

## 4 Avaliação das Faixas de Frequência

### 4.1.O Projeto

#### 4.1.1.Modelagem

Para os lotes nacionais, antes de uma modelagem personalizada por lote, foi feita uma modelagem de mercado no nível de municípios que fosse comum a todos os lotes. Desta forma, as principais diferenças entre os VPLs dos lotes viriam em função de suas obrigações e de seus custos de rede (quanto maior a banda adquirida, menor o custo de rede). Ou seja, os lotes nacionais de 20+20MHz (W e X) teriam o mesmo VPL para o LTE, mas como as obrigações de 450MHz são diferentes, os VPLs dos lotes com suas obrigações – LTE e 450MHz – são diferentes. Analogamente, o mesmo ocorre para os lotes nacionais de 10+10MHz (V1 e V2).

Em seguida, para os lotes regionais, utilizaria-se apenas a modelagem já realizada dos municípios de interesse e seus valores seriam em função do lote nacional que tivesse sido adquirido.

As premissas elencadas no modelo de rede que impactariam nas receitas e despesas do projeto foram:

- Dados demográficos
- Demanda de mercado LTE
  - Penetração móvel
  - Perfil de uso médio por cliente
- Obrigações de cobertura
  - Obrigações LTE
  - Obrigações 450MHz
  - Cell range
- Custos de rede:

- Capex de rede de acesso e core
  - ENBs, Site, Cosite, Backhaul, Transmissão, Backbone
- Opex
  - Energia e transmissão, Aluguel de terrenos e site, Manutenção da planta básica
- Dimensionamento de redes de acesso

#### 4.1.2. Projeções

As premissas de projeções de físicos – crescimento de população, demanda e penetração – foram elaboradas a partir de estudos de institutos de pesquisas e regressões enquanto as premissas de *market share*, custos e receita média por usuário são baseadas em estimativas de especialistas do setor.

Como a aplicação da frequência de 450MHz foi estipulada pela própria ANATEL de forma a não ser influenciada pelo mercado – atuar apenas nas áreas sem competição estipuladas pelo órgão regulador a um preço pré-estabelecido – para este estudo será utilizado um VPL estático para os lotes de 450MHz partindo da premissa que haveria compensação (seja financeira ou por alteração de obrigações) para as empresas se a evolução do mercado alvo fosse muito diferente do projetado.

#### 4.1.3. Incertezas e Riscos

As incertezas que permeiam um setor que é fortemente influenciado por tecnologia, como no caso das telecomunicações, tende a ser muito grande, o que torna um projeto que envolva capital intensivo muito arriscado. Fatores que independem da eficiência da operadora, como produção de aparelhos, lançamento de planos diversificados pela concorrência ou até mesmo o lançamento de uma nova tecnologia substitutiva à atual tem impacto direto na demanda captável, ticket médio pago pelos assinantes e preço de equipamentos de rede, conseqüentemente, tornando os fluxos de caixa dos projetos bastante incertos.

## 4.2. Avaliação Tradicional

Por se tratar de dois leilões – lotes nacionais e lotes regionais – em que o resultado de um influenciava no resultado do outro, a avaliação foi feita por partes.

Primeiro, foi feita a avaliação do leilão nacional utilizando os dados listados anteriormente para projetar fluxos de caixa gerados pela aquisição das faixas de frequência e trazer-los a valor presente descontando-os pelo custo de capital da empresa (VPL). Se o resultado do VPL menos o preço mínimo estipulado pela ANATEL fosse maior do que zero, o lote seria atrativo. Caso tivesse mais de um lote com o resultado do valor de VPL menos preço mínimo maior que zero, em uma análise de projetos optaria-se pelo projeto com o maior resultado, mas por se tratar de um leilão, onde outros participantes também podem dar lances e o valor mínimo subir, opta-se por participar da disputa por todos os lotes em que o resultado for positivo e, em caso de disputa, aumentar o valor de cada lance até que o resultado deixe de ser atrativo. No entanto, por haver quatro participantes disputando quatro lotes, o limite máximo do lance não deve ser o VPL do lote e sim um lance que quando subtraído do VPL do lote seja igual a menor diferença entre o preço mínimo e o VPL de todos os lotes, exemplificado com o auxílio da tabela 10. Para o cálculo de todos os VPL's (que podem ser encontrados nos anexos) foi aplicado o WACC tipicamente utilizado pela Oi para avaliação de projetos de 11,8%.

