

MESTRADO

Carlos Alberto de Farias

Abordando probabilisticamente um problema com decisões “sim ou não”: um estudo para determinação de mix de projetos de consultoria

2009



Programa de Pós-Graduação em
Administração e Desenvolvimento Empresarial
Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial
Avenida Presidente Vargas, 642/22º andar
Centro – Rio de Janeiro – RJ - Cep: 20071-001
Telefone (21) 2206- 9743 fax: 2206-9751

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial

Carlos Alberto de Farias

Abordando probabilisticamente um problema com decisões “sim ou não”: um estudo para determinação de mix de projetos de consultoria

**Rio de Janeiro
2009**

Carlos Alberto de Farias

Abordando probabilisticamente um problema com decisões “sim ou não”: um estudo para determinação de mix de projetos de consultoria

Dissertação apresentada à Universidade Estácio de Sá como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração e Desenvolvimento Empresarial.

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

**Professor Marco Aurélio Bouzada, D. Sc.
Universidade Estácio de Sá**

**Professor Jesús Domech More, D. Sc.
Universidade Estácio de Sá**

**Professora Veranise Jacobowski Correia Dubeux, D. Sc.
PUC-RJ**

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, hoje de forma póstuma, pela força que me deu desde o início, quando ainda viva, para que eu sempre continuasse estudando.

Ao meu pai, pela tenacidade, que me serviu de exemplo para estar sempre com a cabeça erguida.

A minha esposa Regina Célia, ao meu filho Leonardo e a minha filha Raquel, pelo incentivo, paciência e compreensão de ficar alguns dias e noites aguardando o término deste trabalho.

Aos meus amigos de infância queridos e aos meus amigos de Moto Clube, que por diversas vezes deixamos de viajar juntos, agradeço e digo que estou retornando para o convívio de vocês.

Aos Diretores e Gerentes da empresa Elumini, It & Busines Cunsulting que muito contribuíram para a elaboração desta dissertação.

Aos meus professores, agradeço a compreensão do aluno, que apenas lutou ferrenhamente para concluir este Mestrado.

E, principalmente, ao meu orientador, porque com a sua dedicação consegui concluir esta dissertação.

RESUMO

Decisões do tipo “sim ou não” estão constantemente presentes no cotidiano do nível gerencial das empresas. A abordagem mais utilizada para auxiliar a tomada deste tipo de decisão é a Programação Binária. No entanto, eventuais incertezas que estejam presentes quanto aos parâmetros do problema precisam ser deixadas de lado quando do uso desta abordagem determinística. Este trabalho, então, objetiviza apresentar um problema real de determinação de mix de projetos de consultoria, que conta com a presença de incertezas nos seus parâmetros, e tratá-lo de forma não-determinística, a partir de critérios não-probabilísticos, Árvore de Decisão e Simulação. Secundariamente, também se pretende indicar o caminho para a modelagem e resolução de tal problema através de uma abordagem que ainda está consolidando o seu arcabouço teórico: a Otimização Estocástica. A literatura acerca de Programação Binária, critérios Maximax, Maximin, Minimax, Árvore de Decisão, Simulação e Otimização Estocástica foi revista para fundamentar teoricamente este trabalho. A maneira como o problema foi estruturado e modelado para ser resolvido através das abordagens está apresentada na Metodologia. Os resultados apontam para uma escolha de projetos toleravelmente arriscada, mas que encerra uma expectativa de lucros mais alta. Foi verificado em que tipo de situação cada abordagem é mais adequada. Ao final, é possível constatar que a Simulação revela-se uma boa ferramenta para tratar tal tipo de problema, especialmente devido à sua abordagem probabilística que permite que incertezas sejam incorporadas, garantindo maior representatividade para o modelo e mais confiabilidade para os resultados.

ABSTRACT

Decisions "yes or no" are constantly present in the daily management level of enterprises. The approach used to help take this kind of decision is the Binary Programming. However, uncertainties are present regarding the parameters of the problem must be left out of the use of this deterministic approach. This work, then objectified present a real problem of determining the mix of consulting projects, which relies on the presence of uncertainties in their parameters, and treat it in a non-deterministic form, based on criteria non-probabilistic Tree Decision and Simulation. Secondly, is also intended to point the way for modeling and solving this problem through an approach that is still consolidating its theoretical framework: a Stochastic Optimization. The literature on Binary Programming, criteria Maximax, Maximin, Minimax, Tree Decision, Simulation and Stochastic Optimization has been revised to support this theory work. The way the problem was structured and modeled to be solved by the approaches is presented in the Methodology. The results indicate a choice of tolerably risky projects, but also bring an expectation of higher profits. It was found that type of situation each approach is more appropriate. In the end, it can be seen that the simulation appears to be a good tool to address such a problem, especially due to its probabilistic approach that allows uncertainties to be incorporated, ensuring greater representation for the model, and more reliability to the results.

LISTA DE QUADROS

Nº	DESCRIÇÃO DOS QUADROS	Pág.
1	Quadro comparativo Maximax x Maximin x Minimax	57
2	Quadro comparativo Árvore de Decisão	69
3	Quadro comparativo – Simulação	80
4	Quadro comparativo das metodologias	83
5	Quadro comparativo Geral	88

LISTA DE TABELAS		
Nº	DESCRIÇÃO DAS TABELAS	Pág.
1	Características de cada proposta	11
2	Programação Binária com utilização do Solver	12
3	Parâmetros para desenvolvimento da abordagem Maximax	51
4	Maximax (exibição parcial dos cenários)	52
5	Maximax (exibição parcial dos cenários) com Multa de 70%	52
6	Maximax (exibição parcial dos cenários) com Multa de 30%	53
7	Maximim (exibição parcial dos cenários)	54
8	Minimax (exibição parcial)	55
9	Minimax (exibição parcial) com Multa de 70%	56
10	Minimax (exibição parcial) com Multa de 30%	56
11	Resultado (parcial) da Simulação para o caso C 2345	70
12	Resultados das 31 soluções possíveis para o problema – Cenário Realista	70
13	Resultados das 31 soluções possíveis para o problema – Cenário Pessimista	74
14	Resultados das 31 soluções possíveis para o problema – Cenário Otimista	77

LISTA DE FIGURAS		
Nº	DESCRIÇÃO DAS FIGURAS	Pág.
1	Ilustração de uma Árvore de Decisão	26
2	Árvore de decisão (Valor Esperado) – nó contemplando a solução de fazer as 5 propostas	58
3	Nó de evento – Valor Esperado	59
4	Nó de evento – Tolerância ao Risco	60
5	Árvore de decisão (Tolerância ao Risco) – nó contemplando a solução de fazer as 5 propostas	61
6	Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre a decisão ótima	62
7	Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre o valor da árvore	63
8	Árvore de decisão (Cenário Pessimista) – nó contemplando a solução de fazer as 5 propostas	64
9	Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre a decisão ótima – Cenário pessimista	65
10	Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre o valor da árvore – Cenário pessimista	66
11	Árvore de decisão (Cenário Otimista) – nó contemplando a solução de fazer as 5 propostas	67
12	Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre a decisão ótima – Cenário otimista	68
13	Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre o valor da árvore – Cenário otimista	68
14	Lucro e risco de cada solução	71
15	Lucro e risco de cada solução, com ponto de corte	72
16	Lucro e risco de cada solução, zona aceitável de risco	73
17	Lucro e risco de cada solução – Cenário Pessimista	74
18	Lucro e risco de cada solução, com ponto de corte – Cenário Pessimista	76
19	Lucro e risco de cada solução, zona aceitável de risco – Cenário Pessimista	76
20	Lucro e risco de cada solução - Cenário Otimista	78
21	Lucro e risco de cada solução, com ponto de corte - Cenário Otimista	79
22	Lucro e risco de cada solução, zona aceitável de risco - Cenário Otimista	79

LISTA DE SIMBOLOS E NOMENCLATURA

AMPL	-	<i>A Mathematical Programming Language</i>
BI	-	<i>Business Intelligence</i>
BPM	-	<i>Business Process Management</i>
DE	-	Decomposição Estocástica
EVPI	-	Valor Esperado da Informação Perfeita
LISREL	-	<i>Linear Structural RELationships</i>
PB	-	Programação Binária
PI	-	Programação Inteira
PIB	-	Programação Inteira Binária
PL	-	Programação Linear
PLS	-	<i>Partial Least Square</i>
POE	-	Perda de Oportunidade Esperada
SLP-IOR	-	<i>Stochastic Linear Programming - Input Output Recourse</i>
VEA	-	Valor Esperado da Alternativa
VEIP	-	Valor Esperado da Informação Perfeita
VME	-	Valor Monetário Esperado
VPL	-	Valor Presente Líquido
VSS	-	Valor da Solução Estocástica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	O Problema	11
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos Intermediários.....	14
1.3	Delimitação da Pesquisa	14
1.4	Relevância	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Abordagens Determinísticas	18
2.1.1	Programação Linear	18
2.1.1.1	Programação Inteira	19
2.1.1.1.1	Programação Binária	20
2.2	Abordagens Não-Determinísticas	21
2.2.1	Critérios Não-Probabilísticos	22
2.2.1.1	Critério Maximax	22
2.2.1.2	Critério Maximin	22
2.2.1.3	Critério Minimax	23
2.2.2	Abordagens Probabilísticas	25
2.2.2.1	Árvore de Decisão	25
2.2.2.2	Simulação	31
2.2.2.3	Otimização Estocástica	34
2.3	Resumo da Fundamentação Teórica	37
3	METODOLOGIA	39
3.1	Tipo de Pesquisa	39
3.2	Seleção do Caso e dos Sujeitos	40
3.3	Coleta dos Dados	41
3.3.1	Perspectiva de Se Tornar Contrato	41
3.3.2	Dimensionamento de Analistas e Programadores	41
3.3.3	Lucro Esperado	42
3.3.4	Nível de Aversão ao Risco	42
3.4	Tratamento dos Dados	42
3.4.1	Critérios Não-Probabilísticos	43
3.4.2	Árvore de Decisão	43
3.4.3	Simulação	44
3.4.4	Otimização Estocástica	46
3.5	Limitações	47
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	50
4.1	Critérios Não-Probabilísticos	50

4.1.1	Critério Maximax	50
4.1.2	Critério Maximin	53
4.1.3	Critério Minomax	54
4.2	Critérios Probabilísticos	57
4.2.1	Árvore de Decisão	57
4.2.1.1	Análise de Sensibilidade	62
4.2.2	Simulação	69
4.3	Análise Comparativa das Abordagens	80
4.3.1	Não-Probabilísticas x Probabilísticas	81
4.3.2	Comparação entre as três abordagens não-probabilísticas	81
4.3.3	Árvore de Decisão x Simulação	82
4.3.4	Vantagens e Desvantagens das Metodologias	83
5	CONCLUSÕES	84
5.1	Respostas às questões propostas	85
5.2	Cumprimento dos objetivos da pesquisa	87
5.3	Sugestões e contribuições para trabalhos futuros	89
6	REFERÊNCIAS	90
7	APÊNDICES	94

1 INTRODUÇÃO

O ambiente de tomada de decisão é dependente de quem decidirá e das informações que se tem a respeito do problema. Podemos identificar três ambientes no processo decisório: o de certeza, onde o tomador de decisão (administradores de empresas ou gerentes) identifica com certeza os efeitos de todas as alternativas e decisões; o de incerteza, onde o tomador de decisão não é capaz de atribuir as probabilidades de ocorrências aos vários resultados das alternativas identificadas; e, o de ambiente de risco, onde o tomador de decisão é capaz de atribuir probabilidades de ocorrência aos cenários. (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

Existem várias técnicas quantitativas aplicadas na solução de problemas gerenciais como por exemplo a Programação Linear, a Árvore de Decisão e a Simulação. Apesar da enorme contribuição dessas técnicas, em algumas situações elas têm potencial limitado. Essas técnicas ajudam na tomada de decisão, porém a tomada de decisão não é uma teoria descritiva ou explicativa, pois não faz parte de seus objetivos descrever ou explicar como ou porque as organizações agem de determinada forma ou tomam certas decisões.

Uma decisão precisa ser tomada sempre que estamos diante de um problema que possui mais de uma alternativa para sua solução. Neste caso, não temos situações simples e sim complexas. Num modelo de processo decisório, é necessário analisar e identificar a situação e o problema, desenvolver as alternativas, comparar as alternativas, classificar os riscos de cada alternativa, escolher a melhor alternativa e executar (implantar) e avaliar (validar ou não o processo utilizado), e para isso necessitamos de um modelo (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009)

Numa modelagem, algumas etapas são necessárias para a tomada de decisão gerencial como: Situação Gerencial, Decisões, Implementação e Resultado. O processo de modelagem num mundo real começa pela situação gerencial desafiadora. Os gerentes contam, como veículo básico para a tomada de decisões, apenas com a sua intuição. Porém, em um processo de

modelagem, é recomendado um curso de ação que complemente o uso da intuição para tomar decisões.

Neste caso, definimos um modelo (quantitativo), através da abstração, que represente a essência da situação, analisamos o modelo para gerar alguns resultados e, aí sim, interpretamos os resultados para tomarmos a decisão (MOORE; WEATHERFORD, 2005).

Algumas situações se apresentam para a tomada de decisão como: decisão em condições de certeza, que ocorre quando a decisão é feita com pleno conhecimento de todos os estados da natureza e é possível atribuir probabilidade de 0% quando se tem completa incerteza e 100% quando a certeza é completa, podendo ser definido também com 0 ou 1 (100%); decisão em condições de risco, que ocorre quando são conhecidas as probabilidades de cada estado, podendo variar entre 0% e 100% para cada estado; decisão em condições de incerteza, que ocorre quando não se obteve total ou parcialmente os estados conhecidos e a probabilidade associada a elas; decisão em condições de competição ou conflito, que ocorre quando há dois ou mais decisores envolvidos e o resultado depende da escolha de cada um dos decisores. Nestes três últimos casos, a decisão é considerada como não determinística (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009).

O aspecto não determinístico pode originar-se através de uma fonte de imprecisão causada pela dificuldade de avaliar as ações sob a influência de um ou mais critérios, pela indeterminação dos métodos de avaliação dos resultados, pela classificação ou opiniões ambíguas ou ainda por eventos probabilísticos, e pode ser definido como impreciso, ambíguo e incerto.

O problema é que, quando existe a presença de incerteza, freqüente no mundo empresarial, algumas técnicas não são adequadas. A solução determinística (sem considerar as incertezas) para um problema pode ser bastante ruim para a situação gerencial com a qual se depara a empresa. Existem diversas ferramentas quantitativas já consagradas para adotar uma

abordagem determinística para resolução de problemas, dentre elas a Programação Linear (ou o seu caso particular, a Programação Binária). Só que em um contexto real das organizações, as incertezas existem como, por exemplo, a incerteza quanto à rentabilidade de um fundo de ações, e neste caso, não deveria ser utilizado este tipo de abordagem.

1.1 O Problema

Para chegarmos ao problema de pesquisa, tomemos a situação de uma empresa que tem atualmente 5 propostas para desenvolvimento de projetos, cada uma com um percentual de expectativa de se tornar um contrato, baseado na experiência dos profissionais do setor comercial da empresa.

A empresa trabalha hoje com 33 Analistas e 87 Programadores, sendo que 21 Analistas e 61 Programadores estão alocados em projetos atuais e 12 Analistas e 26 Programadores estão terminando seus projetos. Cada proposta apresentada pela empresa para se tornar um contrato tem as características mostradas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Características de cada proposta

Proposta	Perspectiva de se tornar contrato	Recursos necessários		Lucro	Qtd Horas
		Analistas	Programadores		
P1	50%	5	8	R\$ 780.000,00	17.350
P2	100%	4	6	R\$ 450.000,00	10.080
P3	10%	5	10	R\$ 900.500,00	20.010
P4	30%	6	12	R\$ 1.633.000,00	36.288
P5	60%	3	5	R\$ 303.500,00	6.720

Fonte: Elaborado pelo autor

Quais propostas a empresa deveria desenvolver para obter maior lucro total, já que a disponibilidade de recursos (analistas e programadores) é razoavelmente escassa?

Se a empresa tivesse certeza que todas as propostas lançadas seriam aceitas, se transformando em projetos, a Programação Binária (MOORE; WEATHERFORD, 2005; HILLIER, 2006; LEÃO et al., 2006), poderia ser utilizada e a solução se tornaria trivial. Neste tipo de situação – ausência de incerteza – o uso de aplicações como a Programação Binária - que é um caso particular da Programação Linear (CARVALHO et al., 2000; CORRAR; THEÓPHILO, 2004; HILLIER, 2006; MEDEIROS, 2008) que utiliza variáveis de decisão do tipo 0 ou 1 - pode desempenhar um papel particularmente importante na busca da solução.

Inicialmente, então, o problema será tratado como se fosse determinístico, através da Programação Binária.

Para obtermos a solução ótima para o modelo de escolha da melhor proposta (ainda sem considerarmos a incerteza quanto à efetivação dos contratos), utilizamos a opção de restrição binária do *Solver* do Excel. No caso específico do problema, definimos os três elementos básicos para o modelo:

- ⇒ Variáveis de decisão: fazer ou não cada proposta;
- ⇒ Variável-objetivo: lucro total obtido, que deve ser maximizado;
- ⇒ Restrições: recursos humanos exigidos (analistas e programadores) <= recursos disponíveis.

Utilizando a Programação Binária, ainda partindo da premissa que todas as propostas vão se transformar em contratos, a solução do problema é obtida a partir da aplicação do *Solver* e está apresentada na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Programação Binária com utilização do *Solver*

	Escolha dos projetos a serem feitos					Lucro Total	Pessoal Exigido	Pessoal Disponível	Folga
	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4	Projeto 5				
Decisões (fazer ou não)	0	0	1	1	0				
Lucro	R\$ 780.000,00	R\$ 450.000,00	R\$ 900.500,00	R\$ 1.633.000,00	R\$ 303.500,00	R\$ 2.533.500,00			
	Restrições de Pessoal					Pessoal Exigido	Pessoal Disponível	Folga	
Analistas	5	4	5	6	3	11	12	1	
Programadores	8	6	10	12	5	22	26	4	

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste caso, não há nenhum risco envolvendo a transformação das propostas em contrato. Pode-se observar que, neste caso em que não há nenhuma incerteza, podemos escolher os projetos 3 e 4 que, além de tudo, são os de maior lucro esperado.

A inadequação desta abordagem nada tem a ver com a matemática do cálculo para descobrirmos, dentre as cinco propostas, quais deverão ser trabalhadas. O que falta neste estudo são as incertezas. Em um contexto organizacional real, não se sabe se as propostas vão se transformar em contrato, sabendo-se apenas a probabilidade de cada um deles se concretizar.

A solução para este problema determinístico (sem a presença de riscos) pode ser bastante ruim para a situação gerencial com a qual se depara a empresa. Explica-se: na realidade, é pouco provável (10%) que a proposta 3 se transforme em projeto. Se a empresa elaborar apenas as propostas 3 e 4 (que é o que sugere a solução obtida através da abordagem primária), é bem possível que o projeto 3 não se concretize, ficando com recursos ociosos, que poderiam ter sido utilizados, por exemplo, no projeto 1, apenas um pouco menos rentável, mas com probabilidade de efetivação muito maior.

Por outro lado, não podem ser elaboradas propostas demais porque aí passa a existir o risco de não haver pessoal suficiente para atender todos os projetos.

Evoluindo, então, para uma abordagem mais realista – já que a metodologia simples e trivial da Programação Binária (que utiliza um modelo determinístico) não se aplica adequadamente nesse caso em que temos risco e incertezas – precisaremos utilizar um modelo que os considere, necessitando ser tratado através de uma técnica não-determinística como: os critérios Maximax, Maximin e Minimax (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009; CORRAR; THEÓPHILO, 2004; MOORE; WEATHERFORD, 2005); a Árvore de Decisão (CORRAR; THEÓPHILO, 2004; MOORE; WEATHERFORD, 2005); a Simulação (HERTZ, 1980; CORRAR; THEÓPHILO, 2004; MOORE; WEATHERFORD, 2005; MENDES et al., 2006);

ou a Otimização Estocástica (KALL; WALLACE, 1995; GASS; HARRIS, 2001; VLADIMIROU, 2003; BORTOLOSSI; PAGNONCELLI, 2008).

O problema, então, de pesquisa, consiste em responder as seguintes questões:

Mas qual delas é melhor para o problema em questão, considerando as características de cada uma, suas vantagens e desvantagens e, para quais situações cada uma é mais adequada?

1.2- Objetivos da Dissertação.

1.2.1- Objetivo Geral.

A proposta principal desta dissertação consiste em analisar os resultados obtidos pela aplicação de diferentes abordagens que considerem incertezas e riscos ao problema de escolha das propostas, de forma a mostrar que tipo de conclusões essas abordagens são capazes de obter em casos normalmente tratados de forma determinística, a fim de se constituir um quadro comparativo.

1.2.2- Objetivo Intermediário.

Para tal, foi necessário verificar a adequabilidade de cada ferramenta quantitativa utilizada e achar, segundo cada abordagem não-determinística, qual é a melhor solução para o problema específico de escolha das propostas a serem feitas.

1.3 Delimitação da pesquisa.

O estudo se limitou a estudar a análise de um problema com decisões do tipo “sim ou não” que estão constantemente presentes no cotidiano do nível gerencial das empresas. A presença de riscos e incertezas foi considerada apenas na possibilidade das propostas virarem contratos.

A proposta consiste em tratá-lo de diversas maneiras não-determinísticas, mas apenas algumas (e não todas) abordagens probabilísticas (Árvore de Decisão e Simulação) foram utilizadas, além da resolução através dos critérios Maximax, Maximin e Minimax. Embora o problema não venha a ser tratado via Otimização Estocástica, foi fornecida uma discussão de como essa questão poderia vir a ser tratada por esta abordagem.

Considerou-se para efeito dessa dissertação o estado da arte como sendo tudo que foi produzido até o ano de 2009.

1.4 Relevância

Esta dissertação apresenta um problema real de determinação de mix de projetos de consultoria, em que não se sabia, *a priori*, quais das propostas elaboradas se transformariam efetivamente em projetos a serem feitos. Tal presença de incerteza é suficiente para inviabilizar a abordagem mais tradicional para este tipo de problema: a Programação Binária. Por isso é importante tratar tal problema de forma probabilística, a partir de uma análise de risco viabilizada por abordagens não-determinísticas, que permitem que incertezas sejam incorporadas, garantindo maior representatividade para o modelo e mais confiabilidade para os resultados.

Os gerentes de consultoria precisam entender a necessidade de cada proposta, para saber o quanto é importante escolher os projetos corretos, pois para o efetivo gerenciamento dos projetos escolhidos, a equipe que irá executá-lo necessita estar organizada segundo uma estrutura. É esta estrutura que irá definir a sistemática de trabalho do grupo com o objetivo de entregar os resultados do projeto ao cliente no prazo previsto, **dentro do custo programado** e segundo as características técnicas definidas inicialmente. Utilizar palpites, tentativa-e-erro ou intuição é muito perigoso para empresas que querem ser bem sucedidas – e muito arriscado

para gerentes de consultorias na escolha de um projeto errado. Se escolherem o projeto errado, a alocação de recursos poderá ficar completamente comprometida.

Adicionalmente, poucos trabalhos na Academia comparam metodologias, como esta dissertação. É fundamental que metodologias sejam comparadas para que a sociedade adquira o conhecimento acerca de que ferramentas devem ser usadas em cada situação específica, de forma que resultados satisfatórios possam ser obtidos. Suspeitas em relação a isso puderam ser confirmadas ao final da apresentação do trabalho de Camargos et al. (2009) no EnANPAD 2009, quando o debate foi concentrado na tentativa de contribuir para a pesquisa e abrangeu também a falta de novas metodologias de análise dos casos expostos nos artigos em Finanças. Os acontecimentos mudavam, mas os métodos que os analisam são os mesmos, não havendo discussão de outros que poderiam fornecer diferentes ângulos de visão.

Além disso, no Brasil, na área de administração, muito pouco conteúdo acadêmico tem sido produzido acerca de Otimização Estocástica, principalmente em nível de dissertações e teses. Até se encontra alguma produção relevante sobre o tema na área de Matemática e Informática, mas ainda consiste em uma novidade nos fóruns da área de Administração.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No ambiente de tomada de decisão, as alternativas dependem do conhecimento de quem decidirá e das informações que se detêm sobre o problema e a situação. São elas: certeza, incerteza e risco. (CORRAR; THEÓPHILO, 2004).

De acordo com March e Simon (1966), três dimensões básicas são passíveis de ocorrência neste ambiente: certeza, risco e incerteza. No primeiro caso, o homem racional detém um conhecimento completo e preciso das conseqüências de cada uma das alternativas. No caso do risco, há o conhecimento da distribuição de probabilidades das conseqüências de cada alternativa e, por último, no caso da incerteza, o homem racional não tem elementos para prever com probabilidades definidas. Há ainda o caso das conseqüências imprevistas, que na prática seria o mais importante, porque tratam de surpresas que ninguém anteviu.

Assim, March e Simon (1966) argumentam que o ambiente institucional e social em que se encontra o tomador de decisão contribui definitivamente para determinar quais as conseqüências que ele irá antever e quais são as que não serão previstas; quais serão consideradas e quais serão ignoradas.

A fundamentação teórica está baseada em dois tipos de abordagens: determinística, onde encontramos ambientes de certeza, e não-determinística, sendo esta subdividida em critérios não-probabilísticos, onde temos ambientes de incerteza, e probabilísticos, quando temos ambiente de risco. (MOORE; WEATHERFORD, 2005)

A abordagem determinística significa que todos os aspectos do modelo são conhecidos com certeza. De acordo com Moore e Weatherford (2005), esses modelos podem não ser perfeitos, mas representam uma aproximação boa da realidade. Devem ser utilizados quando não se tem modelo algum e algumas variáveis importantes não terão seus valores conhecidos antes de decisões serem tomadas, mas esse desconhecimento deve ser incorporado ao modelo.

Conforme dizem Moore e Weatherford (2005), o processo decisório envolve uma certa dose de incerteza e/ou risco, pois a grande maioria das situações decisórias é de natureza não-determinística. Nas decisões com incerteza, se presume que quem toma as decisões não tem conhecimento sobre que estado de natureza acontecerá; e nas decisões com risco, uma distribuição de probabilidade é especificada para os possíveis estados da natureza.

2.1 Abordagens Determinísticas

2.1.1 Programação Linear

Para Hillier (2006) a Programação Linear usa um modelo matemático para descrever o problema. O adjetivo linear significa que todas as funções matemáticas nesse modelo são necessariamente funções lineares. A palavra programação se refere à programação de computador.

Para Corrar e Theóphilo (2004), a Programação Linear foi desenvolvida conceitualmente após a Segunda Guerra Mundial, pelo soviético Kolmogorov, com o objetivo de resolver problemas de logística militares. A primeira aplicação de PL foi feita em 1945, por Stigler em um problema referente à composição de uma mistura.

De acordo com Medeiros (2008), de uma maneira geral, a Programação Linear não é mais que um método de empregar ou distribuir recursos de modo mais eficiente para obtenção de determinado objetivo. Este método é bastante amplo e poderia ser aplicado a qualquer método de solução de problemas econômicos.

Segundo Hillier (2006), a programação linear tem-se classificado como um dos mais importantes avanços científicos do século anterior e boa parte da computação científica realizada é dedicada ao uso da programação linear. O tipo mais comum de informação

envolve o problema genérico de alocar da melhor forma possível (isto é, ótima) recursos limitados para atividades que competem entre si.

Na Programação Linear, é permitida qualquer combinação que satisfaça as restrições. Dado que existem soluções viáveis, o objetivo da Programação Linear é encontrar a melhor delas. A solução ótima é a solução viável que tem o valor mais favorável da função objetivo, que é o maior valor se a função objetivo tiver de ser maximizada, ao passo que será o menor valor caso ele deva ser minimizada (HILLIER, 2006).

Como exemplo de aplicação, no artigo desenvolvido por Carvalho, Soares, Ribeiro, Sedyama e Pruski (2000) eles procuram otimizar o uso da água no perímetro irrigado. Os autores propuseram o uso da técnica de programação linear com um modelo cuja função-objetivo visava maximizar as receitas mensais em função da área cultivada com determinadas culturas, tendo como restrições a área e a disponibilidade de água.

2.1.1.1 Programação Inteira

De acordo com Hillier (2006), em certas situações, algumas ou todas as variáveis de decisão têm de se restringir a valores inteiros. Os modelos matemáticos que possuem essa restrição são chamados modelos de Programação Inteira (PI).

Lachtermacher (2007, p.155) define que “(...) problemas de Programação Inteira são problemas de programação matemática em que uma ou mais variáveis de decisão são representadas apenas por valores inteiros”.

