

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS  
EPGE – ESCOLA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA EMPRESARIAL E FINANÇAS

Gestão de risco de crédito de contraparte: DVA e os desafios de implementação

Fabio Carnevalli Marussig

Dissertação apresentada à Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas como parte dos requisitos para finalização do Mestrado Profissional em Economia Empresarial e Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Edson Gonçalves

RIO DE JANEIRO  
2015

Marussig, Fabio Carnevalli

Gestão de risco de crédito de contraparte: DVA e os desafios de implementação  
/ Fabio Carnevalli Marussig. – 2015.

33 f.

Dissertação (mestrado) - Fundação Getulio Vargas, Escola de Pós-Graduação  
em Economia.

Orientador: Edson Gonçalves.

Inclui bibliografia.

1. Derivativos de crédito. 2. Créditos – Avaliação de riscos. 3. Risco  
(Economia). 4. Administração de risco. I. Gonçalves, Edson Daniel Lopes. II.  
Fundação Getulio Vargas. Escola de Pós- Graduação em Economia. III. Título.

CDD – 332.7

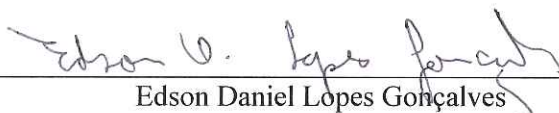
**FÁBIO CARNEVALLI MARUSSIG**

**“ GESTÃO DE RISCO DE CONTRAPARTE: DVA E OS DESAFIOS  
DE IMPLEMENTAÇÃO ”**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Economia Empresarial e Finanças da Escola de Pós-Graduação em Economia para obtenção do grau de Mestre em Economia Empresarial e Finanças.

Data da defesa: 18/05/2015

**ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edson D. Lopes Gonçalves', is written over a horizontal line.

Edson Daniel Lopes Gonçalves  
Orientador (a)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rafael Moura Azevedo', is written over a horizontal line.

Rafael Moura Azevedo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cristiano Machado Costa', is written over a horizontal line.

Cristiano Machado Costa

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Edson Gonçalves, por compartilhar seu vasto conhecimento e orientação.

À minha esposa Carolina, pelo suporte durante estes três anos cuidando de nossos dois filhos Enrico e Benjamin.

Aos meus pais Maru e Beatriz, pela constante cobrança, incentivo e por sempre mostrar que o caminho para o sucesso se faz com muita determinação e por acreditarmos que podemos ser sempre o melhor no que fazemos.

Às minhas irmãs Tatiana e Tamara, que nunca pouparam esforços em me ajudar e a viabilizar minhas decisões desde o período da faculdade.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	3
2.	RISCO DE CRÉDITO DE ONTRAPARTE.....	7
2.1	NÍVEL DE EXPOSIÇÃO DO CONTRATO.....	7
2.2	NÍVEL DE EXPOSIÇÃO DE ONTRAPARTE.....	8
2.3	MODELOS DE EXPOSIÇÃO FUTURA.....	9
2.3.1	GERAÇÃO DE CENÁRIOS.....	9
2.3.2	PRECIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS.....	10
2.4	CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO.....	11
2.5	CVA/DVA.....	12
2.5.1	FLUXO DE TRANSAÇÃO.....	13
3.	ESTUDO DE CASO.....	19
3.1	O CONTRATO.....	19
3.2	MtM.....	20
3.2.1	DADOS DO CONTRATO.....	20
3.2.2	FLUXO DO CONTRATO.....	20
3.2.3	DI X PRÉ.....	20
3.2.4	MtM DO CONTRATO.....	21
3.3	DVA – MÉTODO DO FLUXO DESCONTADO.....	22
3.4	DVA – MÉTODO DURATION.....	22
3.5	DVA – MÉTODO EXPOSIÇÃO FUTURA ESPERADA.....	23
3.5.1	PERDA ESPERADA EM CASO DE DEFAULT (LGD).....	23
3.5.2	PROBABILIDADE DE DEFAULT (PD).....	23
3.5.3	EXPOSIÇÃO NEGATIVA ESPERADA.....	23
3.6	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS ENTRE AS METODOLOGIAS.....	24
4.	CONCLUSÃO.....	26
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27



## 1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo expor os desafios a serem enfrentados pelas instituições participantes do mercado de derivativos no que diz respeito à gestão de risco de crédito de contraparte, levando em consideração o aumento no volume de operações de derivativos nos últimos anos, bem como a sofisticação destas e o enquadramento às novas regulamentações como Basiléia III.

Os derivativos têm expandido as oportunidades de transferir riscos, permitindo uma melhor divisão dos mesmos e criando conexões entre mercados e participantes que estão ainda no início de serem entendidas (*Eduardo Canabarro e Darrel Dufie*).

O Risco de crédito de contraparte é um exemplo destas conexões e consiste no risco da contraparte em um contrato financeiro dar default antes do vencimento e assim não realizar todos os pagamentos previstos em contrato. Lembrando que derivativos negociados em bolsa não estão expostos a este tipo de risco, uma vez que essa garante o fluxo de caixa entre as partes. A mensuração dos riscos desta natureza é especialmente mais complexa em relação aos demais riscos de crédito em função da incerteza de exposição e da natureza bilateral do risco de crédito.

Toda empresa participante do mercado de derivativos negociados em balcão está exposta ao risco de crédito da contraparte, e este é especialmente importante para bancos que possuem grandes portfólios de derivativos, e assim milhares de contrapartes, trilhões de dólares em notional de derivativos e bilhões de dólares de exposição de crédito com estas, com a necessidade de gerenciar e definir limites para os níveis de exposição, precificando e “hedgeando” o risco, bem como calculando e alocando capital econômico e regulatório.

A materialização do cenário acima exposto pode ser observada em dois exemplos recentes: a Crise do *Subprime* nos Estados Unidos que levou o mundo a enfrentar a maior crise econômica desde 1929 e, no Brasil, o caso Sadia, que expôs um dos maiores grupos industriais brasileiros a enormes perdas em operações com derivativos cambiais, resultando em um prejuízo de R\$ 2,48 bilhões, queda de 42% no valor de suas ações e a consequente incorporação por sua grande rival Perdigão.

O cenário da Crise do *Subprime* tinha em um de seus extremos os ativos, as casas representadas pelos títulos de hipotecas e do outro os investidores como fundos de pensão, fundos soberanos, fundos de investimento e seguradoras, interligados pelo mercado financeiro representado pelos bancos de investimento e bancos financiadores, que através do mercado de derivativos, geraram uma complexa estrutura de fluxo de capitais, separando o risco de sua origem e criando assim um ambiente de difícil leitura para os gestores de risco de crédito e agências reguladoras.

Para criarmos o ambiente que levou a crise, remetemos ao período pós colapso das empresas “ponto com” e do 11 de setembro e a decisão de reduzir as taxas de juros americanas a 1% a.a. Diante destes acontecimentos dois reflexos puderam ser percebidos: Por um lado investidores não queriam mais aplicar em títulos americanos uma vez que o

retorno era muito baixo; por outro lado bancos podiam tomar grandes quantias de dinheiro emprestado já que o custo para tal era baixo. Soma-se a estes fatos a alta liquidez mundial observada a época. Bancos ganham mais dinheiro e decidem ligar os investidores aos donos de casas através das hipotecas. De forma esquemática este processo funcionava da seguinte maneira:

1 – Famílias comprem casas com uma pequena entrada através de um corretor que faz a ligação entre esse agente e um Banco Financiador, que empresta dinheiro e emite um título de dívida, chamado hipoteca. Tudo perfeito: a família tem sua casa e os preços só sobem, o corretor ganha uma boa comissão e o Banco tem um recebível com garantia real.

2- Bancos de investimento comprem as hipotecas (o risco) dos Bancos financiadores.

3 – Bancos de investimento tomam bilhões de dólares emprestados e comprem bilhões de hipotecas.

4 – Banco de investimento pega todos estes títulos e os coloca em uma “caixa”-isso significa que todo mês este recebe dos proprietários de casas.