*R\$ mil*

Lotes	Banda 2,5GHz	Preço mínimo	VPL	Diferença	Lance máximo
450MHz + W	20+20MHz	630.191	2.815.000	2.184.809	948.096
450MHz + X	20+20MHz	630.191	3.171.000	2.540.809	1.304.096
450MHz + V1	10+10MHz	315.096	2.369.000	2.053.904	502.096
450MHz + V2	10+10MHz	315.096	2.182.000	1.866.904	315.096

**Tabela 10 – Avaliação dos Lotes LTE Nacionais e Lance Máximo**

No entanto, apesar de chegar a valores presentes líquidos equivalentes com esta tática, dois pontos de atenção são levantados: primeiro, a necessidade de

desprendimento de caixa é muito superior nos lotes de 20+20MHz, podendo prejudicar a saúde financeira a curto prazo e; segundo, as empresas que comprassem os maiores lotes não poderiam concorrer aos lotes de 10+10MHz e, ao mesmo tempo, a empresa que comprasse o primeiro lote de 10+10MHz (450MHz + V1) não teria interesse econômico em comprar o segundo. Portanto, teoricamente não haveria necessidade de aumentar o lance máximo do lote 450MHz + V1 além do preço mínimo na expectativa de que não haveria concorrentes para o último lote, mas se houvesse, o lance máximo poderia se estender até o limite do VPL se a empresa quisesse atuar no mercado nacional de LTE. A partir destas premissas, a tabela 11 apresenta os lances máximos:

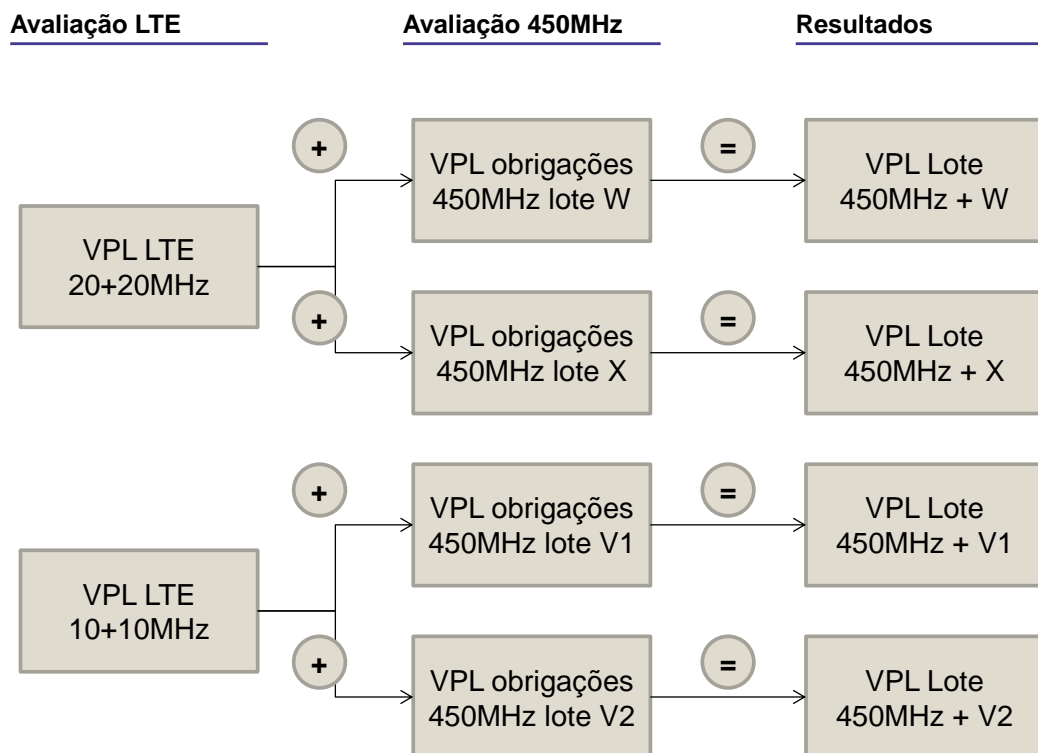
*R\$ mil*

Lotes	Banda 2,5GHz	Preço mínimo	VPL	Diferença	Lance máximo
450MHz + W	20+20MHz	630.191	2.815.000	2.184.809	948.096
450MHz + X	20+20MHz	630.191	3.171.000	2.540.809	1.304.096
450MHz + V1	10+10MHz	315.096	2.369.000	2.053.904	315.096
450MHz + V2	10+10MHz	315.096	2.182.000	1.866.904	1.866.904

**Tabela 11 – Avaliação dos Lotes LTE Nacionais e Lance Máximo Adaptado**

Em seguida, para a avaliação dos lotes regionais, foi verificado se a economia gerada pelo aumento de espectro em uma determinada região seria maior do que o valor mínimo estipulado pela agência reguladora para aquisição do lote. Caso fosse, o lote seria atrativo e um lance mínimo poderia ser dado e, em caso de disputa pelo lote, os lances poderiam ser aumentados até que a economia fosse igual ao valor desprendido pelo lote. Ao contrário dos lotes nacionais, os lotes regionais não são excludentes, ou seja, não há restrições quanto às regras do leilão em comprar mais de um lote.

