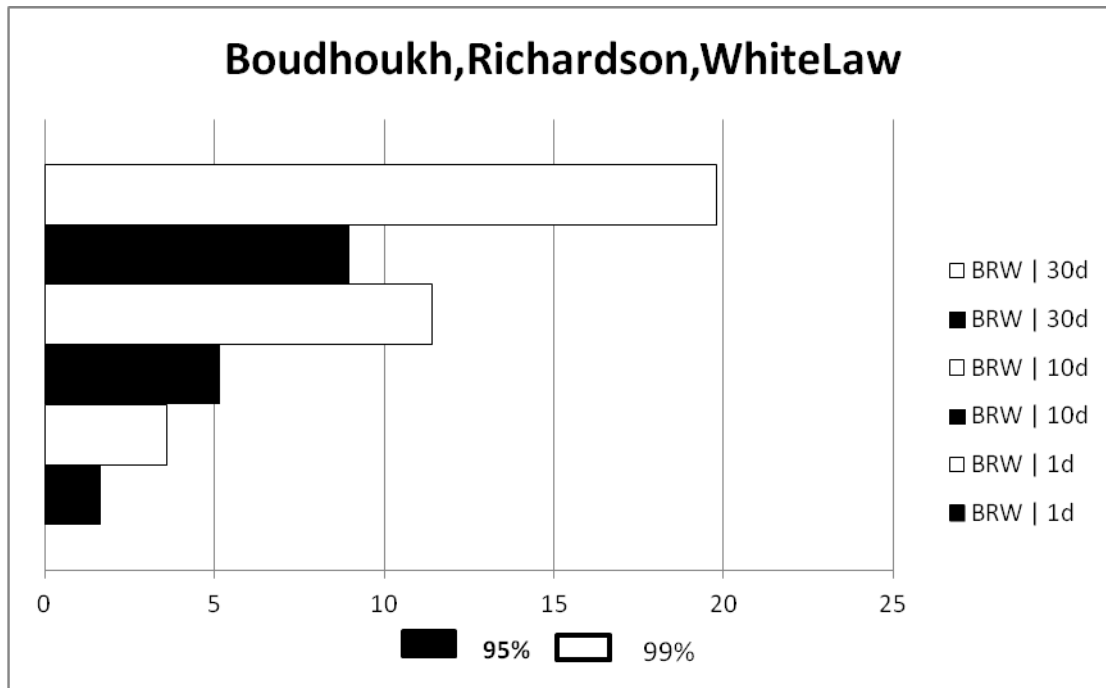
### ***Análise Métodos Paramétricos e Não Paramétricos***

Com a análise das diferentes metodologias pretende-se constatar se os resultados VAR diferem consideravelmente e qual das metodologias estudadas, a mais consistente e realista. Assim, para analisarmos os Métodos Não Paramétricos, é usado o Método da Simulação Histórica e para os Métodos Paramétricos são usados os métodos da Variância-Covariância e Boudhoukh, Richardson e Whitelaw. O parâmetro do nível de confiança é restringido nesta análise aos níveis de 95% e 99%, uma vez que são os valores comumente utilizados pelos vários autores e proposto pelos reguladores, sendo assim mais ajustadas as interpretações dos resultados (Tabela VIII).

Inicialmente são comparadas as diferenças obtidas entre os diferentes métodos, verificando-se que o Boudhoukh, Richardson e Whitelaw (Gráfico IX) é o método mais otimista, tendo como perdas potenciais respectivamente 1,64% e 3,61%, ou, 14.408.542€ e 31.786.466€ para um horizonte temporal diário e intervalos de confiança de 95% e 99% respectivamente e 5,18% e 11,42% ou, 45.563.809€ e 100.517.632€ para um horizonte

temporal de dez dias e intervalos de confiança de 95 % e 99% respectivamente e ainda, 8,97% e 19,78% ou, 78.918.832€ e 174.101.645€ para o horizonte temporal de trinta dias.