5 – Através de engenharia financeira com base no histórico de inadimplência, os bancos dividem esta caixa em três *tranches* por ordem de recebimento, sendo assim tomando como exemplo uma inadimplência histórica de 2%, o primeiro *tranche* refere-se aos primeiros 50% de recebimentos, assim com menor exposição ao risco, o segundo por sua vez refere-se aos 45% seguintes e o terceiro, o de alto risco, refere-se aos 5% finais assim cria-se o que foi chamado de CDO validado por agências de riscos. Esta funciona como uma cascata onde o primeiro nível *hedgado* em CDS é classificado como AAA, o segundo nível BBB e o terceiro nível CCC com retornos crescentes.

Neste ponto é fácil observar o distanciamento entre a origem da operação e o risco desta e de avaliar que todos estavam ganhando sem maiores preocupações, uma vez que o risco estava sempre sendo transferido para o nível superior.

Com o sucesso, a demanda por estes títulos cresce de forma exponencial e a cadeia volta passo a passo chegando ao corretor que procura compradores para as casas e não acha. Como o preço das casas só sobe, estes empréstimos estão cobertos e assim decide-se correr um pouco mais de risco, com o financiamento a casas para pessoas sem comprovação de renda, sem propriedades e sem entrada, o chamado sub-prime.

Obviamente estas hipotecas passaram a não serem pagas, e neste momento o risco estava nos Bancos de investimento que no início não se preocuparam, pois tinham os imóveis encarteirados; assim, quando um dos pagamentos do CDO não ocorria, o banco simplesmente colocava o imóvel a venda. Com o tempo, casas e mais casas passaram a serem colocadas a venda, o que afetou o equilíbrio entre oferta e demanda fazendo com que os preços caíssem. Isso gerou problemas também para aqueles que estavam pagando as suas hipotecas, pois o preço de suas casas também passa a cair e logo concluem que não faz sentido pagar uma hipoteca de 300 com seu imóvel valendo 90.



Neste momento Bancos de investimento estão endividados com fluxo de hipotecas baixo, de posse de imóveis sem valor e sem conseguir atrair investidores. Esses por sua vez já compraram bilhões em *CDO's* e estão em dificuldades. Os financiadores tentam vender hipotecas, sem sucesso. E os corretores estão desempregados. Chegamos ao que chamamos de Congelamento do Mercado de Crédito.

O caso Sadia tem início antes do estouro da crise financeira de 2008, quando cresceu muito um tipo de operação de financiamento realizada entre bancos e empresas. Nessas operações, a taxa que seria paga pelo tomador dos recursos dependia da cotação do câmbio vigente até a data de vencimento do contrato estabelecido entre as partes. Caso o dólar ficasse abaixo de um determinado patamar, os juros efetivos pagos pelo financiamento seriam menores do que os praticados pelo mercado, o que na época era vantajoso para as empresas. Mas se a cotação ficasse acima, o valor devido crescia com a cotação do câmbio, tornando a operação vantajosa para os bancos.

Empresas exportadoras como a Sadia entravam neste tipo de operação por entender que quando bem calibrada, tratava-se de uma boa estratégia de proteção contra as oscilações do dólar. Com o sucesso alcançado em tempos de câmbio estável, esta deixou de ser meramente uma operação de proteção e passou a ser especulativa. Porém com a tendência firme de alta do dólar que fez o câmbio variar de 1 US\$ - R\$ 1,60 para 1 US\$ - R\$ 2,40 entre agosto e outubro, as perdas foram enormes, levando a dívida bruta de curto prazo a R\$ 4 bilhões. A dívida total somava R\$ 8,5 bilhões em 31 de dezembro de 2008.

Do ponto de vista de regulação, Basiléia III representou uma resposta a crise internacional, trazendo recomendações de melhores práticas e aumento da qualidade e quantidade de capital, com o objetivo de tornar o sistema financeiro mais resiliente, e com isso reduzindo os custos de crises bancárias e promovendo, assim, o crescimento sustentável. Este acordo deve forçar os bancos a aumentarem suas reservas de capital para se protegerem de crises.

A nova estrutura de capital trará as seguintes determinações:

- **Capital Principal.** De 4,7% hoje para 7% - 9,5%
- Capital Complementar.
- **Nível I** (Capital Princip. + Capital Compl.). De 5,5% hoje para 8,5% - 11%
- Nível II.
- **Patrimônio de Ref.** (Nível I + Nível II). De 11% hoje para 10,5% - 13%.

Do ponto de vista de Capital para Risco de Crédito, as principais determinações são:

- Exposições a Contrapartes Centrais, câmaras de compensação e liquidação.
- Ponderação de 250% para créditos tributários e investimento em seguradoras não deduzidos.

- Nova cobrança para derivativos de balcão, metodologia CVA/DVA.

Desta forma três pontos devem ser destacados:

- Toda entidade envolvida em operações de derivativos em mercado de balcão deve considerar se é necessário o ajuste de valor justo para risco de crédito. Previamente, o *valuation* do risco de crédito de contraparte foi largamente ignorado devido a relativa pequena exposição a derivativos negociados em balcão e do alto rating das contrapartes, geralmente AAA ou AA. Com o crescimento da exposição e a queda da qualidade de crédito das contrapartes este *valuation* não pode ser mais desconsiderado.

- Duas formas de ajustes relacionadas a crédito devem ser consideradas, “credit valuation adjustment” (CVA) e “debit valuations adjustment”(DVA) com o objetivo de evidenciar o risco de default da contraparte ou da própria entidade e criar os incentivos corretos para operações e evitar seleção adversa. Contrapartes arriscadas e operações com *funding* negativo migram para os bancos sem CVA.

- Não há um guia específico ou método utilizado para calcular CVA e DVA, o que cria desafios para estimações.

Ainda no quesito regulação é importante destacar o ato Dodd-Frank, que se tornou Lei Federal nos Estados Unidos em 21 de Julho de 2010. Esta Lei implementa algumas reformas e regulações à indústria financeira, principalmente no que tange à transparência e proteção ao consumidor. Um dos principais objetivos desta Lei é reduzir a dependência federal nos bancos submetendo-lhes à regulações, e à quebra de empresa “grandes demais para falir”.

A Lei Dodd-Frank tem natureza abrangente e complexa com 16 títulos e inclui mais de 500 formulações, 1500 seções e 2300 páginas. Pode-se destacar a criação do Conselho de Supervisão da Estabilidade Financeira (FSOC), composto por diversas agências para servir como um sistema de aviso prévio para problemas no sistema financeiro, criou também um Bureau de Proteção Financeira ao Consumidor (CFPB), que visa proteger os consumidores de bancos grandes e não regulamentados e a criação dentro da SEC de um departamento de supervisão as agências de *rating*.

Do ponto de vista da Regulação e transparência dos derivativos, a Lei considera a compensação central de instrumentos financeiros derivativos padronizados, e a regulação dos mais complexos que permaneceriam negociados em mercado de balcão, enquanto Basileia III propõe a utilização do CVA/DVA.

Como veremos mais adiante a implementação do CVA/DVA pode apresentar desafios extras, muito em função do fato de que dependendo da metodologia escolhida os resultados podem divergir de forma significativa.

## 2. Risco de crédito de contraparte

Risco de crédito de contraparte é o risco de um contrato financeiro entrar em default antes do vencimento e assim não realizar todos os pagamentos previstos. Apenas contratos negociados privativamente, como os negociados em balcão, estão sujeitos a este risco.

Há dois pontos que diferem o risco de crédito de contraparte dos demais riscos de crédito:

- A incerteza de exposição.
- A Natureza bilateral do risco de crédito.

Para melhor definir risco de crédito de contraparte, alguns conceitos devem ser apresentados:

### 2.1. Nível de exposição de um contrato:

Do ponto de vista de um banco, se a contraparte de um contrato de derivativo entra em default, o mesmo tem que fechar esta posição com a contraparte inadimplente. Para determinar a perda gerada, devemos imaginar que o banco entra em outra posição similar a posição inadimplente, dado que a posição de mercado é inalterada depois de repor o contrato e a perda é determinada pelo custo de recolocação no momento do default. Sob esta ótica temos dois cenários possíveis:

- O banco está vendido no contrato no momento do default:

Fecha a posição pagando a contraparte inadimplente o valor de mercado do contrato, entra em um contrato similar com outra contraparte e recebe o valor de mercado do contrato - desta forma não há perda.