Portanto, seguindo as premissas e suas projeções estipuladas anteriormente, a primeira parte da avaliação – lotes nacionais – se sucedeu da seguinte forma:



Para os lotes regionais complementares, a avaliação foi feita em função do lote nacional adquirido na etapa anterior. Como a Oi, empresa foco do trabalho, adquiriu o lote último lote (450MHz + V2), as avaliações dos principais lotes regionais complementares foram feitas comparando o VPL de cada região tendo 10+10MHz de frequência 2,5GHz versus a opção de possuir 20+20MHz menos o preço do lote. A tabela 12 resume os resultados e exemplifica o racional:

*R\$ mil*

Lote	(a) VPL 10+10MHz	(b) VPL 20+20MHz	VPL do lote (b – a)	Lance mínimo	(c) VPL “líquido”
CN 11 (comp.)	36.328	49.944	13.617	19.963	-6.346
CN 51 (comp.)	26.633	38.471	11.838	19.270	-7.432
CN 81 (comp.)	11.658	17.548	5.890	5.887	3

**Tabela 12 – Avaliação dos Lotes LTE Regionais (Complemento)**

Para os lotes regionais de núcleo foi feita uma avaliação considerando a compra dos lotes regionais complementares, que por regra do leilão daria direito ao vencedor de comprar seus respectivos núcleos pelo preço mínimo estipulado pela ANATEL. Seguindo parcialmente a metodologia dos lotes complementares, o VPL dos lotes consiste na diferença entre o VPL da região com 20+20MHz e 10+10MHz. Se este valor fosse superior ao lance mínimo estipulado pela ANATEL, o lote seria atrativo. A tabela 13 resume os resultados e exemplifica o racional:

*R\$ mil*

Lote	(d) VPL 10+10MHz	(e) VPL 20+20MHz	VPL do lote (e – d)	Lance mínimo	VPL “líquido”
CN 11 (núcleo)	486.615	658.599	171.984	139.239	32.745
CN 51 (núcleo)	109.731	135.142	25.411	18.873	6.538
CN 81 (núcleo)	56.755	80.889	24.133	7.653	16.480

**Tabela 13 – Avaliação dos Lotes LTE Regionais (Núcleo)**

No entanto, se for considerado o valor conjunto da região – complemento mais núcleo –, a avaliação tradicional não aponta um resultado atrativo para todas as regiões, conforme exemplificado na tabela 14:

*R\$ mil*

Lotes	(f) VPL “líquido” complemento	(g) VPL “líquido” núcleo	VPL conjunto (f + g)
CN 11	-6.346	32.745	26.399
CN 51	-7.432	6.538	-894
CN 81	3	16.480	16.484

**Tabela 14 – Avaliação Conjunta dos Lotes LTE Regionais**

### 4.3. Avaliação por Opções Reais

Por haver muitas incertezas no lançamento de um produto de tecnologia inédita em um mercado bastante competitivo, o projeto de comprar faixas de frequência LTE é permeado por muitos riscos. No entanto, o projeto também apresenta opções de flexibilidade, tanto em relação ao lote nacional quanto os regionais adquiridos pela Oi. Para o lote nacional foi considerada a opção de expansão de infraestrutura caso as condições de mercado mostrem-se favoráveis e para os lotes regionais foi considerada a opção de compra dos núcleos dos entornos a um preço pré-determinado caso as condições de mercado mostrem-se favoráveis. Portanto, para aplicar a metodologia de opções reais foram seguidos os quatro passos indicados no capítulo 2.