**Gráfico IX**

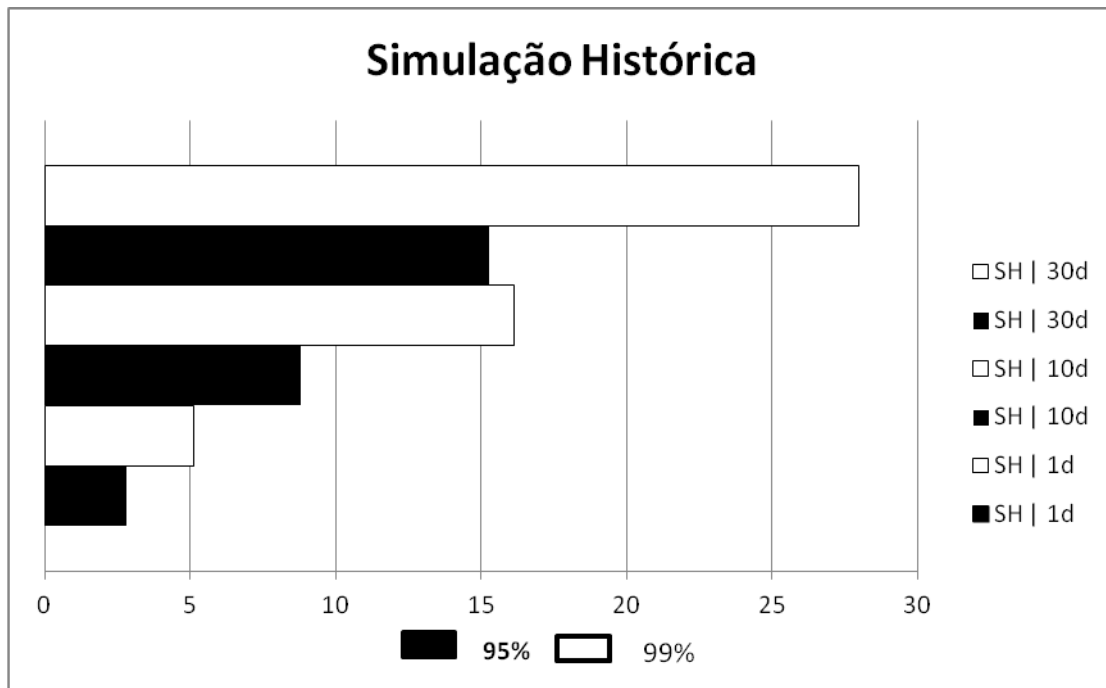


**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: Gráfico Metodologia Boudhoukh, Richardson e WhiteLaw**

O Método da Simulação Histórica (Gráfico X) tem valores mais pessimistas, oscilando entre 2,79% e 5,11%, um valor que ainda assim representa um risco considerável, significando que a empresa pode incorrer em perdas diárias entre 2,79% a 5,11%, ainda que a probabilidade seja de cinco em cem dias para o primeiro valor e de um em cem dias para o segundo. As perdas potenciais para este método podem chegar até 8,82% e 16,15% para um período de dez dias e 15,27% e 27,98% para trinta dias, com os intervalos de confiança de 95% e 99%.