- O banco está comprado no contrato no momento do default:

Fecha a posição, mas não recebe da contraparte inadimplente; entra em um contrato similar pagando o valor de mercado a outra contraparte - neste caso terá uma perda igual ao valor de mercado do contrato.

Assim a exposição de um banco que tem apenas um contrato de derivativo com a contraparte é:

$$E_i(t) = \max\{V_i(t); 0\} - \text{Máximo entre valor de mercado do contrato e zero}$$

Como o valor do contrato varia ao longo do tempo e somente o valor presente do contrato é conhecido, fica evidenciada uma das particularidades deste tipo de risco, a incerteza de exposição.

Como o contrato de derivativo pode ser um direito ou uma obrigação, fica evidenciada a segunda particularidade deste tipo de risco, a natureza bilateral do risco de crédito.

## 2.2. Nível de exposição de contraparte

Isto exposto, se há mais de um negócio com uma contraparte inadimplente e não há nenhuma forma de mitigação do risco de contraparte, a perda máxima para o banco é igual a soma das exposições de crédito:

$$E_i(t) = \sum_i(t) = \sum_i \max [V_i(t); 0]$$

Há no mercado alguns instrumentos que podem ser utilizados com o objetivo de reduzir a exposição ao risco de crédito de contraparte, entre eles:

- **Acordo de compensação:**

Trata-se de um contrato jurídico entre duas contrapartes que, em caso de default, permite agregação de transações entre as mesmas. Transações em posição vendida podem ser utilizadas para compensar as transações compradas, assim apenas o saldo positivo é considerado exposição de crédito no momento do default.

- **Acordo de garantia adicional:** Trata-se de um ajuste diário marcado a mercado com chamada de recursos
- **Opções de venda de liquidez,** gatilhos de crédito ou outro tipo de provisão que reduzem a exposição encurtando os prazos efetivos da operação.

Desta forma considerando um portfólio criado por todas as transações em conjunto e considerando a compensação, o mesmo tem sua exposição reduzida para o máximo entre o “net” do portfólio e zero:

$$E_i(t) = \max \{ \sum_i V(t); 0 \}$$

De uma forma geral pode haver negócios com acordo de compensação e negócios sem acordo de compensação; desta forma chegamos a equação final do nível de exposição de contraparte:

$$E_i(t) = \sum_i \max \{ \sum_i V(t); 0 \} + \sum_i \max [V_i(t); 0]$$

### 2.3. Modelos de Exposição Potencial Futura

Uma vez entendido o que é risco de crédito de contraparte, e o nível de exposição de contraparte, faz-se necessário desenvolver modelos que definam a exposição potencial futura. O cálculo desta exposição futura é importante pois permite aos bancos:

- Comparar exposições contra limites;
- Precificar e “*hedgear*” risco de crédito de contraparte.
- Calcular a necessidade de capital econômico e regulatório.

Há três componentes principais no cálculo da distribuição da exposição de crédito de contraparte:

- Geração de cenários.
- *Valuation* dos instrumentos.
- Agregação do portfólio.

#### 2.3.1. Geração de cenários:

Cada cenário de mercado é a realização de um conjunto de preços de fatores, como por exemplo, taxa de câmbio, preço de dívidas, taxa de juros, preço de commodities e spreads de crédito, que afetam os valores de negociação no portfólio. Há duas formas de criar potenciais cenários para gerar possíveis valores futuros para os preços dos fatores:

- Construir um caminho de  $t=0$  a  $t=T$ , onde cada simulação descreve a trajetória. (*Path-dependent simulation*)
- Simular direto de  $t=0$  até uma data relevante  $T$ . (*Direct jump to simulation date*).

De uma forma geral as distribuições de preços resultantes tanto por um método como por outro são idênticas.

Geralmente estes cenários são determinados através de equações diferenciais estocásticas e tipicamente estas descrevem processos markovianos (estados anteriores são irrelevantes para prever estados futuros desde que o estado atual seja conhecido).

Importante destacar que Instrumentos Econômicos diferentes requerem especificações de diferentes processos estocásticos para caracterizar sua evolução ao

longo do tempo- por exemplo, taxas de juros em países desenvolvidos são modeladas com distribuição normal e log-normal, quando a taxa está alta utiliza-se a segunda; por outro, lado se estiver baixa a primeira será mais adequada.

Alguns fatores de risco não necessariamente são formados por um único preço; curvas futuras de taxa de juros são um bom exemplo, desta forma os modelos devem ser elaborados o suficiente para determinar a condição de não arbitragem. Outros fatores apresentam reversão a média – a taxa de juros também é um bom exemplo - taxas muito altas ou muito baixas não devem se manter nestes patamares por muito tempo em economias sob bom funcionamento; assim, esta tendência deve ser considerada principalmente em modelagem de longo prazo.

A calibração dos modelos é especialmente importante e pode ser feita com dados históricos; desta forma, tendem a projetar valores baseados nas regularidades estatísticas observadas no passado, ou com preços de mercado (como curvas de preços futuros e volatilidades implícitas em opções) e assim tendem a refletir pontos de vista futuros. Há pontos positivos e negativos em cada modelo de calibragem - enquanto modelos calibrados com fatos históricos podem ser lentos em reagir a mudanças nas condições de mercado, modelos calibrados com preços de mercado podem conter componentes que não são resultantes das expectativas futuras dos participantes (como por exemplo, prêmios de risco e custo de carregamento).

Cenários podem ser gerados sob medidas de probabilidade reais ou neutras ao risco. O objetivo da simulação é projetar da forma mais realística possível os desenvolvimentos dos mercados; neste sentido, é esperado que estes modelos utilizem probabilidades reais - a única justificativa para utilizar a probabilidade neutra ao risco é que esta contém consenso das expectativas futuras dos participantes nos preços futuros e volatilidades.

A correlação entre os fatores de risco de mercado é o mais importante fator para a exposição potencial futura criada por um portfólio diversificado de operações; desta forma, correlações positivas entre as posições de risco tendem a aumentar a exposição de crédito.

### **2.3.2. Precificação dos Instrumentos:**

Uma vez que os cenários futuros foram gerados, para calcular a exposição deste cenário todas as operações com a contraparte precisam ser precificadas; ou seja, deve-se estimar o valor dos instrumentos em diferentes tempos futuros e utilizando os cenários simulados.

Este tipo de cálculo requer um alto investimento computacional dada a quantidade de dados que devem ser considerados para determinar a exposição potencial futura; assim, complexidades desnecessárias de precificação devem ser evitadas, assim como o refinamento dentro de uma margem de erro, principalmente para exposições de longo prazo. De uma forma geral aproximações analíticas e modelos simplificados são utilizados.

Em relação a utilização dos modelos de *valuation* utilizados no *front-office*, o que poderia reduzir o investimento no desenvolvimento de modelos específicos para *valuation* de instrumentos para gestão de risco de contraparte, há alguns aspectos que impedem a aplicação direta destes para precificar os instrumentos. Os modelos de exposição futura devem ser feitos sempre em um menor espaço de tempo, pois cada instrumento no portfólio precisa ser determinado em muitas datas simuladas e em alguns cenários de risco de mercado. No caso de simulações “*path-dependent*” há ainda uma dificuldade adicional: o valor destes instrumentos depende, ou de alguns eventos ocorridos no passado, como por exemplo o exercício de uma opção, ou do caminho percorrido até a data do *valuation*, como em uma opção asiática. Lembrando ainda que nos modelos de *front-office* o *valuation* é sempre feito no tempo presente, quando todo o caminho percorrido é conhecido, enquanto o *valuation* para gestão de riscos de contraparte é feito por um conjunto discreto de simulações futuras, de modo que o valor de um instrumento pode depender de um caminho contínuo anterior a data da simulação ou de um conjunto discreto. Isto ainda é mais complicado em um modelo “*direct jump to simulation*” em função da não correlação entre as simulações nas datas anteriores e a simulação corrente. Para minimizar este problema foi proposto o modelo de *valuation* condicional, que é uma técnica probabilística que ajusta modelos de marcação a mercado para explicar eventos que poderiam ocorrer. A idéia por trás do *valuation* condicional é usar valores médios de marcação a mercado ao longo de toda trajetória contínua dos preços dos fatores, consistentes com as simulações de cenários dadas. Matematicamente definimos o valor do contrato do derivativo em uma data futura simulada igual ao valor esperado de marcação a mercado, condicional a todas as informações disponíveis entre hoje e a data futura simulada.