Como informa Lachtermacher (2007), a programação inteira não funciona simplesmente utilizando a programação linear e truncando os valores ótimos encontrados para as variáveis de decisão. Atualmente, o algoritmo *Branch and Bounds* é o procedimento mais utilizado na resolução de problemas de Programação Inteira.

Nogueira, Peleias, Parisi e Ornelas (2006) apresentam, em seu artigo, um exemplo de aplicação da programação inteira, onde o contador responsável por um escritório de perícias deve decidir sobre os honorários a serem cobrados. Os autores concluem que a utilização deste método pode contribuir na otimização de dois fatores relevantes que afetam a remuneração do trabalho pericial: o prazo de recebimento e o índice de remuneração.

2.1.1.1.1 Programação Binária

Para Hillier (2006), outra área de aplicação muito importante é aquela em que envolve problemas com uma série de decisões sim ou não, fazer ou não fazer. Tais variáveis são chamadas variáveis binárias e os problemas de Programação Inteira contendo apenas variáveis binárias são ditos de Programação Binária (ou PI 0-1).

Nesta abordagem, Moore e Weatherford (2005) definem que as variáveis binárias, 0 ou 1, desempenham um papel particularmente importante, já que possibilitam incorporar instruções condicionais a decisões do tipo sim ou não, de forma semelhante ao Excel. Estas decisões são, por vezes, chamadas de dicotômicas, em um modelo de otimização.

Hillier (2006) exemplifica que os gerentes frequentemente precisam enfrentar decisões do tipo sim ou não. Portanto, a Programação Inteira Binária (PIB) é largamente usada para ajudar nessas decisões. Elas podem permitir lidar com um problema cuja formulação natural é difícil de se trabalhar e reformulá-lo como um problema de PI pura ou mista.

A título de exemplo de aplicação, Leão, Silva e Mantovani (2006) propõem, em seu trabalho, um modelo de programação binária (PB) para a localização de faltas em sistemas de energia elétrica resolvido por um algoritmo genérico voltado a encontrar soluções otimizadas de boa qualidade, com a implementação computadorizada desta metodologia.

2.2 Abordagens Não-Determinísticas

Bortolossi e Pagnoncelli (2008) preconizam que a maioria dos problemas e dos sistemas da vida real traz incertezas. As interações entre o homem, problema e sistemas ocorrem com mudanças muito rápidas e isto aumenta as incertezas.

Na tomada de decisão com incerteza, Moore e Weatherford (2005) explicam que existe mais de um estado de natureza possível. Ou optamos por ignorá-la ou tentamos lidar com ela explicitamente. Os autores exemplificam que existem situações em que o nível de incerteza é alto demais para ser ignorado e os gerentes devem levar isso em conta. O foco é sempre aquele em que os gerentes têm a oportunidade de escolher, por algum critério de seu interesse, uma entre várias alternativas abertas com o leque de possibilidades.

Quando existe um alto nível de incerteza, os gerentes têm que levar isso em conta, porém o tomador de decisões não é capaz de atribuir as probabilidades de ocorrência aos vários resultados. De acordo com Corrar e Theóphilo (2004), em grande parte das vezes, as ocorrências dos vários resultados das alternativas identificadas ocorrem no início do processo de análise de tomada de decisão, quando ainda não foram atribuídas probabilidades para as alternativas disponíveis.

Mas a linguagem da probabilidade faz parte da nossa experiência diária. Moore e Weatherford (2005) exemplificam bem essa probabilidade, citando que a previsão do tempo fala que a possibilidade de chuva é de 30%, que as chances em eventos esportivos são citadas por jornais, e que o governo se preocupa com relação aos efeitos prováveis do imposto proposto. Os modelos probabilísticos presumem que algumas variáveis importantes não têm os seus valores conhecidos antes das decisões serem tomadas, mas existe um prévio conhecimento acerca do seu possível comportamento. Um exemplo dado por Moore e Weatherford (2005) para um modelo probabilístico consiste na decisão de abrir o capital de uma empresa iniciante fazendo uma oferta pública inicial, oferecendo ações para vendas antes de saber se o mercado

será favorável (mercado em alta), provocando um preço alto para as ações, ou desfavorável (mercado em baixa), provocando um preço baixo para essas mesmas ações.

2.2.1 Critérios Não-Probabilísticos

2.2.1.1 Critério Maximax

O critério Maximax se baseia em uma visão otimista do problema. Escolhido um determinado modelo, supõe-se que ocorrerá o melhor evento possível. Neste critério, o problema decisório pode levar-nos à solução ótima onde uma alternativa será escolhida pela maximização da função-objetivo. Este método é indicado quando buscamos a alternativa com o melhor desempenho de maximização. Para Moreira (2007), o critério maximax carrega consigo uma visão de mundo muito otimista, ou seja, deve-se escolher o melhor resultado de cada alternativa, e dentre eles o melhor dos melhores resultados. Corrar e Theóphilo (2004) definem o método como critério de decisão otimista que tem por objetivo encontrar o melhor resultado possível, a alternativa de decisão que maximizará o máximo resultado.

Na visão de Moore e Weatherford (2005) o critério maximax avalia cada decisão pela melhor que pode acontecer se o gerente tomar essa decisão. Neste caso eles avaliam cada decisão pelo máximo retorno possível associado àquela decisão, porém não se deve confundir a decisão com o estado de natureza que produz o resultado ótimo.

2.2.1.2 Critério Maximin

O critério Maximin se baseia em uma visão pessimista do problema. Supõe-se que, escolhido um determinado modelo, ocorrerá o pior evento possível. A alternativa será escolhida como aquela que tem a melhor entre as piores opções de todas as alternativas. Deve-se determinar o

lucro mínimo para cada alternativa e, em seguida, escolher a alternativa com o maior lucro mínimo.

Moore e Weatherford (2005) e Corrar e Theóphilo (2004) apresentam o critério maximin como sendo extremamente conservador ou pessimista de tomar decisões e que tem por objetivo encontrar a decisão que maximizará o mínimo resultado entre vários possíveis, ou seja, ele indicará a alternativa que produz o maior resultado entre os mínimos encontrados. Moore e Weatherford (2005) descrevem que o critério maximin avalia cada decisão pelo pior que pode acontecer se o gerente tomar aquela decisão e, portanto, o método avalia cada decisão pelo mínimo retorno possível associado à decisão.

Para Gomes, Gomes e Almeida (2009) e Moreira (2007), neste critério, o máximo dos mínimos, de cada alternativa escolhe-se o pior resultado e depois o melhor dos piores ou menos ruim, e o tomador de decisões deve ficar alerta para o que significa máximo ou mínimo, dependendo de como são expressos os resultados da matriz de decisão.

Um ponto importante destacado por Moore e Weatherford (2005, p. 383) é que:

‘muitas vezes, o máximin é usado em situações em que o planejador sente que não pode errar. (O planejador defensivo poderia ser um exemplo, assim como investir suas economias.) O planejador opta por uma decisão que tenha o melhor desempenho possível no pior caso (mais pessimista) possível.’

Na sua abordagem, Moore e Weatherford (2005) comparam o critério maximax com o critério maximin, informando que aquele é tão otimista quanto este é pessimista.

2.2.1.3 Critério Minimax

A estrutura do critério minimax é baseada inicialmente desenvolvendo-se uma tabela de perdas de oportunidade, a seguir encontra-se a oportunidade máxima de perdas em cada alternativa e seleciona-se entre elas a alternativa que apresenta a menor perda. Fundamentado

nesta estrutura, Corrar e Theóphilo (2004) primeiro obtêm o valor máximo de perdas de oportunidade que poderá ocorrer em cada cenário, no passo seguinte calculam a máxima perda de oportunidade para o cenário correspondente e, concluída essa etapa, faz a comparação dos valores máximos de perdas de oportunidades esperadas.

Como afirmam Moore e Weatherford (2005), o arrependimento introduz um novo conceito para medir a vantagem de um resultado, sendo uma nova maneira de criar uma tabela de resultados, exemplificando que alguns gerentes de pessoal acreditam que os universitários tendem a escolher várias possibilidades de trabalho usando o critério minimax imaginando-se nos vários cargos e escolhem qual provocaria menos arrependimento por tê-lo escolhido.

Em sua abordagem, Moore e Weatherford (2005, p. 385) destacam que, *“arrependimento é sinônimo de ‘custo de oportunidade’ de não tomar a melhor decisão para um dado estado de natureza”*. Em uma tomada de decisão, o gerente gostaria de tomar uma decisão que minimizasse o arrependimento, mas não sabe que estado de natureza acontecerá. Se o gerente não conhece a probabilidade, o que se sugere é usar o critério minimax conservador, selecionando a decisão que faz o melhor do pior caso, ou seja, a decisão que tem o menor arrependimento máximo.

O critério minimax é muito utilizado no mercado financeiro. A importância deste modelo é destacada por Farias, Vieira e Santos (2004) em seu artigo, onde foram consideradas as 50 ações mais negociadas na Bovespa nos períodos de setembro de 1999 a agosto de 2000, janeiro a dezembro de 2001 e fevereiro de 2002 a janeiro de 2003 e comparado a outros dois modelos. Eles concluem que o modelo minimax destacou-se por apresentar maiores retornos acusados ao final do período e retornos acumulados maiores nos três períodos analisados.

Outra aplicação no mercado financeiro é tratada por Leitão (2008), onde são analisados comparativamente dois métodos de análise: o de Opções Reais e a Abordagem Estratégica (usando o critério minimax). Ele conclui que a metodologia de Opções Reais mostrou-se

aplicável, porém requer um mercado mais institucionalizado. Já na avaliação do critério minimax, houve a confirmação do conceito de minimização da perda máxima. O método da perda mínima, no estudo, conseguiu ser mais detalhado, onde a Abordagem Estratégica mostrou-se mais adequada.

Rodríguez (2007) propõe uma abordagem usando o arrependimento Minimax (desvio minimax) para tratar do problema de formação de um classificador de base-neural quando, *a priori*, as probabilidades de classe são parcialmente ou completamente desconhecidas, mesmo pelo usuário final. O autor ressalta que, além de outras abordagens adaptativas que ataquem este problema, é importante destacar aqueles que lidam com problemas de incerteza *a priori* pelo princípio de minimizar o risco máximo possível.

2.2.2. Abordagens Probabilísticas

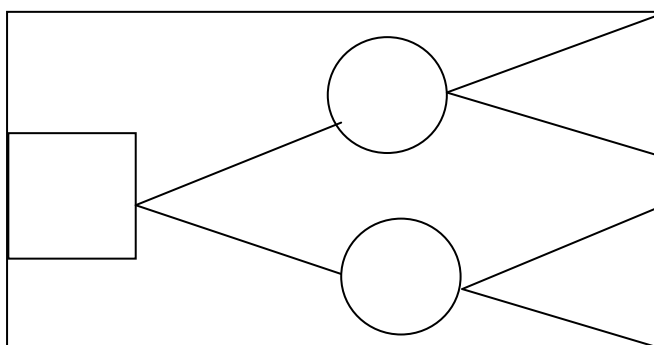
2.2.2.1 Árvore de Decisão

A Teoria da Decisão é um conjunto de técnicas quantitativas que tem por objetivo ajudar o gerente a sistematizar o problema e solucioná-lo. Para Moreira (2007), não há solução de um problema sem critério, e é neste sentido que a Teoria da Decisão baseia-se em critérios preestabelecidos, havendo sempre espaço para novos critérios e novas contribuições.

Conforme Corrar e Theóphilo (2004), a Teoria da Decisão procura estabelecer regras para a tomada de decisões. Os passos para a aplicação lógica dos conceitos para essa tomada de decisões devem ser: definir com clareza o problema; relacionar as possíveis alternativas de ação; mensurar os possíveis resultados decorrentes das alternativas; listar o retorno ou lucro de cada combinação de alternativas; selecionar um dos modelos matemáticos utilizados pela Teoria da Decisão e aplicar o modelo matemático e decidir.

Existem várias ferramentas de auxílio ao processo decisório. A árvore de decisão é uma das possibilidades de representação gráfica de um problema envolvendo uma tomada de decisão com diferentes alternativas, num contexto de riscos. No desenvolvimento da Árvore de Decisão, Moore e Weatherford (2005) apresentam os resultados da seguinte forma: os quadrados¹ representam um nó de decisão, as linhas representam os ramos que ligam os nós, enquanto os círculos representam os nós de estado da natureza, esclarecendo que um nó quadrado (nó de decisão) representa um ponto no qual se deve tomar decisão, e cada linha saindo de um quadrado representará uma decisão possível. Os nós circulares (nó de evento) representam situações em que o resultado não é certo e cada linha que sai do círculo representa um resultado possível.

Figura 1: Ilustração de uma Árvore de Decisão



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma Árvore de Decisão é uma representação de uma tabela de decisão sob a forma de uma árvore. Tem a mesma utilidade da tabela de decisão. Trata-se de uma maneira alternativa de expressar as mesmas regras que são obtidas quando se constrói a tabela (MARCH; SIMON, 1966).

Gomes, Gomes e Almeida (2009, p. 47) definem Árvore de Decisão ou diagrama da árvore como:

¹ Um exemplo ilustrativo pode ser observado na figura 1.

“a técnica que permite indicar, de forma gráfica, e cronológica, um caminho a ser seguido em um processo de decisão, explicitando etapas a serem cumpridas para alcançar o objetivo pretendido. Essa árvore representa um processo de decisão em que os nós são os momentos no tempo em que o decisor deve efetuar uma decisão.”

Para construir uma Árvore de Decisão é necessário desenhar um gráfico de forma a permitir que as informações adicionais obtidas pelo tomador de decisão, no transcorrer do processo, possam ser incluídas como novas variáveis. Para Corrar e Theóphilo (2004), a construção da Árvore de Decisão respeita a seqüência utilizada na leitura da Tabela de Decisão, onde parte das alternativas de decisão leva em conta os cenários e culmina com o indicador monetário que definirá a escolha do tomador de decisão, que é o resultado que retornará em decorrência da decisão. Os símbolos gráficos utilizados na elaboração de qualquer Árvore de Decisão são:

- “Nó de Decisão” ou ponto de decisão, de onde partem as alternativas de decisão, e são representados pelo símbolo do quadrado;
- “Nó de Cenário”, de onde partem todos os cenários que o tomador de decisão prevê que poderão ocorrer, e são representados pelo símbolo do círculo;
- “Retas”, que partem dos nós são os ramos das Árvores de Decisão, presos em cada ramo. O tomador de decisão deve escolher um dos ramos alternativos que partem do “nó de decisão”.
- Para complementar o desenho, completa-se com a probabilidade de ocorrência de cada cenário.

A diferença entre um nó de decisão e um nó da natureza reside na escolha do decisor (no caso do quadrado, o decisor de fato toma uma decisão; no caso do círculo, após a decisão tomada, existem algumas possibilidades de ocorrência de determinados fatos da natureza). Gomes, Gomes e Almeida (2009) e Moreira (2007) analisam que, para a solução da árvore de decisão, se relaciona a possibilidade indicada em cada nó de estado da natureza e, a partir desta

informação fundamental é elaborado um valor esperado para cada alternativa (VEA), que é alcançado pela soma da multiplicação de cada probabilidade pelo seu respectivo valor.

Corrar e Theóphilo (2004) definem dois critérios usualmente utilizados no ambiente de risco. O Valor Monetário Esperado (VME) que maximiza os resultados esperados, e que para cada alternativa de decisão, sua apuração é possível pelo cálculo da média dos valores de seus diversos resultados, ponderada pelas probabilidades de ocorrência dos eventos; e a Perda de Oportunidades Esperada (POE) que minimiza as perdas e refere-se à diferença entre o retorno ótimo e o retorno recebido.

Para determinar o valor esperado para cada alternativa, e escolher a alternativa que tiver o melhor valor esperado, deve-se atribuir uma probabilidade a cada acontecimento (mutuamente exclusivos) - as probabilidades de todos os acontecimentos devem somar 1, ou seja, 100% em seu conjunto; calcula os valores esperados de cada ação, multiplicando cada valor conseqüente pela correspondente probabilidade, e soma esses produtos; e escolhe uma ação cujo valor esperado seja máximo (FERREIRA, 2004).

Na visão de Vatter (1978), na análise de uma decisão cujas possíveis conseqüências são valores monetários relativamente próximos, o Valor Monetário Esperado (VME) pode ser utilizado como critério de decisão quando da escolha de uma dentre várias alternativas. No entanto, nos casos em que os valores monetários das várias alternativas são substancialmente diferentes, como numa decisão estratégica, o VME não mais reflete necessariamente como um tomador de decisão avalia uma estratégia de ação, pois não leva em conta a sua possível aversão a grandes perdas.

Uma alternativa ao Valor Monetário Esperado (VME) é a Utilidade. Segundo Moore e Weatherford (2005), ela consiste na atratividade dos possíveis resultados de decisão, já que a maioria das pessoas é avessa ao risco. Eles explicam que a análise decisória lida com esse comportamento de aversão ao risco e definem a função utilidade como uma medida de

satisfação, diferente para cada tomador de decisão, e que substitui o VME no momento de considerar o valor equivalente de um nó de decisão.

Campolina e Ciconelli (2006) vêem uma grande vantagem de se trabalhar com avaliações de qualidade que se baseiam em medidas de utilidade, pois elas permitem a estruturação de árvores de decisão.

Moreira (2007) apresenta o Valor Esperado da Informação Perfeita (VEIP) para solucionar o seguinte dilema: não seria interessante saber agora o que vai acontecer no futuro? Até quanto estaremos dispostos a gastar para procurar por informações melhores que, se não permitem prever o futuro podem, pelo menos, estimá-lo com maior precisão? Como existem vários estados da natureza, é impossível evitá-los ou alterar a sua probabilidade, e o máximo que pode ser feito é dizer qual será o próximo estado da natureza, permitindo assim o tomador de decisão escolher a melhor opção.

As Árvores de Decisão utilizam a estratégia *dividir-e-conquistar* ("*divide-and-conquer*"), onde as árvores são construídas utilizando-se de apenas alguns atributos. As Árvores de Decisão são uma das técnicas de aprendizado de máquina ("*machine learning*"), onde um problema complexo é decomposto em subproblemas mais simples. Recursivamente a mesma estratégia é aplicada a cada sub-problema (GAMA, 2000).

Como exemplo de aplicação, Welgacz et al. (2007) utilizam o conceito da Teoria de Decisão para investigar a possibilidade de uso das técnicas de tomada de decisão nas empresas para avaliar a escolha de um fornecedor sob condição de riscos a partir do método de Árvore de Decisão.

Com a finalidade de conhecer algumas contribuições científicas na área dos negócios internacionais, e diante das necessidades operacionais de um gerente de uma importadora brasileira na avaliação da escolha de um fornecedor sob condição de risco, os autores

apresentam um estudo que ordena diretamente a utilização de uma ferramenta que visa auxiliar o gerente na tomada de decisão. Eles afirmam que

“O resultado do processo decisório com auxílio do método da árvore de decisão torna-se uma decisão correta, pois considera todos os procedimentos indicados por esta métrica. Foram estimadas e atribuídas as probabilidades de ocorrência de cenários de risco e calculado seu Valor Monetário Esperado (VME).” (Welgacz et al., 2007, pág. 1)

O método de pesquisa relacionado, a fim de dar respostas adequadas, parte de uma explanação a respeito dessas necessidades, chegando a um mecanismo capaz de verificar a ocorrência de melhores opções de ganhos financeiros, as quais, por sua vez, são visualizadas a partir de árvores binomiais de decisão (WELGACZ et al., 2007).

Os autores ainda destacam em sua conclusão que as Árvores de Decisão garantem maior flexibilidade sobre os mecanismos tradicionais na medida em que as decisões são definidas com maior grau de flexibilidade, já que uma série de eventos pode ser mapeada ao longo dos diversos ramos, envolvendo várias decisões de seqüenciamento.

Nascimento e Façanha (2007) descreve o caso de uma empresa que usou uma Árvore de Decisão incompleta, seguindo, portanto, um processo distante da teoria clássica. O autor conclui que a prática utilizada pela empresa estudada na tomada da decisão parece convergir para o que Lindblom (1959) denomina de abordagem dos galhos, ou comparações de alternativas limitadas, e a forma de simplificação da “árvore de decisão” ocorre por meio da exclusão de alternativas.

Dentre as várias aplicações de árvore de decisão, Campolina e Ciconelli (2006) aplicam-na em uma das etapas, dentre as cinco que eles consideram fundamentais para a utilização da técnica de análise de decisão, para resolver problemas difíceis na prática clínica.

Eles mostram que, para tornar explícita a ponderação de riscos e benefícios, onde a essência das análises de decisão é comparar riscos e benefícios de estratégias diferentes, incorporando

três componentes básicos - escolhas (estratégias alternativas), probabilidades (chances de ocorrências de cada desfecho clínico) e valores (indicadores quantitativos das preferências dos pacientes por cada um dos desfechos clínicos prováveis), que muitas vezes é feita implicitamente pelo julgamento clínico - as análises de decisão utilizam um recurso prático, que é a estruturação das árvores de decisão. Neste contexto, uma árvore de decisão deve ser complexa o suficiente para incorporar todos os elementos-chaves e valores que são importantes para os pacientes e, ao mesmo tempo, simples o suficiente para ser compreensível e operacional.

2.2.2.2 Simulação

De acordo com Corrar e Theóphilo (2004), a origem da simulação é muito antiga. Os chineses já a utilizavam em seus jogos de guerra há 5.000 anos e os povos prussios utilizaram esses jogos no final do século XVIII para auxiliá-los no treinamento militar de suas tropas. Durante a Segunda Guerra Mundial, o matemático John Von Neumann criou o conceito denominado Simulação de Monte Carlo que consistia na simulação direta de problemas probabilísticos. Atualmente com o desenvolvimento dos recursos computacionais, esse método é usado em diversas áreas, desde a simulação de fenômenos físicos complexos até menos complexos como a simulação do resultado de loterias.

O desafio de muitos executivos é escolher oportunidades entre as várias alternativas à sua disposição. Para tornar a imagem mais nítida, uma vez que cada fator que entra na avaliação de uma decisão está sujeita a alguma incerteza, Hertz (1980) considera que a simulação é um método que combina as variáveis inerentes a todos os fatores relevantes que estão sendo considerados. Este método compara as oportunidades e permite à administração discriminar medidas de retorno previstas com base nas probabilidades ponderadas de todos os retornos possíveis, de variabilidade do retorno e de riscos.

Em seu artigo, Hertz (1980, p. 4) resume que:

“O risco é influenciado tanto pelas chances de ocorrência de diferentes eventos como pela magnitude das recompensas ou prejuízos envolvidos quando eles realmente ocorrem”.

A idéia básica da simulação para Moore e Weatherford (2005, p. 428) consiste em:

“(...) construir um dispositivo experimental, ou simulador, que 'agirá como' (simulará) o sistema de interesses em determinados aspectos importantes de maneira rápida e econômica”.

Na simulação, as organizações procuram obter informações sobre os relacionamentos existentes entre as variáveis que compõem o sistema no sentido de prever seus futuros desempenhos sob novas condições. O objetivo é criar um ambiente no qual a informação sobre ações alternativas possíveis possa ser conseguida através da experimentação. (MOORE; WEATHERFORD, 2005).

Segundo Corrar e Theóphilo (2004), a abordagem do estudo de um sistema pode ser efetuada através de observações no sistema real ou utilizando um modelo. Os modelos podem ser físicos ou matemáticos. Os modelos matemáticos representam os relacionamentos existentes entre as variáveis e podem ter uma solução analítica ou por meio de simulação.

Para os autores, o objetivo da simulação é descrever a distribuição e as características dos possíveis valores da variável dependente Y , depois de determinados os possíveis valores e comportamentos das variáveis independentes X_1, X_2, \dots, X_n . Se qualquer variável independente em um modelo for aleatória, a variável dependente Y também consistirá em uma variável aleatória.

A simulação não determina a solução ótima, diferentemente da programação linear, que é uma técnica de otimização. Ela torna possível, pelo exame dos experimentos, a realização de inferências sobre o comportamento do sistema que, em geral, são probabilísticas, dado que as observações realizadas representam apenas uma amostra do conjunto total das observações (CORRAR; THEÓPHILO, 2004).

Como exemplo de aplicação, Mendes, Soares e Souza (2006) apresentam a metodologia utilizada para gerar dados através da Simulação de Monte Carlo e resolver questões acerca dos modelos de equações estruturais sobre os métodos de estimação PLS (*Partial Least Square*) e LISREL (*Linear Structural RELationships*). A metodologia serviu para trabalhar com escores de variáveis latentes de satisfação do consumidor.

Em outro exemplo, Rochman e Ramos (2007) apresentam um trabalho de estudo de caso da Gol com o objetivo de sugerir um modelo de avaliação de investimentos para entrar em um novo mercado. O modelo possui as características que considere a possibilidade de aumentar ou reduzir o projeto ao longo da sua implementação e que incorpore a decisão estratégica através da modelagem de um cenário competitivo, onde os concorrentes reagem à ameaça de um novo participante. Como foi modelado um cenário que não existe no mercado atual, pois ainda não houve a entrada do novo concorrente no mercado, não existe disponível uma série histórica que possa determinar esses coeficientes através de um estudo de regressão, por exemplo. Uma das alternativas para estimar os coeficientes (coeficientes definidos para capturar a sensibilidade da quantidade vendida com relação aos níveis de preço do entrante e do concorrente) é utilizar informações de um outro mercado que já tenha passado por situação semelhante ou executar estudos de Simulação para buscar estimar valores razoáveis para esses coeficientes.

A técnica de simulação é muito eficiente em situações de risco, e focados nesta premissa, Paula et al. (2007) apresentam um trabalho com um tratamento estatístico por Simulação Monte Carlo, com método de avaliação de investimentos através do VPL (Valor Presente Líquido). Eles usaram o estudo como forma de apoio ao investidor nas iniciativas de investir em projetos, quando precisam de informações para a tomada de decisão. A aplicação prática foi feita em um projeto de financiamento de uma pequena indústria de refrigerantes do Ceará.

A Simulação possibilitou ao investidor considerar que o futuro pode sofrer variações e o investidor terá em mãos um meio para calcular uma possível variabilidade do futuro.

2.2.2.3 Otimização Estocástica

Programação Estocástica é uma estrutura para modelagem de problemas de otimização que envolve incertezas. Considerando que os problemas de otimização determinística são formulados com parâmetros conhecidos, os problemas do mundo real invariavelmente incluem alguns parâmetros desconhecidos. (VLADIMIROU, 2003; HANEVELD; VLERK, 2004)

Araújo e Costa (2003) pensam em uma definição semelhante, já que dizem que a Programação Estocástica lida com uma classe de modelos e algoritmos de otimização em que alguns dos dados podem estar sujeitos a incertezas.

A Programação estocástica lida com modelos matemáticos, tanto que Kall e Wallace (1995) assumem, em seu livro, que os leitores devam ter um conhecimento básico de cálculo, álgebra linear e probabilidade.

Uma das possíveis abordagens para os problemas de Otimização Estocástica é a *Wait-and-See*, onde parte das decisões pode ser tomada após o conhecimento de alguma informação antes incerta. Nestes casos, Bortolossi e Pagnoncelli (2008) sugerem a metodologia de dois estágios de variáveis. Todas as variáveis que dependem do cenário estão explicitamente descritas no modelo. O primeiro estágio é definido com as variáveis conhecidas antes de o fato acontecer, e o segundo estágio é definido com variáveis após o conhecimento de o fato ter acontecido.

Bortolossi e Pagnoncelli (2008, p.6,7) fazem a seguinte observação: “O aspecto mais interessante da solução estocástica é que ela deixa claro ser impossível escolher uma solução que seja ótima para todos os cenários”. Neste contexto, surgem conceitos importantes como o

Valor da Solução Estocástica (VSS) e o Valor Esperado de Informação Perfeita (EVPI). (KAUT, 2003)

Ainda para problemas de dois estágios, Bortolossi e Pagnoncelli (2008) apresentam a Decomposição Estocástica (DE) como um método de amostragem interior, onde as amostras são feitas durante a execução do algoritmo. A DE também supõem que é possível obter amostras de uma variável ou um vetor aleatório qualquer.

Nas situações em que não for possível “esperar para ver” – também chamadas de *Here-and-Now* – Bortolossi e Pagnoncelli (2008) afirmam haver três formas de lidar com as incertezas: (i) aboli-las; (ii) incorporar riscos nas restrições; ou (iii) aceitar inadmissibilidade, penalizando déficits esperados.

Possivelmente, o método de resolução e aproximação de problemas de Otimização Estocástica mais conhecido e tradicional é o *L-shaped*, originário do método de decomposição de Benders (KAUT, 2003).