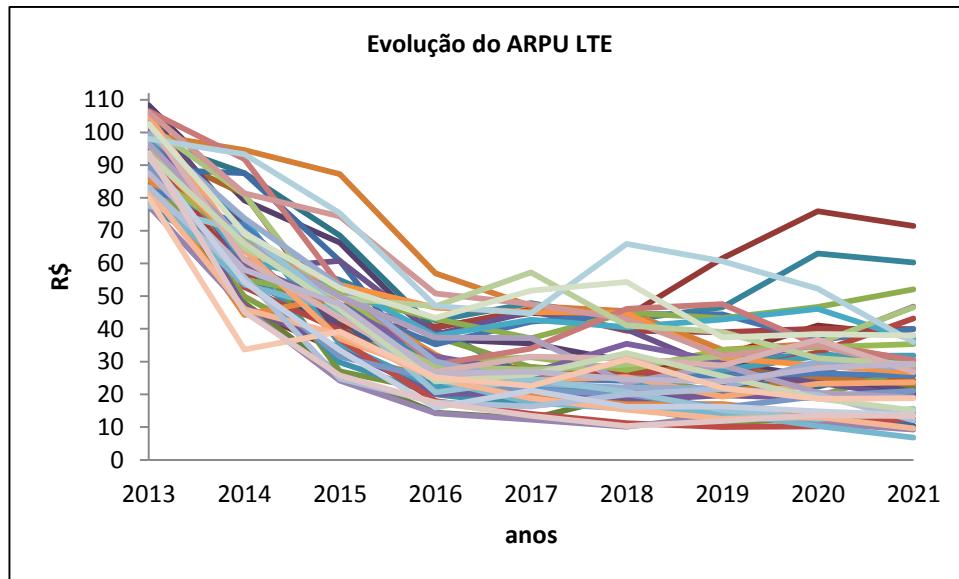
#### **Primeiro passo:**

Este primeiro passo, que consiste em identificar o valor presente de cada projeto sem considerar flexibilidades gerenciais ou opções existentes, já foi realizado no subcapítulo anterior, quando foi feita a avaliação dos lotes (projetos) pelo método tradicional de avaliação.

#### **Segundo passo:**

No segundo passo, para ambos os tipos de lote, foram mapeadas e modeladas as premissas de maior impacto nos retornos dos projetos – evolução de clientes LTE adquiridos, receita média por cliente e fator de redução do custo de equipamentos necessários para implementação da rede – e a elas foram atribuídas distribuições probabilísticas de ocorrência a partir de especialistas do setor. Através de um processo estocástico que refletisse melhor cada premissa, foram rodadas simulações de Monte Carlo.

Na figura 5, segue o resultado da simulação de Monte Carlo para a evolução do ARPU (*average revenue per user* – receita média por usuário), com distribuição triangular no ponto de partida (por se tratar de uma tecnologia nova com incerteza de mercado) e Movimento Geométrico Browniano definido como distribuição estocástica.



**Figura 5 – Evolução do ARPU LTE**

$$dP = \alpha_p P dt + \sigma_p P dZ_p$$

Onde:

$$P = 92,57$$

$$\alpha_p = -42\%; -33\%; -42\%; -2\%; 0\%; 0\%; 0\%; 0\%$$

$$\sigma_p = 20\%$$

$$dZ_p = \varepsilon_p \sqrt{dt}, \varepsilon \sim N(0,1)$$

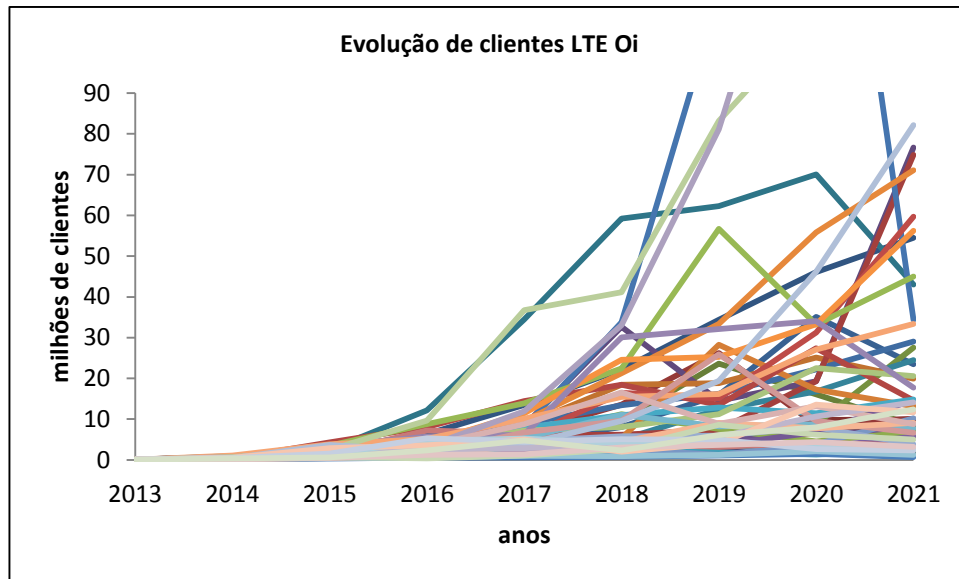
$$\text{Triangular } (P_{\text{mín}}, P_{\text{esp}}, P_{\text{máx}})$$

Onde:

$$\text{Triangular } (80\%, 100\%, 120\%)$$

Na figura 6, segue o resultado da simulação de Monte Carlo para a evolução de clientes LTE da Oi no Brasil, com distribuição triangular no ponto de partida e Movimento Geométrico Browniano definido como distribuição estocástica.