Outro ponto que dificulta a implementação destes modelos, é o processo de integrar as informações das operações entre as diversas áreas das organizações; na verdade, a integração das informações é utilizada para explicar porque várias instituições de primeira linha não tiveram sucesso em desenvolver seus modelos de perdas potenciais futuras. Além disso, é necessário desenvolver e implementar ferramentas de “*report*” para entregar as informações resultantes das análises para vários níveis de tomadores de decisão em tempo hábil.

## 2.4. Cálculo da Exposição:

Após todas as operações com a contraparte serem precificadas nos cenários, as exposições podem ser computadas. Há dois fundamentos principais para o cálculo das exposições: o “*netting*” e a margem nos “*time steps*”. Enquanto o primeiro é um grupo de operações que podem ser compensadas, o segundo compreende o grupo nas quais valores devem ser acrescentados com o objetivo de determinar a uma garantia adicional, a ser colocada ou recebida, destacando que um portfólio de posições com apenas uma única contraparte pode compreender múltiplos *time steps* com “*netting*” e garantia adicional.

De uma forma geral a exposição de contraparte pode ser determinada por:

- 1 - Cálculo da exposição em cada *time step* “netting”.
- 2 – Somatório de todos os *time steps* “netting”.
- 3 – Cálculo da garantia adicional a ser entregue ou recebida em cada *time step* margem.
- 4 – Somatório de todas as garantias entregues e recebidas.
- 5 – A exposição é obtida subtraindo o somatório de todos os *time steps* “netting” do somatório das garantias adicionais entregues ou recebidas.

Em um modelo de exposição potencial futura, incertezas de exposição devem ser consideradas, e para tal podem ser utilizados os Perfis de Exposição, obtidos a partir de certas estatísticas da distribuição da exposição em cada data simulada.

Há dois efeitos principais que determinam a exposição de crédito ao longo do tempo para transações com a mesma contraparte:

1 – Difusão – Com o passar do tempo o efeito de difusão tende a incrementar a exposição, uma vez que há grande variabilidade e assim grande potencial para o preço dos fatores oscilarem significativamente em relação aos seus valores correntes. Este efeito fica evidente em produtos com um único fluxo de caixa e dependentes da taxa de câmbio, quando o pico da exposição se dá na maturidade.

2 – Amortização – Tende a decrescer a exposição ao longo do tempo, pois reduz o valor de caixa exposto ao default.

Assim estes modelos de acordo com seus propósitos são importantes ferramentas para o cálculo do CVA e DVA.

## **2.5. CVA/DVA:**

O CVA tornou-se um assunto relevante dada a volatilidade dos preços de mercado e engloba mudanças nos spreads de crédito da contraparte, assim como mudanças nos preços que impulsionam a exposição aos derivativos negociados em balcão subjacentes. É definido pela diferença entre o valor do portfólio livre de risco e valor real do portfólio, que considera a possibilidade de default da contraparte. Em outras palavras é o valor de mercado do risco de crédito de contraparte. Estes ajustes podem ser positivos ou negativos, dependendo de qual contraparte carrega o maior fardo em relação a outra com relação a exposição e probabilidade de default. De outra maneira, se o banco A encara mais risco de crédito que a contraparte B, o CVA é negativo - isso reduz o valor dos derivativos de balcão sob a ótica do banco A, sendo o inverso verdadeiro.

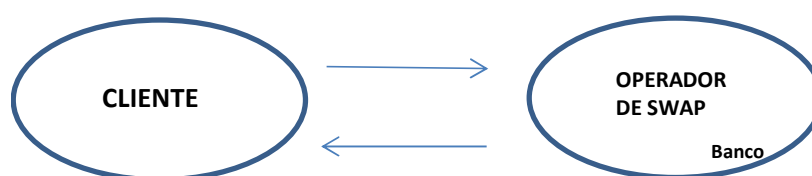
De uma forma mais geral, o valor de mercado do risco de crédito dado a contraparte, incorpora o *valuation* do risco de crédito associado a todas as posições com esta contraparte, incluindo empréstimos e inventário de valores mobiliários emitidos por esta. A precificação desses riscos de crédito é um importante determinante para a marcação a mercado destes ganhos, e é a linha de frente na gestão do risco de crédito de contrapartes.



Idealmente, o CVA deveria ser parte de todo modelo de *valuation* de operações e pode ser atribuído a cada operação em uma base de contribuição marginal.

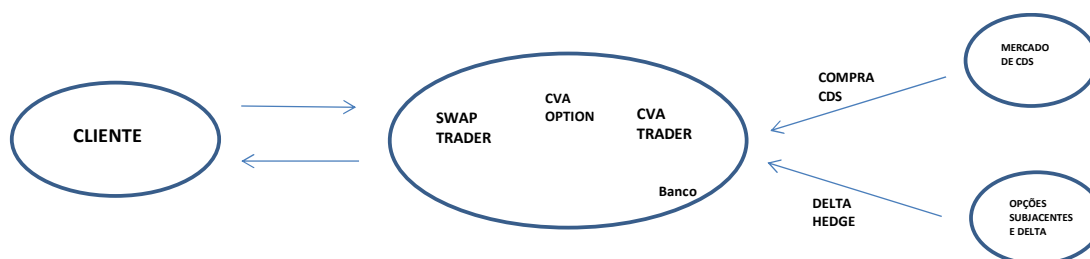
### 2.5.1. Fluxo de transação:

#### 1- Antes do CVA:



Citigroup Global Markets, James Lee

#### 2- Depois do CVA:



Citigroup Global Markets, James Lee

Hoje há diversas formas de se calcular o CVA e a mais avançada e utilizada é o método da Exposição Futura Esperada. Neste método, as variáveis que direcionam o valor justo dos derivativos são simuladas. A exposição esperada ao longo da vida do derivativo é calculada reavaliando o derivativo para cada cenário simulado. Estes perfis de exposição são utilizados para determinar o CVA e o DVA aplicando a probabilidade de default da contraparte e o seu próprio risco de crédito, respectivamente. Este modelo apesar de ser considerado o mais indicado pode ser muito complexo na prática, requerendo alto investimento em TI e em profissionais. Como resultado desta complexidade, muitas instituições têm adotado abordagens alternativas para estimar o efeito do risco de crédito em seus contratos de derivativos - estas abordagens menos complexas geralmente partem da exposição corrente. Há também métodos que partem de exposição futura dos derivativos à partir das informações correntes de mercado (como taxas de juros futura), avaliando se o derivativo será um ativo ou uma obrigação em diversas datas futuras. No entanto, estas formas menos complexas de cálculo não refletem diferentes possibilidades de resultados para o valor justo no momento do default; assim estas abordagens podem apenas ser referidas como métodos de exposição corrente.

