

5.

Aplicação da metodologia proposta para parametrização ótima da garantia governamental de receita mínima com CAP

A finalidade deste capítulo é demonstrar, a partir de um estudo de caso de uma carteira com quatro projetos, que os resultados apresentam diferenças quando se opta por utilizar metodologia que otimiza o resultado do governo.

Dessa forma, apresenta (i) uma situação em que a metodologia proposta no presente trabalho pode ser aplicada; (ii) como os resultados podem ser analisados; e (iii) a ocorrência de redução da percepção de risco do governo quando a avaliação é realizada a partir da carteira de projetos.

Ressalta-se que a determinação da combinação de parâmetros [*floor guarantee*, CAP] que otimiza o resultado, por meio da aplicação da metodologia proposta, considera os projetos individualmente. Após a determinação da combinação ótima de cada projeto é que a carteira será avaliada conjuntamente.

Considere que existem quatro projetos prioritários para o governo que devem ser realizados a fim de sustentar o desenvolvimento econômico de uma determinada unidade da federação. A Tabela 12 apresenta os parâmetros dos projetos, considerando que:

- (i) o fator de risco de cada um deles, dado pela quantidade vendida do produto de cada empreendimento, segue um processo estocástico do tipo movimento geométrico browniano (MGB);
- (ii) a correlação entre os fatores é de 0,10 (o método de incorporação da correlação foi o da Decomposição Espectral); e
- (iii) a simulação foi realizada 50.000 vezes.

Parâmetros do Projeto	Projetos				Descrição
	1	2	3	4	
T	25,00	25,00	25,00	25,00	prazo de vencimento do projeto
n	25,00	25,00	25,00	25,00	número de períodos
dt	1,00	1,00	1,00	1,00	periodicidade dos fluxos de caixa
I	(420.000,00)	(400.000,00)	(330.000,00)	(200.000,00)	Investimento
CF	(18.000,00)	(50.000,00)	(7.000,00)	(20.000,00)	Custo Fixo
p	11,00	8,00	10,00	6,00	Preço Unitário
q	6.500,00	8.000,00	5.000,00	7.000,00	Quantidade Vendida na data zero

Parâmetros da Variável Estocástica Quantidade (q)

α	8,50%	10,00%	8,00%	9,00%	taxa de crescimento esperado
δ	7,00%	3,00%	7,00%	5,00%	taxa de dividendos
$\lambda.\sigma$	8,80%	6,30%	8,30%	7,30%	prêmio pelo risco
r	6,70%	6,70%	6,70%	6,70%	taxa livre de risco
μ	15,50%	13,00%	15,00%	14,00%	taxa de desconto com risco
σ	25,00%	18,00%	28,00%	22,00%	volatilidade

Tabela 12 - Parâmetros dos Projetos da Carteira para precificar as garantias

O governo abrirá um edital de licitação para que investidores privados realizem os projetos, dado que isso reduziria o montante de recursos despendidos pelo governo.

A Tabela 13 a seguir apresenta a avaliação preliminar dos projetos realizada pelos investidores privados:

Em R\$	Projetos				Carteira
	1	2	3	4	
Valor Esperado do Projeto (Vo)	605.739	516.700	485.555	347.282	1.955.277
Investimento (I)	(420.000)	(400.000)	(330.000)	(200.000)	(1.350.000)
Valor Presente Líquido (VPLo)	185.739	116.700	155.555	147.282	605.277
Nível de Risco do Projeto	46,55%	51,50%	45,86%	40,60%	n.a.*

* n.a. = não se aplica, pois considera que os projetos são investidos por investidores diferentes.

Tabela 13 - Resultado da Avaliação dos Projetos da Carteira na ausência da garantia

A partir da avaliação acima é possível observar que todos os projetos, quando avaliados, alcançaram VPL maior do que zero, indicando a viabilidade dos mesmos. Entretanto, a avaliação de risco dos projetos, tendo como base a probabilidade do VPL ser menor do que zero, indicou um risco acima do suportado pelos investidores privados para a realização do investimento. Dessa forma, mesmo com o VPL maior do que zero os investidores privados não se sentirão atraídos o suficiente para realizar os investimentos. Neste caso, o governo seria o único agente do mercado interessado em investir e a assumir os riscos dos projetos, devendo despendar recursos da ordem de R\$ 1,35 milhão.