**Figura 6 – Evolução de Cliente LTE Oi**

$$dC = \alpha_c C dt + \sigma_c C dZ_c$$

Onde:

$$C = 76,3 \text{ mil}$$

$$\alpha_c = 179\%; 138\%; 90\%; 75\%; 50\%; 44\%; 29\%; 17\%$$

$$\sigma_c = 56\%$$

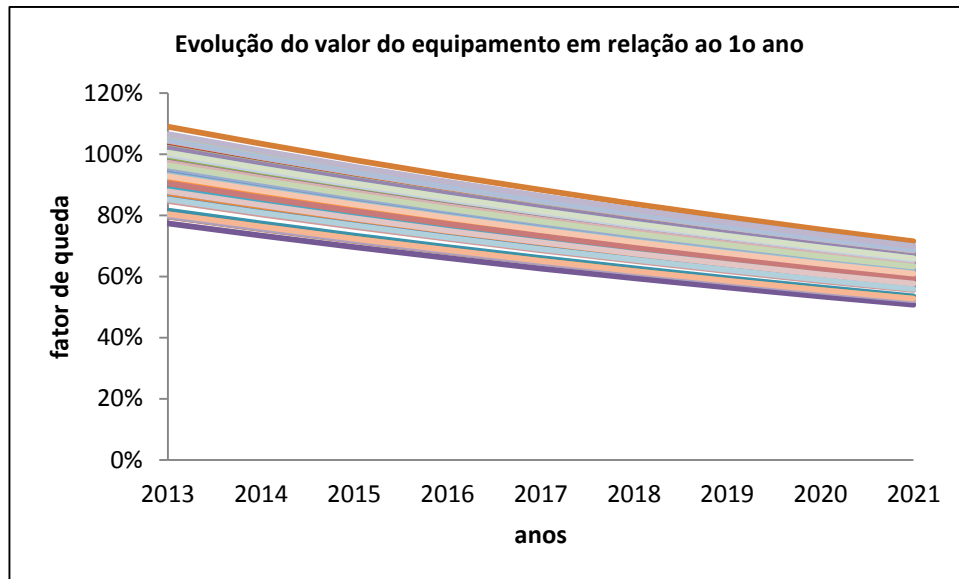
$$dZ_c = \varepsilon_c \sqrt{dt}, \varepsilon \sim N(0,1)$$

$$\text{Triangular } (C_{\text{mín}}, C_{\text{esp}}, C_{\text{máx}})$$

Onde:

$$\text{Triangular } (80\%, 100\%, 120\%)$$

Na figura 7, segue o resultado da simulação de Monte Carlo para a evolução do fator de desconto dos preços dos equipamentos de rede em relação aos preços do 1º ano, com distribuição triangular no ponto de partida e Movimento Geométrico Browniano definido como distribuição estocástica.



**Figura 7 – Evolução do Valor dos Equipamentos em Relação ao 1º Ano**

$$dE = \alpha_e E dt + \sigma_e E dZ_e$$

Onde:

$$E = 95\%$$

$$\alpha_e = -5\%; -5\%; -5\%; -5\%; -5\%; -5\%; -5\%; -5\%;$$

$$\sigma_e = 0\%$$

$$dZ_e = \varepsilon_e \sqrt{dt}, \varepsilon \sim N(0,1)$$

Triangular ( $E_{\text{mín}}$ ,  $E_{\text{esp}}$ ,  $E_{\text{máx}}$ )

Onde:

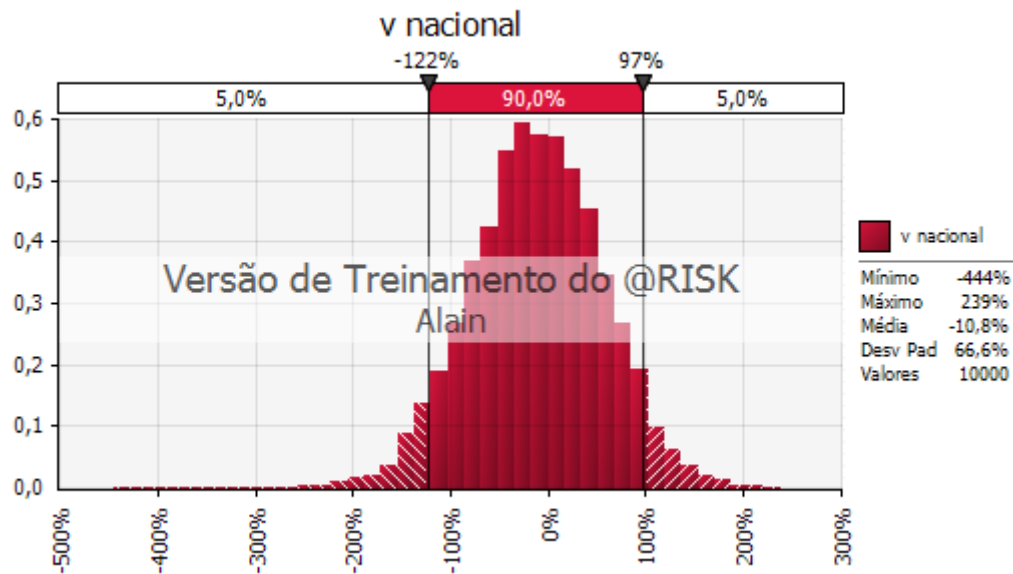
Triangular (80% , 100% , 120%)