Abaixo são apresentados os principais métodos de modelagem, com suas vantagens e desvantagens:

Método de Cálculo	Definição	Vantagens	Desvantagens
<b>Exposição Futura Esperada</b> $CVA = LGD \sum dt EPE \cdot PD_t$ $DVA = LGD \sum dt ENER \cdot PD_t$ *LGD=Perda esperada em caso de default em caso de default	Esta abordagem simula as variáveis de mercado que influenciam o preço do derivativo, como taxa de juros e taxa de câmbio, levam em consideração a volatilidade dos mercados destas variáveis. Para cada cenário o valor justo do derivativo é calculado, o que resulta em um caminho de exposição ao longo da vida do derivativo. Rodando esta simulação muitas vezes e fazendo a média das exposições positivas e negativas resulta na Exposição Positiva Esperada (EPE) e na Exposição Negativa Esperada (ENE).	1- Considerada a abordagem mais teórica e completa. 2- Considera tanto a exposição corrente como a a exposição potencial futura. 3- Considera a natureza bilateral dos derivativos. 4- Pode ser aplicada tanto no nível de transações como no nível de contraparte (em transações com múltiplos derivativos com uma mesma contraparte).	1- Alto custo de implementação. 2- Envolve modelagem complexa e requer avançadas técnicas de solução. 3- Demanda infraestrutura de TI robusta.
<b>Swaption</b> $CVA = LGD \sum PD_t (t-1) \text{Swaption } t$	Esta abordagem modela a Exposição Positiva Esperada como uma série de swaptions, porém isto só pode ser aplicado quando o derivativo é um swap de taxa de juros. De uma forma mais simples, a exposição é modelada como uma opção em um swap reverso no caso em qual a contraparte entra em default antes da primeira realização, mais uma opção em um swap reverso excluindo a primeira realização no caso em qual a contraparte entra em default entre a primeira e a segunda realização. O número de swaptions é determinado pelo termo restante do contrato e a frequência de pagamentos.	1- Leva em consideração tanto a exposição corrente como a exposição potencial futura. 2- Considera a natureza bilateral dos derivativos. 3- Termos do swaption são fáceis de determinar. 4- Apelo intuitivo uma vez que o CVA é baseado no custo de reposição do ativo.	1- É aplicável apenas em casos quando o derivativo é um swap de taxa de juros. 2- Dificuldade em aplicar no nível de contraparte, especialmente quando a exposição a contraparte inclui outros tipos de derivativos além de swaps de taxa de juros.
<b>Exposição Variável</b> $CVA = \sum PV \text{premium leg}(CDS_t)$	Esta abordagem estima o CVA como o custo hipotético de compra de proteção de crédito, dependendo da previsão de exposição do derivativo. A previsão não demanda simulação uma vez que é baseada na suposição que o mercado se desenvolve de acordo com os preços futuros correntes e os preços futuros. Volatilidade dos mercados das variáveis não são levados em consideração. A cada realização do derivativo, o valor justo das realizações futuras é calculado. A abordagem da exposição variável então soma os custos de comprar proteção CDS para a exposição futura entre realizações consecutivas. Por exemplo, se a frequência de pagamento do derivativo é trimestral a maturidade de cada CDS deverá ser de dois meses.	1- Metodologia considera exposição corrente e exposição potencial futura (baseada nas expectativas correntes de mercado). 2- Considera a natureza bilateral dos derivativos. 3- Pode ser aplicada tanto no nível de transações como no nível de contraparte. 4- CDS spreads são observáveis, assim não se faz necessário suposições para converter para PD. 5- Apelo intuitivo, uma vez que o CVA é o custo de compra de proteção de crédito.	1- Não contabiliza para exposição potencial futura, uma vez que não considera nenhuma variação nas variáveis de mercado que influenciam o valor justo do derivativo.

Credit valuation adjustments for derivative contracts, Ernest&Young Global Limited

Método de Cálculo	Definição	Vantagens	Desvantagens
<b>Exposição Constante</b> $CVA = \sum PV(\text{premium leg}(CDS_t))$	Esta abordagem é uma simplificação da Exposição Variável, uma vez que o valor notional de cada CDS é baseado no valor corrente do valor justo do derivativo mais um adicional de perfil. Este adicional de perfil é uma proxy para a exposição futura potencial do derivativo. Uma simplificação desta abordagem trata-se de ignorar o perfil adicional, neste caso o CVA é calculado como o valor presente de um CDS com o valor notional principal igual ao valor justo corrente do derivativo.	1- Pode ser aplicada tanto no nível de transações como no nível de contraparte, uma vez que o perfil adicional pode ser calculado também no nível de contraparte. 2- CDS spreads são observáveis, assim não se faz necessário suposições para converter para PD. 3- Apelo intuitivo, uma vez que o CVA é o custo de compra de proteção de crédito.	1- Não contabiliza para exposição potencial futura, uma vez que não considera nenhuma variação nas variáveis de mercado que influenciam o valor justo do derivativo. 2- A abordagem sem o perfil adicional não contabiliza para exposição potencial futura em nenhum grau. 3- Não considera a natureza bilateral dos derivativos (Considera apenas risco de crédito de contraparte para derivativos de ativos e o risco de crédito próprio para derivativos de obrigações, ao longo da
<b>Fluxo de Caixa Descontado</b> $CVA = FV \text{ risk free} - FV \text{ crédito ajustado}$	A abordagem de Fluxo de Caixa Descontado envolve ajustes na taxa de desconto incluindo um spread de crédito adicional ao fluxo de caixa futuro descontado. Esta taxa de desconto ajustada são então utilizadas para calcular o valor futuro ajustado. Há diversas variações desta abordagem, com a diferença sendo se utiliza-se o seu próprio spread de crédito ou o spread de crédito da contraparte. Estas variações incluem: a- Próprio/contraparte spread baseado se a posição corrente marcada a mercado é um ativo ou uma obrigação. b- Próprio/contraparte spread baseado se cada fluxo de caixa futuro é um net de ativo ou obrigação. c- Próprio/contraparte baseado se a exposição acumulativa net em cada fluxo de caixa é um ativo ou uma obrigação. Este método considera os fluxos de caixa em ordem cronológica. d- Idem ao método descrito em 3, porém com a diferença de que os fluxos de caixa são dos mais antigos para o mais recente.	1- Os métodos b, c e d consideram a natureza bilateral dos derivativos. 2- A metodologia pode ser facilmente aplicada na maioria dos valuations de derivativos plain vanilla. 3- Pode ser aplicado no nível de transações.	1- Não contabiliza para exposição potencial futura. 2- O método a não considera a natureza bilateral dos derivativos (apenas considera risco de crédito de contraparte para derivativos de ativos e risco de crédito próprio para derivativos de obrigação). 3- Não aplicável em derivativos complexos. 4- Difícil de aplicar no nível de contraparte.
<b>Duration</b> $CVA = MtM \times \text{Spread de crédito} \times \text{Duration}$	Duration é a medida que quantifica a sensibilidade do valor justo do derivativo em relação a variações na taxa de juros. Esta abordagem utiliza a duration para medir quanto o valor justo do derivativo variou ao aplicar o spread de crédito no valuation livre de risco. Para cálculo do CVA utiliza-se o spread de crédito da contraparte enquanto que para cálculo do DVA utiliza-se o próprio spread de crédito.	1- Metodologia simples que rapidamente pode determinar se os ajustes são relevantes e portanto demandam maior atenção. 2- Pode ser aplicada no nível de transação e no nível de contraparte.	1- Não contabiliza para exposição potencial futura. 2- Não considera a natureza bilateral dos derivativos. 3- Não considera as melhores práticas.

Credit valuation adjustments for derivative contracts, Ernest&Young Global Limited

Para exemplificar de forma simplificada como se calcula CVA partimos de um cenário no qual um banco tem um portfólio de derivativos com contrapartes; assim definimos:

$E(t)$  – Exposição a contraparte em qualquer tempo futuro. Esta exposição leva em consideração todos os contratos de margem e de compensação, de forma que em caso de default da contraparte, o banco receberá uma fração de sua exposição “R”.

$R$  – Fração recuperada.

$\tau$  – Momento do default.

$T$  – Maturidade.

$B$  – Valor futuro de uma unidade de moeda investida hoje na taxa de juros com maturidade em  $t$ .

$1_{[\tau \leq t]}$  Função indicador que toma valor 1 se o argumento é verdadeiro e zero quando se for falso.