Para não ter que despendar o referido montante de recursos, uma alternativa é o governo garantir ao investidor privado um nível mínimo da receita esperada do projeto, de forma a reduzir seu risco e, assim, estimulá-lo a realizar

o investimento. Dessa forma, qualquer receita abaixo do nível mínimo será complementada pelo governo para alcançar o nível garantido. Contudo, este nível mínimo deve ser suficiente para que o investidor privado sinta interesse em realizar o investimento e, ao mesmo tempo, minimize o custo e o risco esperado pelo governo com a garantia fornecida.

A partir da análise do perfil do setor relacionado a cada projeto foram encontrados os níveis de risco do investidor. A Tabela 14 apresenta o nível de risco do projeto e do investidor para cada projeto constante da carteira.

Prob (VPL < 0)	1	2	3	4
Nível de risco do Projeto	46,55%	51,50%	45,86%	40,60%
Nível de risco do Investidor	25,00%	30,00%	15,00%	10,00%

Tabela 14 - Nível de Risco do Projeto sem garantia e do Investidor para cada projeto da Carteira

A Figura 20 a seguir apresenta a distribuição de probabilidade de cada projeto da Carteira.

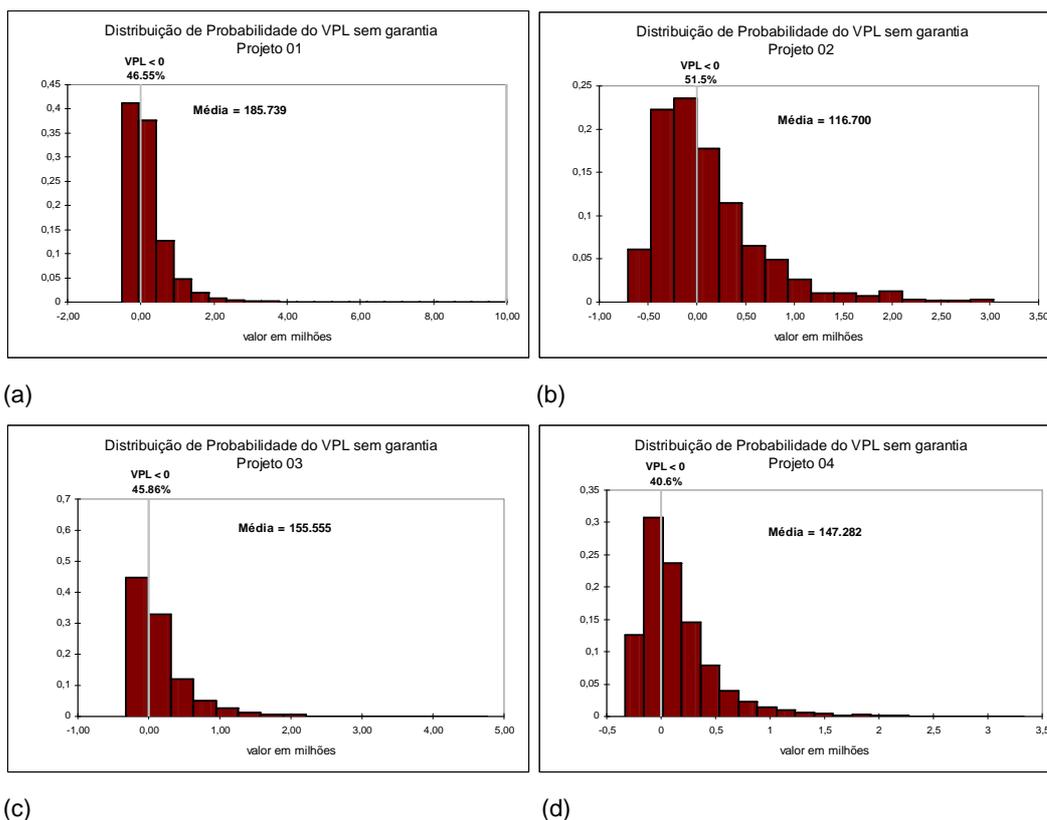


Figura 20 - VPL e Nível de Risco Esperados do Projeto sem garantia: (a) Projeto 1; (b) Projeto 2; (c) Projeto 3; (d) Projeto 4

Observe que o risco de cada um dos projetos na ausência de garantia do governo está muito acima do aceitável pelos respectivos investidores e, assim, estes não se sentirão atraídos a realizar os investimentos.

Considerando que o governo tem grande interesse que os projetos sejam realizados pela iniciativa privada, decidiu, então, fornecer uma garantia governamental de receita mínima para cada um deles de forma a viabilizar a realização dos investimentos pelo investidor privado. Adicionalmente, o governo ressaltou o interesse de fornecer esta garantia com o mínimo de custo e risco esperados.