### **Terceiro passo:**

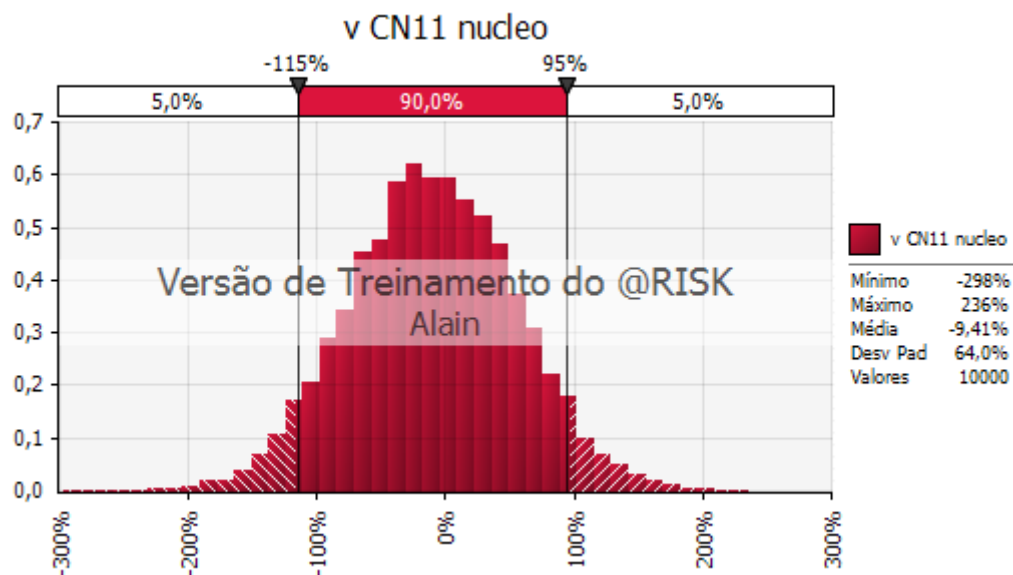
A partir da modelagem das principais premissas, que tinham impactos igualmente importantes em todos os lotes, foi possível aplicar a simulação de Monte Carlo nos fluxos de caixa dos projetos, determinando para cada um deles sua distribuição de retornos e volatilidade, conforme indicados nos gráficos a seguir.

Nas figuras 8, 9 e 10, são apresentadas as distribuições de retornos e volatilidades (desvio padrão) do lote LTE nacional de 10+10MHz adquirido pela

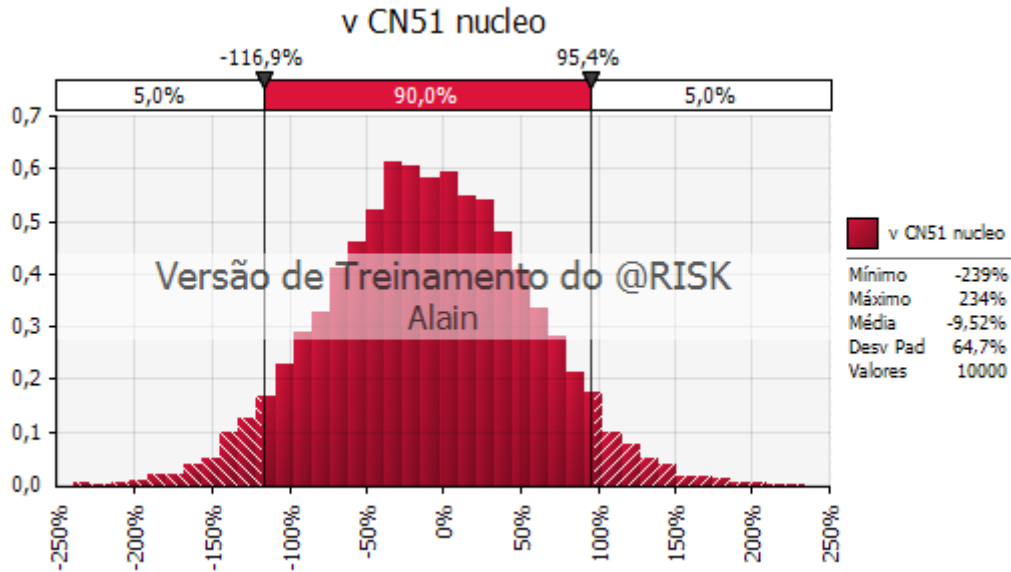
Oi e dos lotes LTE regionais de núcleo que a Oi teria preferência de compra pelo valor mínimo, após simulação de dez mil iterações no @Risk.



