

## 5

### **Agregação das Reservas das Entidades**

Neste capítulo é apresentado o procedimento de agregação das reservas das entidades.

É importante ressaltar que as entidades probabilísticas sofrem agregação probabilística, enquanto as reservas encontradas para as entidades determinísticas são tratadas de forma determinística sendo apenas adicionadas ao final do processo de agregação.

Este capítulo se divide em cinco seções. A Seção 5.1 trata da metodologia de agregação probabilística e em seguida a Seção 5.2 aborda a de agregação determinística. Na Seção 5.3 são apresentadas as ferramentas Aprova-Correl e Aprova-Agreg, utilizadas no estudo de caso para a agregação das reservas das entidades. A Seção 5.4 descreve o estudo de caso e os resultados encontrados. Na Seção 5.5 são apresentadas algumas considerações sobre a metodologia de agregação de reservas.

#### **5.1**

##### **Metodologia de Agregação Probabilística**

O objetivo de realizar a agregação de forma probabilística é obter o efeito portfólio, gerado pela diminuição da variância da curva agregada de reservas. No contexto da avaliação de reservas, o P90 da agregação probabilística pode ser representativamente maior do que a soma aritmética dos P90 das diversas entidades. Em paralelo, o P10 da agregação probabilística pode ser menor do que a soma aritmética dos P10 das entidades.

Porém, há riscos compartilhados por entidades de reservas e é necessário mapeá-los para realizar a agregação, evitando com isso a superestimação das reservas provadas (P90) ou ainda a subestimação das reservas possíveis (P10).

A agregação deve portanto ser conduzida através de simulação considerando correlações entre as entidades de reservas. As correlações refletem os riscos compartilhados pelas entidades.

Na revisão bibliográfica pode-se notar que alguns autores destacam a necessidade de identificar as eventuais correlações entre as entidades de reservas no processo de agregação probabilística. Porém, nenhum dos autores apresentou um método robusto e de simples aplicação para a determinação destas correlações.

Esta metodologia se propõe a cobrir essa necessidade identificada no estado da arte da avaliação de reservas de óleo e gás.

A metodologia para agregação probabilística de reservas se divide em três atividades, sendo elas a montagem da hierarquia de Análise Hierárquica de Processos (AHP), a determinação das correlações entre as entidades de reservas e a agregação através da simulação por amostragem.

### 5.1.1

#### Montagem da Hierarquia AHP

A determinação direta dos coeficientes de correlação entre entidades de reservas pode apresentar dificuldades. Carter e Morales (1998) sugerem a identificação dos fatores que mais podem impactar riscos compartilhados entre as entidades de reservas e a avaliação individual de cada um deles. Esses podem ser desde fatores geológicos até características do plano de desenvolvimento. A idéia é comparar os pares de entidades em cada um desses fatores, ao invés de comparar as entidades diretamente.

A presente metodologia propõe a utilização da análise hierárquica de processos (AHP) para a identificação desses fatores. O método AHP introduzido por Saaty (1980) consiste na decomposição de um processo em uma hierarquia com o objetivo de tornar a avaliação mais simples. Por exemplo, se o objetivo é determinar a correlação entre entidades de reservas, ao invés de comparar as entidades diretamente em relação ao objetivo “correlação”, realiza-se a decomposição hierárquica desse objetivo e avaliam-se cada um dos componentes da hierarquia individualmente. A Figura 21 apresenta dois exemplos de decomposição para análise do objetivo correlação entre entidades de reservas:

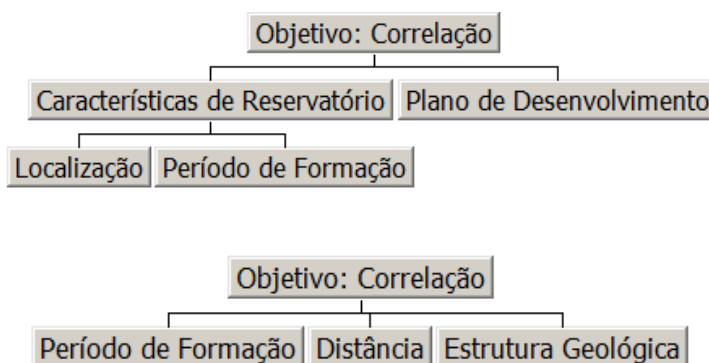


Figura 21: Exemplos de Decomposição Hierárquica do Objetivo Correlação

Para analisar os elementos da hierarquia, a questão definida por Saaty (1991) é: com que peso os fatores individuais do nível mais baixo da hierarquia influenciam seu fator máximo, o objetivo geral? Desde que essa influência não seja uniforme em relação aos fatores, chegamos às prioridades, que são os pesos relativos desenvolvidos para destacar as diferenças entre os critérios.

Os fatores a serem avaliados devem ser selecionados por especialistas, que devem também determinar seus pesos relativos. Esses pesos relativos, pelo método AHP, são determinados através de comparações de importância dos fatores em relação ao objetivo, que neste estudo é a correlação entre as entidades de reservas. Ou seja, os especialistas devem avaliar quantas vezes um determinado fator é mais/menos importante do que cada um dos outros para a determinação da correlação entre as entidades. Os avaliadores devem determinar o peso relativo dos fatores de acordo com a escala da Tabela 6:

Tabela 6: Escala de Importância de Saaty (1991)

Importância	Definição
1	Igual importância
3	Pouco mais importante
5	Mais importante
7	Muito mais importante
9	Absolutamente mais importante

Vale ressaltar que valores intermediários também são aceitos pelo método.