Dado que para precificar este tipo de garantia deve-se inicialmente definir a combinação dos parâmetros [*floor guarantee*, *CAP*], será possível parametrizar as garantias de cada um dos projetos a partir da metodologia proposta pelo presente trabalho, dado que esta estabelece objetivos alinhados com os do governo, conforme expostos acima.

Assim, para cada um dos projetos foi aplicada a metodologia de parametrização proposta, de forma que os objetivos do governo pudessem ser alcançados, quais sejam, (i) garantir a realização do investimento pelo investidor privado; e (ii) minimizar o custo da garantia e o risco esperados pelo governo. Dessa forma, a combinação de parâmetros ótima de cada projeto encontrada com a aplicação da metodologia proposta foi a constante da Tabela 15 a seguir:

Parâmetros da Opção	1	2	3	4
Nível de <i>floor guarantee</i>	20%	35%	25%	30%
Nível de <i>CAP</i>	201.000	229.000	172.000	177.000

Tabela 15 - Combinação ótima dos parâmetros para cada Projeto da Carteira

Para determinação da combinação ótima dos parâmetros acima, a metodologia foi aplicada considerando o intervalo de valores para o nível de *floor guarantee* de [0%, 100%] com uma discretização de 5%; e para o nível de *CAP* de [10.000, 310.000] com discretização de 1.000, ou seja, perfazendo 6.321 combinações de *floor guarantee* e *CAP*. Para a avaliação da medida de performance Omega considerou-se que o limite L estabelecido pelo governo foi de R\$ 100.000.

Com esta configuração, os projetos avaliados alcançaram os níveis de risco do projeto constantes da Tabela 16, dados pela probabilidade do VPL com garantia ser menor do que zero:

Prob (VPL < 0)	1	2	3	4
Nível de Risco do Projeto	25%	30%	15%	10%

Tabela 16 - Nível de Risco do Projeto com a garantia precificada com a combinação ótima dos parâmetros

A Figura 21 apresenta a distribuição de probabilidade do VPL com garantia com CAP para cada projeto da Carteira.

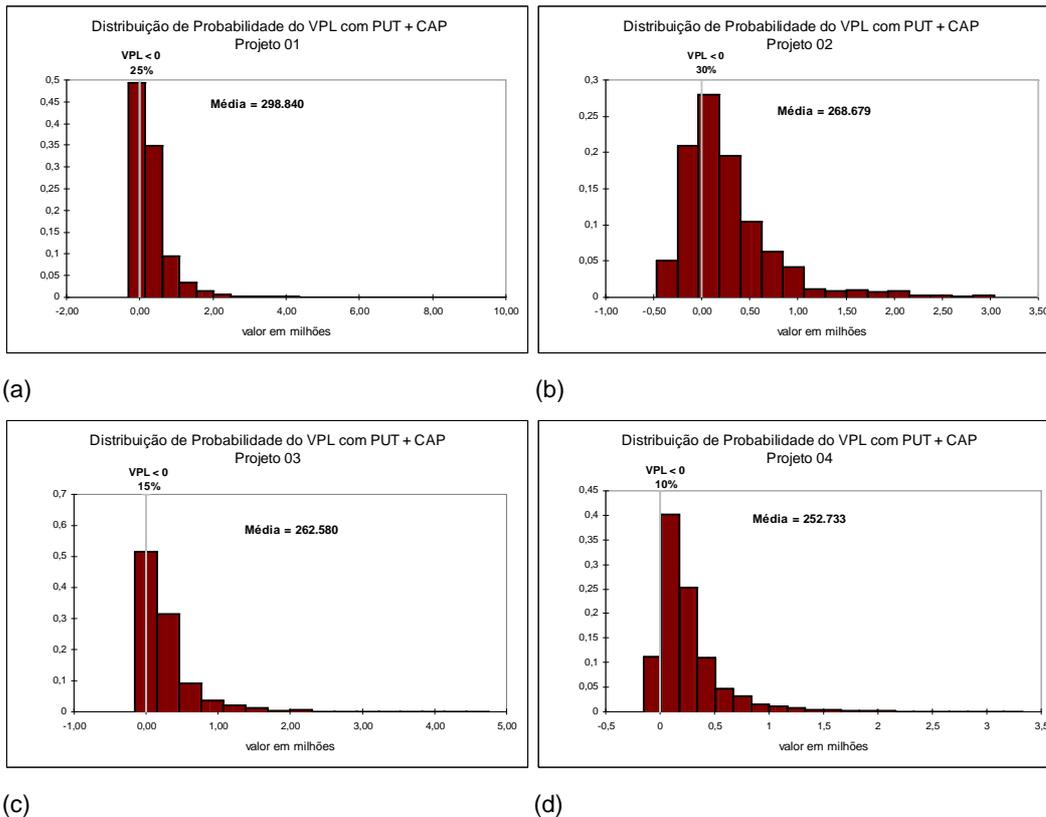


Figura 21 - VPL e Nível de Risco do Projeto com a PUT com CAP: (a) Projeto 1; (b) Projeto 2; (c) Projeto 3; (d) Projeto 4