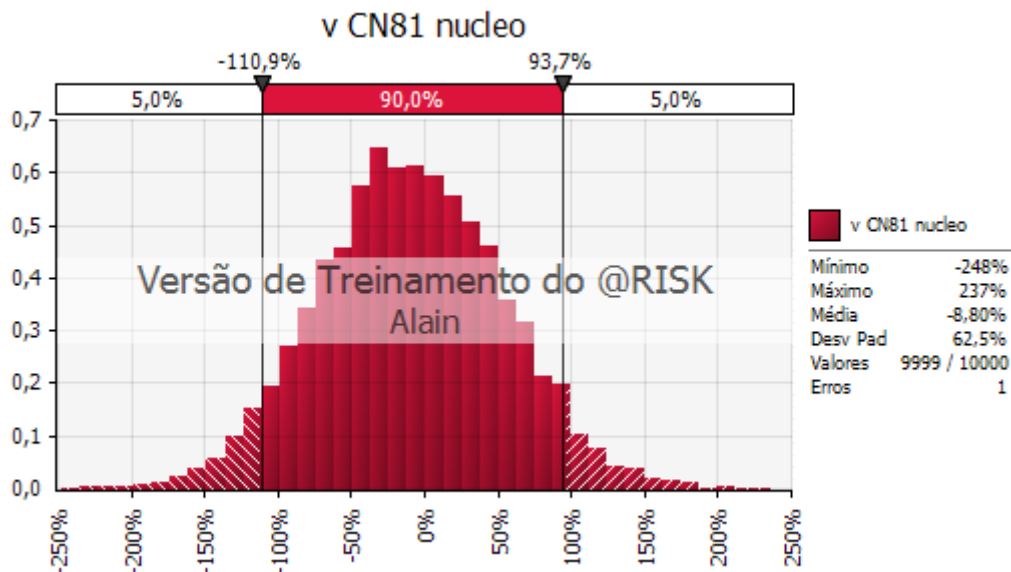
**Figura 8 – Distribuição de Retornos do Lote LTE Nacional de 10+10MHz**



**Figura 9 – Distribuição de Retornos do Núcleo LTE do CN 11**



**Figura 10 – Distribuição de Retornos do Núcleo LTE do CN 51**



**Figura 11 – Distribuição de Retornos do Núcleo LTE do CN 81**

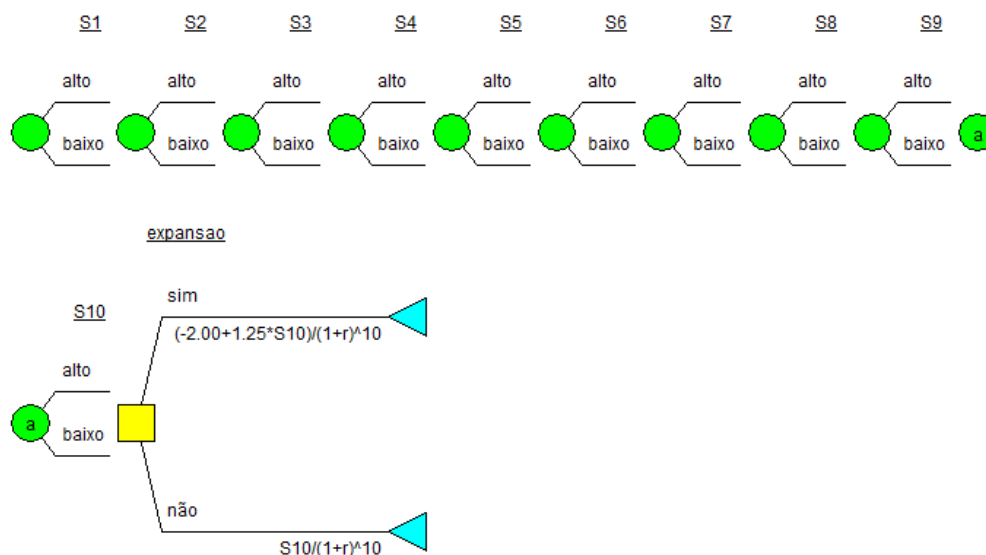
#### Quarto passo:

Nesta etapa são incluídas as opções gerenciais implícitas nos projetos. Para o lote LTE nacional de 10+10MHz foi atribuída a opção de expansão de capacidade de 25% a um custo de 2 bilhões de reais ao final de 2016 caso as condições mercadológicas se mostrassem atraentes para tal. Para os lotes regionais, foram atribuídas a opções de compra das bandas de frequência dos

núcleos em que se tinha preferência de compra, onde a opção seria exercida se, no momento do exercício, os lotes de núcleo ainda apresentassem condições favoráveis.