Para comparações onde se julga que um fator é menos importante que o outro se utiliza a fração  $1/(\text{valor da importância da Tabela 6})$ . Por exemplo, se o fator A é avaliado muito menos importante que o fator B, atribui-se o valor  $1/7$ .

A Tabela 7 apresenta um exemplo onde especialistas definem que três fatores são importantes na determinação das correlações entre entidades de reservas: *Período de Formação*, *Estrutura Geológica* e *Distância*. Em seguida, avaliam a importância desses fatores. A matriz é preenchida comparando-se o fator da linha com o fator da coluna. O fator *Período de Formação* é julgado mais importante que a *Estrutura Geológica* e muito mais importante que a *Distância*. A diagonal principal recebe para todos os seus elementos o valor um, uma vez que compara o fator a ele mesmo. No exemplo, conclui-se que a correlação é influenciada em 73,1% pelo *Período de Formação*, 18,8% pela *Estrutura Geológica* e 8,1% pela *Distância* entre as entidades de reservas.

Tabela 7: Exemplo de Aplicação do Cálculo dos Pesos Relativos

	Período de Formação	Estrutura Geológica	Distância	Pesos Relativos
Período de Formação	1,00	5,00	7,00	0,731
Estrutura Geológica	0,20	1,00	3,00	0,188
Distância	0,14	0,33	1,00	0,081

A partir da Tabela 7 é possível elaborar a equação (1) que exemplifica a composição da correlação total entre duas entidades X e Y quaisquer:

$$\begin{aligned} \text{Correl}_{\text{Total}}(X,Y) &= \text{Correl}_{\text{Período de Formação}}(X,Y) \times 0,731 \\ &+ \text{Correl}_{\text{Estrutura Geológica}}(X,Y) \times 0,188 \\ &+ \text{Correl}_{\text{Distância}}(X,Y) \times 0,081 \end{aligned} \quad (1)$$

Maiores detalhes sobre os cálculos realizados para a obtenção dos pesos relativos são apresentados no Apêndice IV.

Adicionalmente aos pesos relativos, o método AHP calcula também um indicador de consistência que tem por objetivo identificar inconsistências lógicas na análise. Maiores detalhes sobre o indicador de consistência também são encontrados no Apêndice IV.

### 5.1.2

#### Aplicação da Hierarquia AHP para a Determinação das Correlações entre Entidades

Uma vez definida a hierarquia AHP e a equação geral das correlações, deve-se determinar as correlações entre cada par de entidades para cada fator.

Vale ressaltar que pode haver fatores qualitativos e quantitativos, ou seja, alguns fatores poderão ser analisados por meio da experiência dos especialistas e outros diretamente via informações presentes em bancos de dados.

A fim de manter a análise simplificada e representativa, é sugerida uma escala de cinco graus de correlação. A interpretação desta escala deve ser customizada para cada fator, sendo elaborada por especialistas.

A Tabela 8 apresenta uma escala genérica e a Tabela 9 apresenta um exemplo de escala para o fator quantitativo *Distância*:

Tabela 8: Escala Qualitativa Genérica

Valor do Coeficiente de Correlação	Definição
0	Não correlacionados
0,3	Baixa correlação
0,5	Média correlação
0,7	Alta correlação
1	Totalmente correlacionados

Tabela 9: Exemplo de Escala Quantitativa para o Fator Distância

Valor do Coeficiente de Correlação	Definição
0	Distância maior que 3.000 km
0,3	Entre 1.500 km e 3.000 km
0,5	Entre 1.000 km e 1.500 km
0,7	Entre 500 km e 1.000 km
1	Distância menor que 5000 km

Cada par de entidades é avaliado por fator por cada examinador. Com o intuito de ilustrar este procedimento, a Figura 22 apresenta um exemplo com dois fatores e três entidades de reservas. O fator *Distância* é avaliado quantitativamente através de dados presentes em sistemas. A distância entre a

Entidade 2 e a Entidade 1 está entre 500 e 1.000 km, logo a correlação entre elas neste fator é 0,7, conforme a escala da Tabela 9. Já o fator *Estrutura Geológica* é analisado qualitativamente, sendo necessário o julgamento do examinador. O examinador indica que a estrutura geológica da Entidade 2 possui uma correlação média com a estrutura geológica da Entidade 1, portanto a correlação é 0,5, conforme escala da Tabela 8.