Observe que a partir da parametrização, conforme a metodologia proposta no presente trabalho, o nível de risco de cada projeto iguala-se ao nível de risco do investidor, ou seja, encontra-se no ponto de indiferença do investidor e, dessa forma, este se sentirá atraído a realizar o investimento.

A Figura 22 apresenta a distribuição de probabilidade da garantia governamental com CAP considerando a Carteira de projetos.

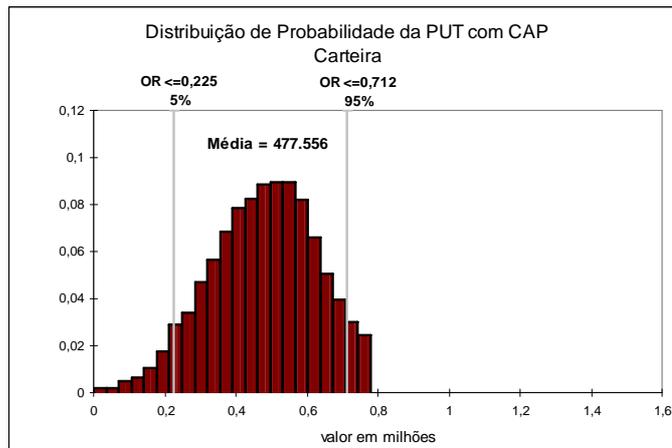
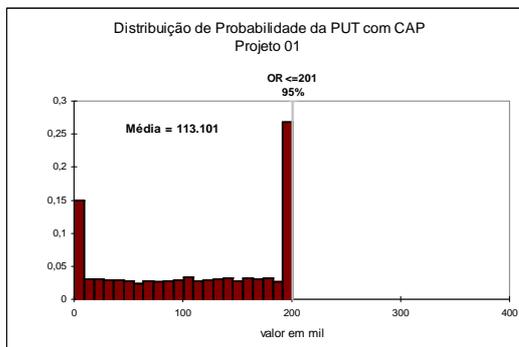


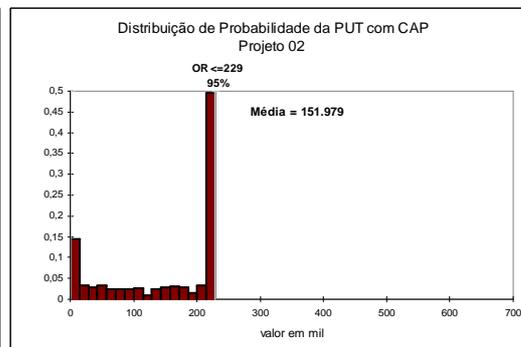
Figura 22 - Valor e Perda Máxima da PUT com CAP da Carteira de Projetos

Observe da Figura 22 que o custo esperado da carteira terá um valor em torno de \$ 477 mil, ou seja, 35% dos investimentos que o governo teria que despende, perda máxima esperada dada pelo 95º percentil de \$ 712 mil e pelo 100º percentil de \$ 779 mil.

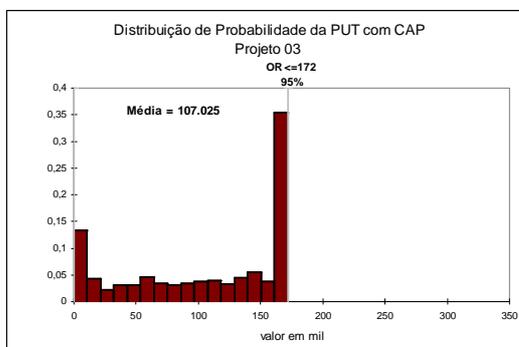
A Figura 23 apresenta a distribuição de probabilidade da garantia com CAP de cada projeto da Carteira.