Assim a perda descontada pode ser escrita como:

$$L^* = 1_{[\tau \leq T]} (1 - R) \frac{B_0}{B_t} E_t$$

Temos que o CVA é dado pelo valor esperado neutro ao risco da perda descontada, assim:

$$CVA = E^Q[L^*] = (1-R) \int_0^T E^Q \left[ \frac{B_0}{B_t} E(t) | \tau = t \right] dPD(0, t)$$

Onde PD representa a Probabilidade neutra ao risco de default da contraparte entre os tempos  $s$  e  $t$ . Estas probabilidades podem ser obtidas da estrutura a termo dos spreads dos CDS.

Importante destacar que o valor esperado da exposição descontada no tempo  $t$  apresentada na equação acima é condicional ao default da contraparte ocorrer no tempo “ $t$ ”. Esta condição é relevante quando há uma significativa dependência entre a exposição e a qualidade de crédito da contraparte. Esta dependência é conhecida como “*right/wrong-way risk*”.

O “*wrong-way risk*” ocorre quando a exposição tende a aumentar à medida que a qualidade de crédito da contraparte piora; por exemplo, um banco entra em um swap com uma produtora de óleo, onde o banco recebe fixo e paga a flutuação do preço do óleo bruto – a queda no preço do óleo simultaneamente piora a qualidade de crédito da contraparte e aumenta o valor do swap para o banco. Por outro lado o “*right-way risk*” leva a um cenário no qual a exposição tende a diminuir com a queda de qualidade de crédito da contraparte.

Estes efeitos, “*right/wrong-way risk*” podem ser importantes para commodities e derivativos de crédito, sendo menos significativa para contratos de câmbio e taxa de juros.

Abaixo de forma esquemática, apresenta-se um exemplo de contabilização de CVA e DVA:

	CVA	VALOR
Posição do Derivativo utilizando a curva livre de risco	Ativo livre de Risco	100
Ajuste de Crédito requerido	Ajuste de crédito da contraparte	-10
Posição do Derivativo crédito ajustado	Derivativo de Ativo	90

Credit valuation adjustments for derivative contracts, Ernest&Young Global Limited

## Movimentos de crédito subsequentes:

Qualidade de crédito da contraparte melhora	Um ganho surge na demonstração de resultados e é refletida no balanço por um aumento em Derivativos no Ativo.
Qualidade de crédito da contraparte piora	Uma cobrança adicional de CVA se faz necessária na demonstração de resultados e é refletida no balanço por uma redução em Derivativos no Ativo

Credit valuation adjustments for derivative contracts, Ernest&amp;Young Global Limited

	DVA	VALOR
Posição do Derivativo utilizando a curva livre de risco	Obrigação livre de Risco	-100
Ajuste de Crédito requerido	Ajuste de débito baseado no próprio crédito	5
Posição do Derivativo crédito ajustado	Derivativo de obrigação	-95

Credit valuation adjustments for derivative contracts, Ernest&amp;Young Global Limited

## Movimentos de crédito subsequentes:

Melhora do próprio crédito	Uma perda surge na demonstração de resultados e é refletida no balanço por um aumento em Derivativos no Passivo.
Piora do próprio crédito.	Uma cobrança adicional de DVA se faz necessária na demonstração de resultados e é refletida no Balanço por uma redução em Derivativos no Passivo

Credit valuation adjustments for derivative contracts, Ernest&amp;Young Global Limited

Outro ponto dificultador para o cálculo do CVA/DVA, são as informações que alimentam os modelos; estas podem requerer ainda mais julgamento do que o modelo a ser utilizado. Independentemente do método utilizado, a probabilidade de default, a expectativa de perda ou ainda suposições sobre CDS são importantes inputs e, por isso, dado que a fonte destas informações pode variar, o analista deve buscar incorporar os inputs que refletem melhor as expectativas dos participantes no mercado avaliado.

É desejável, então, que as instituições participantes deste mercado e com modelos ativos para cálculo de CVA/DVA, utilizem o máximo de informações de crédito observáveis e disponíveis. Por exemplo, os spreads de CDS podem prover uma boa indicação da percepção do mercado sobre um player ou ainda sobre a qualidade de crédito de contrapartes; entretanto, spreads de CDS podem não estar disponíveis para pequenas empresas públicas ou privadas e, neste caso, as instituições devem utilizar outros indicadores disponíveis, como informações públicas de operações ou empréstimos feitos. Na falta de qualquer indicador observável de qualidade de crédito, as instituições talvez tenham que combinar alguns fatores para chegar ao CVA apropriado, utilizando, por exemplo, informações de spreads de crédito de suas próprias emissões de títulos, informações públicas disponíveis do valor das emissões dos demais participantes do

mercado, CDS do setor ou ainda o histórico da companhia, para desta forma chegar a uma melhor estimativa.

Abaixo alguns exemplos de fontes de informações sobre qualidade de crédito que podem ser utilizadas:

Fontes de informação	Vantagens	Desvantagens
<b>Curva CDS (pópria e contraparte)</b>	1- Informação observável. 2- Informação é corrente (para contrapartes com volume adequado de operações de CDS). 3- Informações de fácil consulta.	1- Não disponível para muitas instituições. 2- Pode não ser representativo para todos os ativos das instituições. 3- Pode haver pouca liquidez e em decorrência disto pode ocorrer expectativas exageradas para os spreads e volatilidades adicionais. 4- Cotações de CDS podem ser indicativas, e assim não necessariamente refletem operações reais.
<b>Spread da dívida corrente</b>	1- Informação observável. 2- Disponível para alguns instrumentos públicos de operações de dívida. 3- Informações de fácil consulta.	1- Talvez precise de ajuste em função da baixa liquidez. 2- Talvez precise de ajuste de avaliação devido ao descasamento das maturidades e a quantidade de seguros de dívida emitidos e de derivativos a serem precificados.
<b>Índice de CDS específico por setor ou de empresas concorrentes</b>	1- Informação observável. 2- Informação é corrente. 3- Informação de fácil consulta. 4- Mapeamento através de uma proxy para o CDS é possível para quase todas instituições.	1- Não se trata de uma exposição específica; talvez precise de ajustes de avaliação para refletir as diferenças entre a proxy e a instituição (tamanho, rating de crédito,...). 2- Índice de CDS podem ser influenciados por questões macroeconômicas, as quais podem não influenciar a instituição em questão ou influenciá-la de forma mais branda ou severa.
<b>Spread de crédito de emissões de dívida.</b>	1- Informação observável. 2- Informação pode ser corrente, em caso de uma emissão recente pode ser referenciada. 3- Informação de fácil consulta.	1- Informações podem ser ultrapassadas o podem requerer ajuste em função da baixa liquidez. 2- Como nem sempre é possível fazer referência a uma emissão recente, um ajuste de referência talvez seja necessário para cobrir o espaço de tempo entre a data da emissão e a data do valuation do derivativo. 3- Talvez precise de ajuste de avaliação devido ao descasamento das maturidades e a quantidade de seguros de dívida emitidos e de derivativos a serem precificados.
<b>Rating de crédito/Informações históricas de default</b>	1- Informações de rating disponível para a maioria das instituições. 2- Informação de fácil consulta.	1- Informações podem ser ultrapassadas. 2- Conversão para Probabilidade de Default talvez possa ser baseada em informações históricas. 3- Talvez requeira um ajuste de medida de médias de longo prazo para medidas correntes. 4- Não associada com uma maturidade específica; ratings são geralmente estimativas médias de longo prazo da qualidade de crédito, a qual pode não ser apropriada para derivativos de curto prazo.
<b>Análises de crédito internas</b>	1- Pode ser aplicada a maiorias das instituições. 2- Possibilidade de customizar a modelos internos.	1- Baseado em informações não observáveis. 2- Informações podem ser ultrapassadas. 3- Pode não ser consistente com o que outros participantes do mercado utilizem.