<b>Distância</b>	<b>Entidade 1</b>	<b>Entidade 2</b>	<b>Entidade 3</b>
<b>Entidade 1</b>	1		
<b>Entidade 2</b>	0,7	1	
<b>Entidade 3</b>	0,5	0,7	1

<b>Estrutura Geológica</b>	<b>Entidade 1</b>	<b>Entidade 2</b>	<b>Entidade 3</b>
<b>Entidade 1</b>	1		
<b>Entidade 2</b>	0,5	1	
<b>Entidade 3</b>	0,7	0,5	1

Figura 22: Avaliação das Correlações por um Único Examinador

As matrizes de correlações devem ser submetidas a um teste de consistência lógica. Por exemplo, se os especialistas sugerem que a Entidade 1 possui alta correlação com a Entidade 2 e também com a Entidade 3, as Entidades 2 e 3 deveriam apresentar uma alta correlação entre si. Maiores detalhes sobre o teste de consistência lógica das matrizes de correlação são apresentados no Apêndice V.

Caso as avaliações das correlações sejam realizadas por meio do julgamento subjetivo de especialistas, e mais de um especialista esteja individualmente avaliando as correlações, as matrizes de correlação devem ser submetidas ao Teste Kappa para avaliar o grau de concordância entre os examinadores. Maiores detalhes sobre o Teste Kappa são apresentados no Apêndice VI.

As matrizes dos diversos fatores avaliados por um mesmo examinador são consolidadas conforme a equação (1). Assim, obtém-se a matriz com as correlações finais entre as entidades submetidas ao tratamento probabilístico.

### 5.1.3

#### **Agregação através da Simulação**

Neste passo já estão disponíveis os elementos necessários para proceder com a agregação das reservas das diversas entidades probabilísticas. Estes

elementos são: as curvas probabilísticas de reservas das entidades, obtidas conforme apresentado na Seção 4.3, e a matriz de correlações entre as entidades de reservas, obtidas conforme apresentado na Seção 5.1.2.

O método de agregação escolhido foi o de simulação por amostragem Hipercubo Latino. Conforme a Seção 2.5.2.1, por ser um método de amostragem, permite qualquer distribuição de probabilidade para os dados de entrada e tem a vantagem de poder considerar as correlações entre as entidades de reservas na amostragem. Além disso, o método de Hipercubo Latino exige um número menor de iterações do que o método de Monte Carlo.

Ao final da simulação, é obtida a curva de distribuição de probabilidade consolidada das reservas das entidades probabilísticas. Desta curva são extraídos três percentis cumulativos, P90, P50 e P10, que representam respectivamente o total de reservas provadas, provadas mais prováveis e provadas mais prováveis mais possíveis das entidades que sofreram tratamento probabilístico.

A Figura 23 apresenta o esquema geral da obtenção das correlações entre entidades de reservas e da agregação probabilística para geração da curva probabilística consolidada de reservas.

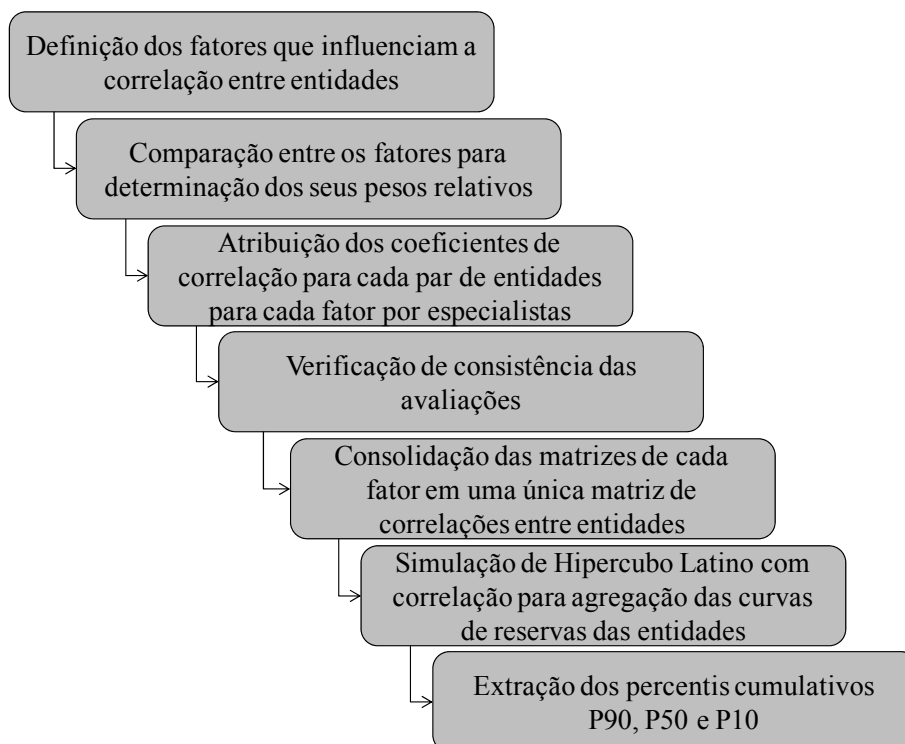


Figura 23: Esquema da Etapa de Agregação Probabilística

## 5.2

### Metodologia de Agregação Determinística

Aos percentis de reservas encontrados a partir da agregação probabilística das entidades probabilísticas são somados deterministicamente os valores das reservas 1P, 2P e 3P das entidades que foram tratadas deterministicamente. Dessa forma, obtêm-se as reservas 1P (provadas), 2P (provadas + prováveis) e 3P (provadas + prováveis + possíveis) consolidadas, conforme equações (2), (3) e (4).

$$1P_{\text{consolidado}} = P90_{\text{agregação das entidades probabilísticas}} + \sum 1P_{\text{entidades determinísticas}} \quad (2)$$

$$2P_{\text{consolidado}} = P50_{\text{agregação das entidades probabilísticas}} + \sum 2P_{\text{entidades determinísticas}} \quad (3)$$

$$3P_{\text{consolidado}} = P10_{\text{agregação das entidades probabilísticas}} + \sum 3P_{\text{entidades determinísticas}} \quad (4)$$

## 5.3

### Ferramentas Aprova-Correl e Aprova-Econ

Duas ferramentas são utilizadas para a agregação das reservas dos projetos: Aprova-Correl e Aprova-Agreg.