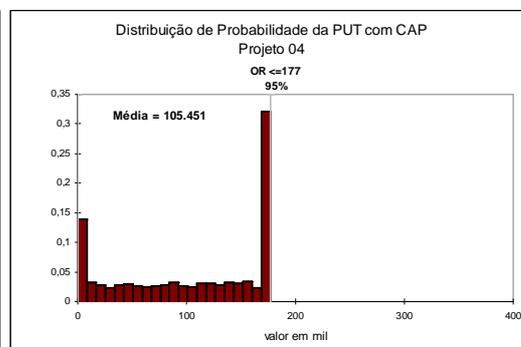
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 23 - Valor e Perda Máxima da PUT com CAP: (a) Projeto 1; (b) Projeto 2; (c) Projeto 3; (d) Projeto 4

Observa-se que a análise a partir da carteira reduz a percepção de risco associado ao mecanismo fornecido pelo governo, já que a soma da perda máxima esperada, dada pelo 95º percentil da distribuição de probabilidade da garantia, considerando os projetos individualmente, seria de R\$ 779 mil e considerando um contexto de carteira a perda máxima esperada seria de R\$ 712 mil, ou seja, uma diferença de aproximadamente 9% no valor da garantia.

As medidas de performance Omega máximas encontradas a partir da combinação ótima [*floor guarantee*, *CAP*] de cada projeto, considerando um Limite L de R\$ 100.000, foram as seguintes: Projeto 01: 0,688 \ Projeto 02: 0,302 \ Projeto 03: 0,773 \ Projeto 04: 0,828.

Com a finalidade de comparar com os resultados obtidos quando se aplicou a metodologia proposta, a seguir, iremos avaliar os resultados de um caso supondo que a garantia de receita mínima foi parametrizada dispensando a metodologia proposta, ou seja, utilizando uma parametrização diferente da considerada ótima. Para tanto, será utilizada uma garantia sem *CAP* para cada projeto da carteira.

Desse modo, considere que para incentivar os investidores privados a realizarem os investimentos, o governo estabeleça os seguintes percentuais sobre a receita esperada de cada projeto, conforme a Tabela 17, como forma de garantir um nível mínimo de receita (*floor guarantee*) e, conseqüentemente, reduzir o nível de risco de cada projeto:

Parâmetros da Opção	1	2	3	4
Nível de <i>floor guarantee</i>	20%	35%	25%	30%

Tabela 17 - Combinação não ótima dos parâmetros para cada Projeto da Carteira

Note que diferentemente do caso anterior, neste caso não foi introduzido nenhum nível de *CAP* para a garantia governamental. Assim, com a introdução desta garantia, os projetos foram novamente avaliados e alcançaram os níveis de risco do projeto constantes da Tabela 18, dadas pela probabilidade do VPL com garantia ser menor do que zero:

Prob (VPL < 0)	1	2	3	4
Nível de Risco do Projeto	22,27%	11,42%	5,14%	0,00%

Tabela 18 - Nível de Risco do Projeto com a garantia precificada com a combinação não ótima dos parâmetros

A Figura 24 apresenta a distribuição de probabilidade do VPL com garantia sem *CAP* para cada projeto da Carteira.