**Gráfico X**



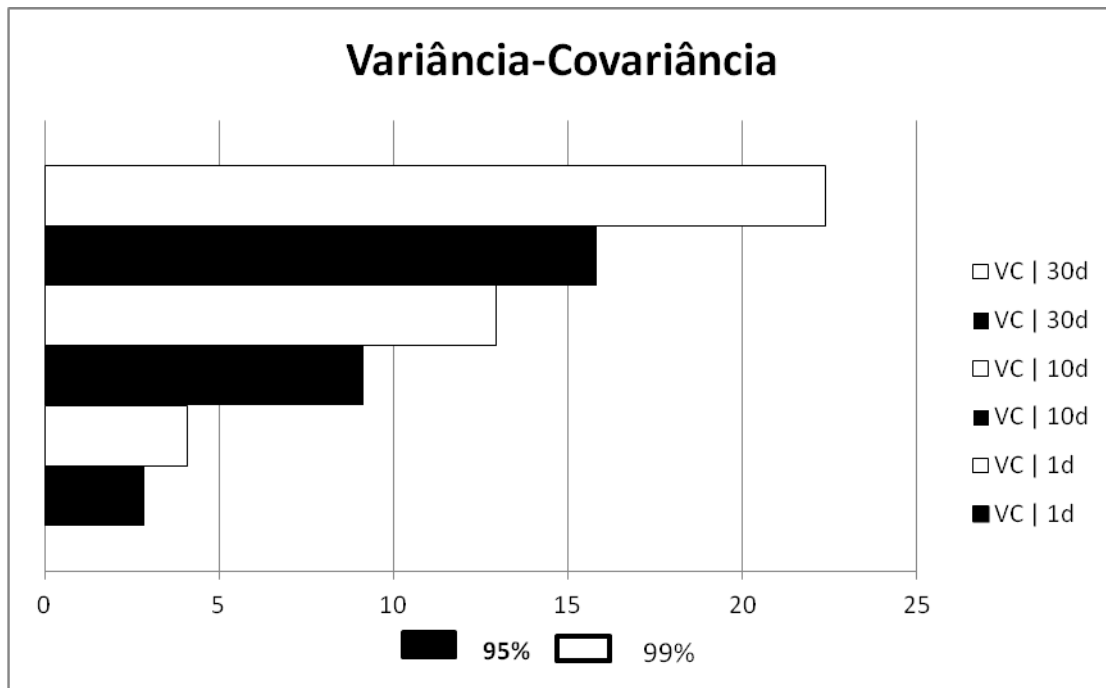
**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: Gráfico Metodologia Simulação Histórica**

Para o Método da Variância-Covariância (Gráfico XI) temos resultados mais moderados, oscilando entre 2,89% e 4,09% para um período de um dia nos intervalos de confiança de 95 e 99 por cento.

Relativamente ao horizonte temporal de dez dias, as estimativas aumentam para 9,15% e 12,93% com os níveis de confiança supracitados e 15,84% e 22,40% para o horizonte temporal de trinta dias.

Gráfico XI



Fonte: Fonte Própria

Legenda: Gráfico Metodologia Variância-Covariância

O método não paramétrico difere consideravelmente dos métodos paramétricos analisados, oscilando o valor do VAR entre 24.537.389€ para o período de 1 dia e 246.206.132€ para o período de 30 dias, valores que representam um risco elevado associado. Para os métodos paramétricos analisados, o da Variância-Covariância apresenta um valor diário de perdas muito próximo do método não paramétrico, 25.452.394€ com um nível de confiança de 95%, atingindo um máximo de perdas de 197.121.084€ para o período de 30 dias, valor este bem mais otimista.

As diferenças entre as várias metodologias poderão chegar até quase 5%, no caso da metodologia da Simulação Histórica relativamente à metodologia BRW, mas para um período de dez dias. Não sendo particularmente muito elevada a diferença, é importante verificar se as estimativas cobrem os valores reais do VAR.

A análise dos dados permite concluir que o método não paramétrico da Simulação Histórica (Anexo II), tem resultados mais conservadores quando utilizado com um nível de confiança de 99% e que permitem cobrir o risco da empresa de forma mais eficiente comparativamente aos métodos paramétricos, especialmente o método BRW (Anexo III) que fica muito aquém dos dados reais. O método não paramétrico da Simulação Histórica falha com a mesma frequência que o método paramétrico da Variância-Covariância (Anexo I), mas uma vez que as estimativas VAR se aproximam mais dos dados reais, permite-nos concluir que o método não paramétrico é mais realista relativamente aos paramétricos. Com um nível de confiança de 95% em todos os horizontes temporais, as estimativas do método da Simulação Histórica são muito próximas às estimativas do método paramétrico da Variância-Covariância mas se analisarmos com um nível de confiança de 99%, obtemos diferenças para o mesmo horizonte temporal que ultrapassam os 5%. Esta conclusão segue uma tendência contrária à obtida por *Aussenegg e Miazhunskaia (2006)* que, no estudo efectuado a um Portfolio de vários activos, concluíram que os métodos não paramétricos com um nível de confiança de 99%, têm resultados mais incertos em relação aos métodos paramétricos. Já *Alves et al. (2011)* também verificaram que o método da Simulação Histórica, uma vez que falha com menor frequência é considerado um método com melhor desempenho.