A programação estocástica utiliza modelos matemáticos, porém existem alguns programas que nos auxiliam no seu desenvolvimento. Para calcular, de maneira eficiente, a solução do problema clássico do Fazendeiro, mencionado por Bortolossi e Pagnoncelli (2008), foi utilizada uma linguagem especial AMPL, própria para problemas de otimização.

Conforme Kall e Mayer (1992), outro programa desenvolvido para gerenciamento de modelos estocásticos é o SLP-IOR. Um dos grandes objetivos da sua concepção – que gira em torno do modelo matemático – é apoiar a experimentação de novos “*Solvers*”.

Entre as aplicações, alguns estudos históricos de modelos para otimização, como o artigo ‘*Portfolio Selection*’, de Harry Markowitz (1952) pode ser considerado como o marco inicial no assunto. Segundo Araújo e Costa (2003), este artigo sofreu evoluções de análise passando

de período simples para multi-períodos com Mossin (1968), Merton (1969), Fama (1970) e Elton e Gruber (1974).

De acordo com Gass e Harris (2001), outros estudos importantes para modelos de Programação Estocástica foram desenvolvidos para uma variedade de aplicações, incluindo geração de energia elétrica (MURPHY et al., 1982), planejamento financeiro (CARIÑO et al., 1994), rede de telecomunicações de planejamento (SEN et al., 1994) e gestão da cadeia de abastecimento. Fiorioli (2002) tratou realisticamente sistemas hierárquicos de estoque, a partir da modelagem com incerteza, viabilizada pelo uso da Otimização Estocástica.

Em problemas de programação inteira (e, por extensão, binária), no entanto, a abordagem estocástica precisa ser um pouco diferente. Segundo Luedtke e Ahmed (2008), as premissas básicas não se aplicam, pois a região das soluções viáveis não é convexa. Luedtke et al. (2008) trabalham a programação inteira em uma situação estocástica, mas sendo obrigados a assumir simplificações como: (i) presença de incerteza apenas em parte do problema; e (ii) restrições quanto às distribuições de probabilidades. Na mesma linha, Pagnoncelli et al. (2008) afirmam que pode acontecer que a única maneira de verificar a viabilidade seja através da Simulação de Monte Carlo. Em seu artigo, que aborda um problema inteiro (de seleção de *portfolio*), os autores trabalharam a variável estocástica segundo uma distribuição Normal e depois segundo uma distribuição Lognormal, porque, segundo eles, assumir a normalidade pode não ser muito realista. No caso lognormal, eles tiveram que fazer aproximações por meio de métodos amostrais.

2.3 Resumo da Fundamentação Teórica

Nos modelos determinísticos, nas tomadas de decisão em ambiente de certeza, como a própria denominação já revela, o tomador de decisão identifica com certeza os efeitos de todas as alternativas de decisão.

Aqui se encaixa a Programação Linear, onde o tomador de decisão, dado que existem soluções viáveis, a utiliza para encontrar a melhor delas. A otimização se refere: (i) a maximização de parâmetros, tais como: lucro, vendas, nível de produção e uso de um determinado recurso; ou (ii) a minimização de parâmetros, tais como: custo de produção, uso de um determinado recurso de alto valor monetário e emprego de mão-de-obra.

Um caso particular é a Programação Inteira, onde as variáveis devem ser inteiras (ou ao menos, parte destas variáveis). O nome poderia ser Programação Linear Inteira. E um caso particular dessa última é a Programação Binária, onde envolve problemas com uma série de decisões sim ou não, fazer ou não fazer.

Nos modelos não-determinísticos, nas tomadas de decisão em ambiente de incerteza (não-probabilístico), o tomador de decisão não é capaz de atribuir as probabilidades de ocorrência aos muitos dos resultados das alternativas identificadas embora conheça os futuros cenários das opções de decisão.

Nestes casos, são utilizados critérios para a tomada de decisão: o maximax (onde o objetivo é encontrar o melhor resultado possível, ou seja, a alternativa de decisão que maximizará o máximo resultado), o maxmin (que objetiva encontrar a decisão que maximizará o mínimo resultado entre os vários possíveis) e o minimax (onde é indicada a alternativa de decisão que minimiza a maior perda de oportunidade).

Nas tomadas de decisão em ambiente de risco (probabilístico), o tomador de decisão é capaz de atribuir probabilidades de ocorrência de todas as ações a serem tomadas.

Aqui se enquadram as Árvores de Decisão, a Simulação e a Otimização Estocástica, entre outros.

No primeiro, decisões seqüenciais são esquematizadas em formato de árvore e a decisão é obtida de forma analítica, utilizando-se o critério do valor esperado ou considerando-se a aversão ao risco do tomador de decisão através da teoria da utilidade.

Já na Simulação, ela não chega a determinar a solução ótima, diferentemente da programação linear, que é uma técnica de otimização. A técnica apenas simula o desempenho de algumas variáveis para cada solução testada.

E finalmente, no caso da Otimização Estocástica, trata-se de uma metodologia parecida com a dos métodos determinísticos (programação linear, programação inteira), mas consiste em uma estrutura para modelagem de problemas que envolvem incertezas e probabilidades.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

Vergara (1997) sugere dois critérios segundo os quais as pesquisas na área de administração podem ser classificadas: quanto aos fins e quanto aos meios.

De acordo com a mesma, uma pesquisa, de uma forma geral, pode ter sua finalidade definida como: exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada e/ou intervencionista. Segundo a autora, uma pesquisa será exploratória quando realizada na área em que há pouco conhecimento acumulado e sistematizado; será metodológica quando se referir a instrumentos de captação ou manipulação da realidade.

Isso posto, o presente estudo pode ser caracterizado, do ponto de vista da sua finalidade, como: exploratória, porque no caso da otimização estocástica ainda existe pouco conhecimento sobre o assunto; aplicada porque tem que resolver um problema concreto que é a alocação de que proposta deve ser feita; e metodológica, já que propõe comparações entre metodologias.

De acordo com Vergara (1997), uma pesquisa pode ser classificada – quanto aos meios de investigação – como sendo: pesquisa de campo, pesquisa de laboratório, pesquisa telematizada, investigação documental, pesquisa bibliográfica, pesquisa experimental, investigação *ex post facto*, pesquisa participante, pesquisa-ação e/ou estudo de caso.

Ainda segundo a autora, uma pesquisa será bibliográfica quando baseada em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas; e será de laboratório quando o estudo tiver uma experiência realizada em local circunscrito, devido à inviabilidade de realização no campo, envolvendo, por exemplo, simulações em computador.

A presente pesquisa, então, pode ser entendida – no que diz respeito aos meios – como sendo: bibliográfica, onde se procurou contribuir para aumentar o conhecimento existente em relação

à otimização estocástica; e também como de laboratório, já que haverá simulação em computador.

3.2 Seleção do Caso e dos Sujeitos

A unidade de análise abordada na presente pesquisa é a empresa Elumini It & Business Consulting que é uma empresa *holding*, diversificando os seus serviços em Consultoria, Engenharia de Requisitos, Construção de Aplicações, BPM, BI (*Business Intelligence*), *Outsourcing* de Sistemas, *Outsourcing* de Profissionais e *Huting*.

Alguns motivos guiaram a escolha da (única) unidade de análise:

- acessibilidade – pelo fato de o autor do projeto ser ex-funcionário da empresa, o acesso às pessoas responsáveis pelas características de cada proposta e pelo dimensionamento e gerenciamento da capacidade de execução de cada uma foi facilitado.
- conveniência – pelo fato de a empresa estar com um problema para determinar que propostas devem desenvolver para obter um maior lucro total com escassa disponibilidade de recursos.

Os principais sujeitos do caso são:

- o Gerente Executivo Produto Mainframe
- e alguns de seus coordenadores (também responsáveis pelo dimensionamento e planejamento de capacidade, mas cada qual com o seu horizonte de planejamento e carteira de contas) e analistas:
 - o Gerente de Contas
 - o Coordenador de Projetos.

3.3 Coleta dos Dados

Em relação à coleta de dados para o estudo em questão, não foi escolhido um modelo específico, pois os dados foram disponibilizados em uma simples entrevista com o gerente.

É descrita a seguir a maneira como as informações obtidas na tabela 1 apresentadas anteriormente (além do nível de aversão ao risco a ser utilizado na abordagem de Árvores de Decisão) foram coletadas:

3.3.1 Perspectiva de Se Tornar Contrato

Para o nosso caso, com a experiência dos gerentes, obtivemos uma base nas estimativas mais prováveis de transformação das propostas em contrato. São elas, respectivamente: 50%; 100%; 10%; 30%; e 60%.

3.3.2 Dimensionamento de Analistas e Programadores

A quantidade de Analistas e Programadores é dependente da complexidade do projeto e do tipo de tecnologia a ser implementado. Através de experiências em projetos anteriores, os coordenadores conseguem dimensionar a quantidade de programadores e analistas (experientes e iniciantes) necessários para cada projeto. São elas respectivamente para Analistas e programadores: 5 e 8; 4 e 6; 5 e 10; 6 e 12; e 3 e 5.

3.3.3 Lucro Esperado

O lucro esperado é baseado no somatório do custo total do projeto, incluindo todos os recursos necessários para sua execução (baseado na quantidade de horas totais), os gastos com possíveis viagens e a aquisição de novos *Softwares* e/ou *Hardwares*, acrescido de 40%.

3.3.4 Nível de Aversão ao Risco

Na resolução do problema segundo a abordagem de árvore de decisão utilizando a teoria de utilidade, o nível de aversão ao risco foi considerado relativamente alto pelo responsável pela seleção das propostas, por envolver vários fatores como quebra de contrato, mudança de escopo ou mudança de diretoria da empresa contratante do(s) projeto(s), entre outros. Este nível foi quantificado e introduzido no modelo, conforme foi explicado na seção 4.2.1.

3.4 Tratamento dos Dados

É descrita a seguir a maneira como as informações obtidas foram tratadas de forma a responder as questões levantadas:

a) Qual metodologia não-determinística é mais adequada ao problema em questão?

Este objetivo intermediário foi bem mais detalhado nas próximas seções deste capítulo (3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4). A partir da abordagem do problema segundo cada uma dessas metodologias, foi possível montar um quadro comparativo relacionado aos resultados obtidos.

b) Quais as características de cada uma?

Essa questão foi respondida com base no quadro comparativo e com base na revisão da literatura feita.

Conforme mencionado anteriormente, as seções abaixo descrevem cada uma das abordagens para a resolução do problema.

3.4.1 Critérios Não-Probabilísticos

O problema de escolha das propostas foi resolvido segundo os três critérios: Maximax, Maximin e Minimax. Para resolver esse problema, foram elencadas quais são as 31 soluções possíveis criadas pela combinação das cinco propostas, e os possíveis resultados para cada uma delas em função das propostas se transformarem ou não em contrato.

Segundo o critério Maximax, foi escolhido o maior de todos, o melhor resultado possível. De acordo com o critério Maximin, foi escolhido o resultado que produz o maior resultado entre os mínimos encontrados. Conforme o critério Minimax, foi escolhida a alternativa que minimizará ao máximo a maior perda de oportunidade.

Vale ressaltar que, segundo esses três critérios não-probabilísticos, conforme o nome sugere, as probabilidades não estão contempladas. Neste momento, foram ignoradas por completo as probabilidades definidas na tabela 1. Foi considerado apenas que o projeto pode ou não ser feito. Esses critérios não contam com essas probabilidades. É importante ressaltar também que essas probabilidades ficaram de fora nas soluções destes critérios e, somente então, o problema foi resolvido de acordo com os critérios Maximax, Maximin e Minimax.

3.4.2 Árvore de Decisão

Foi feita uma Árvore de Decisão contemplando as 31 possíveis soluções (as mesmas utilizadas na seção anterior), só que, neste caso, foram utilizadas as probabilidades (expectativas) para considerar a chance de uma proposta virar ou não contrato.

Em cada uma das possíveis soluções, foram consideradas as probabilidades das propostas se transformarem em contrato para avaliar o resultado financeiro. A seguir, a Árvore de Decisão foi resolvida segundo o critério do Valor Esperado e também segundo a Teoria de Utilidades considerando a aversão ao risco do tomador de decisão conforme citado na seção de coleta de dados.

A partir da construção da Árvore de Decisão foram feitas algumas análises de sensibilidade, dado que o *software* que foi utilizado para o desenvolvimento da árvore de decisão permite a análise de sensibilidade em relação a algumas variáveis mais importantes.

3.4.3 Simulação

Nesta abordagem, também foi incluída a variável expectativa de transformar as propostas em contratos. Neste caso, o lucro total dependeu efetivamente de uma combinação específica de um grande número de variáveis diferentes. A simulação foi necessária para verificar se cada proposta elaborada iria se transformar efetivamente em projeto. Tal verificação ocorreu a partir da geração de números aleatórios que, em conjunto com as probabilidades de sucesso na efetivação de cada proposta, foi capaz de simular se cada contrato se efetivou, para cada experimento realizado.

O trabalho procurou simular o que aconteceria com o lucro total e com adequação do pessoal exigido ao pessoal disponível em cada uma de todas as possíveis soluções para o problema de decidir quais propostas deverão ser feitas. São 31 soluções possíveis: fazer todas as propostas (P1, P2, P3, P4, P5), fazer somente uma (P1; P2; P3; P4 ou P5), fazer 2, 3 ou 4 propostas (estas propostas são as mesmas mostradas na tabela 1 do capítulo 1). Foram realizados 5.000 experimentos para cada uma das soluções.

Para cada proposta foi sorteado um número aleatório, em cada simulação. Em função deste número aleatório e da probabilidade de efetivação de cada proposta, foi verificado em cada uma das 5.000 simulações se a proposta iria virar projeto ou não, que está representado pelo 1 ou 0 na planilha, respectivamente.

Tratando apenas os projetos que vão ser efetivamente feitos, foram calculadas as quantidades de Analistas e Programadores necessários para a sua execução em função das necessidades básicas de cada projeto. Esses valores foram comparados aos recursos disponíveis, para verificar se cada conjunto de recursos necessários é viável. Se ambos os conjuntos foram viáveis, a viabilidade geral (célula 'OK geral') recebeu o valor 1. A célula '% de OK' contabilizou em quantas das 5000 simulações os recursos disponíveis puderam atender a demanda por eles. Assim, uma medida de risco pode ser construída ($\text{risco} = 100\% - \% \text{ OK}$) para contemplar qual a probabilidade de tal conjunto de propostas feitas gerar um desgaste comercial por conta de não haver recursos humanos necessários para atender a demanda de todos os contratos efetivados.

O outro indicador de qualidade da solução foi o lucro total, função exclusivamente dos projetos que foram efetivados e do lucro esperado de cada um. Ao final da corrida de 5000 simulações, foi possível ter uma idéia do lucro médio (ou esperado) da solução sendo analisada.

Aqui é muito importante deixar claro uma premissa que foi utilizada na modelagem: mesmo que os recursos disponíveis não sejam suficientes para atender a demanda de todos os projetos, ainda assim o lucro esperado de cada um deles será considerado no cálculo do lucro total. Tal consideração é razoável, porque a expectativa é que todos os projetos aprovados venham a ser feitos em algum momento, a partir da liberação gradual dos recursos oriundos dos projetos que forem chegando ao fim. A realização não imediata do projeto, no entanto, pode gerar um

desgaste comercial junto ao cliente e é por esse motivo que o risco disso acontecer precisou ser monitorado através da medida de risco introduzida anteriormente.

Neste trabalho, a simulação foi feita para cada uma das 31 soluções para permitir uma análise que visa a verificar qual é a melhor delas, considerando o seu lucro esperado e o nível de risco associado a ela.

3.4.4 Otimização Estocástica

Nas abordagens clássicas de otimização estocástica linear, são propostos dois tipos de abordagem: a “aqui e agora” (“*here and now*”) e a “espere e veja” (“*wait and see*”). No caso em questão, não se pode usar a abordagem “espere e veja” porque os gerentes não podem esperar pela definição dos valores dos coeficientes aleatórios para a sua tomada de decisão. Por este motivo, a abordagem “aqui e agora” foi mais adequada, onde os gerentes devem fazer as suas escolhas antes da resolução das incertezas.

Seguindo essa abordagem, os gerentes devem fazer a escolha das propostas sem saber se elas se transformarão em projetos. Por causa disso, as definições habituais de admissibilidade e otimalidade não se aplicam e especificações adicionais de modelagem foram necessárias. Neste trabalho, a forma mais adequada de tratar as incertezas consiste em “incorporar riscos nas restrições” (*chance constraints*). Outras possíveis abordagens seriam: “abolir incertezas” e “aceitar inadmissibilidade, penalizando déficits esperados”.

Assim como foi feito no caso da Simulação, a idéia consiste em trabalhar com um nível de risco aceitável para as restrições, ou seja, aceitando como viáveis quaisquer soluções em que a probabilidade dos recursos humanos disponíveis não serem suficientes para atender a demanda dos projetos fosse inferior a um limite estabelecido *a priori*.

Mas, conforme pôde ser percebido a partir do que foi exposto anteriormente na Fundamentação Teórica (seção 2), a teoria a respeito dessa abordagem ainda está se consolidando. No caso com variáveis de decisão inteiras (ou binárias), em especial, ainda não existe uma definição clara de como proceder. As abordagens atuais para casos como este costumam assumir simplificações um tanto quanto fortes e aproximações através de métodos amostrais precisam ser utilizadas, conforme pode ser verificado na Fundamentação Teórica. Em função disso, do que foi apresentado na seção 2.2.2.3 do Referencial Teórico - a Simulação Monte Carlo ser algumas vezes a única maneira de checar a viabilidade das soluções (PAGNONCELLI et al., 2008) - e do fato do problema em questão contar com variáveis estocásticas que não seguem uma distribuição Normal, seria necessário, assim como no caso dos autores, utilizar um método de aproximação ao invés de um modelo analítico puro de Otimização Estocástica. Dessa forma, entendeu-se não fazer sentido resolver esse tipo de problema também por Otimização Estocástica, visto que sua resolução por um método de aproximação – a Simulação – já vai estar apresentada nesta dissertação.

3.5 Limitações

Conforme foi dito na seção 1.3, o estudo se limitou a estudar a análise de um problema com decisões do tipo “sim ou não”. A presença de incertezas foi considerada apenas na possibilidade das propostas virarem contratos. No entanto, eventuais incertezas que estejam presentes nos outros parâmetros do problema foram deixadas de lado.

Outra limitação diz respeito à probabilidade subjetiva. As perspectivas das propostas serem aprovadas são baseadas na opinião do ‘tomador de decisão’. Qualquer método que usa probabilidade está sujeito a essa subjetividade da probabilidade. Esta limitação não tem como ser totalmente contornada; e, se o tomador de decisão estiver enganado, vai gerar um impacto no quadro final.

Para tentar minorar esse efeito, foi aplicada a análise de sensibilidade justamente para ver qual seria esse impacto, avaliando se a probabilidade não for de 50% e sim de 40%, como se comportará a solução. Foi feita a análise de sensibilidade com as variáveis mais importantes, mas é sabido de antemão que essa limitação não foi eliminada. As informações também não estão necessariamente exatas quanto à quantidade de Analistas e Programadores. Se os projetos necessitarem de mais recursos, estes terão que ser alocados para atender o prazo de entrega dos projetos.

Apesar do número de Analistas e Programadores ser uma estimativa mais confiável do que a probabilidade, ainda assim podem ocorrer erros, e este erro pode se refletir no lucro de cada proposta. A própria quantidade de horas também é sujeita à imprevisibilidade. Se os coordenadores calcularem que será necessário um número determinado de horas e essas horas forem diferentes do calculado, conclusões equivocadas podem ser tiradas.

Com relação aos critérios não probabilísticos (Maximax, Maximin e Minimax), essas metodologias carregam uma limitação intrínseca, que é a seguinte: não foi considerada nenhuma informação que se tenha a respeito da chance da proposta virar contrato. Ela simplesmente pode virar ou não contrato, ou seja, o projeto 1 foi tratado exatamente como o projeto 2. Os dois têm chance de virar proposta, e têm chance de não virar. Em uma análise visual, uma terá muito mais chance de virar projeto do que a outra. Nessas abordagens não probabilísticas, foi ignorada essa possibilidade porque todos os projetos foram tratados da mesma maneira (em relação à expectativa de se concretizar) e sendo assim, caracterizará a completa incerteza.

Outro limite diz respeito à abordagem probabilística utilizando a Simulação. Aqui é muito importante deixar claro que, mesmo que os recursos disponíveis não sejam suficientes para atender a demanda de todos os projetos, ainda assim o lucro esperado de cada um deles foi considerado no cálculo do lucro total. Por exemplo, se quando foi feita a simulação, os

projetos P1, P2 e P5 foram aprovados, no lucro do somatório dos três está sendo considerado que se tenha recurso disponível para executá-los. Porém isso pode não acontecer.

Está sendo considerado que, se não há o recurso, em algum momento vai ser possível fazer o projeto (com desgaste comercial indesejável!), porém poderá ser feito. Essa premissa (citada na Metodologia, na abordagem de Simulação) é razoável, mas a consideração dela traz uma limitação de que os projetos não comecem a ser realizados e o lucro não aconteceria e, segundo a premissa, foi considerado que o projeto vai ser feito mais cedo ou mais tarde. Isso não é necessariamente verdade, porém foi considerado que sim.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo descreve como foi resolvido o problema de escolha das propostas segundo cada uma das abordagens não-determinísticas (critérios e métodos probabilísticos e não-probabilísticos) e apresenta uma análise comparativa entre elas, mostrando as vantagens e desvantagens de cada abordagem.

4.1 Critérios Não-Probabilísticos

4.1.1 Critério Maximax

O critério Maximax é um critério otimista, no qual foi considerada a melhor solução de todas as alternativas possíveis. Para tanto, foram relacionadas as 31 soluções possíveis, originadas pela combinação das cinco propostas, e montada uma tabela onde as alternativas são as soluções e possibilidades das propostas que iriam virar contrato.

As variáveis de decisão são dependentes exclusivamente do tomador de decisão. Ele pode decidir fazer somente a proposta 1, só a 2 ou qualquer uma das 31 possibilidades de solução. Supondo que tenha escolhido fazer a 3 e a 4, o que vai acontecer com o lucro se somente a 1 viesse a ser aprovada? Nesse caso, a proposta 1 não foi feita e não pode ser aprovada, e as outras duas foram feitas, mas não aprovadas, gerando um lucro nulo. Se a proposta 3 for aprovada, a empresa vai ganhar o lucro referente a ela. A melhor possibilidade é fazer as 5 propostas (1, 2, 3, 4 e 5, ou seja C12345 x 12345), porém para executá-las são necessários 23 analistas e 41 programadores e, portanto, não há recursos suficientes para fazer todas as propostas, pois o total de recursos disponíveis é de 23 programadores e 12 analistas.

Na abordagem Maximax foram elencadas todas as possibilidades e alternativas e verificado o que acontece com a variável que interessa, que no caso é o lucro de cada um dos casos. Se se soubesse o que iria acontecer, não seria usado o Maximax e sim a Programação Binária, que é

uma abordagem determinística. É preciso verificar todas as possibilidades e escolher a melhor delas.

A empresa vive um momento instável, com muitas ocorrências, e por este motivo foi arbitrado um valor de perda para o desgaste comercial, que definimos como valor percentual de perda de lucro por falta de recursos, para o caso da proposta tornar-se contrato e não haver recursos suficientes para executar o projeto.

Quanto seria perdido pelo desgaste comercial de assumir fazer as 5 propostas e não ter condição de executá-las? Para resolver este problema, foi criada uma variável que definimos como ‘% residual de lucro no caso de falta de recursos’, que arbitramos como 50% (ou seja, é como se, em cima do lucro, fosse aplicada uma “Multa” de $100\% - 50\% = 50\%$). Os parâmetros para desenvolvimento desta abordagem estão definidos na tabela 3.

Foi criada uma fórmula aplicada em todas as células para definir quanto será o lucro, conforme pode ser observado na tabela 4 a seguir. Assim, tomemos como exemplo a relação ‘Fazer as propostas’ 1 e 3 x ‘Propostas que vão virar contrato’ 2345. Se a proposta 1 foi feita e não foi aprovada, na célula 2345 é somado apenas o lucro da proposta 3.

Tabela 3 – Parâmetros para desenvolvimento da abordagem Maximax

	P1 (Proposta1)	P2 (Proposta2)	P3 (Proposta3)	P4 (Proposta4)	P5 (Proposta5)	
Lucro	R\$ 780.000	R\$ 450.000	R\$ 900.500	R\$ 1.633.000	R\$ 303.500	Disponíveis
Analistas	5	4	5	6	3	12
Programadores	8	6	10	12	5	26
% residual do lucro no caso de falta de recursos:				50%		

Fonte: Elaborado pelo autor

A tabela 4 apresenta os resultados para o valor de Multa de 50% e, neste caso, o lucro máximo dos máximos foi de R\$ 2.533.500,00, para as alternativas C34, C134, C234, C345, C1234, C1345, C2345 ou C12345. Nas tabelas 5 e 6, apresentamos, respectivamente, os resultados para o caso da Multa ser 70% e 30%.

Tabela 4 – Maximax (exibição parcial dos cenários)

Fazer as propostas	Propostas que vão virar contrato								Máximo
	1	3	13	35	135	1234	2345	12345	
C 1	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 780.000
C 2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000
C 3	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500
C 4	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000
C 5	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 303.500
C 12	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 1.230.000	R\$ 450.000	R\$ 1.230.000	R\$ 1.230.000
C 13	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.680.500
C 14	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 2.413.000	R\$ 1.633.000	R\$ 2.413.000	R\$ 2.413.000
C 15	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 1.083.500
C 23	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500
C 24	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000
C 25	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 450.000	R\$ 753.500	R\$ 753.500	R\$ 753.500
C 34	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500
C 35	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000
C 45	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 1.633.000	R\$ 1.936.500	R\$ 1.936.500	R\$ 1.936.500
C 123	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.065.250	R\$ 1.350.500	R\$ 1.065.250	R\$ 1.680.500
C 124	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 1.431.500	R\$ 2.083.000	R\$ 1.431.500	R\$ 2.413.000
C 125	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 1.230.000	R\$ 753.500	R\$ 1.533.500	R\$ 1.533.500
C 134	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.656.750	R\$ 2.533.500	R\$ 1.656.750	R\$ 2.533.500
C 135	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 992.000	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 992.000	R\$ 1.680.500
C 145	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 2.413.000	R\$ 1.936.500	R\$ 1.358.250	R\$ 2.413.000
C 234	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.491.750	R\$ 1.491.750	R\$ 1.491.750	R\$ 2.533.500
C 235	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 1.350.500	R\$ 1.654.000	R\$ 1.654.000	R\$ 1.654.000
C 245	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 2.083.000	R\$ 1.193.250	R\$ 1.193.250	R\$ 2.083.000
C 345	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 2.533.500	R\$ 1.418.500	R\$ 1.418.500	R\$ 2.533.500
C 1234	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.881.750	R\$ 1.491.750	R\$ 1.881.750	R\$ 2.533.500
C 1235	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 992.000	R\$ 1.065.250	R\$ 1.654.000	R\$ 1.217.000	R\$ 1.680.500
C 1245	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 1.431.500	R\$ 1.193.250	R\$ 1.583.250	R\$ 2.413.000
C 1345	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 992.000	R\$ 1.656.750	R\$ 1.418.500	R\$ 1.808.500	R\$ 2.533.500
C 2345	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 1.491.750	R\$ 1.643.500	R\$ 1.643.500	R\$ 2.533.500
C 12345	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 992.000	R\$ 1.881.750	R\$ 1.643.500	R\$ 2.033.500	R\$ 2.533.500
Máximo dos Máximos									R\$ 2.533.500

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 5 – Maximax (exibição parcial dos cenários) com Multa de 70%

Fazer as propostas	Propostas que vão virar contrato								Máximo
	1	3	13	35	135	1234	2345	12345	
C 1	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 780.000
C 2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000
C 3	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500
C 4	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000
C 5	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 303.500
C 12	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 1.230.000	R\$ 450.000	R\$ 1.230.000	R\$ 1.230.000
C 13	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.680.500
C 14	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 2.413.000	R\$ 1.633.000	R\$ 2.413.000	R\$ 2.413.000
C 15	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 1.083.500
C 23	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500
C 24	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000
C 25	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 450.000	R\$ 753.500	R\$ 753.500	R\$ 753.500
C 34	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500
C 35	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000
C 45	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 1.633.000	R\$ 1.936.500	R\$ 1.936.500	R\$ 1.936.500
C 123	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 639.150	R\$ 1.350.500	R\$ 639.150	R\$ 1.680.500
C 124	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 858.900	R\$ 2.083.000	R\$ 858.900	R\$ 2.413.000
C 125	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 1.230.000	R\$ 753.500	R\$ 1.533.500	R\$ 1.533.500
C 134	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 994.050	R\$ 2.533.500	R\$ 994.050	R\$ 2.533.500
C 135	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 595.200	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 595.200	R\$ 1.680.500
C 145	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 2.413.000	R\$ 1.936.500	R\$ 814.950	R\$ 2.413.000
C 234	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 895.050	R\$ 895.050	R\$ 895.050	R\$ 2.533.500
C 235	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 1.350.500	R\$ 1.654.000	R\$ 1.654.000	R\$ 1.654.000
C 245	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 2.083.000	R\$ 715.950	R\$ 715.950	R\$ 2.083.000
C 345	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 2.533.500	R\$ 851.100	R\$ 851.100	R\$ 2.533.500
C 1234	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.129.050	R\$ 895.050	R\$ 1.129.050	R\$ 2.533.500
C 1235	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 595.200	R\$ 639.150	R\$ 1.654.000	R\$ 730.200	R\$ 1.680.500
C 1245	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 858.900	R\$ 715.950	R\$ 949.950	R\$ 2.413.000
C 1345	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 595.200	R\$ 994.050	R\$ 851.100	R\$ 1.085.100	R\$ 2.533.500
C 2345	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 895.050	R\$ 986.100	R\$ 986.100	R\$ 2.533.500
C 12345	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 595.200	R\$ 1.129.050	R\$ 986.100	R\$ 1.220.100	R\$ 2.533.500
Máximo dos Máximos									R\$ 2.533.500

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados apresentados com o valor a Multa de 70% são os mesmos dos apresentados para 50%, porém, os resultados apresentados para o valor da Multa de 30% tiveram uma mudança

significativa, mostrando que apenas a alternativa C12345 terá o valor máximo dos máximos, ou seja, R\$ 2.846.900,00.