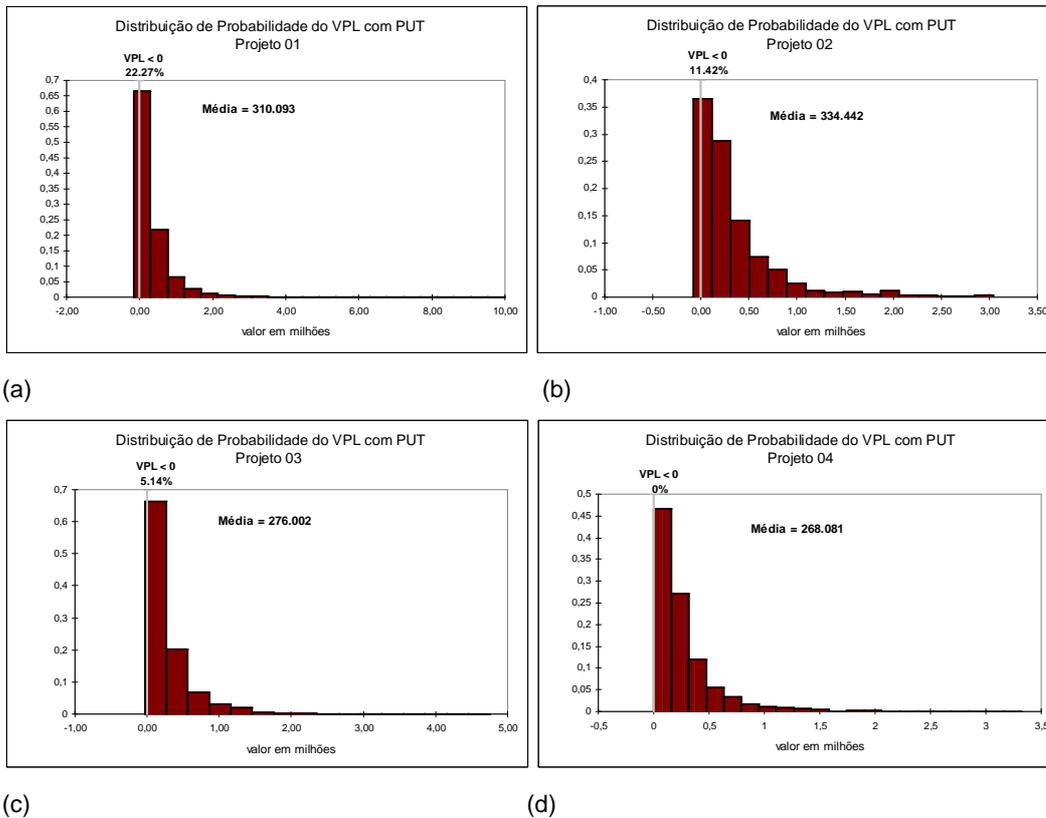


Figura 24 - VPL e Nível de Risco do Projeto com a PUT sem *CAP*: (a) Projeto 1; (b) Projeto 2; (c) Projeto 3; (d) Projeto 4

Observe que o risco esperado de cada projeto reduz-se significativamente, alcançando valores abaixo do risco aceitável pelo investidor. Dessa forma, os investidores privados se sentirão atraídos a realizar o investimento e, assim, o objetivo relacionado com a iniciativa privada será alcançado. Portanto, a preocupação inicial do governo em estabelecer mecanismos para que os investimentos nos projetos fossem realizados por agentes privados seria solucionada. Contudo, cabe perguntar qual será o custo esperado para o governo e quais os riscos associados às garantias fornecidas, ou seja, será que estas garantias representam uma política de custo e risco ótima para o governo.

Podemos partir da Figura 25 que apresenta a distribuição de probabilidade da garantia governamental considerando a carteira com os quatro projetos, para tentar responder a pergunta acima.

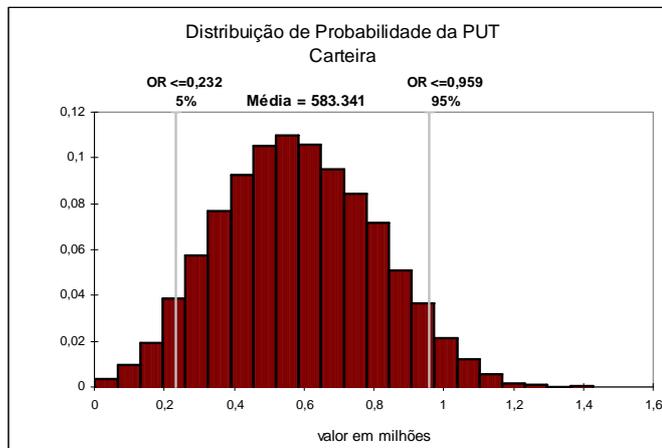


Figura 25 - Valor e Perda Máxima da PUT sem CAP da Carteira de Projetos

Podemos observar a partir deste gráfico que o custo esperado com o mecanismo utilizado pelo governo será de aproximadamente R\$ 584 mil, ou seja, 43,26% dos investimentos que o governo teria que despender. Além disso, podemos observar que o 95º percentil aponta para um custo em torno de R\$ 960 mil e o 100º percentil um custo em torno de 1,43 milhão, ou seja, um valor maior do que o investimento que o governo teria que realizar em todos os projetos. Note que a perda máxima, considerando o 100º percentil, poderá alcançar 2,4 vezes o custo esperado. Avaliando o risco pode-se supor que apesar de pequena a probabilidade do custo alcançar níveis elevados, estes podem ocorrer.

Assim, seria muito arriscado para o governo que trabalha com orçamento anual estabelecer provisões para níveis tão elevados de incerteza quanto ao custo despendido pela garantia fornecida.

A Figura 26 apresenta a distribuição de probabilidade do custo esperado da garantia de receita mínima dada pelo governo para cada projeto da Carteira. Pode-se observar que a perda máxima esperada do governo, considerando o 100º percentil, em cada projeto pode chegar a mais de 3,2 vezes o custo esperado, elevando demasiadamente o risco para o governo.