O método Boudoukh, Richardson and Whitelaw fica um pouco aquém nas estimativas, uma vez que os seus resultados são demasiado optimistas e falham mais vezes as previsões, o que poderá estar relacionado com o período dos dados analisados. A análise deste método vai contra as conclusões obtidas por *Pritsker (2001)* e *Magnanelli e Engle (2001)* que constataram uma reacção pessimista do modelo quando se estava perante resultados negativos e ainda a evolução sobre outros métodos ao considerar uma importância maior sobre os dados recentes.

Apesar do período não conter dados muito negativos, no período em que foram testadas as estimativas (Anexo I, II e III) verificou-se que as estimativas VAR pouco ou nada alteram para o dia seguinte quando estamos perante perdas diárias. Já *Pritsker (2001)*, havia constatado que os métodos VAR são lentos a responder a mudanças no risco, não incorporando assim os resultados invulgares e negativos, nos dias seguintes a esses acontecimentos. A dificuldade de prever estes acontecimentos é uma das limitações constatadas por *Alves et al (2011)*.

## Conclusões

O Value at Risk mede o intervalo de confiança das perdas de um activo ou portfolio de activos, sendo calculado para o intervalo de dados que estivermos a analisar e o horizonte temporal que definirmos. Para o cálculo do VAR podem ser utilizados diversos métodos, sendo estes classificados como paramétricos ou não paramétricos assentando ambos em parâmetros gerais como o nível de confiança, o horizonte temporal ou intervalo de dados. O método paramétrico tem a particularidade de incorporar outros parâmetros extrínsecos que possam influenciar o estudo que efectuamos, como por exemplo, a volatilidade dos dados que estamos a analisar ou ainda de variáveis de mercado como a taxa de juro ou taxa de câmbio. Estes factores que podem ser incorporados nos métodos paramétricos variam consoante o caso que estejamos a analisar.

Neste âmbito, no estudo empírico efectuado sobre a SONAE S.G.P.S., o método não paramétrico utilizado da Simulação Histórica apresenta estimativas consideravelmente mais consistentes em todos os intervalos e níveis de confiança analisados relativamente aos métodos paramétricos empregues, da Variância-Covariância e também de *Boudoukh, Richardson and Whitelaw*. Para um nível de confiança de 95%, os valores do método não paramétrico são muito similares aos do método paramétrico da Variância-Covariância, mas alterando esse nível para 99% apesar da frequência de perdas ser igual, os valores chegam a atingir diferenças até 5% tornando-se assim no método mais próximo dos dados reais. O método da Simulação Histórica apresenta assim estimativas de perdas que podem ir desde 2,79% até 27,98% do valor da capitalização bolsista da entidade, ou quantificando em unidades monetárias de 24.537.389€ até 246.206.132€, o que traduz um nível de risco elevado para a empresa.

Assim, na análise efectuada, podemos concluir que o método não paramétrico difere de forma considerável dos métodos paramétricos, traduzindo as suas estimativas em resultados mais conservadores que reflectem desta forma uma maior cobertura de potenciais perdas da empresa.

Relativamente à influência dos parâmetros nas estimativas VAR, foram examinados os parâmetros do horizonte temporal, o nível de confiança dos dados e ainda o intervalo de dados.