Tabela 6 – Maximax (exibição parcial dos cenários) com Multa de 30%

Fazer as propostas	Propostas que vão virar contrato								Máximo
	1	3	13	35	135	1234	2345	12345	
C 1	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 780.000
C 2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000
C 3	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500
C 4	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000
C 5	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 303.500
C 12	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 1.230.000	R\$ 450.000	R\$ 1.230.000	R\$ 1.230.000
C 13	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.680.500
C 14	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 2.413.000	R\$ 1.633.000	R\$ 2.413.000	R\$ 2.413.000
C 15	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 1.083.500
C 23	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500	R\$ 1.350.500
C 24	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000	R\$ 2.083.000
C 25	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 450.000	R\$ 753.500	R\$ 753.500	R\$ 753.500
C 34	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500	R\$ 2.533.500
C 35	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000
C 45	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 1.633.000	R\$ 1.936.500	R\$ 1.936.500	R\$ 1.936.500
C 123	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.491.350	R\$ 1.350.500	R\$ 1.491.350	R\$ 1.680.500
C 124	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 2.004.100	R\$ 2.083.000	R\$ 2.004.100	R\$ 2.413.000
C 125	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 1.230.000	R\$ 753.500	R\$ 1.533.500	R\$ 1.533.500
C 134	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 2.319.450	R\$ 2.533.500	R\$ 2.319.450	R\$ 2.533.500
C 135	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.388.800	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.388.800	R\$ 1.680.500
C 145	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 2.413.000	R\$ 1.936.500	R\$ 1.901.550	R\$ 2.413.000
C 234	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 2.088.450	R\$ 2.088.450	R\$ 2.088.450	R\$ 2.533.500
C 235	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 1.350.500	R\$ 1.654.000	R\$ 1.654.000	R\$ 1.654.000
C 245	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 2.083.000	R\$ 1.670.550	R\$ 1.670.550	R\$ 2.083.000
C 345	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 2.533.500	R\$ 1.985.900	R\$ 1.985.900	R\$ 2.533.500
C 1234	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 2.634.450	R\$ 2.088.450	R\$ 2.634.450	R\$ 2.634.450
C 1235	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.388.800	R\$ 1.491.350	R\$ 1.654.000	R\$ 1.703.800	R\$ 1.703.800
C 1245	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 2.004.100	R\$ 1.670.550	R\$ 2.216.550	R\$ 2.413.000
C 1345	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.388.800	R\$ 2.319.450	R\$ 1.985.900	R\$ 2.531.900	R\$ 2.533.500
C 2345	R\$ -	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 2.088.450	R\$ 2.300.900	R\$ 2.300.900	R\$ 2.533.500
C 12345	R\$ 780.000	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.388.800	R\$ 2.634.450	R\$ 2.300.900	R\$ 2.846.900	R\$ 2.846.900
	Máximo dos Máximos								R\$ 2.846.900

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.2 Critério Maximin

No critério Maximin também foram relacionadas as 31 soluções possíveis, originados pela combinação das cinco propostas, gerando uma tabela idêntica ao do Maximax onde as alternativas são as soluções e possibilidades das propostas que iriam virar contrato (incluindo, neste caso, a perspectiva pessimista de nenhuma proposta se transformar em contrato). De cada alternativa, foi escolhido o pior resultado e depois, dentre os piores, o melhor deles.

Os parâmetros são os mesmos mostrados na tabela 3 para o critério Maximax e os resultados são apresentados na tabela 7. Novamente utilizamos a Multa de 50%, e neste caso o valor

máximo dos mínimos apontou para fazer, indistintamente, qualquer conjunto de propostas, todos com lucro de R\$ 0,00.

Por causa da natureza pessimista desta abordagem, não faz sentido elaborar a análise de sensibilidade em relação à variável Multa, já que, se tudo der errado, nenhuma proposta virará contrato e o valor da Multa não estará influenciando a decisão.

Tabela 7 – Maximin (exibição parcial dos cenários)

Fazer as propostas	Propostas que vão virar contrato										Máximo
	0	1	3	13	35	135	1234	2345	12345		
C 1	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ -
C 2	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ 450.000	R\$ -
C 3	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ -
C 4	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$1.633.000	R\$1.633.000	R\$1.633.000	R\$1.633.000	R\$ -
C 5	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ -
C 12	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ -	R\$780.000	R\$1.230.000	R\$ 450.000	R\$1.230.000	R\$ -
C 13	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$1.680.500	R\$ 900.500	R\$1.680.500	R\$1.680.500	R\$ -
C 14	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$2.413.000	R\$1.633.000	R\$2.413.000	R\$2.413.000	R\$ -
C 15	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$1.083.500	R\$1.083.500	R\$ -
C 23	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$1.350.500	R\$1.350.500	R\$1.350.500	R\$1.350.500	R\$ -
C 24	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$2.083.000	R\$2.083.000	R\$2.083.000	R\$2.083.000	R\$ -
C 25	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$ 450.000	R\$ 753.500	R\$ 753.500	R\$ 753.500	R\$ -
C 34	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$2.533.500	R\$2.533.500	R\$2.533.500	R\$2.533.500	R\$ -
C 35	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$1.204.000	R\$1.204.000	R\$1.204.000	R\$ -
C 45	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$1.633.000	R\$1.936.500	R\$1.936.500	R\$1.936.500	R\$ -
C 123	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$1.065.250	R\$1.350.500	R\$1.065.250	R\$1.065.250	R\$ -
C 124	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$1.431.500	R\$2.083.000	R\$1.431.500	R\$1.431.500	R\$ -
C 125	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$1.230.000	R\$ 753.500	R\$1.533.500	R\$1.533.500	R\$ -
C 134	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$1.656.750	R\$2.533.500	R\$1.656.750	R\$1.656.750	R\$ -
C 135	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$1.204.000	R\$ 992.000	R\$1.680.500	R\$1.204.000	R\$ 992.000	R\$ 992.000	R\$ -
C 145	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$2.413.000	R\$1.936.500	R\$1.358.250	R\$1.358.250	R\$ -
C 234	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$1.491.750	R\$1.491.750	R\$1.491.750	R\$1.491.750	R\$ -
C 235	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$1.350.500	R\$1.654.000	R\$1.654.000	R\$1.654.000	R\$ -
C 245	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ 303.500	R\$2.083.000	R\$1.193.250	R\$1.193.250	R\$1.193.250	R\$ -
C 345	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$2.533.500	R\$1.418.500	R\$1.418.500	R\$1.418.500	R\$ -
C 1234	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500	R\$1.881.750	R\$1.491.750	R\$1.881.750	R\$1.881.750	R\$ -
C 1235	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$1.204.000	R\$ 992.000	R\$1.065.250	R\$1.654.000	R\$1.217.000	R\$1.217.000	R\$ -
C 1245	R\$ -	R\$780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 1.083.500	R\$1.431.500	R\$1.193.250	R\$1.583.250	R\$1.583.250	R\$ -
C 1345	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$1.204.000	R\$ 992.000	R\$1.656.750	R\$1.418.500	R\$1.808.500	R\$1.808.500	R\$ -
C 2345	R\$ -	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$1.204.000	R\$ 1.204.000	R\$1.643.500	R\$1.643.500	R\$1.643.500	R\$1.643.500	R\$ -
C 12345	R\$ -	R\$780.000	R\$900.500	R\$1.680.500	R\$1.204.000	R\$ 992.000	R\$1.881.750	R\$1.643.500	R\$2.033.500	R\$2.033.500	R\$ -
											R\$ -

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.3 Critério Minimax

No critério Minimax também foram relacionadas às 31 soluções possíveis, originados pela combinação das cinco propostas, gerando uma tabela idêntica ao do Maximax onde as alternativas são as soluções e possibilidades das propostas que iriam virar contrato. Porém, para cada alternativa, foi criada uma função que verifica na coluna das ‘Propostas que Vão Virar Contrato’ qual a linha de ‘Fazer as Propostas’ tem o ‘Maior Valor’, para ser calculado o

‘Pior Arrependimento’, subtraindo cada linha de “Fazer Propostas” do ‘Maior Valor’ encontrado.

Os parâmetros são os mesmos mostrados na tabela 3 para o critério Maximax. Os resultados intermediários são os mesmos apresentados na tabela 4 e os resultados são apresentados na tabela 8. Novamente utilizamos a Multa de 50%, e neste caso o valor máximo dos mínimos apontou para fazer as propostas 1, 3 e 4 com lucro de R\$ 876.750,00.

A tabela 9 e a tabela 10 mostram os resultados para a Multa com 70% e 30%, respectivamente, e neles os resultados diferem do resultado apresentado para a Multa normal de 50%, sendo, respectivamente, R\$ 1.533.500,00 para fazer as propostas 3 e 4, e R\$ 445.050,00 para fazer as propostas P1, P2, P3 e P4.

Tabela 8 – Minimax (exibição parcial)

Fazer as propostas	Pior Arrependimento								Máximo
	MAX 1	MAX 3	MAX 13	MAX 35	MAX 135	MAX 1234	MAX 2345	MAX 12345	
C 1	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.753.500	R\$ 2.533.500	R\$ 1.753.500	R\$ 2.533.500
C 2	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 2.083.500	R\$ 2.083.500	R\$ 2.083.500	R\$ 2.533.500
C 3	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 2.413.000
C 4	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500
C 5	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 2.533.500	R\$ 2.230.000	R\$ 2.230.000	R\$ 2.533.500
C 12	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.303.500	R\$ 2.083.500	R\$ 1.303.500	R\$ 2.533.500
C 13	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 853.000	R\$ 1.633.000	R\$ 853.000	R\$ 2.083.000
C 14	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 120.500	R\$ 900.500	R\$ 120.500	R\$ 1.654.000
C 15	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.753.500	R\$ 2.230.000	R\$ 1.450.000	R\$ 2.533.500
C 23	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.183.000	R\$ 1.183.000	R\$ 1.183.000	R\$ 2.413.000
C 24	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 450.500	R\$ 450.500	R\$ 450.500	R\$ 1.680.500
C 25	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 2.083.500	R\$ 1.780.000	R\$ 1.780.000	R\$ 2.533.500
C 34	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.533.500
C 35	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.633.000	R\$ 1.329.500	R\$ 1.329.500	R\$ 2.413.000
C 45	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 597.000	R\$ 1.680.500
C 123	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.468.250	R\$ 1.183.000	R\$ 1.936.500
C 124	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.102.000	R\$ 450.500	R\$ 1.102.000	R\$ 1.204.000
C 125	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.303.500	R\$ 1.780.000	R\$ 1.000.000	R\$ 2.533.500
C 134	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 876.750	R\$ -	R\$ 876.750	R\$ 876.750
C 135	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 688.500	R\$ 853.000	R\$ 1.329.500	R\$ 1.541.500	R\$ 2.083.000
C 145	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 120.500	R\$ 597.000	R\$ 1.175.250	R\$ 1.350.500
C 234	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.041.750	R\$ 1.041.750	R\$ 1.041.750	R\$ 1.083.500
C 235	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.183.000	R\$ 879.500	R\$ 879.500	R\$ 2.413.000
C 245	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 450.500	R\$ 1.340.250	R\$ 1.340.250	R\$ 1.680.500
C 345	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ -	R\$ 1.115.000	R\$ 1.115.000	R\$ 1.230.000
C 1234	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 651.750	R\$ 1.041.750	R\$ 651.750	R\$ 1.041.750
C 1235	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 688.500	R\$ 1.468.250	R\$ 879.500	R\$ 1.316.500	R\$ 1.633.000
C 1245	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.102.000	R\$ 1.340.250	R\$ 950.250	R\$ 1.340.250
C 1345	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 688.500	R\$ 876.750	R\$ 1.115.000	R\$ 725.000	R\$ 1.115.000
C 2345	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.041.750	R\$ 890.000	R\$ 890.000	R\$ 1.219.750
C 12345	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 688.500	R\$ 651.750	R\$ 890.000	R\$ 500.000	R\$ 1.115.000
							Mínimo dos Máximos		R\$ 876.750

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 9 – Minimax (exibição parcial) com Multa de 70%

Fazer as propostas	Pior Arrependimento								Máximo
	MAX 1	MAX 3	MAX 13	MAX 35	MAX 135	MAX 1234	MAX 2345	MAX 12345	
C 1	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.753.500	R\$ 2.533.500	R\$ 1.753.500	R\$ 2.533.500
C 2	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 2.083.500	R\$ 2.083.500	R\$ 2.083.500	R\$ 2.533.500
C 3	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 1.633.000	R\$ 2.413.000
C 4	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.680.500
C 5	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 2.533.500	R\$ 2.230.000	R\$ 2.230.000	R\$ 2.533.500
C 12	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.303.500	R\$ 2.083.500	R\$ 1.303.500	R\$ 2.533.500
C 13	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 853.000	R\$ 1.633.000	R\$ 853.000	R\$ 2.083.000
C 14	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 120.500	R\$ 900.500	R\$ 120.500	R\$ 1.654.000
C 15	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.753.500	R\$ 2.230.000	R\$ 1.450.000	R\$ 2.533.500
C 23	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.183.000	R\$ 1.183.000	R\$ 1.183.000	R\$ 2.413.000
C 24	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 450.500	R\$ 450.500	R\$ 450.500	R\$ 1.680.500
C 25	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 2.083.500	R\$ 1.780.000	R\$ 1.780.000	R\$ 2.533.500
C 34	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.533.500
C 35	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.633.000	R\$ 1.329.500	R\$ 1.329.500	R\$ 2.413.000
C 45	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 597.000	R\$ 1.680.500
C 123	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 1.894.350	R\$ 1.183.000	R\$ 1.894.350	R\$ 1.936.500
C 124	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.674.600	R\$ 450.500	R\$ 1.674.600	R\$ 1.674.600
C 125	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.303.500	R\$ 1.780.000	R\$ 1.000.000	R\$ 2.533.500
C 134	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 1.539.450	R\$ -	R\$ 1.539.450	R\$ 1.539.450
C 135	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.085.300	R\$ 853.000	R\$ 1.329.500	R\$ 1.938.300	R\$ 2.083.000
C 145	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 120.500	R\$ 597.000	R\$ 1.718.550	R\$ 1.718.550
C 234	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.638.450	R\$ 1.638.450	R\$ 1.638.450	R\$ 1.638.450
C 235	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.183.000	R\$ 879.500	R\$ 879.500	R\$ 2.413.000
C 245	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 450.500	R\$ 1.817.550	R\$ 1.817.550	R\$ 1.817.550
C 345	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ -	R\$ 1.682.400	R\$ 1.682.400	R\$ 1.682.400
C 1234	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 1.404.450	R\$ 1.638.450	R\$ 1.404.450	R\$ 1.638.450
C 1235	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.085.300	R\$ 1.894.350	R\$ 879.500	R\$ 1.803.300	R\$ 1.938.300
C 1245	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.674.600	R\$ 1.817.550	R\$ 1.583.550	R\$ 1.817.550
C 1345	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.085.300	R\$ 1.539.450	R\$ 1.682.400	R\$ 1.448.400	R\$ 1.682.400
C 2345	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.638.450	R\$ 1.547.400	R\$ 1.547.400	R\$ 1.697.050
C 12345	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.085.300	R\$ 1.404.450	R\$ 1.547.400	R\$ 1.313.400	R\$ 1.682.400
Mínimo dos Máximos									R\$ 1.533.500

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 10 – Minimax (exibição parcial) com Multa de 30%

Fazer as propostas	Pior Arrependimento								Máximo
	MAX 1	MAX 3	MAX 13	MAX 35	MAX 135	MAX 1234	MAX 2345	MAX 12345	
C 1	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.854.450	R\$ 2.533.500	R\$ 2.066.900	R\$ 2.533.500
C 2	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 2.184.450	R\$ 2.083.500	R\$ 2.396.900	R\$ 2.533.500
C 3	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.733.950	R\$ 1.633.000	R\$ 1.946.400	R\$ 2.413.000
C 4	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 1.001.450	R\$ 900.500	R\$ 1.213.900	R\$ 1.703.800
C 5	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 2.634.450	R\$ 2.230.000	R\$ 2.543.400	R\$ 2.634.450
C 12	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 1.404.450	R\$ 2.083.500	R\$ 1.616.900	R\$ 2.533.500
C 13	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 953.950	R\$ 1.633.000	R\$ 1.166.400	R\$ 2.083.000
C 14	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 221.450	R\$ 900.500	R\$ 433.900	R\$ 1.654.000
C 15	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.854.450	R\$ 2.230.000	R\$ 1.763.400	R\$ 2.533.500
C 23	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 1.283.950	R\$ 1.183.000	R\$ 1.496.400	R\$ 2.413.000
C 24	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 1.204.000	R\$ 1.680.500	R\$ 551.450	R\$ 450.500	R\$ 763.900	R\$ 1.680.500
C 25	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 2.184.450	R\$ 1.780.000	R\$ 2.093.400	R\$ 2.533.500
C 34	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 100.950	R\$ -	R\$ 313.400	R\$ 1.533.500
C 35	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.733.950	R\$ 1.329.500	R\$ 1.642.900	R\$ 2.413.000
C 45	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 1.001.450	R\$ 597.000	R\$ 910.400	R\$ 1.680.500
C 123	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 1.143.100	R\$ 1.183.000	R\$ 1.355.550	R\$ 1.936.500
C 124	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 1.204.000	R\$ 900.500	R\$ 630.350	R\$ 450.500	R\$ 842.800	R\$ 1.204.000
C 125	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 1.404.450	R\$ 1.780.000	R\$ 1.313.400	R\$ 2.533.500
C 134	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ 315.000	R\$ -	R\$ 527.450	R\$ 753.500
C 135	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 291.700	R\$ 953.950	R\$ 1.329.500	R\$ 1.458.100	R\$ 2.083.000
C 145	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 221.450	R\$ 597.000	R\$ 945.350	R\$ 1.350.500
C 234	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ 303.500	R\$ 780.000	R\$ 546.000	R\$ 445.050	R\$ 758.450	R\$ 1.083.500
C 235	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 1.283.950	R\$ 879.500	R\$ 1.192.900	R\$ 2.413.000
C 245	R\$ 780.000	R\$900.500	R\$ 1.680.500	R\$ 900.500	R\$ 1.377.000	R\$ 551.450	R\$ 862.950	R\$ 1.176.350	R\$ 1.680.500
C 345	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 100.950	R\$ 547.600	R\$ 861.000	R\$ 1.230.000
C 1234	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 303.500	R\$ -	R\$ -	R\$ 445.050	R\$ 212.450	R\$ 445.050
C 1235	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 291.700	R\$ 1.143.100	R\$ 879.500	R\$ 1.143.100	R\$ 1.633.000
C 1245	R\$ -	R\$900.500	R\$ 900.500	R\$ 900.500	R\$ 597.000	R\$ 630.350	R\$ 862.950	R\$ 630.350	R\$ 900.500
C 1345	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 291.700	R\$ 315.000	R\$ 547.600	R\$ 315.000	R\$ 547.600
C 2345	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 780.000	R\$ -	R\$ 476.500	R\$ 546.000	R\$ 232.600	R\$ 546.000	R\$ 780.000
C 12345	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 291.700	R\$ -	R\$ 232.600	R\$ -	R\$ 547.600
Mínimo dos Máximos									R\$ 445.050

Fonte: Elaborado pelo autor

Para facilitar o entendimento, mostramos o resumo das melhores situações encontradas por cada critério/cenário no quadro 1.

Quadro 1 – Quadro comparativo Maximax x Maximin x Minimax

	Maximax		Maximin		Minimax	
	Fazer as propostas	Máximo	Fazer as propostas	Máximo	Fazer as propostas	Mínimo
Realista			Todas	R\$ -		
	C 34	R\$ 2.533.500			C 134	R\$ 876.750
	C 134	R\$ 2.533.500				
	C 234	R\$ 2.533.500				
	C 345	R\$ 2.533.500				
	C 1234	R\$ 2.533.500				
	C 1345	R\$ 2.533.500				
	C 2345	R\$ 2.533.500				
	C 12345	R\$ 2.533.500				
	Máximo dos Máximos	R\$ 2.533.500	Máximo dos Mínimos	R\$ -	Mínimo dos Máximos	R\$ 876.750
Otimista			Todas	R\$ -		
	C 12345	R\$ 2.846.900			C 1234	R\$ 445.050
	Máximo dos Máximos	R\$ 2.846.900	Máximo dos Mínimos	R\$ -	Mínimo dos Máximos	R\$ 445.050
Pessimista			Todas	R\$ -		
	C 34	R\$ 2.533.500			C 34	R\$ 1.533.500
	C 134	R\$ 2.533.500				
	C 234	R\$ 2.533.500				
	C 345	R\$ 2.533.500				
	C 1234	R\$ 2.533.500				
	C 1345	R\$ 2.533.500				
	C 2345	R\$ 2.533.500				
	C 12345	R\$ 2.533.500				
	Máximo dos Máximos	R\$ 2.533.500	Máximo dos Mínimos	R\$ -	Mínimo dos Máximos	R\$ 1.533.500

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Critérios Probabilísticos

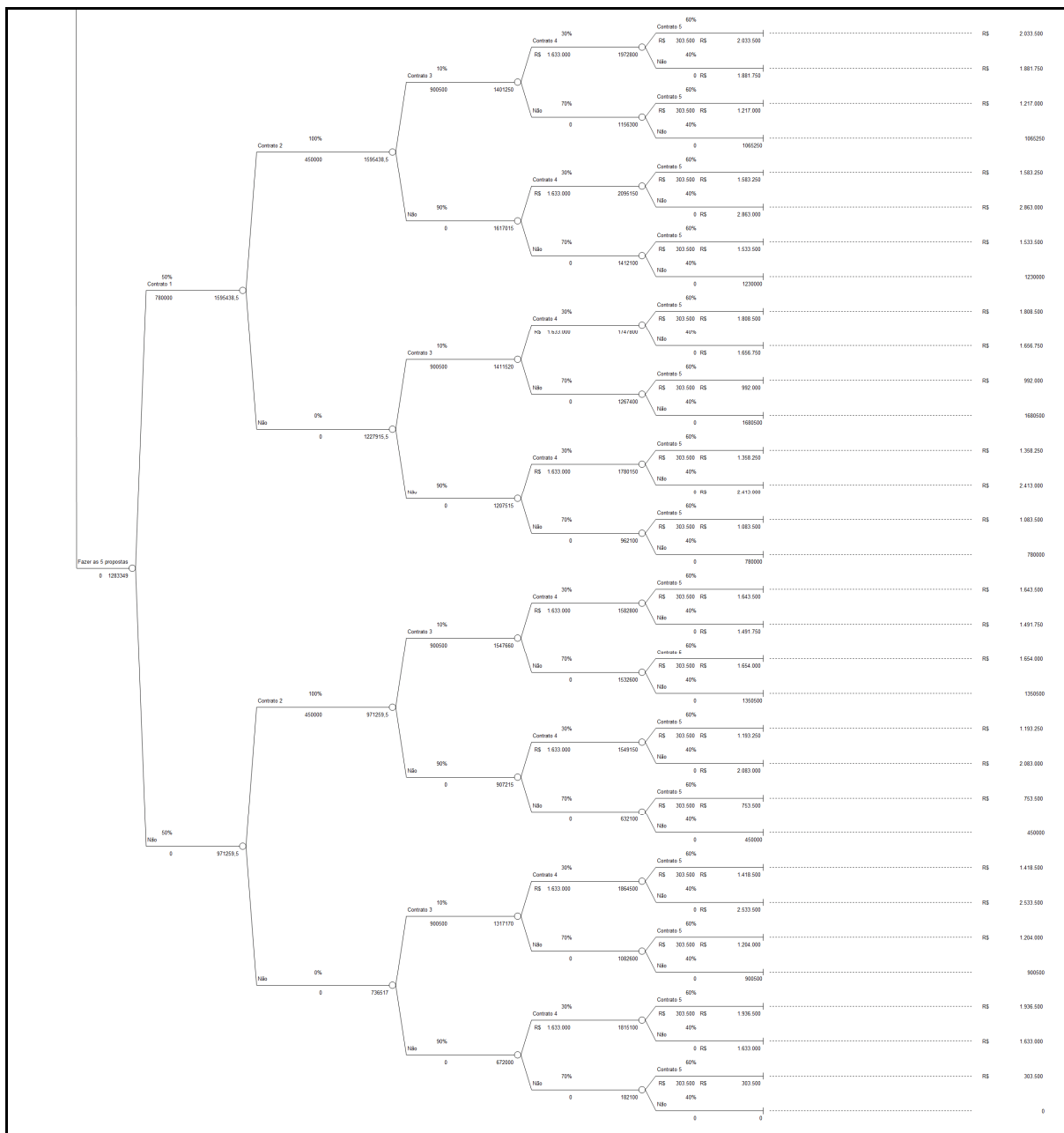
4.2.1 Árvore de Decisão

Para o nosso caso, com a experiência dos gerentes, obtivemos uma base nas estimativas mais prováveis de transformação das propostas em contrato. São elas, respectivamente: 50%; 100%; 10%; 30%; e 60%.

Foi feita uma Árvore de Decisão contemplando as 31 possíveis soluções (as mesmas utilizadas na seção anterior), só que, neste caso, foram utilizadas as probabilidades (expectativas) para considerar a chance de uma proposta virar ou não contrato.

Em cada uma das soluções foram consideradas as probabilidades das propostas se transformarem em contrato para avaliar o resultado financeiro. Na figura 2 a seguir, a Árvore de Decisão é apresentada parcialmente e resolvida segundo o critério do Valor Esperado.

Figura 2 – Árvore de decisão (Valor Esperado) – nó contemplando a solução de fazer as 5 propostas



Fonte: Elaborado pelo autor

Fazer as propostas é uma decisão do tomador de decisão. A árvore foi desenvolvida com a decisão de fazer 1 proposta, fazer 2 propostas, fazer 3 propostas, fazer 4 propostas ou fazer as 5 propostas. Para cada possível decisão, verificamos quais as probabilidades das propostas

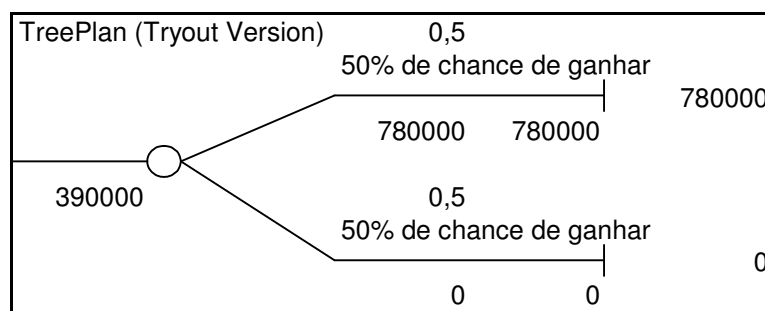
virarem contrato. Uma das possibilidades é nenhuma virar contrato. Isto não significa que não foi feita nenhuma proposta, e sim que, neste caso, nenhuma vai virar contrato.

Se todas as propostas forem feitas e todas virarem contrato, a Empresa ganharia R\$ 4.067.000,00. Porém, neste caso, não haveria recursos humanos suficientes para o desenvolvimento de todos os projetos, causando um atraso e um desgaste comercial. Este foi considerado a partir da aplicação de uma ‘Multa’ que reduz (em um determinado percentual) o lucro obtido. Esse percentual foi fixado inicialmente em 50%. Esta Multa foi aplicada somente nos casos específicos em que não houver recursos.