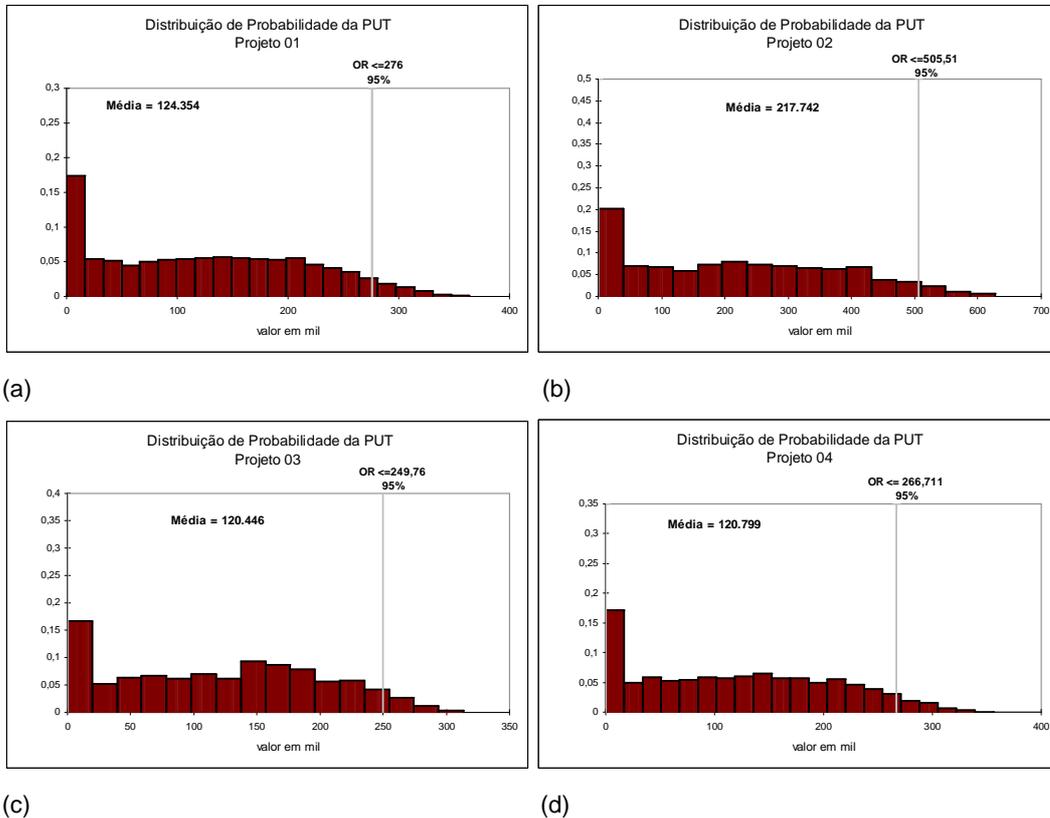


Figura 26 - Valor e Perda Máxima da PUT sem CAP: (a) Projeto 1; (b) Projeto 2; (c) Projeto 3; (d) Projeto 4

Calculando a medida de performance Omega da combinação dos parâmetros [*floor guarantee*, CAP] de cada projeto, conforme apresentado anteriormente, considerando um Limite L de R\$ 100.000, chegaram-se aos seguintes resultados: Projeto 01: 0,538 \ Projeto 02: 0,159 \ Projeto 03: 0,551 \ Projeto 04: 0,572.

Podemos comparar os resultados obtidos em cada caso, metodologia proposta aplicada (combinação ótima) com aquele em que não foi aplicada (combinação não ótima), para concluir que no primeiro caso o custo esperado da carteira, a perda máxima esperada dada pelo 95º percentil e pelo 100º percentil foram menores em, respectivamente, 22,43%, 34,80% e 83,60% em relação ao segundo caso. Isto demonstra que a introdução de CAP no mecanismo de incentivo dado pelo governo reduz tanto o custo quanto o risco esperado, entretanto, a redução do risco do governo reduz-se significativamente em

relação à redução do custo esperado, demonstrando a eficácia do *CAP* como instrumento mitigador do risco do governo.

O mecanismo de *CAP* oferece ao governo certa previsibilidade do valor máximo que despenderá caso o cenário não seja favorável, sendo este valor máximo definido a partir da soma dos níveis de *CAP* estabelecidos para os projetos. Este valor máximo, considerando a garantia com *CAP*, certamente será menor do que o da garantia sem *CAP*, conforme demonstrado.

Cabe destacar, que a combinação utilizada no primeiro caso foi resultante do processo de parametrização sugerida pela metodologia proposta pelo presente trabalho, que determinou como combinação ótima dos parâmetros [*floor guarantee, CAP*] uma garantia com *CAP*.

O interessante deste mecanismo é que apesar do limitador, ele não exclui o incentivo do investidor privado em realizar o investimento.