A Figura 24 mostra o fluxo de informações entre as três ferramentas que compõem o Sistema Aprova.

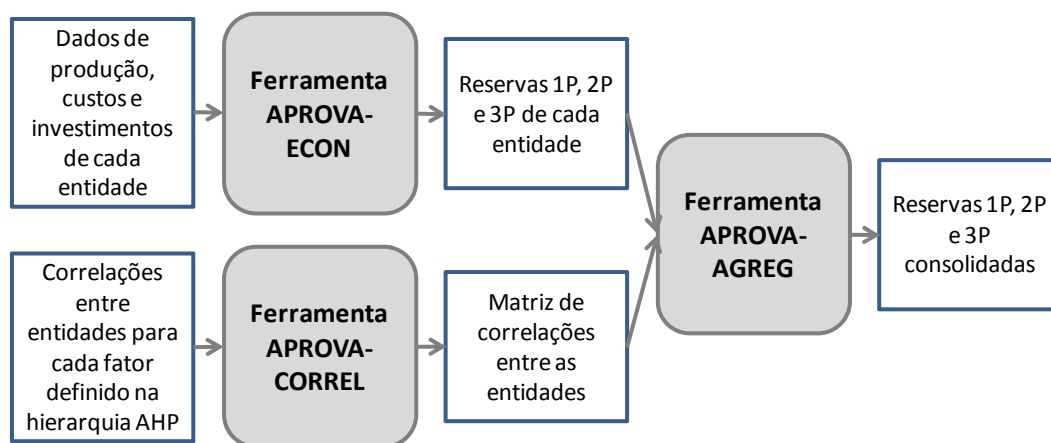


Figura 24: Fluxo de Informações do Sistema Aprova

Conforme apresentado no Capítulo 4, a ferramenta Aprova-Econ tem como entrada os dados de produção, custos e investimentos de cada entidade de reservas



e, após realizar a avaliação econômica, apresenta como saída as reservas 1P, 2P e 3P de cada entidade.

Na ferramenta Aprova-Correl monta-se a hierarquia AHP com os fatores que mais influenciam as correlações entre pares de entidades e determina-se o peso relativo entre os fatores. Como entrada são necessárias as correlações entre cada par de entidades para cada um dos fatores. Essas correlações são obtidas através da opinião de especialistas ou da avaliação direta de informações disponíveis em bancos de dados para cada um dos fatores da hierarquia.

Utilizando as matrizes de correlação entre projetos de cada fator, a Ferramenta Aprova-Correl cria uma única matriz com a ponderação das correlações de acordo com o peso relativo de cada fator.

A ferramenta Aprova-Agreg realiza a agregação dos projetos que compõem o campo.

Primeiramente é realizada a agregação dos projetos probabilísticos através do método Hipercubo Latino de amostragem considerando as correlações existentes entre os projetos. Os dados de entrada utilizados nesta etapa são as reservas P90, P50 e P10 de cada projeto probabilístico, encontradas pela avaliação econômica na ferramenta Aprova-Econ, e a matriz de correlações entre os projetos probabilísticos, encontrada na ferramenta Aprova-Correl.

As reservas dos projetos probabilísticos são importadas para a ferramenta Aprova-Agreg onde é realizada a transformação dos percentis (P90, P50 e P10) em uma curva completa de reserva, conforme Seção 4.3 da Metodologia.

Após a importação das classes de reservas de cada projeto, a criação das curvas completas e a importação das correlações entre projetos, a agregação é executada por simulação Hipercubo Latino. Como resultado obtém-se a curva probabilística de reservas consolidada dos projetos probabilísticos. A Figura 26 apresenta um exemplo da curva probabilística cumulativa descendente consolidada:

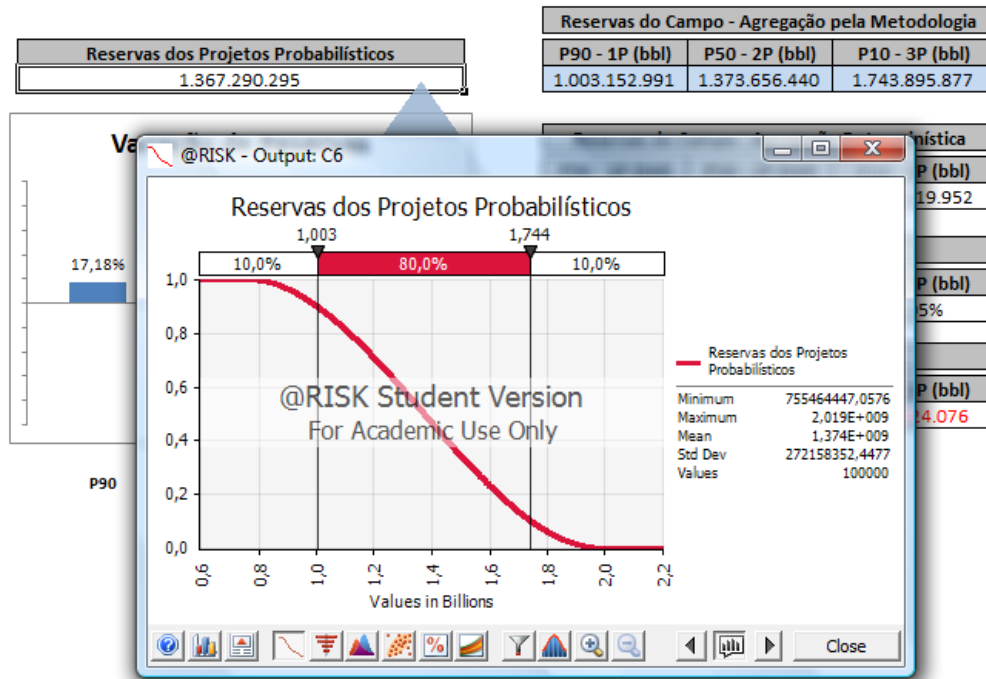


Figura 25: Curva Probabilística de Reservas Consolidada dos Projetos Probabilísticos na Ferramenta Aprova-Agreg

Dessa curva são extraídos os percentis de interesse (P90, P50 e P10). Em seguida são somadas a esses percentis as reservas 1P, 2P e 3P, respectivamente, encontradas pela avaliação econômica na ferramenta Aprova-Econ para os projetos determinísticos.

A Figura 27 apresenta a interface final da ferramenta Aprova-Agreg com os resultados da agregação proposta por esta metodologia e a comparação com a agregação aritmética das reservas.

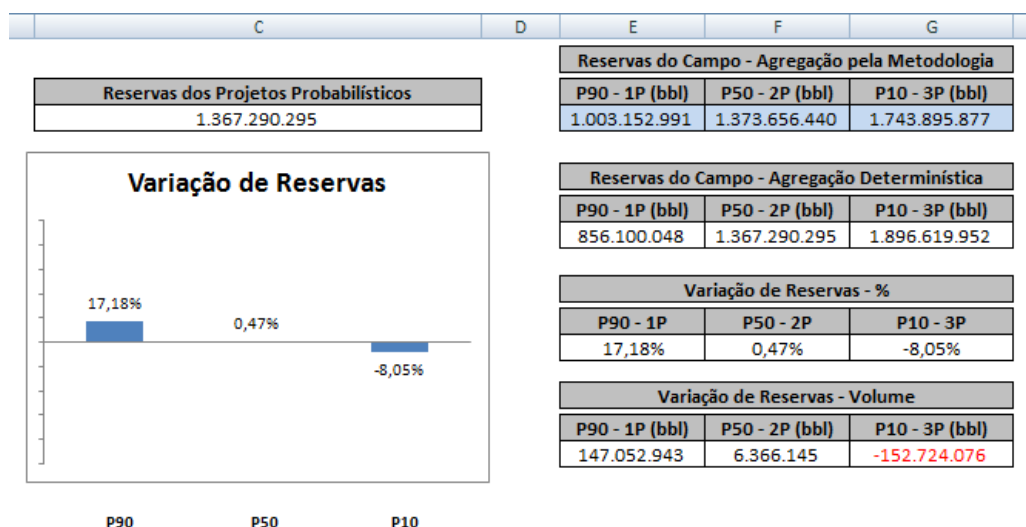


Figura 26: Interface de Resultado das Reservas Agregadas na Ferramenta Aprova-Agreg

Na coluna C, a célula “Reservas dos Projetos Probabilísticos” apresenta a curva probabilística de reservas, conforme mostrado na Figura 26, resultante da agregação somente dos projetos probabilísticos por simulação de Hipercubo Latino.

Nas colunas E, F e G são apresentadas quatro tabelas. A tabela “Reservas do Campo – Agregação pela Metodologia” mostra os resultados das reservas 1P, 2P e 3P gerados pela agregação proposta por este estudo. Ou seja, são os resultados da agregação dos projetos probabilísticos por simulação, seguido da extração dos percentis P90, P50 e P10 desta curva resultante e da soma aritmética com as reservas 1P, 2P e 3P dos projetos que não tiveram tratamento probabilístico. Na tabela “Reservas do Campo – Agregação Determinística” são apresentados os resultados da soma aritmética de todos os projetos. A tabela “Variação de Reservas - %” mostra a variação percentual das reservas calculadas pelos dois métodos e a tabela “Variação de Reservas – Volume” calcula a variação em volume.