Assim, a árvore de decisão, utilizando o *Software* TreePlan, escolhe a solução com melhor Valor Esperado. A figura 2 anterior mostra o nó de decisão (fazer as 5 propostas) escolhido como o melhor resultado encontrado pelo *Software*, com Valor Esperado de R\$ 1.283.349,00.

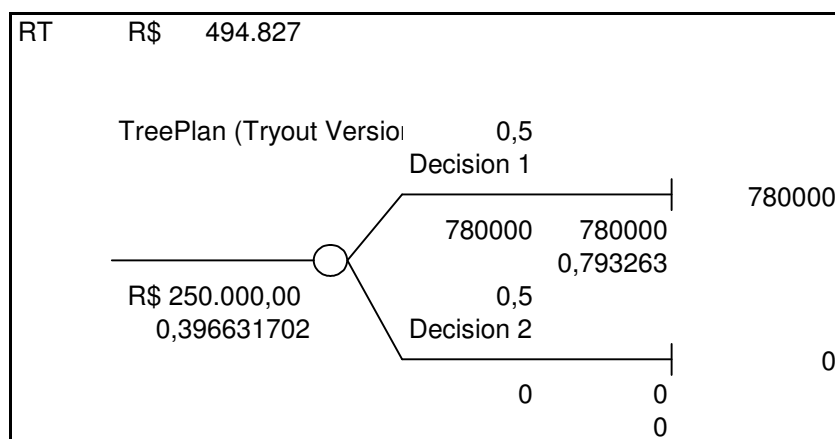
Segundo a execução do *Software* TreePlan, dado que haja 50% de chance da empresa ganhar R\$ 780.000,00 e 50% de chance dela ganhar R\$ 0,00, o Valor Esperado calculado é de R\$ 390.000,00, mostrado na figura 3 a seguir. Para o cálculo da árvore através da Função de Utilidade, foi coletado com o tomador de decisão o seu Nível de Aversão ao Risco, tendo sido indagado qual seria a equivalente certeza para esta situação de risco descrita acima. O valor de R\$ 250.000,00 apareceu como resposta e foi aplicado na função Atingir Meta de forma a se obter o valor de Tolerância ao Risco de R\$ 494.827,00, conforme ilustra a figura 4.

Figura 3 – Nó de evento – Valor Esperado



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4 – Nó de evento – Tolerância ao Risco



Fonte: Elaborado pelo autor

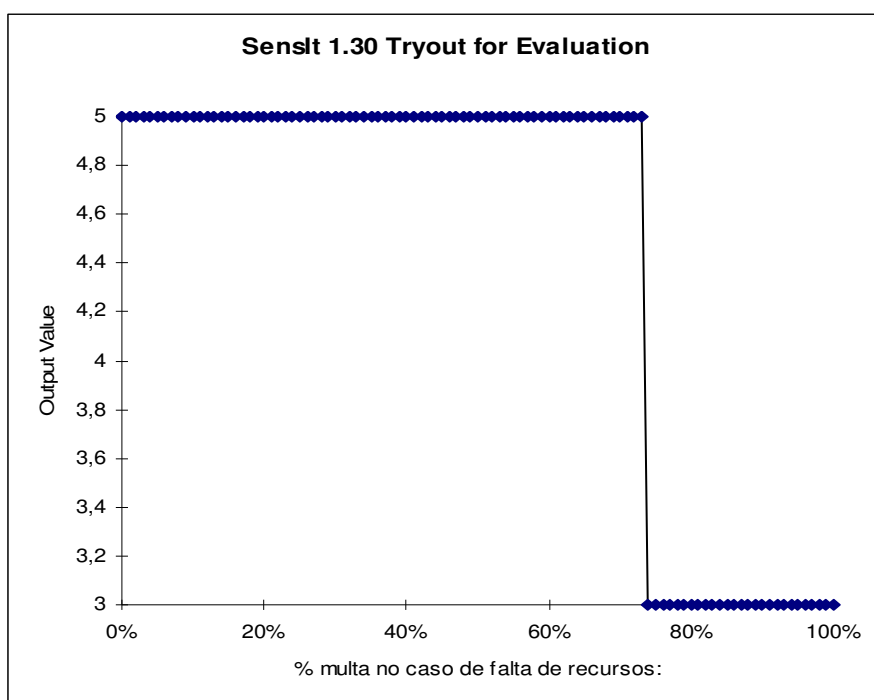
Eventualmente o resultado da árvore poderia mudar, porém com este nível de tolerância ao risco, o melhor caso continuou sendo fazer as 5 propostas, gerando um lucro de R\$ 1.015.305,00, conforme pode ser observado na representação parcial da árvore apresentada na figura 5 a seguir. A representação completa da árvore pode ser visualizada nos apêndices 7.1.1 a 7.1.31.

A árvore também nos mostrou algumas informações importantes. Se forem feitas 4 propostas, o melhor seria fazer as propostas 1, 2, 4 e 5, com lucro de R\$ 930.898,00, conforme mostra o apêndice 7.1.28. Se for escolhido fazer 3 propostas, a melhor opção seria fazer as propostas 1, 2 e 5, com lucro de R\$ 891.905,00, conforme mostra o apêndice 7.1.18. Caso fosse escolhido fazer 2 propostas, a melhor opção consistiria nas propostas 1 e 2, com lucro de R\$ 700.00,00, conforme mostra o apêndice 7.1.6. Por último, se fosse escolhido fazer apenas uma proposta, a melhor seria a número 2, com lucro de R\$ 450.000,00, conforme mostra o apêndice 7.1.2.

4.2.1.1 Análise de Sensibilidade

Com a árvore de decisão construída, foi feita uma análise de sensibilidade com as variáveis mais importantes. Primeiro foi trabalhada a Multa, variando de 0% a 100% de 1% em 1%. O output é a solução ótima cuja resposta está mostrada na figura 6. Ele mostra que, de 0% a 73% o valor da Multa não importa para efeitos de determinação da melhor solução e podem ser feitas as 5 propostas. Porém ao aplicarmos o percentual de Multa de 74% o melhor seria fazer 3 propostas, sendo o conjunto 1, 2 e 5 o melhor deles, com lucro de R\$ 891.509,00, valor este mostrado na figura 7, quando aplicamos a análise de sensibilidade para o valor final da árvore.

Figura 6 –Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre a decisão ótima

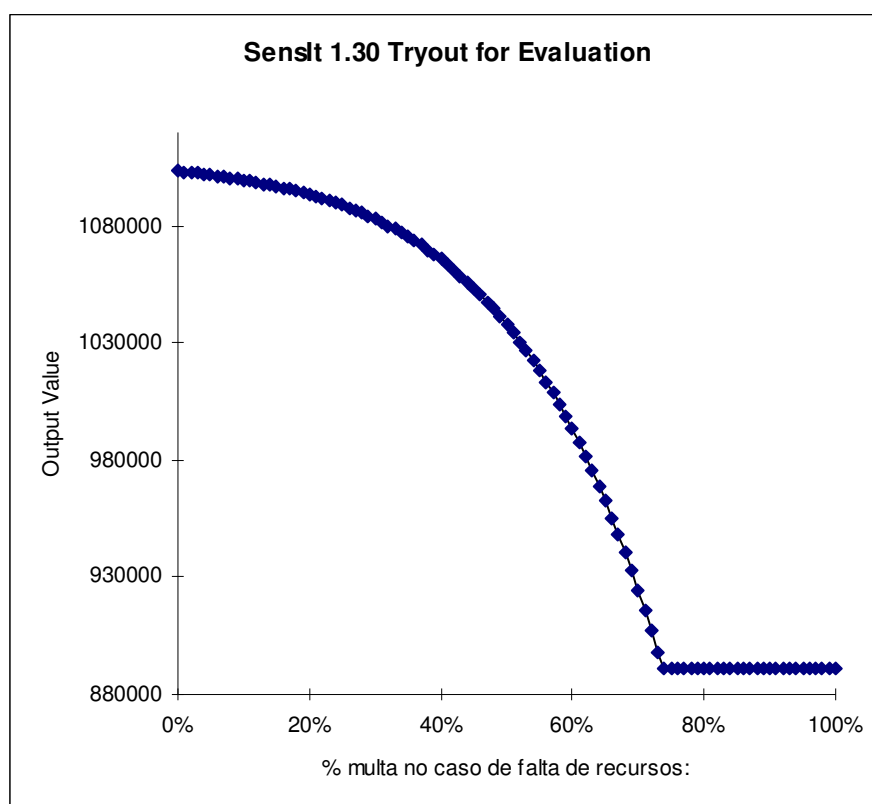


Fonte: Elaborado pelo autor

É possível notar na figura 7 que, à medida que a Multa aumenta, o valor da solução com 5 propostas vai diminuindo; mas o valor da Multa passa a ser irrelevante quando a solução ótima consiste de apenas 3 propostas, pois nunca faltarão recursos nesse caso.

Da mesma forma como tratamos os critérios Maximax, Maximin e Minimax, analisamos a Árvore de Decisão com cenários pessimista e otimista. Em um cenário mais pessimista, as perspectivas de transformação das propostas em contrato poderiam ser, respectivamente: 40%; 80%; 5%; 20%; e 50%. A partir desta situação, para uma Multa de 50%, encontramos um lucro de R\$ 750.164,00, sendo a melhor solução fazer as 5 propostas, conforme pode ser visualizado parcialmente na figura 8 a seguir.

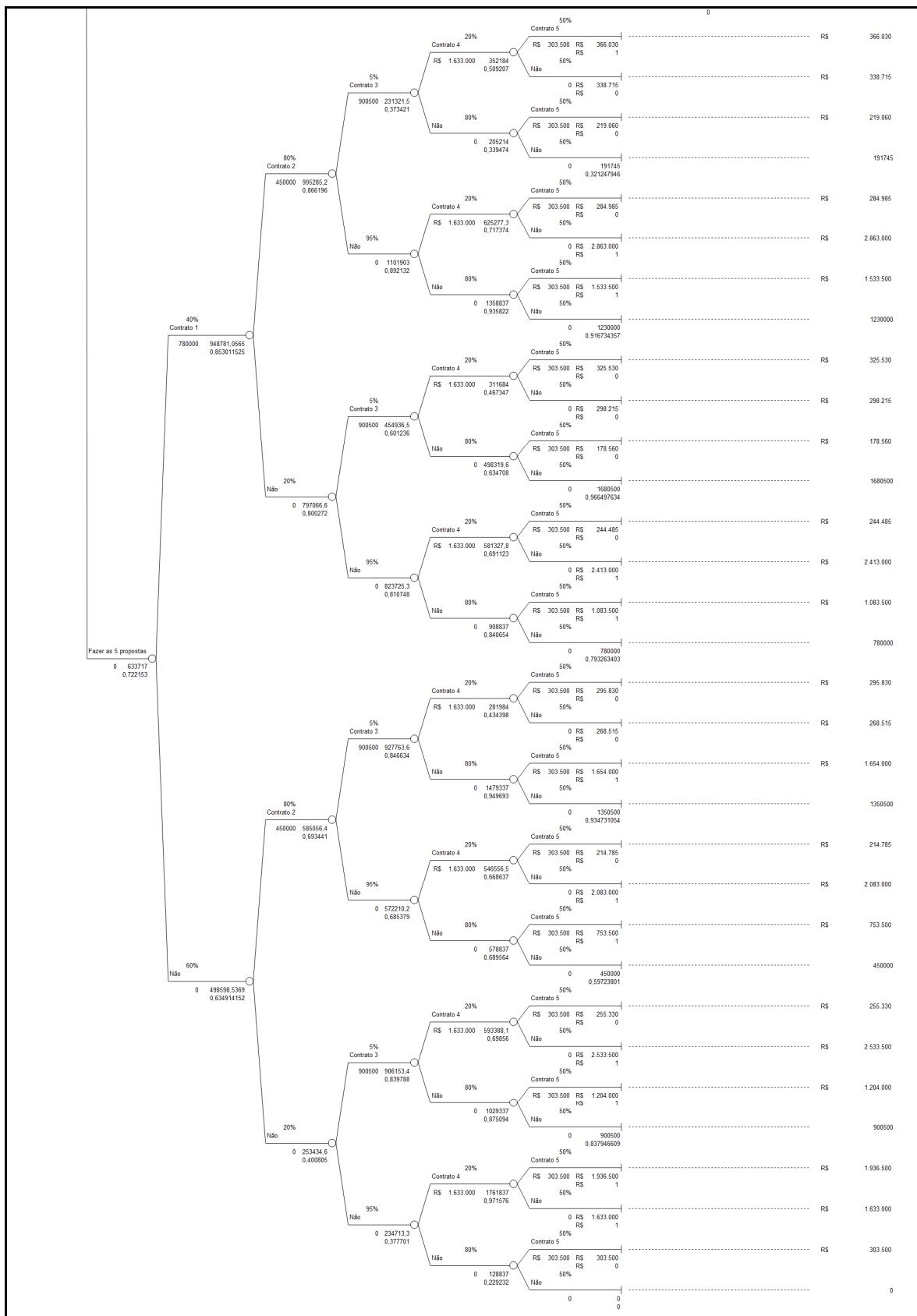
Figura 7 – Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre o valor da árvore



Fonte: Elaborado pelo autor

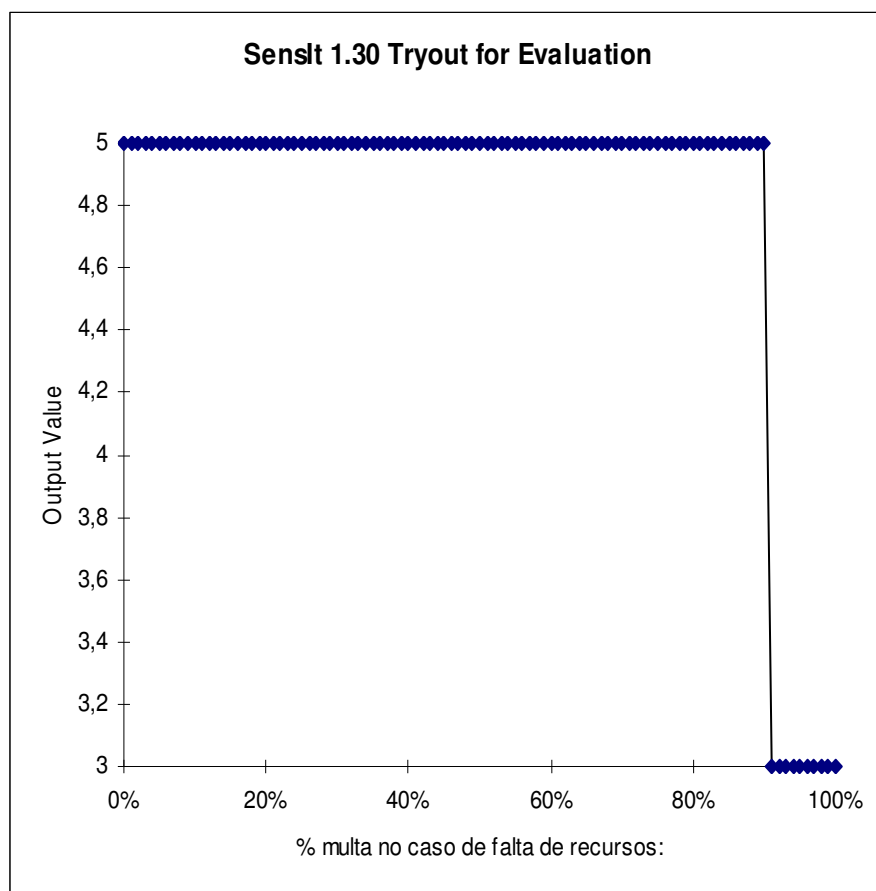
A Análise de Sensibilidade do impacto da Multa na decisão ótima está apresentada na figura 9. Ela mostra que, de 0% a 90% o valor da Multa não importa e podem ser feitas as 5 propostas, porém ao aplicarmos o percentual de Multa de 91% o melhor seria fazer 3 propostas, sendo o conjunto 1, 2 e 5 o melhor deles, com lucro de R\$ 639.198,00, valor este mostrado na figura 10, quando aplicamos a análise de sensibilidade para o valor final da árvore.

Figura 8 – Árvore de decisão (Cenário Pessimista) – nó contemplando a solução de fazer as 5 propostas



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 – Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre a decisão ótima – Cenário pessimista

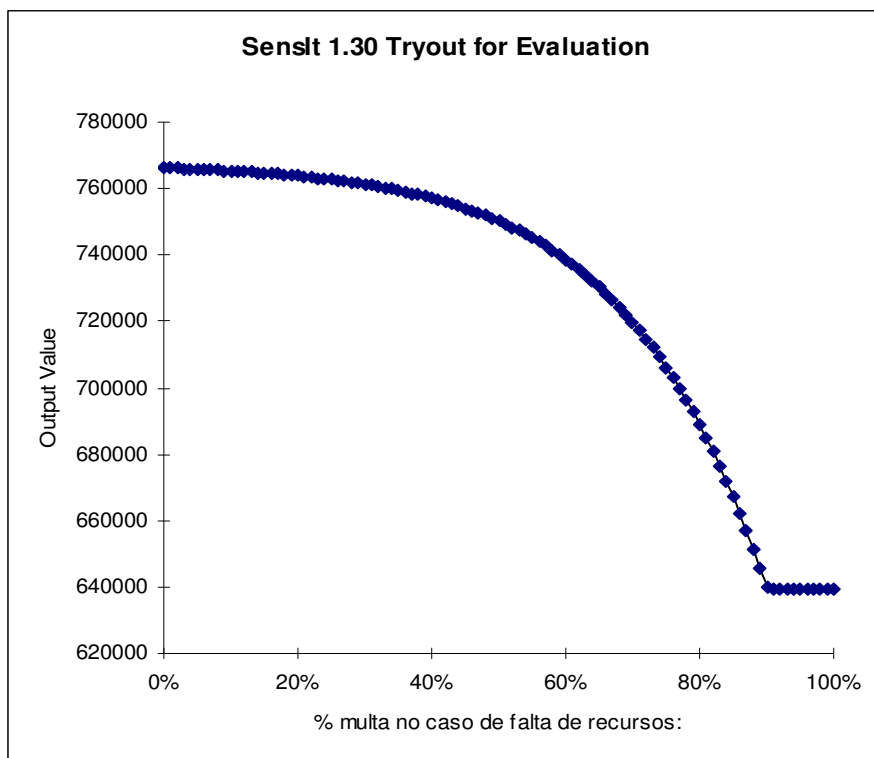


Fonte: Elaborado pelo autor

Neste cenário, fica mais confortável afirmar que a solução ótima consiste em fazer mesmo as 5 propostas. Para isto deixar de ser verdade, o valor da Multa teria que ser muito alto, o que é pouco provável de coincidir com a realidade.

Em um cenário mais otimista, as perspectivas de transformação das propostas em contrato poderiam ser, respectivamente: 60%; 100%; 15%; 40%; e 70%. A partir desta situação, para uma Multa de 50%, encontramos um lucro de R\$ 1.156.622,00, sendo a melhor solução fazer as 5 propostas, conforme pode ser visualizado parcialmente na figura 11 a seguir.

Figura 10 – Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre o valor da árvore – Cenário pessimista

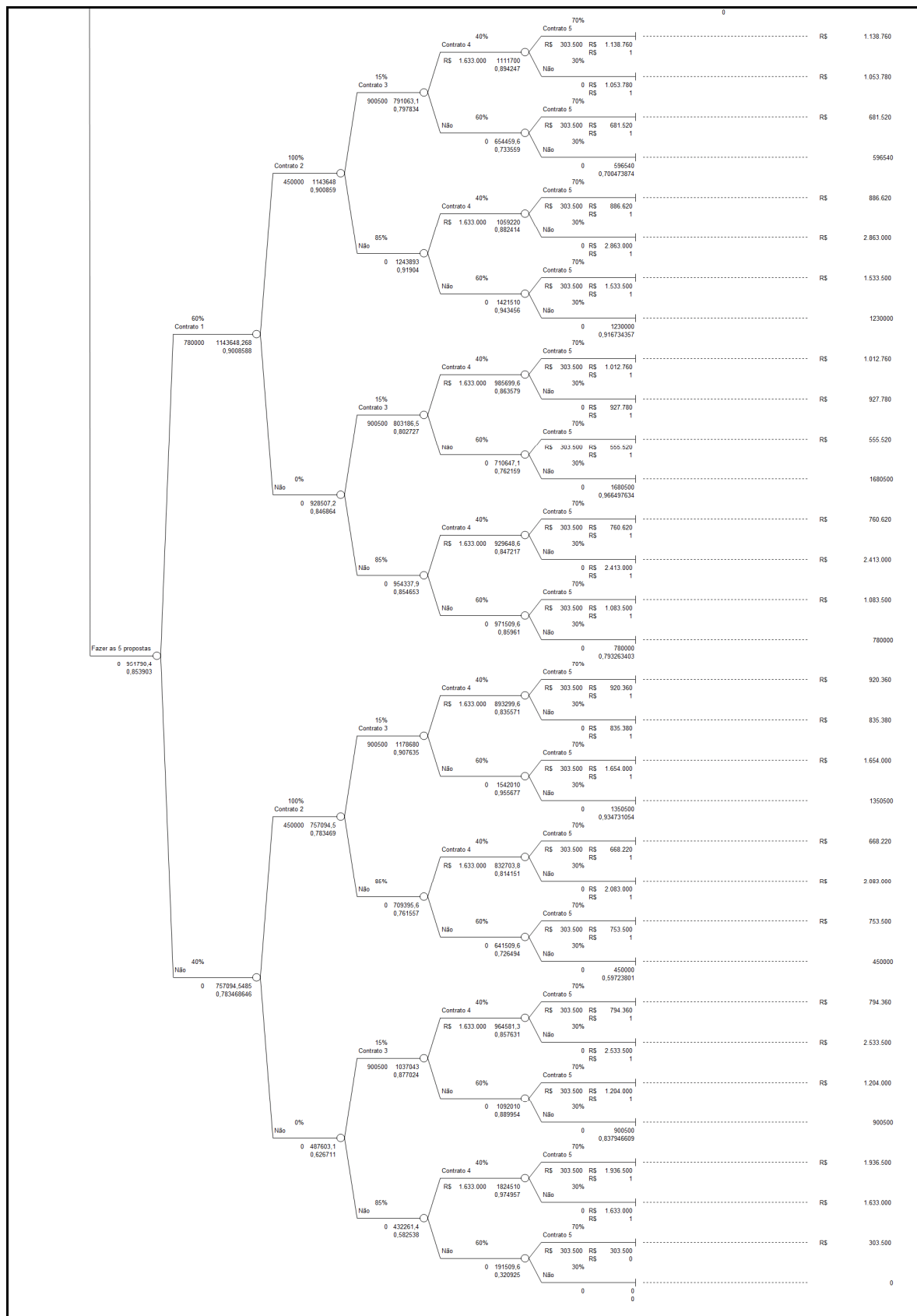


Fonte: Elaborado pelo autor

A Análise de Sensibilidade do impacto da Multa na decisão ótima está apresentada na figura 12. Ela mostra que, de 0% a 71% o valor da Multa não importa e podem ser feitas as 5 propostas, porém ao aplicarmos o percentual de Multa de 72% o melhor seria fazer 3 propostas, sendo o conjunto 1, 2 e 5 o melhor deles, com lucro de R\$ 961.258,00, valor este mostrado na figura 13, quando aplicamos a análise de sensibilidade para o valor final da árvore.

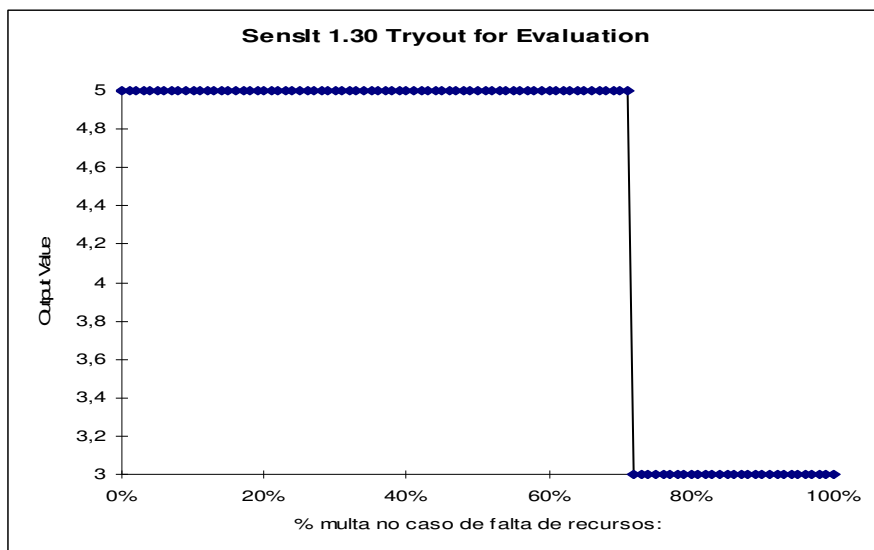
O quadro 2 mostra o resumo das melhores soluções encontradas pelo método da Árvore de Decisão (abordagens do Valor Esperado e da Função de Utilidade) em diferentes cenários.

Figura 11 – Árvore de decisão (Cenário Otimista) – nó contemplando a solução de fazer as 5 propostas



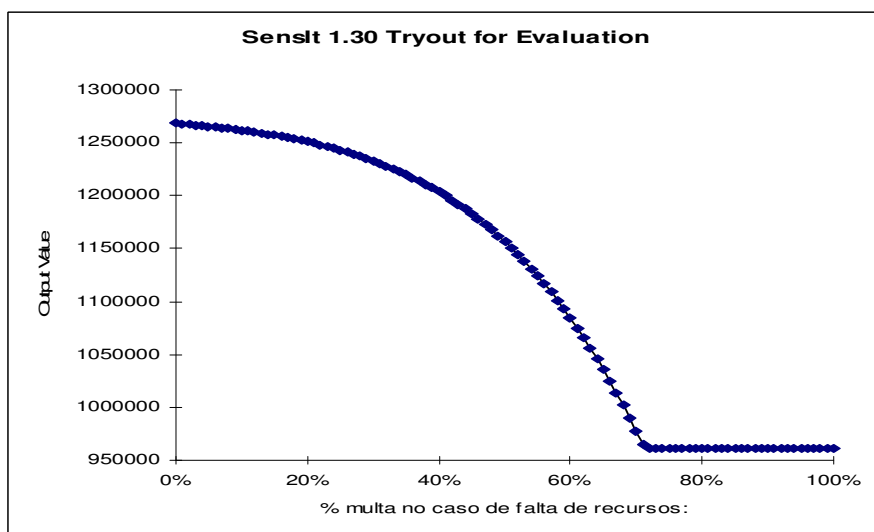
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 – Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre a decisão ótima – Cenário otimista



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13 – Análise de Sensibilidade – impacto da Multa sobre o valor da árvore – Cenário otimista



Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 2 – Quadro comparativo – Árvore de Decisão

	Multa Aplicada	Fazer 'n' propostas	Melhores Propostas	Lucro
Valor Esperado	50%	5	1, 2, 3, 4, 5	R\$ 1.283.349,00
Função Utilidade	Análise de Sensibilidade			
Realista				R\$ 1.103.547,00
	Cenário 1	0 - 73%	5	1, 2, 3, 4 e 5
				R\$ 898.056,00
Cenário 2	74% ou mais	3	1, 2, 5	R\$ 891.509,00
Pessimista				R\$ 766.253,00
	Cenário 1	0 - 90%	5	1, 2, 3, 4 e 5
				R\$ 639.912,00
Cenário 2	91% ou mais	3	1, 2, 5	R\$ 639.198,00
Otimista				R\$ 1.268.477,00
	Cenário 1	0 - 71%	5	1, 2, 3, 4 e 5
				R\$ 964.963,00
Cenário 2	72% ou mais	3	1, 2, 5	R\$ 961.258,00

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 Simulação

Além das variáveis utilizadas na abordagem do modelo binário (decisão de fazer ou não cada proposta, lucro e restrições de pessoal), incluímos neste estudo, assim como na abordagem anterior através de Árvores de Decisão, a variável expectativa de transformar as propostas em contratos.

Conforme descrito anteriormente na seção 3.4.3, foram simulados 5.000 experimentos para cada uma das 31 possíveis soluções. A planilha apresentada na tabela 11 a seguir ilustra a simulação de parte dos 5.000 experimentos realizados para a solução (C 2345). O resultado da simulação das outras 30 soluções está disponível nos apêndices 7.2.1 a 7.2.31.