### 3. Estudo de Caso

Neste estudo de caso, a partir de um contrato de capital de giro concedido a uma empresa *Corporate* (faturamento anual superior a R\$ 500.000.000,00), será calculado o DVA por três métodos diferentes. Exposição Futura Esperada, *Duration* e Fluxo de Caixa Descontando. Através dos resultados obtidos, serão evidenciadas as assimetrias entre os modelos e, assim, as dificuldades a serem enfrentadas pelas Instituições participantes deste mercado em mensurar o risco de crédito de contraparte, e contemplar esta parcela de exposição em suas computações de provisões e capital econômico conforme determinado pelos últimos acordos de regulação.

#### 3.1. O Contrato:

Trata-se de uma operação de capital de giro no valor de R\$ 3.500.000,00 com taxa efetiva pré de 1,37% a.m. com amortização em 4 prestações e vencimento em 15/05/2015 avaliado em 16/03/2015 (44 dias úteis).

Como garantia foi considerado a alienação fiduciária de veículos no valor total de cobertura da operação.

Possui como Indexador/Taxa Referencial 100,00% da taxa média diária do CDI, base over divulgada pela CETIP.

Sobre a incidência, como encargos pré-fixados, juros à taxa fixada de 1,37% a.m. com periodicidade diária de capitalização dos encargos. Para fins de cálculo a incidência dos encargos será considerado o ano comercial de 360 dias.

A amortização se dará pelo valor do principal + juros.

O tributo incidente é o IOF sob a alíquota de 0,004100% ao dia, mais 0,38% calculado sobre o valor do Crédito.

Como demais despesa, incidirá apenas a Tarifa de Emissão de Contrato no valor de R\$ 1.500,00.

Considera-se uma comissão para liquidação antecipada com coeficiente de 0,012311% com valor máximo de R\$ 46.536,83.

Em caso de atraso no pagamento em termos de juros de mora será cobrado Taxa CDI-Cetip acrescida de 0,194418% ao dia.

### 3.2. MtM:

#### 3.2.1. Dados do contrato:

Data de Análise	16/03/2015
Valor do contrato	3.500.000,00
Taxa Efetiva Pré	1,37%
Vencimento	15/05/2015
Contraparte	EMPRESA CORPORATE RJ

Obs: Para fins de calculo a incidência dos encargos será considerado o ano comercial de 360 dias.

Demais encargos e despesas:

IOF:

Alíquota - 0,0041% ao dia + 0,38% sobre valor do Crédito – R\$ 29.116,89

Tarifa de emissão de contrato:

R\$ 1.500,00

#### 3.2.2. Fluxo do contrato:

Nº Parcela	Vencimento	ndu	Valor FuturoR\$	Taxa DI Spot	Spread	Valor Presente Ajustado	Valor PresenteR\$
1	18/02/2015	vencida	R\$ 913.090,79				
2	16/03/2015	vencida	R\$ 913.090,79				
3	15/04/2015	21,00	R\$ 913.090,79	11,82%	0,15%	R\$ 904.525,09	R\$ 904.626,14
4	15/05/2015	41,00	R\$ 913.090,79	11,75%	0,15%	R\$ 896.537,19	R\$ 896.732,87

#### 3.2.3. DI x pré:

	DI x pré - Ref. BM&F	
	13/03/2015	12,60%
0	16/03/2015	12,60%
3	19/03/2015	12,00%
4	20/03/2015	12,91%
5	23/03/2015	12,49%
10	30/03/2015	11,63%
11	31/03/2015	12,00%
12	01/04/2015	12,34%
20	13/04/2015	11,61%
22	15/04/2015	12,02%
33	30/04/2015	11,90%
36	05/05/2015	11,47%
42	13/05/2015	11,80%
44	16/05/2015	12,16%



### 3.2.4. MtM do contrato:

O MtM Risk Free é dado pela soma do valor presente dos fluxos descontado pela Taxa DI Spot.

$$VP Risk Free 1 = \frac{R\$ 913.090,79}{(1 + 0,1182)^{\frac{21}{252}}}$$

<b>VP Risk Free 1</b>	<b>R\$ 904.626,14</b>
-----------------------	-----------------------

$$VP Risk Free 2 = \frac{R\$ 913.090,79}{(1 + 0,1175)^{\frac{41}{252}}}$$

<b>VP Risk Free 2</b>	<b>R\$ 896.732,87</b>
-----------------------	-----------------------

O MtM Credit Adjusted é dado pela soma do valor presente dos fluxos descontado pela Taxa DI Spot acrescido do spread de risco:

$$VP Credit Adjusted 1 = \frac{R\$ 913.090,79}{(1 + 0,1182 + 0,15)^{\frac{21}{252}}}$$

<b>VP Credit Adjusted 1</b>	<b>R\$ 904.525,09</b>
-----------------------------	-----------------------

$$VP Credit Adjusted 2 = \frac{R\$ 913.090,79}{(1 + 0,1182 + 0,15)^{\frac{41}{252}}}$$

<b>VP Credit Adjusted 2</b>	<b>R\$ 896.537,19</b>
-----------------------------	-----------------------

$$MtM Risk Free = R\$ 904.626,14 + R\$ 896.732,87$$

<b>MtM Risk Free</b>	<b>R\$ 1.801.359,01</b>
----------------------	-------------------------

$$MtM Credit Adjusted = R\$ 904.525,09 + R\$ 896.537,19$$

<b>MtM Credit Adjusted</b>	<b>R\$ 1.801.062,28</b>
----------------------------	-------------------------

### 3.3. DVA – Método Fluxo de Caixa Descontado:

O cálculo do DVA através do método de Fluxo de Caixa Descontado se dá pela diferença entre o fluxo descontado do contrato livre de risco e o fluxo de caixa descontado do contrato levando em consideração o spread de crédito adicional na taxa de desconto. O spread utilizado foi o de crédito da contraparte levando em consideração os critérios e as análises internas feitas pela equipe de Gestão de Risco do emissor do contrato de dívida.

$$\text{DVA (Fluxo de Caixa Descontado)} = \text{MtM Risk Free} - \text{MtM Credit Adjusted}$$

$$\text{DVA} = \text{R\$ 1.801.359,01} - \text{R\$ 1.801.062,28}$$

<b>DVA</b>	<b>R\$ 296,73</b>
------------	-------------------

### 3.4. DVA – Método Duration:

O cálculo do DVA através do método de *Duration* se dá pelo produto entre o fluxo descontado livre de risco, a *Duration* de Macaulay e o spread de crédito.

#### 3.4.1. Duration de Macaulay:

Nº Parcela	ndu	Pesos VP
1	vencida	
2	vencida	
3	21,00	0,502191
4	41,00	0,497809

A Duration de Macaulay é a média ponderada dos prazos de vencimentos de um fluxo de pagamento, onde o peso associado ao vencimento do i-ésimo pagamento é o seu valor presente.

$$\text{Duration Macaulay} = \frac{(\text{ndu } 1 * \text{peso } 1 \text{ VP} + \text{ndu } 2 * \text{peso } 2 \text{ VP})}{252}$$

<b>Duration Macaulay</b>	<b>0,12</b>
--------------------------	-------------

$$\text{DVA (Duration)} = \text{MtM} * \text{Spread} * \text{Duration}$$

$$\text{DVA} = \text{R\$ 1.801.359,01} * 0,15 * 0,12$$

<b>DVA</b>	<b>R\$ 331,92</b>
------------	-------------------

### 3.5. DVA – Método Exposição Futura Esperada:

O calculo do DVA pelo método da Exposição Futura Esperada se da pelo produto da Perda Esperada em Caso de *Dafault*, a Exposição Futura Média e a Probabilidade de Default.

#### 3.5.1. Perda Esperada em Caso de Default (LGD):

A LGD foi determinada pela equipe de Gestão de Risco do emissor do contrato de dívida tendo como premissas a estrutura de garantia da operação, que foi a alienação fiduciária de carros avaliados pela tabela FIPE com no máximo 5 anos de utilização na proporção de 120% do valor total da dívida, o histórico de eficiência em execução deste tipo de garantia, ponderado pela probabilidade de ocorrência do default.