Quanto ao horizonte temporal utilizaram-se os períodos preconizados pela maioria dos autores, isto é, o período diário, de dez dias sugerido pelo Comité de Basileia e ainda a

introdução do período de trinta dias implementado pela CMVM, concluindo-se que as estimativas VAR aumentam de forma progressiva e significativa, com o aumento do horizonte temporal analisado.

Para a análise do nível de confiança foram utilizados vários intervalos, desde 90% até 99,9% para ambos os métodos e verificou-se que as estimativas se vão tornando bem mais pessimistas com o aumento do nível de confiança.

Foi ainda analisado um intervalo de dados diferente da amostra inicial, nomeadamente o período de um ano, verificando-se que o período também influencia as estimativas VAR, uma vez que apresentam estimativas VAR diferentes essencialmente nos métodos BRW e da Simulação Histórica. Outro aspecto verificado é que quando estamos perante um período de dados mais pequeno, a diversidade de dados é menor, ou seja, dados com valores extremos são menos prováveis em amostras pequenas. A amostra de dados de 577 dias contempla uma maior variedade de dados relativamente ao período de 260 dias que representa um ano efectivo de dados.

Através do horizonte temporal, do nível de confiança e do intervalo de dados, verificou-se que as estimativas VAR são influenciadas largamente por estes parâmetros.

A ausência de resultados extremos neste estudo, não impede que seja feita a recomendação do uso de testes de stress quando se analisa o risco de uma entidade. Apesar da probabilidade de ocorrência desses resultados ser muita reduzida, se ocorrer poderá ter um impacto irreversível para as finanças da empresa. Os testes de stress são ainda relevantes para a análise do risco, uma vez que o VAR não incorpora factores qualitativos e assim sendo não é suficiente por si só para avaliar o risco de um portfolio ou empresa.

Com outros recursos, seria interessante considerar um período de dados mais extenso, de forma a verificarmos o comportamento das várias metodologias e saber qual a mais assertiva consoante o intervalo de dados em análise e, também a inserção do método de Monte Carlo, reconhecido pela maioria dos autores como o mais realista.

## Referências Bibliográficas

### *Suporte Físico*

Alves, Carlos, Victor Mendes, Catarina Machado, Paulo Silva (2011) – Value-at-Risk: Uma aplicação ao principal índice de acções do mercado português, CMVM.

Aussenegg, Wolfgang e Tatina Miazhynskaia (2006) – Uncertainty in Value-at-Risk estimates under parametric and non-parametric modeling – Swiss Society for Financial Market Research, 243-264.

Barone-Adesi, G., K. Giannopoulos e L. Vosper (2000) - Filtering Historical Simulation Backtest Analysis, University of Westminster.

Basel Committee on Banking Supervision, 1988, International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, BIS, Basel, Switzerland.

Basel Committee on Banking Supervision, 2005c, International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework, BIS, Basel, Switzerland.

Basel Committee on Banking Supervision, Dec 2010, A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems, BIS, Basel, Switzerland.

Beder, Tanya (1995) - VAR – Seductive but Dangerous, Financial Analysts Journal, 12-23.

Berkowitz, Jeremy (2000) – A Coherent Framework for stress testing, Journal of Risk 2, 5-15.

Bookstaber, Richard (1997) – “Global Risk Management: Are we missing the point?”, Journal of Portfolio Management 23, 102-107.

Boudoukh, J., M. Richardson, e R. Whitelaw (1998) - "The Best of Both Worlds," Risk 11,64-67.

Cabedo, David, I. Moya (2003) – Estimating oil price “Value at Risk” using the historical simulation approach, Energy Economics 25, 239-253.

Caprio, Gerard e D. Klingebiel (2003), “Episodes of Systemic and Borderline Financial Crises”, World Bank Working Paper.

Damodaran, Aswath, Strategic Risk Taking (2008) – A framework for risk management, Wharton School Publishing.

Decreto-Lei 142-A/91 de 10 de Abril.

Hendricks, Darryl (1996) - Evaluation of value-at-risk models using historical data, Economic Policy Review, 39-69.