A partir da simulação de todas as soluções exequíveis, foi possível fazer um quadro sumário com o lucro e o nível de risco previstos para cada uma. Os resultados estão apresentados na forma de tabela 12 e na forma gráfica na figura 14 a seguir.

Tabela 11 – Resultado (parcial) da Simulação para o caso C 2345

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais	Recursos para Desenvolvimento dos Projetos		%OK 80,3%
Fazer ou não	0	1	1	1	1	para	Analistas	Programadores	Lucro Total Medio
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%	12	26	R\$ 1.212.993,90
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000	Totais		
Analistas	5	4	5	6	3	23	18	33	
Programadores	8	6	10	12	5	41			
Total Recursos	13	10	15	18	8				

Simulação	ALEATÓRIOS					PROJETOS					ANALISTAS		PROGRAM.		OK geral	Lucro Total
	1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?		
1	0,74	0,75	0,75	0,56	0,11	0	1	0	0	1	7	1	11	1	1	R\$ 753.500,00
2	0,73	0,96	0,16	0,09	0,25	0	1	0	1	1	13	0	23	1	0	R\$ 2.386.500,00
3	0,11	0,15	0,01	0,70	0,67	0	1	1	0	0	9	1	16	1	1	R\$ 1.350.500,00
4	0,68	0,65	0,74	0,52	0,13	0	1	0	0	1	7	1	11	1	1	R\$ 753.500,00
5	0,44	0,48	0,73	0,10	0,77	0	1	0	1	0	10	1	18	1	1	R\$ 2.083.000,00
6	0,72	0,53	0,67	0,50	0,67	0	1	0	0	0	4	1	6	1	1	R\$ 450.000,00
7	0,29	0,51	0,14	0,45	0,50	0	1	0	0	1	7	1	11	1	1	R\$ 753.500,00
8	0,34	0,75	0,62	0,80	0,51	0	1	0	0	1	7	1	11	1	1	R\$ 753.500,00
9	0,44	0,51	0,70	0,18	0,48	0	1	0	1	1	13	0	23	1	0	R\$ 2.386.500,00
10	0,82	0,78	0,04	0,31	0,07	0	1	1	0	1	12	1	21	1	1	R\$ 1.654.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Vale ressaltar que esses resultados são, na realidade, dinâmicos. Cada vez que a planilha é atualizada, os valores aleatórios são re-calculados e novos resultados são obtidos. As ilustrações aqui apresentadas consistem apenas em “fotografias” de uma dessas atualizações. Felizmente, com 5000 simulações, os resultados são robustos, não apresentando grandes variações entre as atualizações.

Tabela 12 – Resultados das 31 soluções possíveis para o problema – Cenário Realista

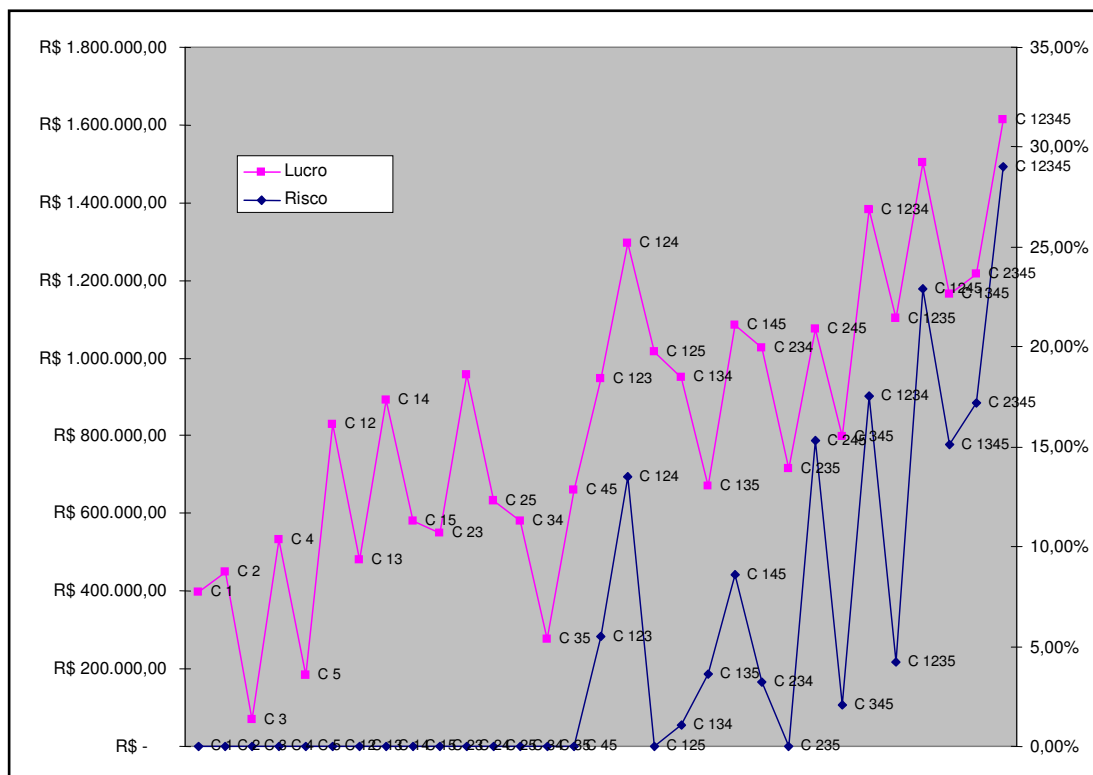
Solução	C1	C2	C3	C4	C5	C12	C13	C14	C15	C23	C24
Lucro R\$	389.220	450.000	77.443	519.294	189.991	825.960	462.763	911.757	558.749	551.757	944.799
Risco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Solução	C25	C34	C35	C45	C123	C124	C125	C134	C135	C145
Lucro R\$	624.816	532.029	273.678	667.751	926.391	1.311.741	1.019.760	994.382	636.047	1.047.419
Risco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,40%	14,90%	0,00%	1,60%	3,00%	8,10%

Solução	C234	C235	C245	C345	C1234	C1235	C1245	C1345	C2345	C12345
Lucro R\$	1.048.982	724.255	1.127.391	779.175	1.432.155	1.113.988	1.518.129	1.131.535	1.222.410	1.603.928
Risco	3,20%	0,00%	18,30%	2,10%	20,20%	5,00%	24,60%	11,60%	19,40%	29,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 – Lucro e risco de cada solução



Fonte: Elaborado pelo autor

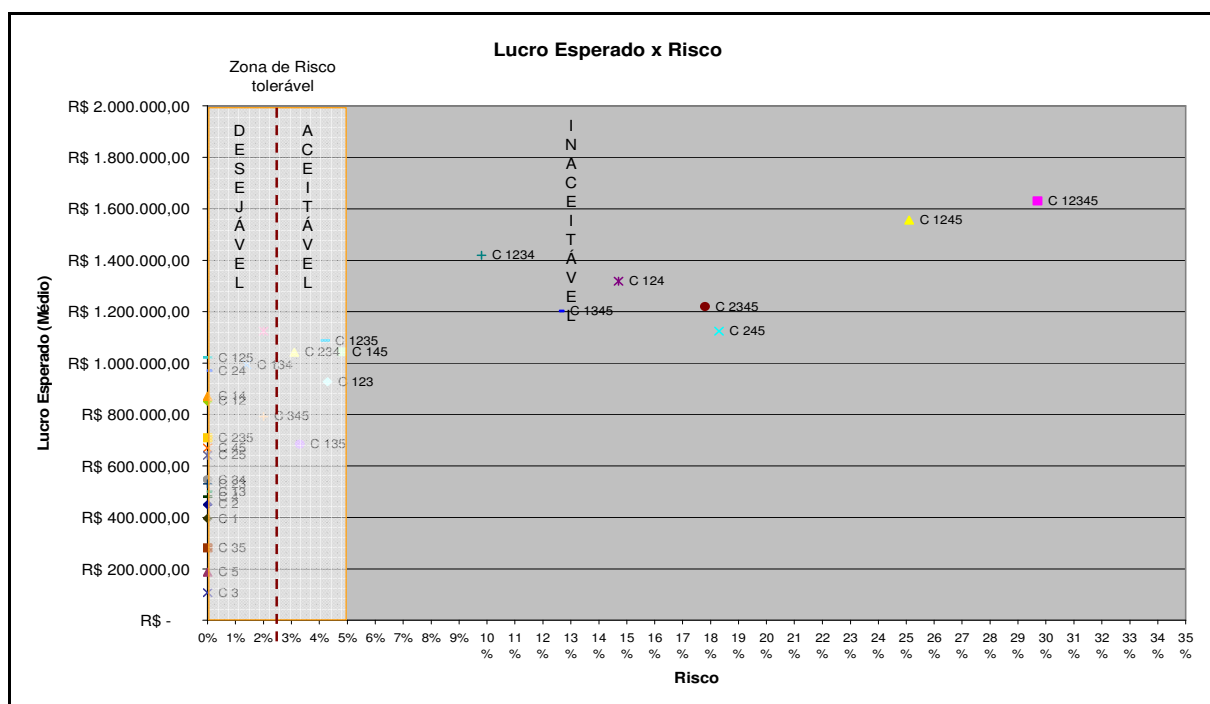
A figura 15 a seguir mostra os mesmos resultados, porém abordando a relação Lucro x Risco e indicando um ponto de corte para um nível máximo de risco aceitável (tendo a área comercial da empresa sinalizado ser interessante não haver mais do que 5% de probabilidade de haver desgaste comercial).

A linha vermelha pontilhada na figura 15 indica o que seria um patamar desejável de risco máximo tolerável (2,5%). A figura 16 a seguir consiste em um *zoom* da zona aceitável de risco e é capaz de ajudar a escolher efetivamente qual é a melhor solução.

A partir da análise do quadro e das figuras anteriores, verificamos que o conjunto de propostas P1+P2+P5 não traz risco nenhum e fornece uma perspectiva de lucro de R\$ 1.000.000, aproximadamente, sendo esta uma boa opção, inicialmente.

Se apenas a análise minimizadora de risco for utilizada, os executivos poderão ir adiante, sem ter preocupação de estarem correndo risco. Neste caso, o conjunto P1+P2+P5 ou o P2+P3+P5 poderia ser escolhido. Verificamos que as propostas P2 e P5 aparecem nas duas composições com 0% de risco.

Figura 15 - Lucro e risco de cada solução, com ponto de corte

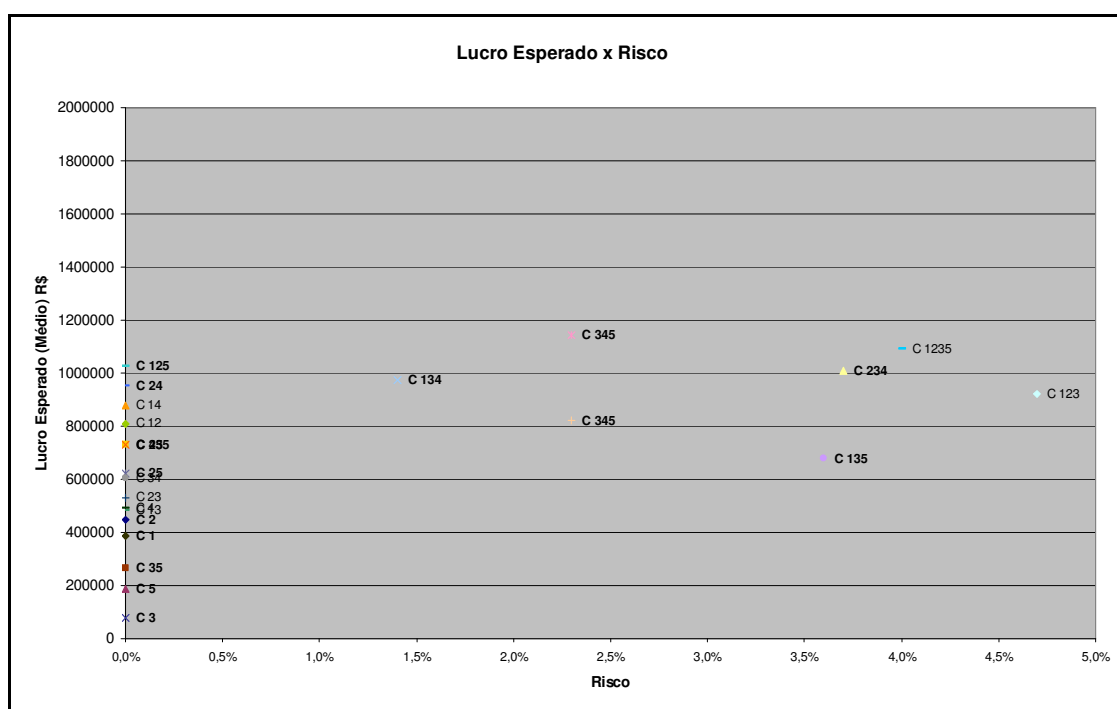


Fonte: Elaborado pelo autor

Para executar todas as propostas, teríamos um nível de risco muito grande, de aproximadamente 29%. Com algum, mas pequeno risco (aproximadamente 2,5%), duas soluções aparecem: P1+P3+P4 e P3+P4+P5 (as propostas P3 e P4 aparecem nas duas combinações). A primeira delas apresenta um lucro esperado na casa de R\$ 1.000.000.

Ainda dentro do risco delimitado pela área comercial (5%), qualquer combinação que leve em conta a execução de três propostas pode ser recomendada, exceto os conjuntos P1+P2+P4 e P2+P4+P5. As soluções P1+P2+P3 e P1+P4+P5 estão fora da zona aceitável, porém em algumas simulações, elas aparecem dentro dela.

Figura 16 – Lucro e risco de cada solução, zona aceitável de risco



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as soluções aceitáveis com 3 propostas, as combinações P1+P2+P5 e P2+P3+P5 são as mais lucrativas (em torno de R\$ 1.000.000). Porém, a solução P1+P2+P3+P5 também aparece na zona aceitável de risco (5%, aproximadamente), mas com um lucro esperado de R\$ 1.100.000, aproximadamente.

Com essas apreciações, verificamos que, e também por ser de interesse da empresa apresentar o maior número possível de propostas (por questões estratégicas), devemos fazer as propostas P1, P2, P3 e P5, dentro do nível de risco aceitável e obtendo a maior expectativa de lucro.

Como as probabilidades das propostas se transformarem em contrato foram baseadas na experiência dos gerentes e são, portanto, subjetivas, convém realizar uma análise de sensibilidade a respeito do seu impacto.

Em um cenário mais pessimista, as perspectivas de transformação das propostas em contrato poderiam ser, respectivamente: 40%; 80%; 5%; 20%; e 50%. A partir de simulação de todas

as possíveis soluções, foi possível fazer também um quadro sumário com o lucro e o nível de risco previstos para cada uma. Os resultados estão apresentados na forma de tabela na tabela 13 a seguir e na forma gráfica na figura 17.

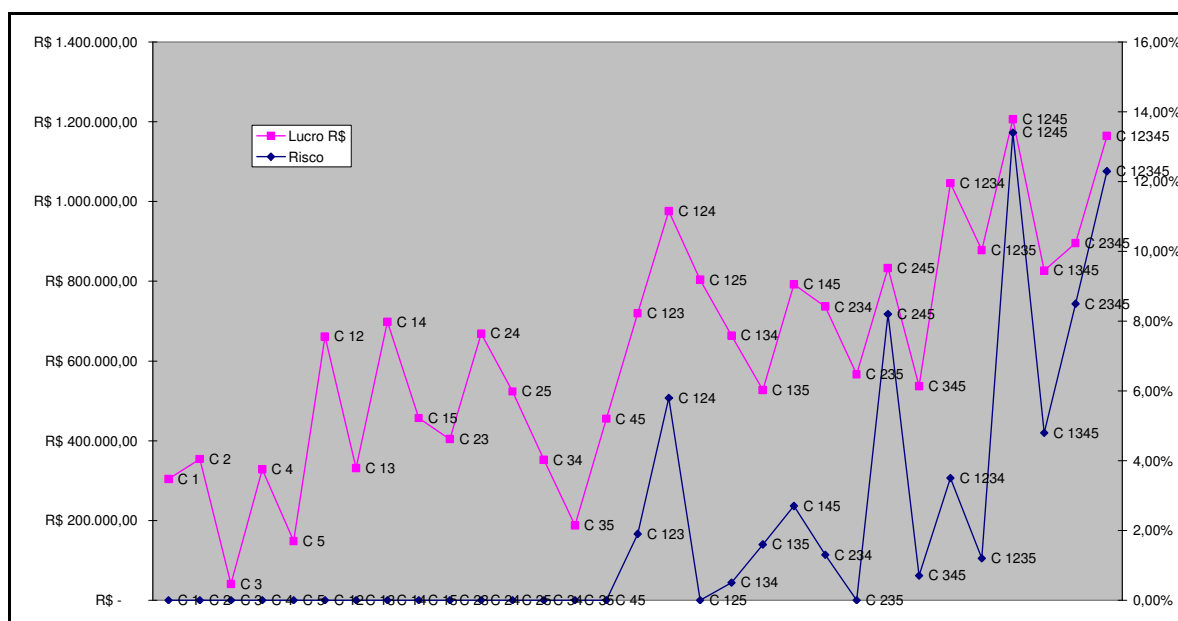
Esses resultados também são, na realidade, dinâmicos, como na execução para a visão ‘realista’ anterior. Cada vez que a planilha é atualizada, os valores aleatórios são re-calculados e novos resultados são obtidos. As ilustrações aqui apresentadas consistem apenas em “fotografias” de uma dessas atualizações.

Tabela 13 – Resultados das 31 soluções possíveis para o problema – Cenário Pessimista

Solução	C1	C2	C3	C4	C5	C12	C13	C14	C15	C23	C24
Lucro R\$	306.540,00	361.350,00	42.323,50	300.472,00	145.680,00	651.720,00	357.088,50	559.414,00	439.694,50	404.576,50	675.285,00
Risco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Solução	C25	C34	C35	C45	C123	C124	C125	C134	C135	C145	
Lucro R\$	507.501,00	367.001,50	203.695,50	474.028,50	719.007,00	1.015.389,00	839.369,50	646.288,50	503.792,00	783.392,00	
Risco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,40%	7,20%	0,00%	0,90%	0,60%	2,10%	
Solução	C234	C235	C245	C345	C1234	C1235	C1245	C1345	C2345	C12345	
Lucro R\$	780.942,44	564.151,00	837.167,50	493.477,50	1.011.647,50	875.276,50	1.182.984,00	824.261,00	891.219,00	1.172.378,00	
Risco	1,40%	0,00%	7,80%	0,30%	3,00%	2,10%	12,30%	5,10%	8,60%	13,50%	

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 – Lucro e risco de cada solução – Cenário Pessimista



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 18 a seguir mostra os mesmos resultados, porém abordando a relação Lucro x Risco e indicando um ponto de corte para um nível máximo de risco aceitável.

A linha vermelha pontilhada na figura 18 indica o que seria um patamar desejável de risco máximo tolerável (2,5%). A figura 19 a seguir consiste em *zoom* da zona aceitável de risco e é capaz de ajudar a escolher efetivamente qual é a melhor solução.

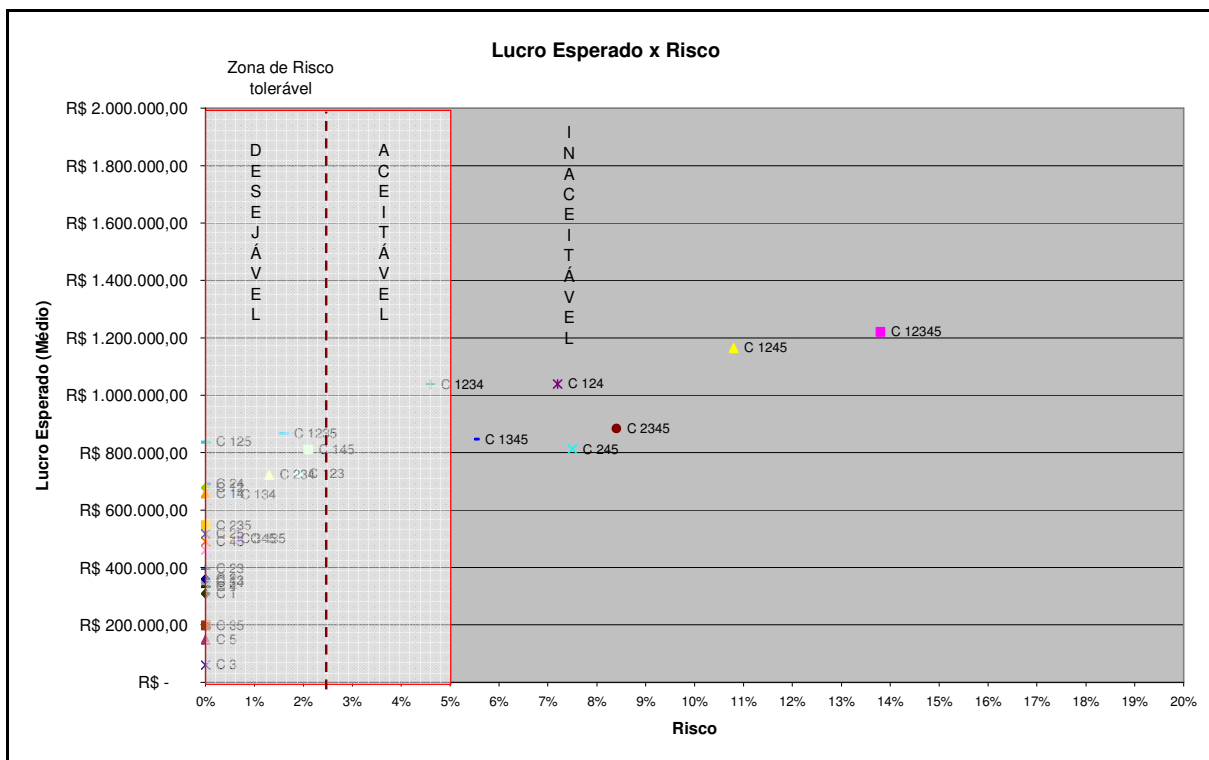
A partir da análise do quadro e das figuras anteriores, verificamos que o conjunto de propostas P1+P2+P5 não traz risco nenhum, sendo este o mesmo conjunto de propostas para as estimativas realistas e fornece uma perspectiva de lucro de R\$ 840.000, aproximadamente, sendo esta uma boa opção, inicialmente.

Se apenas a análise minimizadora de risco for utilizada, os executivos poderão ir adiante, sem ter preocupação de estarem correndo risco. Neste caso, o conjunto P1+P2+P5 ou o P2+P3+P5 poderia ser escolhido. Verificamos que as propostas P2 e P5 aparecem nas duas composições com 0% de risco.

Para executar todas as propostas, teríamos um nível de risco muito grande, de aproximadamente 15%. Com algum, mas pequeno risco (aproximadamente 2,5%), sete soluções aparecem: P1+P2+P3, P1+P3+P4, P1+P3+P5, P1+P4+P5, P2+P3+P4, P3+P4+P5 e P1+P2+P3+P5 (a proposta P3 aparece em todas as combinações). A última delas apresenta um lucro esperado na casa de R\$ 875.000.

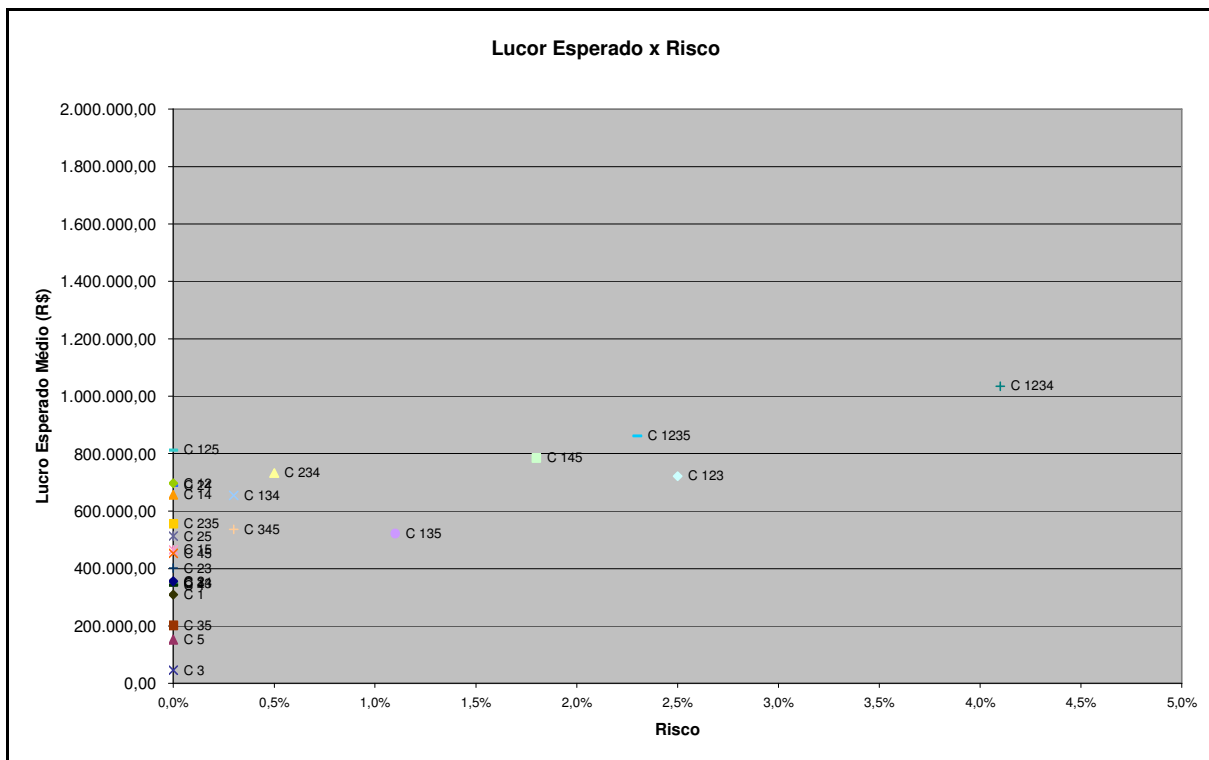
Ainda dentro do risco delimitado pela área comercial (5%), qualquer combinação que leve em conta a execução de três propostas pode ser recomendada, exceto os conjuntos P1+P2+P4 e P2+P4+P5, de forma idêntica ao cenário realista, analisado anteriormente.

Figura 18 - Lucro e risco de cada solução, com ponto de corte – Cenário Pessimista



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19 – Lucro e risco de cada solução, zona aceitável de risco – Cenário Pessimista



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as soluções aceitáveis com 3 propostas, as combinações P1+P4+P5 e P2+P3+P4 são as mais lucrativas (em torno de R\$ 780.000). Porém, a solução P1+P2+P3+P4 também aparece na zona aceitável de risco (5%, aproximadamente), mas com um lucro esperado de R\$ 1.010.000, aproximadamente.

Com essas apreciações, verificamos que, e também por ser de interesse da empresa apresentar o maior número possível de propostas (por questões estratégicas), devemos fazer as propostas P1, P2, P3 e P4, dentro do nível de risco aceitável e obtendo a maior expectativa de lucro.

Prosseguindo com a análise de sensibilidade, passamos a considerar um cenário mais otimista, onde as perspectivas de transformação das propostas em contrato poderiam ser, respectivamente: 60%; 100%; 15%; 40%; e 70%. A partir de simulação de todas as possíveis soluções, foi possível fazer também um quadro sumário com o lucro e o nível de risco previstos para cada uma. Os resultados estão apresentados na forma de tabela no tabela 14 a seguir e na forma gráfica na figura 20.