Note que a medida de performance Omega, considerando cada projeto, para a OR com *CAP* (combinação ótima) é maior do que para a OR sem *CAP* (combinação não ótima), indicando que a OR com *CAP* tem mais chances de alcançar o objetivo relacionado com o governo do que a OR sem *CAP* e, portanto, a combinação ótima será aquela definida para a OR com *CAP*, conforme determinado pelo primeiro caso.

No Apêndice II (item 8.2) - Resultados da Avaliação da Garantia Governamental de Receita Mínima com e sem *CAP* - são apresentados, para cada projeto, os resultados obtidos considerando a avaliação sem garantia, com garantia com e sem *CAP* e, ainda, considerando a ótica do agente privado (VPLs) e do governo (PUTs com ou sem *CAP*). A disposição seqüencial permite observar como as distribuições de probabilidade do VPL se alteram com a introdução da garantia, assim como, a distribuição de probabilidade da garantia, dada pela opção real, se altera com a introdução de *CAP*.

A Tabela 19 e a Tabela 20, a seguir, apresentam resumidamente os resultados da avaliação da garantia utilizando, respectivamente, os parâmetros ótimos, obtidos a partir da metodologia proposta, e os parâmetros não ótimos, desconsiderando a metodologia proposta. A tabela está dividida em três partes: (i) parâmetros básicos utilizados para avaliar a garantia, em que são apresentadas as principais informações para se aplicar a metodologia proposta; (ii) resultados esperados pelo governo, em que é apresentado o custo e o risco esperados pelo governo, assim como, a medida de performance Omega encontrada; e (iii) resultado esperado para a iniciativa privada, a partir do nível de risco do projeto com garantia.

Parâmetros	Projetos				Carteira
	1	2	3	4	
Parâmetros para Avaliação da Garantia					
nível de <i>floor guarantee</i> (%)	20	35	25	30	-
nível de CAP (\$)	201.000	229.000	172.000	177.000	-
limite (L) (\$)	100.000	100.000	100.000	100.000	400.000
limite (L) / inv ^o (%)	24	25	30	50	30
nível de risco do Investidor (%)	25	30	15	10	-
nível de risco do Proj. sem garantia (%)	46,55	51,50	45,86	40,60	-
Resultados para o Governo					
custo esperado (\$)	113.101	151.979	107.025	105.451	477.556
custo esperado / inv ^o (%)	27,00	38,00	32,40	52,28	35,37
perda máxima esperada 95 ^o (\$)	201.000	229.000	172.000	177.000	779.000
perda máxima esperada 95 ^o / inv ^o (%)	47,86	57,25	52,12	88,50	57,70
perda máxima esperada 100 ^o (\$)	201.000	229.000	172.000	177.000	712.000
perda máxima esperada 100 ^o / inv ^o (%)	47,86	57,25	52,12	88,50	52,74
medida de performance Omega	0,688	0,302	0,773	0,828	-

Resultados para a Iniciativa Privada

<i>nível de risco do proj. com garantia (%)</i>	25	30	15	10	-
---	-----------	-----------	-----------	-----------	---

Tabela 19 – Resultados obtidos da combinação ótima encontrada a partir da metodologia proposta

Parâmetros	Projetos				Carteira
	1	2	3	4	
Parâmetros para Avaliação da Garantia					
nível de <i>floor guarantee</i> (%)	20	35	25	30	-
nível de CAP (\$)	infinito	infinito	infinito	Infinito	-
limite (L) (\$)	100.000	100.000	100.000	100.000	400.000
limite (L) / inv ^o (%)	24	25	30	50	30
nível de risco do Investidor (%)	25	30	15	10	-
Nível de risco do Proj. (sem PUT) (%)	46,55	51,50	45,86	40,60	-
Resultados para o Governo					
custo esperado da garantia (\$)	124.354	217.742	120.446	120.799	583.341
custo esperado / investimento (%)	29,61	54,44	36,50	60,40	43,21
perda máxima esperada 95 ^o (\$)	276.000	505.510	249.760	266.711	959.000
perda máxima esperada 95 ^o / inv ^o (%)	65,71	126,38	75,68	133,36	71,04
perda máxima esperada 100 ^o (\$)	363.675	627.312	313.540	355.807	1.430.000
perda máxima esperada 100 ^o / inv ^o (%)	86,59	156,83	95,01	177,90	105,93
medida de performance Omega	0,538	0,159	0,551	0,572	-
Resultado para a Iniciativa Privada					
<i>nível de risco do proj. com garantia (%)</i>	22,27	11,42	5,14	0,00	-

Tabela 20 - Resultados obtidos da combinação não ótima, dispensando a metodologia proposta