Horta, Paulo (2000) - Calcule o risco da sua carteira utilizando o Value at Risk (VaR), CMVM.

Hull, J. e A. White (1998) – “Incorporating volatility updating into the historical simulation method for Value at Risk”, Journal of Risk I, 5-19.

J.P. Morgan (1995) - RiskMetrics Technical Manual, J.P.Morgan, New York.

Jorion, Philippe (2007) – Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk, 3rd Ed., McGraw-Hill, ISBN 0-07-146495-6.

Liu, Chi-Chu, S. Ryan e H. Tan (2004) - How Banks' Value-at-Risk Disclosures Predict their Total and Priced Risk: Effects of Bank Technical Sophistication and Learning over Time, Review of Accounting Studies 9, 265–294.

Lynagh, Stephen (1997) – Value-At-Risk, Harvard Business School.

Manganelli, Simone e R. Engle (2001) – Value At Risk models in finance – European Central Bank, working paper nº75.

Markowitz, H.M. (1959) - Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. New York: John Wiley & Sons.

Pinho, Carlos, R. Valente, M. Madaleno e E. Vieira. (2011) – Risco Financeiro: Medida e Gestão, 1ª Ed. Lisboa: Edições Silabo, Lda, ISBN: 978-972-618-658-8.

Pritsker, Matthew (2001) - The Hidden Dangers of Historical Simulation, Washington DC, FED.

Regulamento da CMVM nº21/99 – Utilização de Instrumentos Financeiros Derivados pelos Fundos de Investimento Mobiliário.

Relatório e Contas Sonae 2009/2010.

Relatório e Contas Sonae 2º trimestre 2011.

Todorova, Darina - Avaliação da performance de Modelos de VaR em Mercados Emergentes, Lisboa: ISCTE, 2009. Tese de Mestrado em Finanças.

## ***Suporte Digital***

<http://www.bis.org/bcbs/> (consulta em 25-09-2011 às 17h03)

<http://www.euribor-ebf.eu/euribor-org/euribor-rates.html> (consulta em 03-09-2011 às 22h37)

<http://www.euribor-ebf.eu/euribor-eonia-org/eonia-rates.html> (consulta em 03-09-2011 às 22h54)

<http://www.euronext.com/trader/download/instrument-3044-PT-PTSON0AM0001.html?selectedMep=5> (consulta em 03-09-2011 às 23h24)

[http://www.fep.up.pt/docentes/ftsantos/interven%C3%A7%C3%B5es/Economia\\_Pura\\_Abril2001.pdf](http://www.fep.up.pt/docentes/ftsantos/interven%C3%A7%C3%B5es/Economia_Pura_Abril2001.pdf) (consulta em 02/02/2012 às 21h07)

<http://www.noesis.org> (01/12/2011 consulta em 01-12-2011 às 12h33)

<http://www.sec.gov/> (consulta em 25-09-2011 às 17h05)

<http://www.sonae.pt> (consulta em 25-09-2011 às 17h)

<http://www.thinkfn.com> (consulta em 11-02-2012 às 19h54)