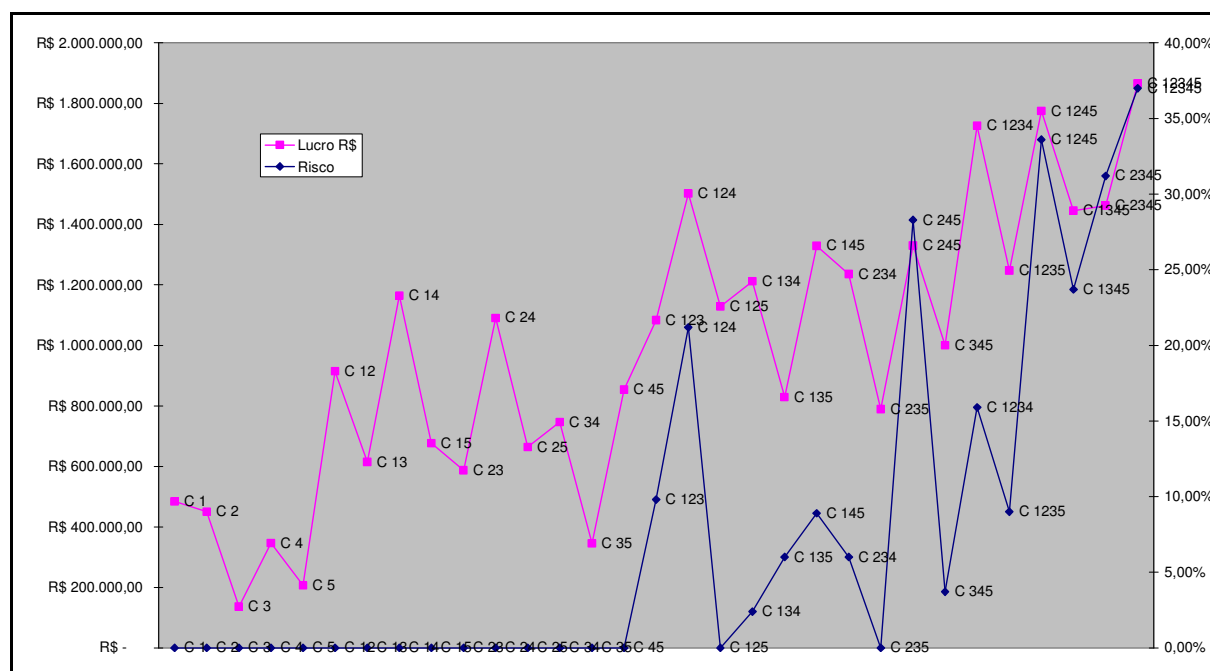
Esses resultados também são, na realidade, dinâmicos, como na execução para a visão ‘pessimista’ anterior. Cada vez que a planilha é atualizada, os valores aleatórios são recalculados e novos resultados são obtidos. As ilustrações aqui apresentadas consistem apenas em “fotografias” de uma dessas atualizações.

Tabela 14 – Resultados das 31 soluções possíveis para o problema – Cenário Otimista

Otimista	Solução	C1	C2	C3	C4	C5	C12	C13	C14	C15	C23	C24
	Lucro R\$	484.380,00	450.000,00	123.368,50	682.594,00	216.699,00	914.100,00	612.492,00	1.136.166,00	696.875,50	578.771,50	1.080.338,00
	Risco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Solução	C25	C34	C35	C45	C123	C124	C125	C134	C135	C145	
	Lucro R\$	660.325,50	805.673,50	356.500,00	882.168,00	1.049.359,00	1.622.799,00	1.125.421,00	1.282.459,00	817.212,00	1.360.109,50	
	Risco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,60%	26,70%	0,00%	4,40%	7,00%	8,60%	
	Solução	C234	C235	C245	C345	C1234	C1235	C1245	C1345	C2345	C12345	
	Lucro R\$	1.243.799,80	785.221,50	1.347.660,00	984.605,50	1.745.114,00	1.294.753,00	1.819.260,50	1.461.545,50	1.458.366,50	1.924.642,50	
	Risco	6,40%	0,00%	30,80%	3,80%	16,60%	11,40%	38,50%	23,40%	31,40%	41,60%	

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 – Lucro e risco de cada solução – Cenário Otimista



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 21 a seguir mostra os mesmos resultados, porém abordando a relação Lucro x Risco e indicando o mesmo ponto de corte para um nível máximo de risco aceitável de 5%, como nos dois cenários anteriores.

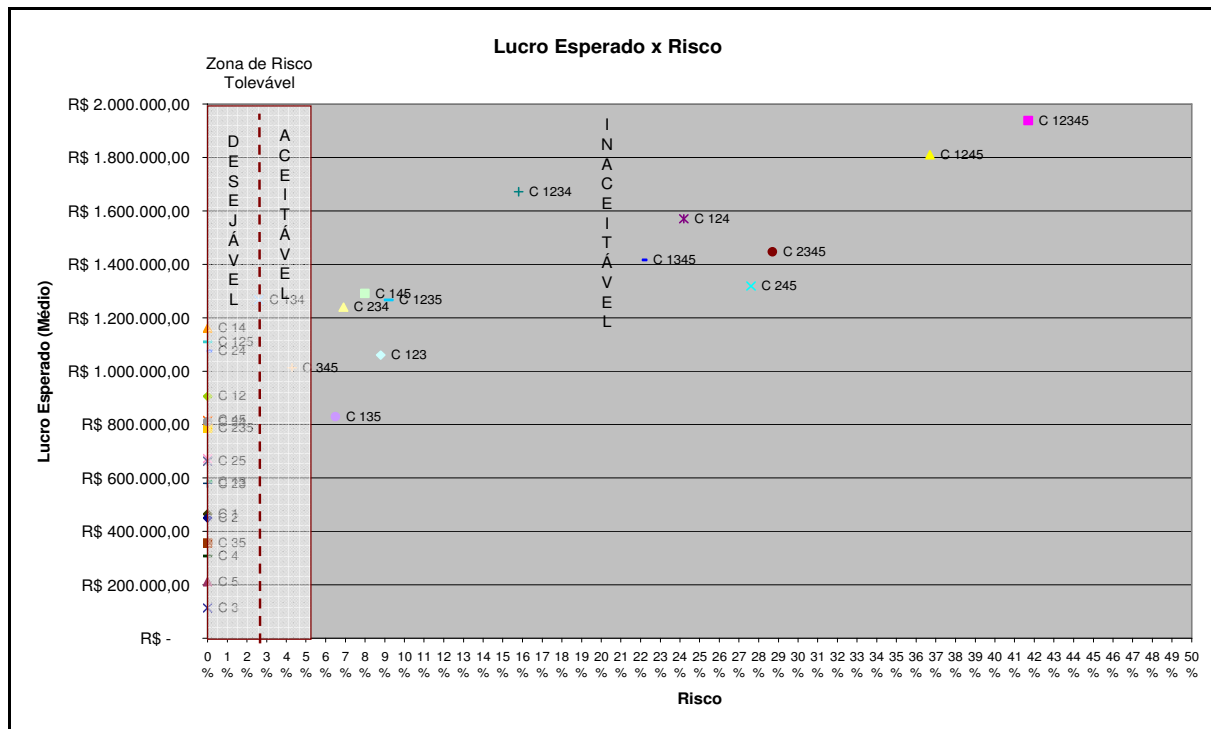
A linha vermelha pontilhada na figura 21 indica o que seria um patamar desejável de risco máximo tolerável (2,5%). A figura 22 a seguir consiste em *zoom* da zona aceitável de risco e é capaz de ajudar a escolher efetivamente qual é a melhor solução.

A partir da análise do quadro e das figuras anteriores, verificamos que o conjunto de propostas P1+P2+P5 e P2+P3+P5 não trazem risco nenhum, com o segundo conjunto fornecendo uma perspectiva de lucro de R\$ 785.000, aproximadamente, sendo, porém, o primeiro conjunto – o mesmo para as estimativas realistas – a melhor opção com perspectiva de lucro de R\$ 1.125.000, aproximadamente.

Se apenas a análise minimizadora de risco for utilizada, os executivos poderão ir adiante, sem ter preocupação de estarem correndo risco. Neste caso, o conjunto P1+P2+P5 ou o P2+P3+P5

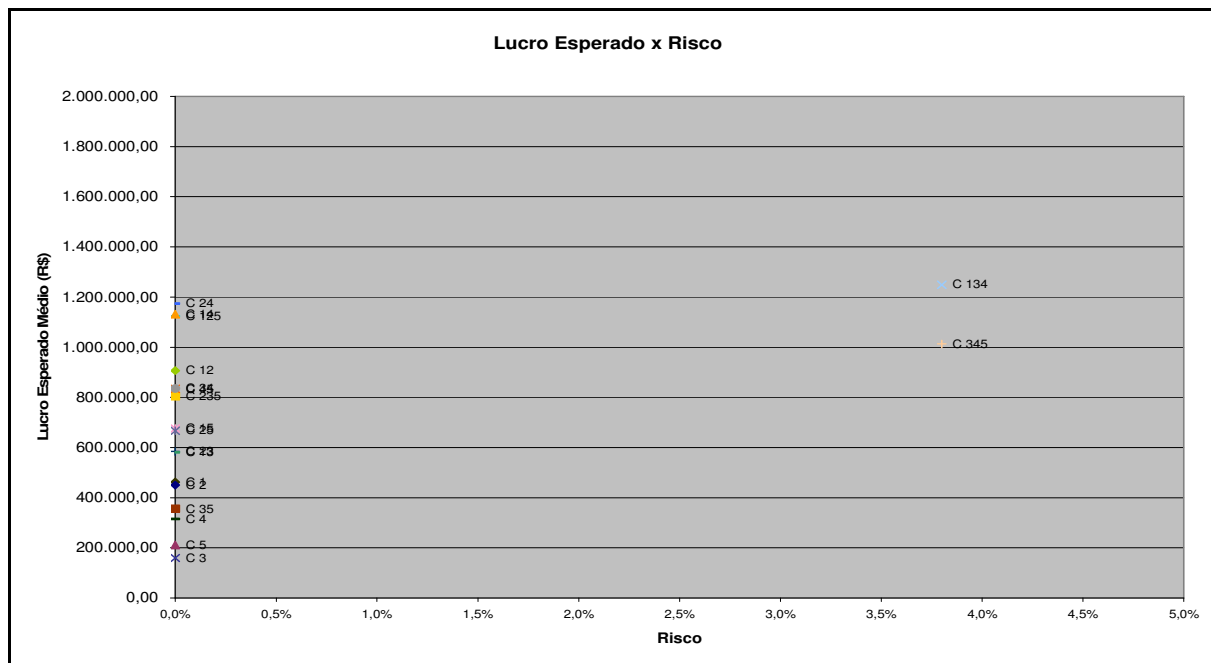
poderia ser escolhido. Verificamos que as propostas P2 e P5 aparecem nas duas composições com 0% de risco.

Figura 21 - Lucro e risco de cada solução, com ponto de corte - Cenário Otimista



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 22 – Lucro e risco de cada solução, zona aceitável de risco - Cenário Otimista



Fonte: Elaborado pelo autor

Para executar todas as propostas, teríamos um nível de risco muito grande, de aproximadamente 45%. Para fazer as propostas P1+P2+P4+P5 teríamos um lucro alto, porém ainda com um nível de risco muito grande, de aproximadamente 38%. O conjunto P1+P2+P3+P5 aparece com um bom lucro, porém com um nível de risco grande, acima do nível aceitável de 5%. Com algum pequeno risco (aproximadamente 2,5%), ou com o risco no nível do ponto de corte de 5% não aparece nenhum conjunto de 4 ou 5 propostas.

Todos os conjuntos com apenas uma ou duas propostas apresentam risco zero. Com essas apreciações, verificamos que, e também por ser de interesse da empresa apresentar o maior número possível de propostas (por questões estratégicas), devemos fazer as propostas P1, P2 e P5, dentro do nível de risco desejável, obtendo a maior expectativa de lucro com risco zero. Porém, ao pensarmos em um lucro maior, devemos fazer as propostas P1, P3 e P4, ainda com um nível de risco aceitável.

O quadro 3 mostra uma comparação das melhores soluções encontradas pelo método de Simulação para os cenários realista, otimista e pessimista.

Quadro 3 – Quadro comparativo – Simulação

Realista	Solução	C 123	C 125		C 145		C 235	C 245			C 1235
	Lucro R\$	719.007,00	839.369,50		783.392,00		564.151,00	837.167,50			875.276,50
	Risco	1,40%	0,00%		2,10%		0,00%	7,80%			2,10%
Otimista	Solução		C 125	C 134			C 235		C 345		
	Lucro R\$		1.125.421,00	1.282.459,00			785.221,50		984.605,50		
	Risco		0,00%	4,40%			0,00%		3,80%		
Pessimista	Solução				C 145	C 234					C 1234
	Lucro R\$				783.392,00	780.942,44					1.011.647,50
	Risco				2,10%	1,40%					3,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Análise Comparativa das Abordagens

Nesta seção, vamos comparar as abordagens tratadas nesta dissertação mostrando as vantagens e desvantagens de cada uma, assim como a sua adequação ao problema tratado.

4.3.1 Não Probabilísticas x Probabilísticas

Como vantagem das abordagens não probabilísticas, podemos considerar que nelas não há dependência da subjetividade (e de uma eventual imprecisão) das probabilidades utilizadas na Árvore de Decisão e na Simulação. Se estas probabilidades estiverem erradas (elas são subjetivas), isto pode comprometer um pouco estas duas abordagens. Para as não probabilísticas, essa consideração não entra na composição. Esta vantagem não é tão acentuada, pois foi possível realizar uma análise de cenários durante as abordagens probabilísticas, considerando diferentes valores para essas probabilidades.

De qualquer forma, trata-se de uma pequena vantagem, porém, em contra-partida, as abordagens não probabilísticas apresentam uma desvantagem porque estaremos tratando todas as propostas da mesma maneira, ou seja, todas as propostas podem ou não virar contrato, quando, na realidade, algumas tem mais chance do que outras.

4.3.2 Comparação entre as três abordagens não probabilísticas

Como desvantagem, a abordagem Maximax apresentou múltiplas soluções ótimas em todos os cenários. A abordagem Maximin simplesmente não funcionou para este problema.

A abordagem Minimax foi a melhor: apresentou apenas uma solução ótima para cada cenário e revelou uma certa sensibilidade em relação à Multa, ou seja, dependendo do valor da Multa, para cada cenário ela apresentou uma solução ótima diferente.

4.3.3 Árvore de Decisão x Simulação

Podemos considerar como uma pequena desvantagem da Simulação o fato da planilha ficar muito ‘pesada’. Além disso, ela não apresentou diretamente a solução ótima, diferentemente da Árvore de Decisão; ela apenas mostra o desempenho de cada uma das possíveis soluções.²

A confecção da Árvore de Decisão é muito trabalhosa, e isso pode ser considerado uma pequena desvantagem, porém, como vantagem, ela não ficou muito ‘pesada’. Na Árvore de Decisão, foi possível contemplar o perfil de risco do tomador de decisão. Na Simulação isso não foi possível.

Podemos colocar como desvantagem da Árvore de Decisão o fato que assumimos uma Multa para penalizar o lucro nos casos em que a quantidade de recursos disponíveis não foi suficiente para atender todas as demandas de projeto, já que essa multa foi arbitrada.

Na Simulação, o problema foi tratado verificando a probabilidade da demanda por recursos superar a oferta. Por este motivo, o tratamento foi menos arbitrário do que pela Árvore de Decisão: nesta última, arbitramos a Multa; na Simulação, mensuramos qual a probabilidade disso acontecer. A Simulação cuidou melhor esta situação, porém na Árvore foi possível fazer uma análise de sensibilidade em relação a esse parâmetro arbitrado e isso diminui bastante esta desvantagem.

Outra vantagem para a Simulação é o fato de a Árvore de Decisão precisar considerar uma única variável como sendo o objetivo, (no caso, o lucro, a ser maximizado). Na Simulação, é possível verificar o desempenho de cada uma das 31 possíveis soluções nos critérios que forem considerados necessários – no caso, além do lucro, o risco envolvido na solução e a própria quantidade de propostas elaboradas. Esses últimos foram usados como critérios de

² Como a quantidade de soluções possíveis não é muito grande (apenas 31), foi possível verificar o desempenho de todas elas na Simulação e isso acaba não sendo uma desvantagem tão marcante.

desempate. Isso permite uma análise mais rica e assim podemos tomar uma decisão mais embasada.

4.3.4 Vantagens e Desvantagens das Metodologias

No quadro 4, apresentamos um resumo das vantagens e desvantagens detalhadas na seção 4.3, onde do lado esquerdo mostramos as vantagens e desvantagens dos critérios não probabilísticos, e do lado direito, as vantagens e desvantagens das abordagens probabilísticas.

Quadro 4 – Quadro comparativo das metodologias

	Não Probabilísticas			Probabilísticas	
	Vantagem	Desvantagem		Vantagem	Desvantagem
	Não há dependência de subjetividade presente nas probabilidades	Todas as propostas são tratadas da mesma maneira		Cada proposta é tratada de forma diferente	Há dependência de subjetividade
Crterios			Abordagens		
Maximax		Apresentou múltiplas soluções em todos os cenários	Arvore de Decisão	Apresentou uma solução ótima	Confeção muito trabalhosa
Maximin		Não funcionou para este problema		Contemplou o perfil de risco do tomador de decisão	Foi arbitrada uma multa para penalizar o lucro
Minimax	Apresentou apenas uma solução ótima para cada cenário				Foi escolhida apenas uma variável objetivo
	Sensibilidade em relação à multa		Simulação	Foi verificado o desempenho de cada uma das 31 soluções por vários critérios	Planilha muito 'pesada'
				Foi verificada a probabilidade da demanda por recursos superar a oferta	Não apresentou diretamente uma solução ótima
					Não contemplou o perfil de risco do tomador de decisão

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÕES

Esta dissertação apresentou um problema real de determinação de mix de projetos de consultoria, em que não se sabia, *a priori*, quais das propostas elaboradas se transformariam efetivamente em projetos a serem feitos. Tal presença de incerteza é suficiente para inviabilizar a abordagem mais tradicional para este tipo de problema: a Programação Binária.

Tratou-se tal problema de forma não probabilística pelos critérios Maximax, Maximin e Minimax, e probabilística, a partir de uma Árvore de Decisões e de uma análise de risco viabilizada pela Simulação, que se revelou adequada para tratar tal tipo de problema, especialmente devido ao fato de permitir que riscos sejam incorporados de forma satisfatória, garantindo maior representatividade para o modelo e mais confiabilidade para os resultados.

Outra abordagem potencialmente interessante para o caso seria a Otimização Estocástica. Este trabalho, no entanto, não apresentou a solução completa do problema através dessa metodologia, já que ela se mostrou – no caso de problemas binários – muito parecida com a Simulação e a sua teoria ainda está sendo consolidada.

Foi feita também uma revisão bibliográfica sobre as metodologias, e o problema foi atacado segundo cada uma delas, elaborando-se um quadro comparativo.

Por causa da sua natureza, a Simulação apresenta uma desvantagem: a solução ótima não é revelada. Neste caso em particular, isto não representou um grande problema, pois a quantidade de soluções possíveis era finita e razoavelmente pequena. Desta forma, foi possível verificar o desempenho de cada uma delas. Isso acabou revelando outra vantagem da ferramenta: a possibilidade de considerar, para a escolha da solução, não apenas uma variável-objetivo (o lucro esperado, no caso), mas também outros aspectos importantes, como o risco de desgaste comercial e a quantidade de propostas elaboradas, referentes a cada uma das

possíveis soluções. Tal consideração não seria possível se tivessem sido utilizadas técnicas de otimização, como a Programação Binária e a Otimização Estocástica.

5.1 Respostas às questões propostas

a) Qual das metodologias utilizadas é a melhor para o problema em questão?

Em função da natureza do problema e do fato de as probabilidades presentes no problema em questão serem relativamente confiáveis, parece mais apropriado usar as abordagens probabilísticas. Dentre elas, em função do exposto, a Simulação se mostrou mais adequada para lidar com esse tipo de problema, em que a quantidade de soluções possíveis é relativamente pequena, apesar dela ter apresentado uma desvantagem em relação às outras metodologias, já que a solução ótima não é revelada. Neste caso em particular, isto não representou um grande problema, pois a quantidade de soluções possíveis era finita e razoavelmente pequena. A base de sustentação para esta resposta foi apresentada na seção 4.3.

b) Quais as características de cada uma?

Essa questão foi respondida ao longo das seções 4.1 e 4.2 e com base na revisão da literatura feita.

c) Quais são as vantagens e desvantagens?

Essa questão foi respondida na seção 4.3 e resumida no quadro 4, apresentado anteriormente.

d) Em que situações cada uma é mais adequada?

Critérios Maximax, Maximin e Minimax

Esses critérios não se mostraram muito adequados a essa situação porque todas as propostas acabam sendo tratadas da mesma maneira, porém eles tiveram a vantagem de não contar com a subjetividade.

As abordagens não probabilísticas são mais adequadas na situação em que, ou não temos idéia das probabilidades, ou então quando o comportamento das propostas é muito parecido. No nosso problema, acabamos tratando todas as propostas de maneira igual. Só que, se algumas delas fossem parecidas, todas tivessem a mesma chance de virar contrato, não teria nenhum problema de usarmos essa abordagem.

Árvore de Decisão.

Esta abordagem seria mais adequada para os problemas que tenham apenas um único objetivo definido, ou também em uma situação em que o perfil de risco do tomador de decisão tivesse uma importância muito grande (que não foi o nosso caso).

Outra situação em que a Árvore de Decisão também seria adequada seria o caso em que houvesse muitas soluções possíveis, já que ela conseguiria apresentar uma solução ótima.

Simulação

A simulação seria adequada em uma situação como esta do problema, em que temos:

- Propostas completamente diferentes;
- Confiança na probabilidade de cada uma delas;

- Poucas soluções possíveis;
- Mais de um objetivo, podendo haver um principal (como o Lucro).

A Simulação seria ainda muito mais adequada do que se mostrou no nosso caso, se não fosse necessário contemplar o perfil de risco do tomador de decisão: se fosse uma decisão rotineira e não uma decisão estratégica, como foi o caso, conforme foi colocado na seção 2.2.2.1 do Referencial Teórico (VATTER, 1978).

5.2 Cumprimento dos objetivos da pesquisa.

O objetivo geral foi analisar os resultados obtidos pela aplicação de diferentes abordagens que considerem incertezas e riscos ao problema de escolha das propostas, de forma a mostrar que tipo de conclusões essas abordagens são capazes de obter em casos normalmente tratados de forma determinística, a fim de se constituir um quadro comparativo.

Este objetivo foi cumprido ao longo do que foi desenvolvido no capítulo 4.

A adequabilidade de cada ferramenta quantitativa utilizada foi verificada no apontamento das vantagens e desvantagens de cada uma das abordagens, o que constituía parte do objetivo intermediário. O restante - achar, segundo cada abordagem não-determinística, qual é a melhor solução para o problema específico de escolha das propostas a serem feitas - foi cumprido e apresentado nos quadros 1 a 3 e sintetizado no quadro 5 abaixo, onde mostramos as soluções ótimas para os cenários Realista, Otimista e Pessimista, segundo cada abordagem.

Tendo cumprido os objetivos a que se propôs, entendeu-se que esta pesquisa contribuiu para o avanço do conhecimento acadêmico da seguinte maneira:

- Ajudou a mostrar que não existe uma ferramenta melhor do que outra. As ferramentas são simplesmente mais adequadas a cada problema, e cabe ao pesquisador entender as características de cada uma das abordagens para decidir qual a mais adequada.
- A pesquisa contribuiu também sugerindo em quais situações cada uma das abordagens pesquisadas é mais adequada do que as outras (a Simulação, na situação em questão).

Quadro 5 – Quadro comparativo Geral

Maximax						Maximin		Minimax		Realista				Simulação		
Propostas	Máximo R\$	Propostas	Máximo R\$	Propostas	Mínimo R\$	Árvore de Decisão				Risco	Propostas	Lucro R\$				
Função Utilidade com Análise de Sensibilidade						Multa	Fazer 'n' Propostas	Propostas	Lucro R\$							
C 34	2.533.500,00	Todas	0,00	C 134	876.750,00	Cenário 1			1.103.547,00	2,10%	C 1235	875.276,50				
C 134	2.533.500,00					0 - 73%	5	C 12345	a							
C 234	2.533.500,00								898.056,00							
C 345	2.533.500,00					Cenário 2										
C 1234	2.533.500,00					74% ou mais	3	C 125	891.509,00							
C 1345	2.533.500,00															
C 2345	2.533.500,00															
C 12345	2.533.500,00															
Maximax						Maximin		Minimax		Otimista				Simulação		
Propostas	Máximo R\$	Propostas	Máximo R\$	Propostas	Mínimo R\$	Árvore de Decisão				Risco	Propostas	Lucro R\$				
Função Utilidade com Análise de Sensibilidade						Multa	Fazer 'n' Propostas	Propostas	Lucro R\$							
C 12345	2.846.900,00	Todas	0,00	C 1234	445.050,00	Cenário 1			1.268.477,00	4,40%	C 134	1.282.459,00				
						0 - 71%	5	C 12345	a							
									964.963,00							
						Cenário 2										
						72% ou mais	3	C 125	961.258,00							
Maximax						Maximin		Minimax		Pessimista				Simulação		
Propostas	Máximo R\$	Propostas	Máximo R\$	Propostas	Mínimo R\$	Árvore de Decisão				Risco	Propostas	Lucro R\$				
Função Utilidade com Análise de Sensibilidade						Multa	Fazer 'n' Propostas	Propostas	Lucro R\$							
C 34	2.533.500,00	Todas	0,00	C 34	1.533.500,00	Cenário 1			766.253,00	3,00%	C 1234	1.011.647,50				
C 134	2.533.500,00					0 - 90%	5	C 12345	a							
C 234	2.533.500,00								639.912,00							
C 345	2.533.500,00					Cenário 2										
C 1234	2.533.500,00					91% ou mais	3	C 125	639.198,00							
C 1345	2.533.500,00															
C 2345	2.533.500,00															
C 12345	2.533.500,00															

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 Sugestões e contribuições para trabalhos futuros

Como idéia para estudos futuros, sugere-se fazer com que a planilha de análise de risco considere como lucro incorrido apenas aquele oriundo dos projetos que puderem ser feitos imediatamente, ou seja, aqueles cuja demanda de recursos puder ser atendida pelo pessoal disponível.

Espera-se, também, que o conhecimento acerca de Otimização Estocástica evolua a ponto de permitir que tal tipo de problema possa ser resolvido de forma pragmática por meio desta abordagem. Desta forma, sugere-se tentar avançar a fronteira de conhecimento existente na Otimização Estocástica, cujo arcabouço teórico ainda está sendo construído e onde ainda não há uma definição clara de como proceder nos casos de decisões binárias.

Outra idéia consiste em tratar o problema a partir de situações em que se tenha incerteza em outros parâmetros, como, por exemplo: lucro em cada contrato, quantidade necessária de analistas e programadores etc..

Adicionalmente, seria interessante pensar em uma maneira mais sagaz de tratar a Multa. Diferentemente do que foi considerado, poder-se-ia tentar contemplar o tamanho do déficit de analistas e programadores no momento de calcular a Multa, ao invés de considerá-la de forma genérica.

Ainda a respeito das metodologias, pesquisadores interessados poderiam tentar desenvolver um banco de Cases para comparar os resultados dos testes das metodologias.

Espera-se, finalmente, que essa dissertação tenha aguçado a curiosidade de acadêmicos a ponto de motivá-los a desenvolverem pesquisas similares, mas verificando o desempenho de outras metodologias não abordadas aqui e a sua adequação a problemas similares ou de outra natureza.

6 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. V.; COSTA, O. L. V. **Otimização de Carteiras com Controle de Perda Máxima através da Programação Estocástica**. virtualbib.fgv.br/dspace/handle/10438/1219 - III Encontro Brasileiro de Finanças, São Paulo. 2003.
- BORTOLOSSI, H. J.; PAGNONCELLI, B. K.; **Uma Introdução à Otimização Estocástica**. XI Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha. 2008
- CAMARGOS, M. A.; SILVA, W. A. C.; DIAS, A. T. **Análise da Produção Científica em Finanças entre 2000-2008**: um Estudo Bibliométrico dos Encontros da ANPAD. XXXIII Encontro da ANPAD, 2009.
- CAMPOLINA, A. G.; CICONELLI, R. M. **Qualidade de vida e medidas de utilidade**: parâmetros clínicos para as tomadas de decisão em saúde. PAN AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH. *Volume 19 (2) | March 15, 2006 | page(s) 128- 136*
- CARVALHO, D. F.; SOARES, A. A.; RIBEIRO, C. A. S.; SEDIYAMA, G. C.; PRUSKI, F. F. **Otimização do Uso da Água no Perímetro Irrigado do Gorutuba, Utilizando-se a Técnica da Programação Linear**. RBEAA, v4, n2, p.203-209, 2000
- CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R. (coordenadores). **Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.
- ELTON, E. J.; GRUBER, M. J. **The Multi-Period Consumption Investment Problem and Single period Analysis**. Oxford Economics Paper, Set. 1974, 289-301.
- FAMA, E. F. **Mult-Period Consumption-Investment Decisions**. American Economic Review, 60, 163-174. 1970
- FARIAS, C. A.; VIEIRA, W. C.; SANTOS, M. L. **Teoria dos Jogos e Seleção de *Profólio***: Uma Proposta de Adaptação ao Modelo Minimax e Aplicação ao Mercado Acionário Brasileiro. economia-aplicada.ufv.br/revista/pdf/2004/Artigo4_V2N1. I ISSN 1679-1614
- FERREIRA, J. S. **Decisão**, 2004. Disponível em:
http://www2.egi.ua.pt/cursos_2004/files/SAD/Decisão.pdf Acesso em: 15 jun. 2009.
- FIORIO, J. C. **Modelagem Estocástica de Sistemas Hierárquicos de Estoque**. Dissertação UFRGS. 2002

GAMA, J. **Árvores de Decisão**, 2000. Disponível em:

<http://www.liacc.up.pt/~jgama/Mestrado/ECD1/Arvores.html>. Acesso em: 14 jun. 2009.