LGD	0,12
-----	------

#### 3.5.2. Probabilidade de Default (PD):

A PD foi determinada pela equipe de Gestão de Risco do emissor do contrato de dívida tendo como premissas o histórico de default de empresas deste segmento na região em que atua e da estrutura de crédito analisada à partir dos últimos três balanços patrimoniais completos e auditados, bem como o faturamento mês a mês dos últimos doze meses e o endividamento bancário aberto por modalidade de dívida, prazo, custo e Instituição Financeira.

PD	0,08
----	------

#### 3.5.3. Exposição Negativa Esperada (ENE):

Para o calculo da EPE foram gerados 1000 cenários para o fator de risco desta operação, a taxa DI, em cada um dos dois fluxos do contrato em duas datas futuras. As trajetórias para os vértices da curva do DI foram simuladas a partir de um processo com reversão a média e utilizando os valores de parâmetros obtidos por Cavalcante & Gonçalves (2015):

$$dx = \eta(\mu - x)dt + \sigma dz$$

onde x representa o vértice da curva DI que está sendo simulado,  $\eta$  é o parâmetro conhecido por velocidade de reversão a média,  $\mu$  é a média de longo prazo das taxas de juros no Brasil,  $\sigma$  é a volatilidade e dz representa o incremento de um movimento browniano padrão.

A primeira data futura analisada foi 30/03/2015, desta forma o fluxo 1 referente a parcela 3 do contrato possuía 11 dias úteis para a maturidade e, por sua vez, o fluxo 2 referente a parcela 4 possuía 31 dias.

<b>Step</b>	<b>30/03/2015</b>	ndu Fluxo 1	11	ndu Fluxo2	31
-------------	-------------------	-------------	----	------------	----

<b>ENE 1</b>	<b>R\$ 1.826.004,60</b>
--------------	-------------------------

A segunda data futura analisada foi 30/04/2015, desta forma o fluxo 1 referente a parcela 3 do contrato atingiu a maturidade e, por sua vez, o fluxo 2 referente a parcela 4 possuía 10 dias.

<b>Step</b>	<b>30/04/2015</b>	ndu Fluxo 1		ndu Fluxo 2	10
-------------	-------------------	-------------	--	-------------	----

<b>ENE 2</b>	<b>R\$ 913.045,34</b>
--------------	-----------------------

A Exposição Futura Média é dado pela média aritmética entre a exposição negativa esperada calculada para as duas datas futuras:

$$\text{Exposição Futura Média} = (ENE 1 + ENE 2)/2$$

<b>Exposição Futura Média</b>	<b>R\$ 1.369.524,97</b>
-------------------------------	-------------------------

DVA (Exposição Esperada Futura)= LGD \* Exposição Futura Média \* PD

$$DVA = 0,12 * 0,08 * R\$ 1.369.524,97$$

<b>DVA</b>	<b>R\$ 13.147,43</b>
------------	----------------------

### 3.6 . Comparação dos resultados entre as metodologias

Após o calculo do DVA pelas três metodologias conseguimos enxergar uma dispersão muito grande entre os resultados encontrados:

<b>DVA Fluxo Descontado</b>	<b>R\$ 296,73</b>
<b>DVA Exposição Esperada Futura</b>	<b>R\$ 13.147,43</b>
<b>DVA Duration</b>	<b>R\$ 331,92</b>

A diferença entre o menor valor calculado (metodologia Fluxo Descontado) e o maior (metodologia Exposição Esperada Futura) é de R\$ 12.850,71 o que representa uma variação de 4330,82%, número que ganha contornos expressivos quando analisamos sob a

ótica de percentual sobre a marcação a mercado ajustada pelo spread de risco, quando a primeira representa 0,016% enquanto a segunda 0,73%.

Quando comparamos as metodologias Fluxo Descontado e *Duration* verificamos que ambas apresentam resultados muito próximos, olhando sob a mesma perspectiva anterior, o percentual sobre a marcação a mercado ajustada pelo spread de risco da metodologia *Duration* é de 0,018% diferença de apenas 0,002%.

#### 4. Conclusões

Nesse trabalho, à partir de três pontos perceptíveis; o crescimento das operações com derivativos, as crises geradas pela falta de conhecimento e gestão dos riscos gerados por tais operações e a consequente regulamentação deste mercado, definimos o que é o risco de crédito de contraparte bem como o nível de exposição de um contrato e o nível de exposição de contraparte. Discutimos técnicas que são atualmente utilizadas para medir e precificar risco de contraparte, especialmente CVA/DVA, e tentamos expor os desafios a serem enfrentados pelas Instituições participantes do mercado de derivativos de balcão para adequar-se a esta nova realidade.

A fenomenal expansão do mercado de derivativo de crédito, junto com o amadurecimento de técnicas utilizadas para precificar e *hedgear* riscos de contraparte, tem causado uma mudança fundamental na forma de avaliar e gerenciar estes riscos. O risco net de contraparte agora é passível de *hedgear* e deve ser gerido e avaliado da mesma forma como outros riscos *hedgeáveis*.

Do ponto de vista de regulação as determinações feitas por Basileia III e os reflexos da Lei Dodd-Frank obrigará estas Instituições a medir, precificar e *hedgear* o risco de crédito de contraparte em um curto espaço de tempo.

Os desafios a serem enfrentados pelas Instituições participantes do mercado de derivativos de balcão serão enormes, não só pelas questões primárias inerentes a este tipo de risco, como incerteza de exposição futura e a natureza bilateral do risco de crédito de contraparte, como também pela perda de qualidade de crédito das contrapartes com o aprofundamento da crise econômica que vivemos e o *tradeoff* entre o custo de implementação e a efetividade de diferentes técnicas para *hedgear* este tipo de risco.

Os resultados encontrados para o estudo de caso proposto evidenciou que técnicas mais simplistas podem levar a resultados distorcidos não atingindo o objetivo principal que é a proteção contra a exposição ao risco de crédito de contraparte, por outro lado a implementação de modelos mais sofisticados e assertivos como o Método de Exposição Futura Esperada demanda um alto investimento em tecnologia computacional e formação de profissionais capazes de processar, analisar e informar as áreas competentes dentro do *timing* demandado pelo mercado, outro ponto dificultador para esta modelagem é o acesso a fontes de informações sobre qualidade de crédito sendo necessário utilizar *proxys*, o que pode levar a desvios e assim um hedge não perfeito.

O processo de transformação que define o risco de crédito de contraparte como um componente efetivo para determinação de nível de proteção desejado pelas Instituições é irreversível, e a par da dificuldade a ser enfrentada o mesmo deverá ser medido, avaliado e *hedgeado*.

## 5. Referências Bibliográficas

Canabarro, E., E. Picoult, and T. Wilde, Analysing counterparty risk, Risk Magazine, Vol. 16, No. 19, pp. 117-122, 2003.

Das, S., and R. Sundaram, Of Smile and Smirks, A Term Structure Perspective, Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 34, pp. 211-239, 1999.

Duffie, D., Credit swap valuation, Financial Analysts Journal, January-February, pp. 921-949, 1999.

Duffie D., and K. Singleton, Credit Risk, Princeton, Princeton University Press, 2003.

Kealhofer, S., Quantifying credit risk I: Default prediction, Financial Analysts Journal, January-February, pp. 33-44, (2003).

De Prisco, B. and D. Rosen, Modeling Stochastic Counterparty Credit Exposures for Derivatives Portfolio. In Counterparty Credit risk Modeling, edited by M. Pykhtin, Risk books, London, 2005.

Gibson, M., Measuring Counterparty Credit Exposure to a Margined Counterparty. In Counterparty Credit risk Modeling, edited by M. Pykhtin, Risk books, London, 2005.

Picout, E., Economic Capital for Counterparty Credit Risk, RMA Journal, 2004.

Lomibao, D. and S. Zhu, A Conditional Valuation Approach for Path-Dependent Instruments. In Counterparty Credit Risk Modeling, edited by M. Pykhtin, Risk Books, London, 2005.

Cavalcante Filho, J.C., Gonçalves, E.D.L., Jump Diffusion Modelling for the Brazilian Short-Term Interest Rate, Brazilian Business Review, volume 12, number 1, 2015