## ANEXO I – Dados Reais VS Estimativas VAR do Método Variância-Covariância

	30-11	01-12	02-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	27-12	28-12	29-12	30-12	
<b>Dados Reais (%)</b>																							
1 dia	3,52	-0,68	3,82	3,66	-2,08	0	-1,89	-0,64	-5,64	0,92	-3,62	-0,93	-0,46	1,18	5,37	-1,33	-0,66	2,67	2,58	-2,51	-0,22	-0,65	
10 dias	11,13	-2,15	12,08	11,57	-6,58	0	-5,98	-2,02	-17,84	2,91	-11,45	-2,94	-1,45	3,73	16,98	-4,21	-2,09	8,44	8,16	-7,94	-0,70	-2,06	
30 dias	19,28	-3,72	20,92	20,05	-11,39	0	-10,35	-3,51	-30,89	5,04	-19,83	-5,09	-2,52	6,46	29,41	-7,28	-3,61	14,62	14,13	-13,75	-1,20	-3,56	
<b>Estimativa VAR 95% (%)</b>																							
1 dia (%)	2,90	2,90	2,91	2,92	2,92	2,92	2,92	2,91	2,94	2,94	2,94	2,94	2,93	2,94	2,96	2,96	2,95	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96
10 dias (%)	9,18	9,17	9,20	9,23	9,23	9,22	9,22	9,22	9,29	9,28	9,31	9,30	9,25	9,29	9,35	9,35	9,34	9,35	9,36	9,37	9,36	9,35	
30 dias (%)	15,90	15,89	15,94	15,99	15,99	15,97	15,98	15,96	16,09	16,08	16,12	16,11	16,02	16,09	16,20	16,19	16,18	16,20	16,21	16,22	16,21	16,20	
<b>Estimativa VAR 99% (%)</b>																							
1 dia (%)	4,10	4,10	4,11	4,13	4,13	4,12	4,12	4,12	4,15	4,15	4,16	4,16	4,14	4,15	4,18	4,18	4,18	4,18	4,19	4,19	4,19	4,18	
10 dias (%)	12,98	12,97	13,01	13,05	13,05	13,04	13,04	13,03	13,13	13,12	13,16	13,15	13,08	13,13	13,22	13,22	13,21	13,22	13,24	13,25	13,23	13,22	
30 dias (%)	22,48	22,46	22,54	22,60	22,61	22,59	22,59	22,57	22,75	22,73	22,79	22,78	22,66	22,75	22,90	22,90	22,88	22,90	22,92	22,94	22,92	22,91	

**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: Dados Reais VS Estimativas VAR do Método Variância-Covariância para os horizontes temporais de 1 dia, 10 dias e 30 dias e com os níveis de confiança de 95% e 99% com um teste sobre os dados de 30/11/2011 a 31/12/2011.**

## ANEXO II – Dados Reais VS Estimativas VAR do Método da Simulação Histórica

	30-11	01-12	02-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	27-12	28-12	29-12	30-12	
<b>Dados Reais (%)</b>																							
1 dia	3,52	-0,68	3,82	3,66	-2,08	0	-1,89	-0,64	-5,64	0,92	-3,62	-0,93	-0,46	1,18	5,37	-1,33	-0,66	2,67	2,58	-2,51	-0,22	-0,65	
10 dias	11,13	-2,15	12,08	11,57	-6,58	0	-5,98	-2,02	-17,84	2,91	-11,45	-2,94	-1,45	3,73	16,98	-4,21	-2,09	8,44	8,16	-7,94	-0,70	-2,06	
30 dias	19,28	-3,72	20,92	20,05	-11,39	0	-10,35	-3,51	-30,89	5,04	-19,83	-5,09	-2,52	6,46	29,41	-7,28	-3,61	14,62	14,13	-13,75	-1,20	-3,56	
<b>Estimativa VAR 95% (%)</b>																							
1 dia (%)	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82
10 dias (%)	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92	8,92
30 dias (%)	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,45	15,45	15,15	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
<b>Estimativa VAR 99% (%)</b>																							
1 dia (%)	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,11	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17
10 dias (%)	16,16	16,16	16,16	16,16	16,16	16,16	16,16	16,16	16,16	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35	16,35
30 dias (%)	27,99	27,99	27,99	27,99	27,99	27,99	27,99	27,99	27,99	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32	28,32

**Fonte: Fonte Própria**

**Legenda: Dados Reais VS Estimativas VAR do Método da Simulação Histórica para os horizontes temporais de 1 dia, 10 dias e 30 dias e com os níveis de confiança de 95% e 99% com um teste sobre os dados de 30/11/2011 a 31/12/2011.**