## 5.4

### Estudo de Caso

Para este estudo de caso, foi definida a hierarquia de fatores que influenciam a correlação mostrada na Figura 28:

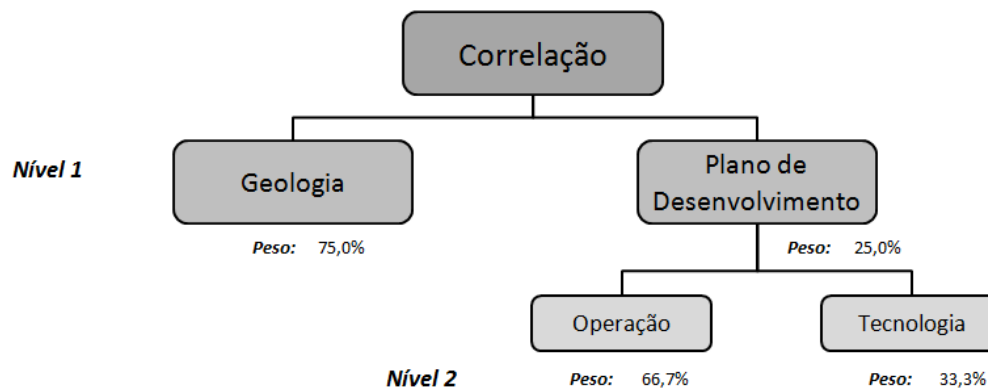


Figura 27: Hierarquia dos Fatores que Influenciam a Correlação entre Projetos

Foi observado que a correlação entre projetos é influenciada por dois fatores principais: a geologia dos reservatórios e o plano de desenvolvimento utilizado para a produção de óleo e/ou de gás. O plano de desenvolvimento, por sua vez, pode ser desdobrado em dois fatores de influência: a operação e a tecnologia utilizadas. Por operação entende-se o compartilhamento de instalações como, por exemplo, plataformas, e por tecnologia entende-se a dependência de alguma tecnologia crítica em comum.

Para a determinação dos pesos relativos, definiu-se que a geologia é três vezes mais importante que o plano de desenvolvimento e que a operação é duas vezes mais importante que a tecnologia, chegando-se aos pesos apresentados na Figura 28.

Após a definição da hierarquia e dos pesos relativos de cada fator, pode-se encontrar a equação que será usada para a determinação da correlação final entre projetos. A equação consiste na ponderação entre os fatores e, para simplificação, será apresentada diretamente em função dos fatores folha da hierarquia (geologia, operação e tecnologia), conforme equação (3):

$$\begin{aligned} \text{Correl Final}_{\text{ProjX-ProjY}} = & \quad (3) \\ & 0,75 \times \text{Correl Geologia}_{\text{ProjX-ProjY}} + 0,167 \times \text{Correl Operação}_{\text{ProjX-ProjY}} + \\ & 0,083 \times \text{Correl Tecnologia}_{\text{ProjX-ProjY}} \end{aligned}$$

Em seguida, são definidas as correlações entre cada par de projetos para cada um desses fatores. A Tabela 10 apresenta as matrizes de correlações entre projetos para cada um dos fatores considerados neste estudo e a Tabela 11 mostra

o resultado final das correlações após a ponderação realizada através da equação (3). Todas as correlações foram encontradas através de dados disponíveis em sistemas e validadas por especialistas.

Tabela 10: Matrizes de Correlações entre Projetos por Fator

Geologia	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D
Projeto A	1			
Projeto B	0,5	1		
Projeto C	0,5	0,7	1	
Projeto D	0,3	0,3	0,5	1
Operação	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D
Projeto A	1			
Projeto B	0	1		
Projeto C	0	0,7	1	
Projeto D	0	0	0,7	1
Tecnologia	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D
Projeto A	1			
Projeto B	1	1		
Projeto C	1	1	1	
Projeto D	0	0	0	1

Tabela 11: Matriz Final de Correlações entre Projetos

Correlações	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D
Projeto A	1			
Projeto B	0,46	1		
Projeto C	0,46	0,72	1	
Projeto D	0,23	0,23	0,49	1

De posse da matriz de correlações, é realizada a agregação probabilística através da simulação por Hipercubo Latino.

Com o objetivo de retratar a importância da identificação das correlações entre projetos, foram considerados neste estudo de caso quatro cenários de agregação:

- Cenário 1: Agregação determinística (soma aritmética das reservas de cada classe dos projetos).
- Cenário 2: Agregação probabilística considerando correlação nula entre todos os pares de projetos. Este cenário indica que há independência total entre os projetos.

- Cenário 3: Agregação probabilística utilizando as correlações identificadas na Tabela 11.
- Cenário 4: Agregação probabilística considerando correlação total entre todos os pares de projetos (matriz de correlações composta apenas por valores iguais a 1). Vale ressaltar que este cenário é semelhante à agregação determinística.

Os resultados dos quatro cenários são apresentados na Seção 5.4.1.

#### 5.4.1

##### Resultados

Para todos os cenários foram utilizadas as reservas dos projetos encontradas na ferramenta Aprova-Econ.

O tempo de processamento da simulação por amostragem dos cenários de agregação probabilística na ferramenta Aprova-Agreg foi de aproximadamente 45 segundos por cenário.