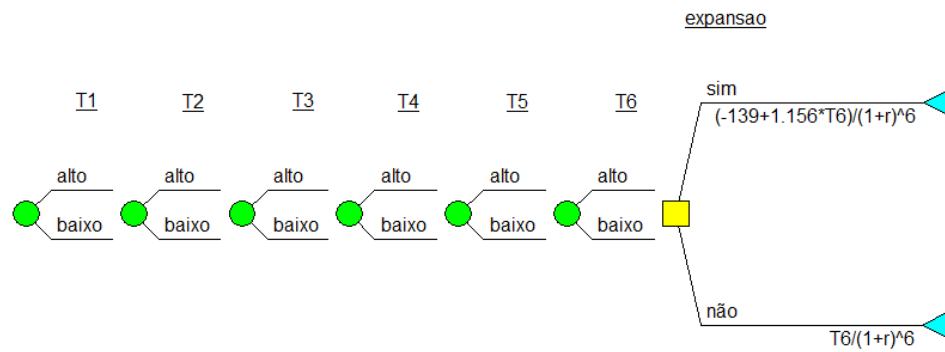
O valor agregado pelas opções é determinado através de uma árvore binomial construída a partir dos resultados das simulações de Monte Carlo rodadas em cada lote, com o auxílio do software DPL. Para garantir o funcionamento correto da árvore binomial, primeiramente é construída uma árvore sem opções, de forma que o valor presente dos projetos no ano zero seja equivalente aos encontrados pela análise de VPL estático.

A figura 12 ilustra a construção da árvore de decisões para o lote LTE regional de 10+10MHz adquirido pela Oi com opção de expansão ao final do décimo semestre.



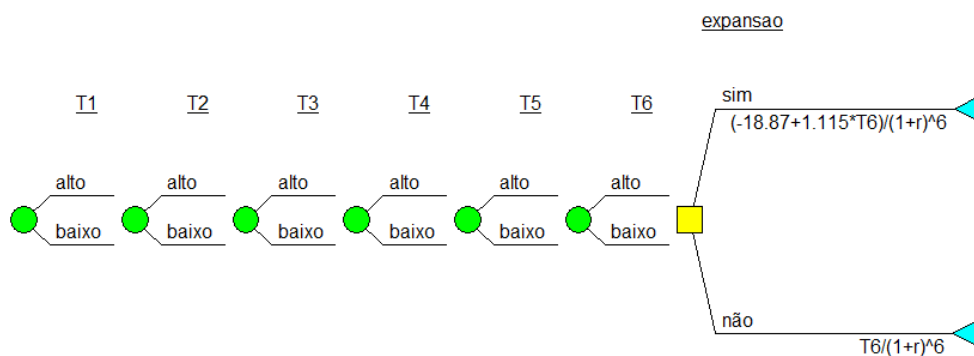
**Figura 12 – Árvore Binomial do Lote LTE Nacional 10+10MHz**

A figura 13 representa a construção da árvore de decisões para a região de núcleo do CN 11, com a opção de compra de 10+10MHz adicionais pelo preço mínimo estipulado pela ANATEL 6 trimestres após o leilão.



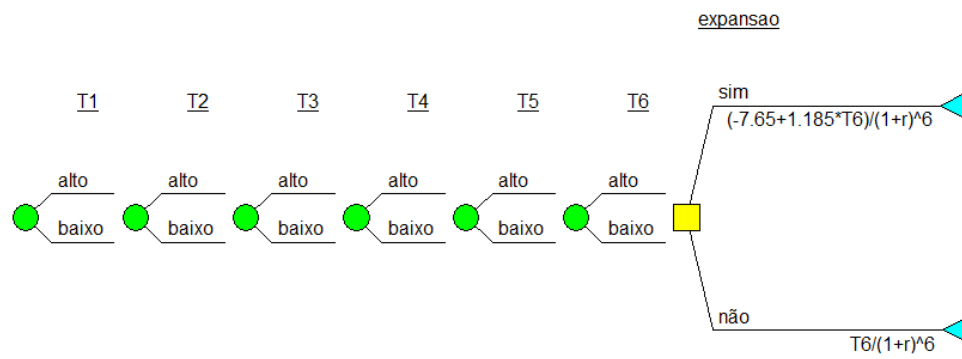
**Figura 13 – Árvore Binomial do Núcleo do CN 11**

A figura 14 representa a construção da árvore de decisões para a região de núcleo do CN 51, com a opção de compra de 10+10MHz adicionais pelo preço mínimo estipulado pela ANATEL 6 trimestres após o leilão.



**Figura 14 – Árvore Binomial do Núcleo do CN 51**

A figura 15 representa a construção da árvore de decisões para a região de núcleo do CN 81, com a opção de compra de 10+10MHz adicionais pelo preço mínimo estipulado pela ANATEL 6 trimestres após o leilão.



**Figura 15 – Árvore Binomial do Núcleo do CN 81**