## ANEXO III – Dados Reais VS Estimativas VAR do Método *Boudoukh, Richardson and Whitelaw*

	30-11	01-12	02-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	27-12	28-12	29-12	30-12
<b>Dados Reais (%)</b>																						
1 dia	3,52	-0,68	3,82	3,66	-2,08	0	-1,89	-0,64	-5,64	0,92	-3,62	-0,93	-0,46	1,18	5,37	-1,33	-0,66	2,67	2,58	-2,51	-0,22	-0,65
10 dias	11,13	-2,15	12,08	11,57	-6,58	0	-5,98	-2,02	-17,84	2,91	-11,45	-2,94	-1,45	3,73	16,98	-4,21	-2,09	8,44	8,16	-7,94	-0,70	-2,06
30 dias	19,28	-3,72	20,92	20,05	-11,39	0	-10,35	-3,51	-30,89	5,04	-19,83	-5,09	-2,52	6,46	29,41	-7,28	-3,61	14,62	14,13	-13,75	-1,20	-3,56
<b>Estimativa VAR 95% (%)</b>																						
1 dia (%)	-1,64	-1,63	-1,63	-1,63	-1,63	-1,64	-1,64	-1,73	-1,73	-1,76	-1,75	-1,83	-1,82	-1,82	-1,74	-1,74	-1,73	-1,73	-1,73	-1,73	-1,80	-1,79
10 dias (%)	-5,18	-5,17	-5,16	-5,15	-5,14	-5,20	-5,19	-5,47	-5,46	-5,55	-5,54	-5,77	-5,76	-5,75	-5,50	-5,49	-5,49	-5,48	-5,47	-5,46	-5,68	-5,68
30 dias (%)	-8,97	-8,95	-8,94	-8,92	-8,91	-9,01	-8,99	-9,48	-9,46	-9,61	-9,60	-10,00	-9,98	-9,96	-9,53	-9,52	-9,50	-9,48	-9,47	-9,45	-9,85	-9,83
<b>Estimativa VAR 99% (%)</b>																						
1 dia (%)	-3,61	-3,61	-3,60	-3,59	-3,59	-3,58	-3,57	-3,57	-3,56	-3,57	-3,57	-3,59	-3,59	-3,58	-3,58	-3,57	-3,56	-3,56	-3,55	-3,55	-3,54	-3,53
10 dias (%)	-11,42	-11,40	-11,38	-11,36	-11,34	-11,32	-11,30	-11,29	-11,27	-11,30	-11,28	-11,36	-11,34	-11,32	-11,31	-11,29	-11,27	-11,25	-11,23	-11,21	-11,19	-11,17
30 dias (%)	-19,78	-19,75	-19,72	-19,68	-19,65	-19,61	-19,58	-19,55	-19,51	-19,58	-19,54	-19,68	-19,65	-19,61	-19,58	-19,55	-19,52	-19,48	-19,45	-19,42	-19,38	-19,35

Fonte: Fonte Própria

Legenda: Dados Reais VS Estimativas VAR do Método de *Boudoukh, Richardson and Whitelaw* para os horizontes temporais de 1 dia, 10 dias e 30 dias e com os níveis de confiança de 95% e 99% com um teste sobre os dados de 30/11/2011 a 31/12/2011.

Nos anexos I, II e III, é efectuada uma comparação entre os dados reais do valor bolsista diário da empresa e as estimativas VAR obtidas para as várias metodologias para o intervalo de dados de 30/11/2011 a 31/12/2011. Esta comparabilidade tem como objectivo testar os resultados das estimativas e verificar a confiança destes. Para tal, são utilizados os períodos de 1 dia, 10 dias e 30 dias e os níveis de confiança de 95% e 99%.

Para os dados reais as perdas são assinaladas com o sombreado a vermelho, e para as estimativas VAR é assinalado com o sombreado a vermelho quando o método falha a previsão, ou seja, quando a estimativa é inferior ao valor real para aquele dia. O sombreado verde é usado para as estimativas quando, a estimativa cobre a perda para o dia que estejamos a analisar, ou seja, a estimativa é no mínimo igual ao valor da perda.