- **Cenário 1: Agregação Determinística**

Os resultados obtidos para cada classe de reservas dos projetos agregados deterministicamente são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Reservas dos Projetos Agregados Deterministicamente

Reservas (boe)		
1P	2P	3P
822.797.001	1.333.987.243	1.860.101.831

Este cenário representa o resultado mais conservador da agregação e será utilizado para comparação com os resultados dos cenários probabilísticos.

- **Cenário 2: Agregação Probabilística com Correlações Nulas**

Os resultados de reservas dos projetos probabilísticos agregados são apresentados na Figura 29. O gráfico apresenta a curva probabilística de reservas no formato cumulativo descendente. Desta curva são extraídos os percentis P90,

P50 e P10 para que sejam somados com as reservas 1P, 2P e 3P dos projetos determinísticos.

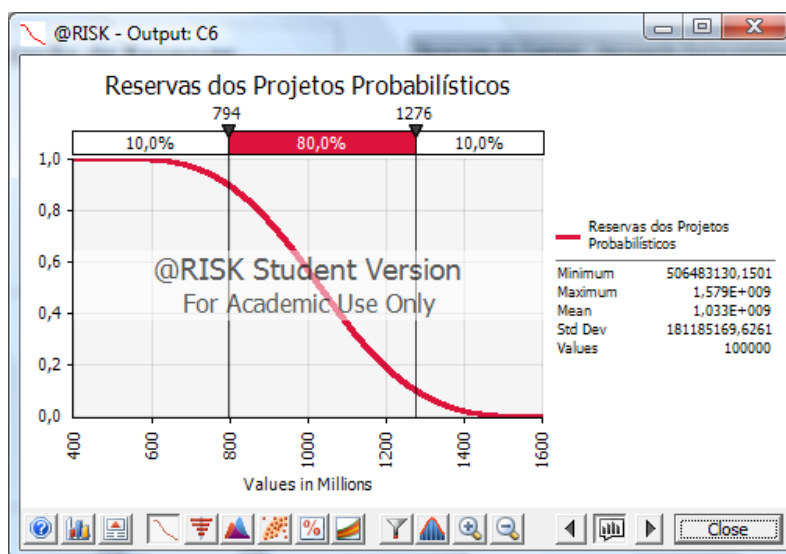


Figura 28: Curva Resultante da Agregação de Reservas dos Projetos Probabilísticos com Correlações Nulas

A Tabela 13 mostra os valores finais de reservas obtidos para cada classe após a agregação dos oito projetos e as variações percentuais e volumétricas versus o cenário determinístico.

Tabela 13: Reservas dos Projetos Agregados Probabilisticamente com Correlações Nulas

Reservas (boe)			Variação Percentual vs Determinístico			Variação Volumétrica vs Determinístico		
1P	2P	3P	1P	2P	3P	1P	2P	3P
1.042.078.034	1.337.864.155	1.639.357.263	26,65%	0,29%	-11,87%	219.281.033	3.876.912	-220.744.567

Pode-se notar que o ganho em reservas 1P e a redução em reservas 3P são bastante representativos. Após a apresentação dos demais cenários serão feitas maiores avaliações dos resultados.

- **Cenário 3: Agregação Probabilística com Correlações Identificadas**

Os resultados de reservas dos projetos probabilísticos são apresentados na Figura 30. Assim como no cenário anterior, o gráfico apresenta a curva probabilística de reservas no formato cumulativo descendente.

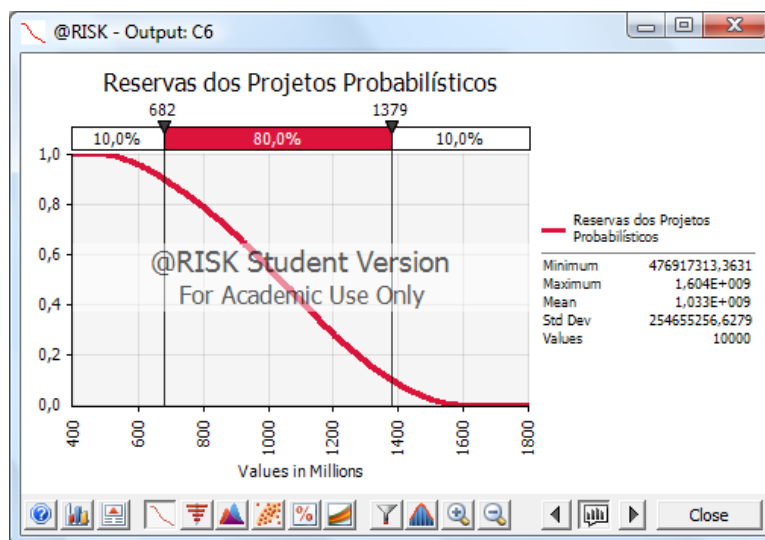


Figura 29: Curva Resultante da Agregação de Reservas dos Projetos Probabilísticos com Correlações Identificadas

Os valores finais de reservas após a extração dos percentis 90, 50 e 10 da Figura 30 e agregação com as reservas dos projetos determinísticos são expostos na Tabela 14:

Tabela 14: Reservas dos Projetos Agregados Probabilisticamente com Correlações Identificadas

Reservas (boe)			Variação Percentual vs Determinístico			Variação Volumétrica vs Determinístico		
1P	2P	3P	1P	2P	3P	1P	2P	3P
929.479.533	1.342.435.584	1.742.349.761	12,97%	0,63%	-6,33%	106.682.532	8.448.341	-117.752.069

O ganho em reservas 1P e a redução em reservas 3P são inferiores aos encontrados na agregação probabilística considerando correlações nulas entre projetos, conforme esperado.



- **Cenário 4: Agregação Probabilística com Correlações Totais**

A Figura 31 mostra a curva probabilística de reservas dos projetos probabilísticos neste cenário.

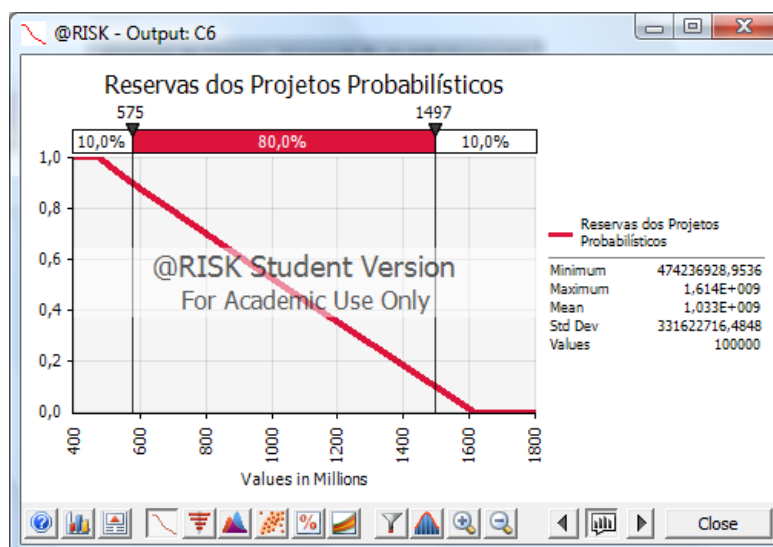


Figura 30: Curva Resultante da Agregação de Reservas dos Projetos Probabilísticos com Correlações Totais

A Tabela 15 mostra os valores finais de reservas após a agregação probabilística e a agregação determinística:

Tabela 15: Reservas dos Projetos Agregados Probabilisticamente com Correlações Totais

Reservas (boe)			Variação Percentual vs Determinístico			Variação Volumétrica vs Determinístico		
1P	2P	3P	1P	2P	3P	1P	2P	3P
822.789.754	1.333.983.800	1.860.095.534	0,00%	0,00%	0,00%	-7.247	-3.443	-6.297

Os resultados obtidos neste cenário são semelhantes aos obtidos pela simples soma determinística realizada no cenário 1. A variação volumétrica deve-se a aproximações do sistema e percentualmente é próxima a zero.

A Tabela 16 apresenta o resumo dos resultados dos cenários.

Tabela 16: Resultados Consolidados dos Cenários de Agregação

Cenário	Reservas (boe)			Variação Percentual vs			Variação Volumétrica vs Determinístico		
	1P	2P	3P	1P	2P	3P	1P	2P	3P
1 - Determinístico	822.797.001	1.333.987.243	1.860.101.831						
2 - Probabilístico - Correlações Nulas	1.042.078.034	1.337.864.155	1.639.357.263	26,65%	0,29%	-11,87%	219.281.033	3.876.912	-220.744.567
3 - Probabilístico - Correlações Identificadas	929.479.533	1.342.435.584	1.742.349.761	12,97%	0,63%	-6,33%	106.682.532	8.448.341	-117.752.069
4 - Probabilístico - Correlações Totais	822.789.754	1.333.983.800	1.860.095.534	0,00%	0,00%	0,00%	-7.247	-3.443	-6.297

Os cenários de agregação estudados geraram resultados compatíveis com o esperado na metodologia. Os cenários 2 e 3 apresentaram efeito portfólio, devido à diversidade de projetos do campo analisado. A presença de alguns projetos com grande incerteza no portfólio também contribuiu para os altos resultados de variações de reservas comparados ao cenário determinístico. O cenário 4 apresentou resultados semelhantes a agregação determinística.

## 5.5

### Considerações Finais

Este capítulo tinha o objetivo de descrever a etapa de agregação de reservas dos projetos.

Foi realizada a última etapa do estudo de caso através da utilização das ferramentas Aprova-Correl e Aprova-Agreg.

O campo analisado possuía um conjunto bastante heterogêneo de projetos e alguns projetos de grande porte com muita incerteza, que contribuiu para resultados bastante representativos de efeito portfólio.

O método AHP utilizado parcialmente para a obtenção das correlações entre projetos permitiu a geração de resultados realistas na agregação probabilística. A comparação entre os cenários de correlações variados mostrou que na avaliação de reservas devem ser levados em consideração os riscos comuns aos projetos, do contrário poderá haver superestimação das reservas provadas e subestimação das reservas totais do campo. Os resultados da agregação probabilística comprovaram que de fato o efeito portfólio gera acréscimos nas reservas 1P e redução nas reservas 3P do campo devido à redução do desvio padrão do conjunto de projetos.