GASS, S.; HARRIS, C. **Stochastic Programming**: computational Issues and Challenges. Encyclopedia of OR/MS - University of Arizona, Tucson, AZ 85721. Kluwer Academic Publishers. 2001.

GOMES, L. F., GOMES, C. F. e ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial – Enfoque multicritério**. 3. ed. São Paulo. Editora Atlas S.A., 2009.

HANEVELD, W. K. K; VLERK, M. H. van der. **Stochastic Programming**. Lecture notes, Department of Econometrics & OR, University of Groningen, 2004.

HERTZ, D. B. **Análise de Risco em Investimentos de Capital**. Biblioteca Harvard, 1980.

HILLIER, F. S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8. ed. São Paulo. McGraw Hill, 2006.

KALL, P. e MAYER, J.; **SLP-IOR: On the Design of a Workbench for Testing SLP Codes**. Preprint, IOR, University of Zurich. 1992.

KALL, P. e WALLACE, S. W.; **Stochastic Programming**. Wiley-Interscience Series in Systems and Optimization. John Wiley & Sons, Chi Chester. 1995.

KAUT, M.; **Scenario tree generation for stochastic programming**: Cases from finance. Wiley-Interscience Series in Systems and Optimization. John Wiley & Sons, Chi Chester. 2003.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

LEÃO, F. B.; SILVA, L. G. W. e MANTOVANI, J. R. S. **Localização de Faltas em Sistemas de Energia Elétrica Através de um Modelo de Programação Binária e Algoritmo Genérico**. XVI CBA. 2006

LEITÃO, A. C. S.; **Valor da Flexibilidade em Decisões de Investimento Seqüenciadas: Uma Análise Comparativa de Duas Metodologias**. Dissertação UNESA - MADE. 2008

LINDBLOM, C. **The Science of Muddling Through**. *Public Administration Review*, XIX: (2)79-88. Spring, 1959.

LUEDTKE, J.; AHMED, S.; NEMHAUSER, G.L. "An integer programming approach for linear programs with probabilistic constraints," accepted for publication in *Mathematical Programming*, 2008.

LUEDTKE, J.; AHMED, S. "A sample approximation approach for optimization with probabilistic constraints," SIAM Journal on Optimization, vol.19, pp.674-699, 2008

MARCH, J. G.; SIMON, H. Teoria das Organizações. Tradução de Hugo Wahrlich. Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas. Serviço de Publicações. 1966

MEDEIROS, V. Z.; et al. **Métodos Quantitativos com Excel**. Cengage Learning, 2008.

MENDES, E. L.; SOARES, T. M.; SOUZA, R. C. **Escores de Variáveis Latentes: Uma Opção para o Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor**. APDIO- Associação Portuguesa de Investigação Operacional, 26 211-225. 2006.

MERTON, R. **Lifetime Portfolio Selection Under Uncertainty: The Continuous Time Case**. Review of Economics Statistics, 51, 247-257. 1969.

MOORE, Jeffrey H.; WEATHERFORD, L. R. **Tomada de Decisão em Administração com Planilhas Eletrônicas**. 6. ed.: Bookman, 2005

MOREIRA, D. A. Pesquisa Operacional: Curso Introductório. São Paulo. Editora Thomson Learning, 2007.

MOSSIN, J. **Optimal Multi-period Portfolio Policies**. Journal of Business, 41, 215-229. 1968.

MURPHY, F.H., SEN, S. ;SOYSTER A.L. [1982]. **Electric utility capacity expansion planning with uncertain load forecasts**," AIIE Transaction, 14, pp. 52-59.

NASCIMENTO, P. T. S.; FAÇANHA, S. L. O. **Árvore de Decisão Incompleta: Reduzindo a Complexidade para Acelerar a Decisão**. XXXII Encontro da ANPAD, 2008.

NOGUEIRA, M. F.; PELEIAS, I. R.; PARISI, C.; ORNELAS, M. M. G. **Otimização do mix operacional de um escritório de perícias: uma aplicação de programação linear**. IX SEMEAD. 2006.

PAGNONCELLI, B.; AHMED, S.; SHAPIRO, A. "Computational study of a chance constrained portfolio selection problem" accepted for publication in Journal of Optimization theory and Applications, 2008

PAULA, R. A ; JUNIOR, E. C. ; COSTA, C. C. O Cálculo do Valor Presente Líquido com Tratamento do Risco através do Método de Simulação de Monte Carlo. XXXI Encontro da ANPAD, 2007

ROCHMAN, R. R., RAMOS, S. H. P. S. **Entrando em um Novo Mercado:** Estudo do Caso GOL Utilizando-se Opções Reais e Teoria dos Jogos. XXXI Encontro da ANPAD, 2007

RODRIGUEZ, R. A.; **Minimax Regret Classifier for Imprecise Class Distributions.** Journal of Machine Learning Research 8 (2007) 103-130, Submitted 3/05; Revised 7/06; Published 1/07

UNIVERSIDADE ESTACIO DE SÁ. Metodologia para Trabalhos Acadêmicos e Normas de Apresentação Gráfica. 3. ed, Editora LTC.

VATTER, Paul A. et al. **Quantitative Methods in Management:** text and cases. Homewood, R.D. Irwin, 1978

VERGARA, S.; **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** Ed. Atlas, 1997

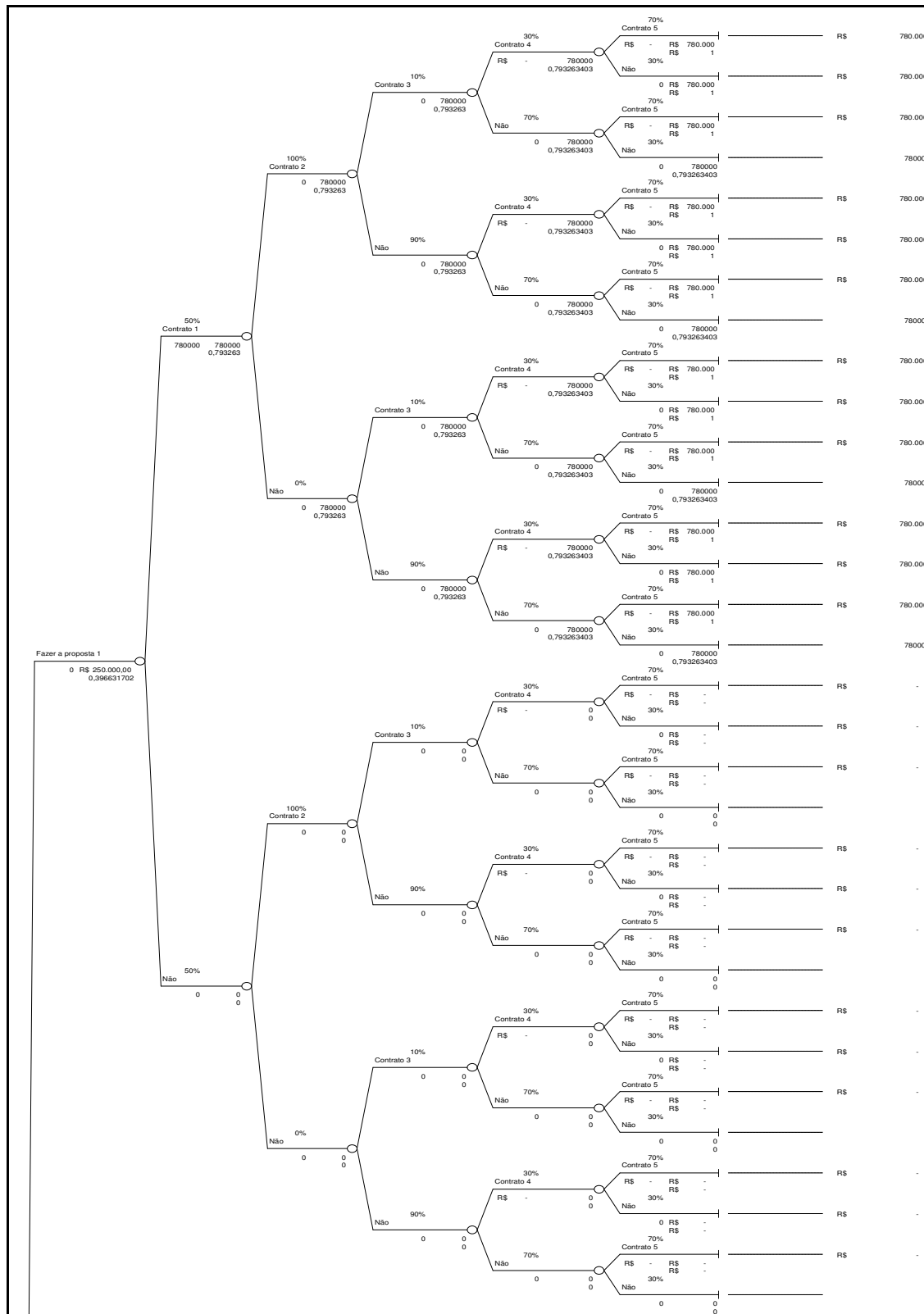
VLADIMIROU, H. **Brief Introduction to Stochastic Programming** - Center for Banking and Financial Research University of Cyprus. 2003.

WELGACS, Hanna T.; PEIXE, Julinês B.; SILVA, Wesley V.; Del CORSO, J. M. **Avaliação da Escolha de um Fornecedor Sob Condição de Riscos A Partir do Método de Árvore de Decisão.** XXXI Encontro da ANPAD, 2007.

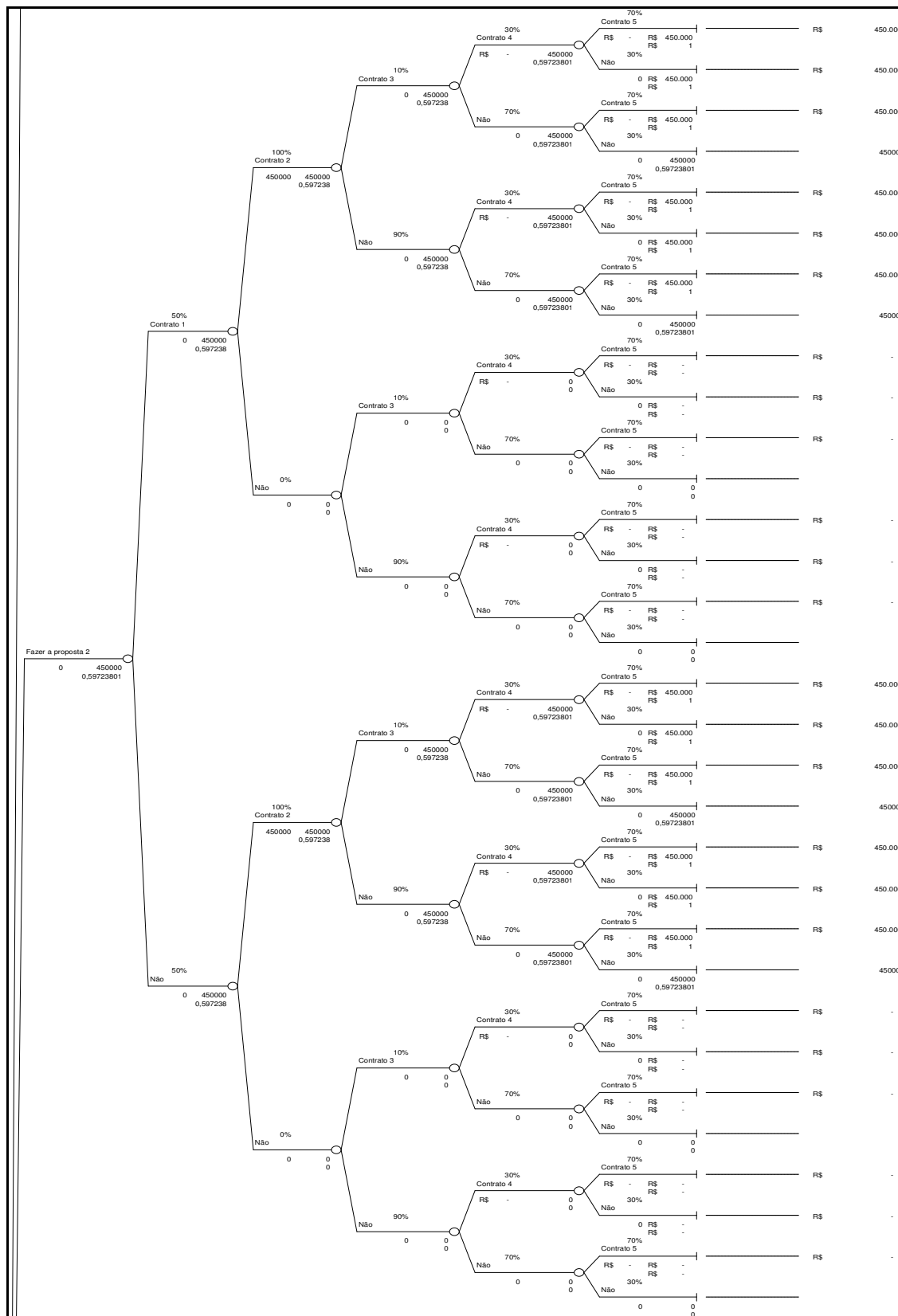
7 APÊNDICES

7.1 ÁRVORE DE DECISÃO (CENÁRIO REALISTA)

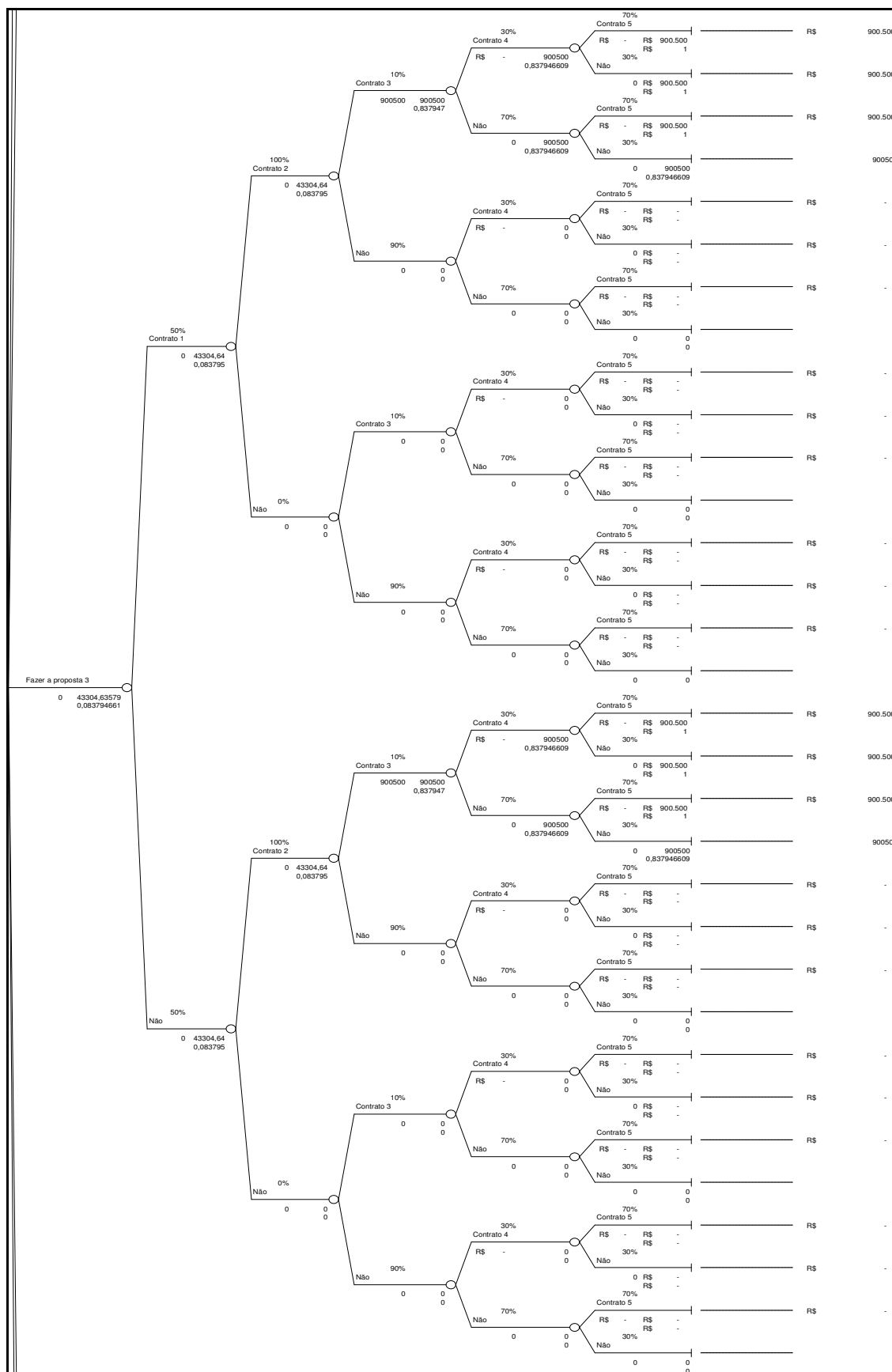
7.1.1 Fazer a proposta 1



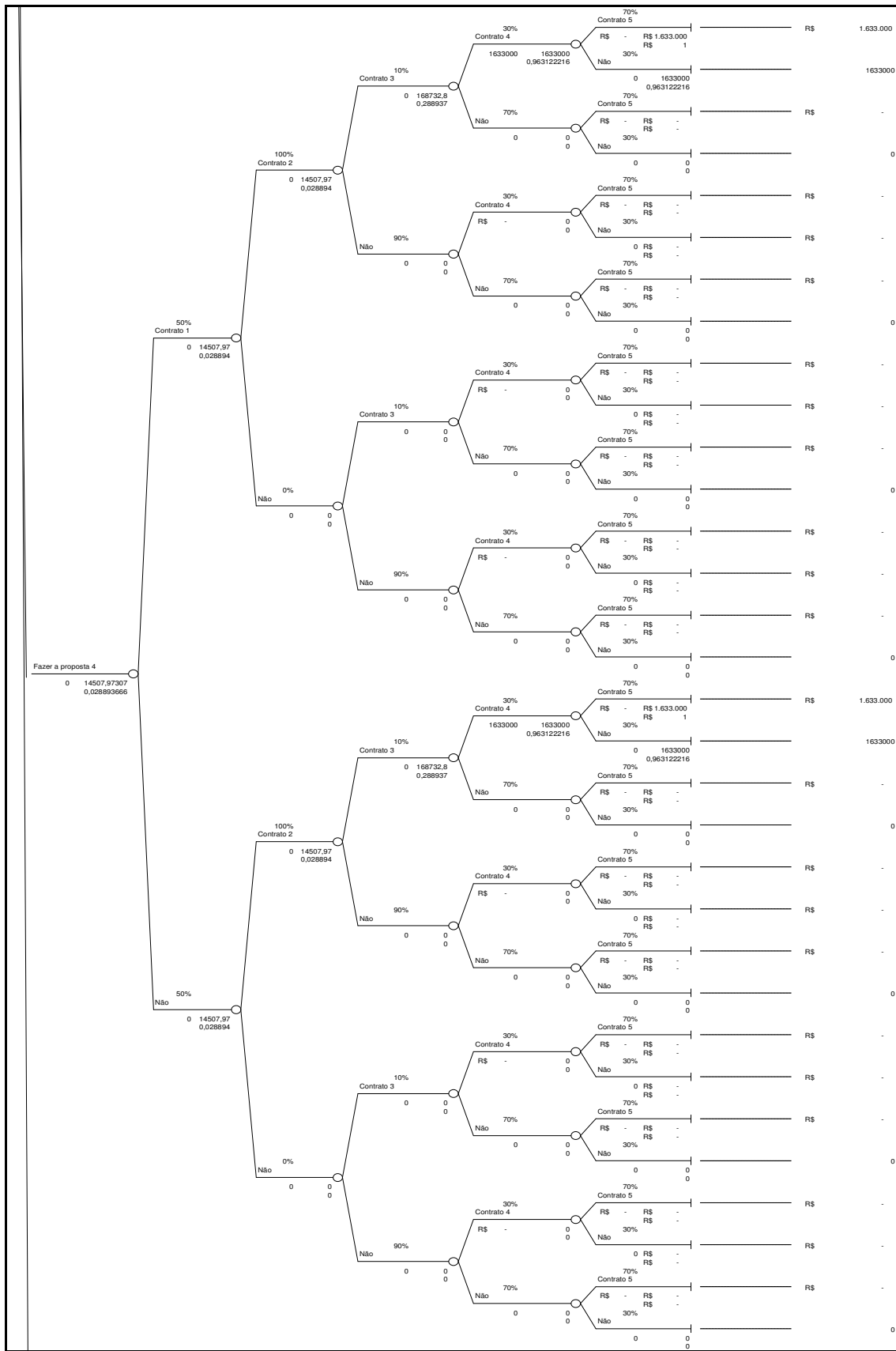
7.1.2 Fazer a proposta 2



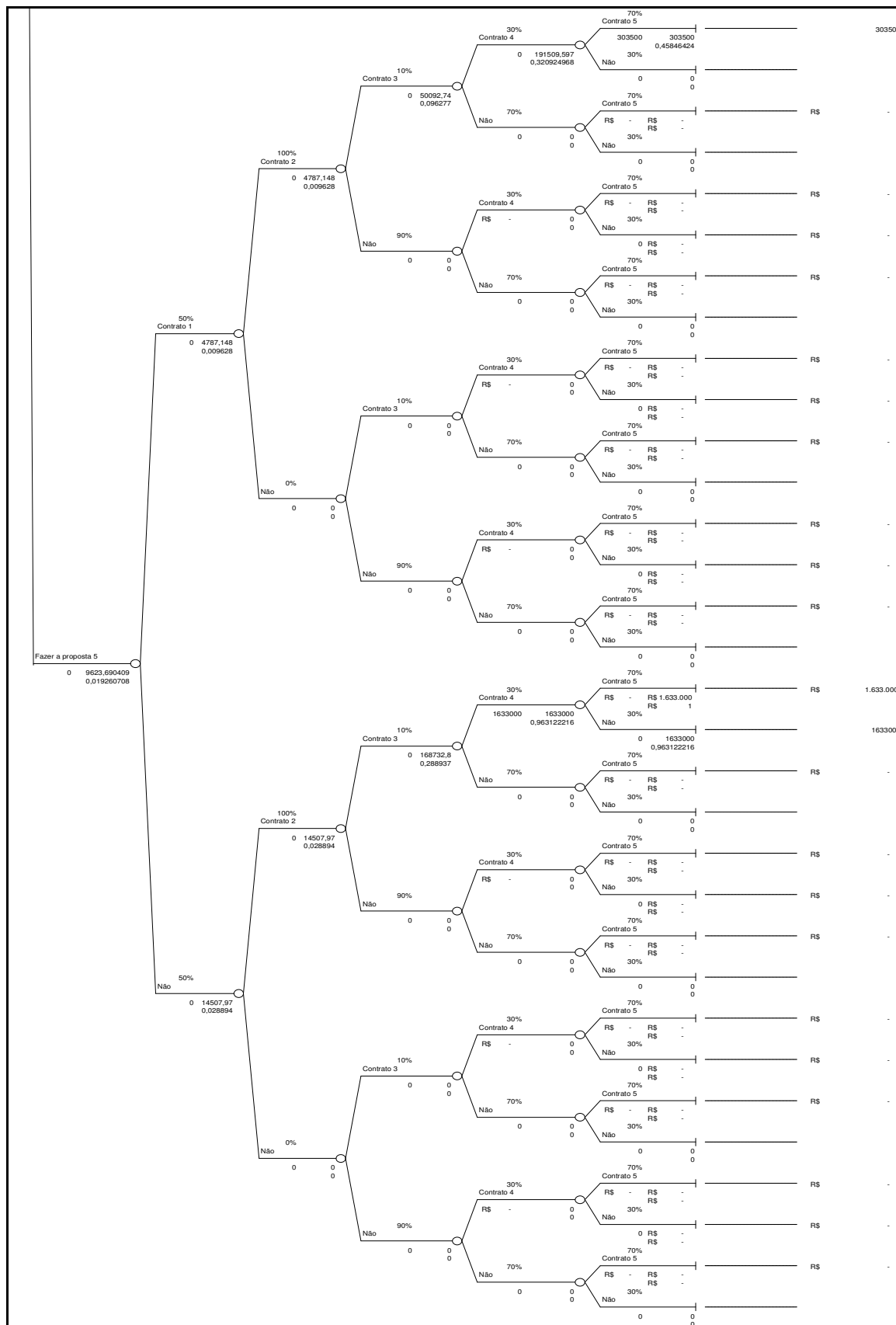
7.1.3 Fazer a proposta 3



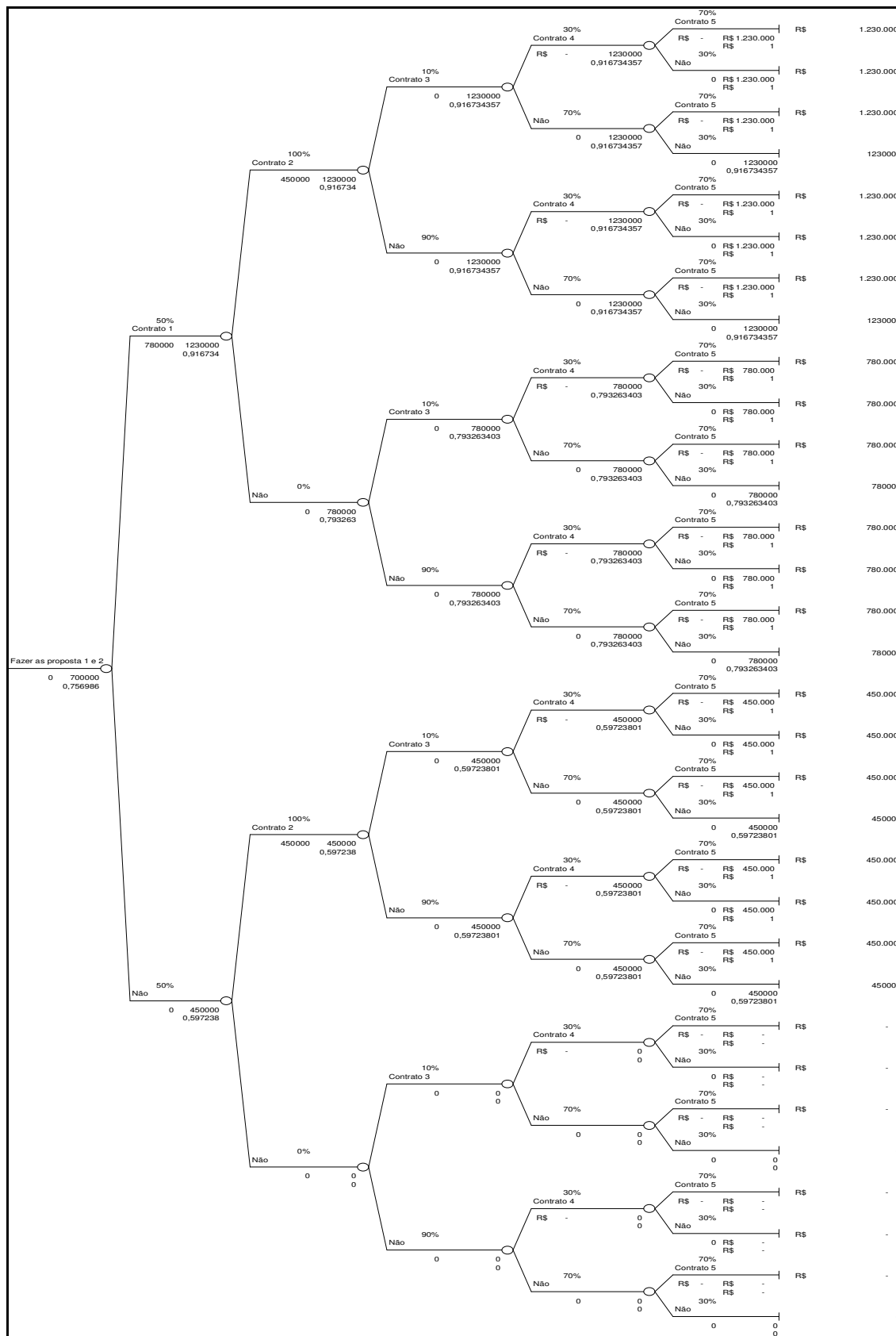
7.1.4 Fazer a proposta 4



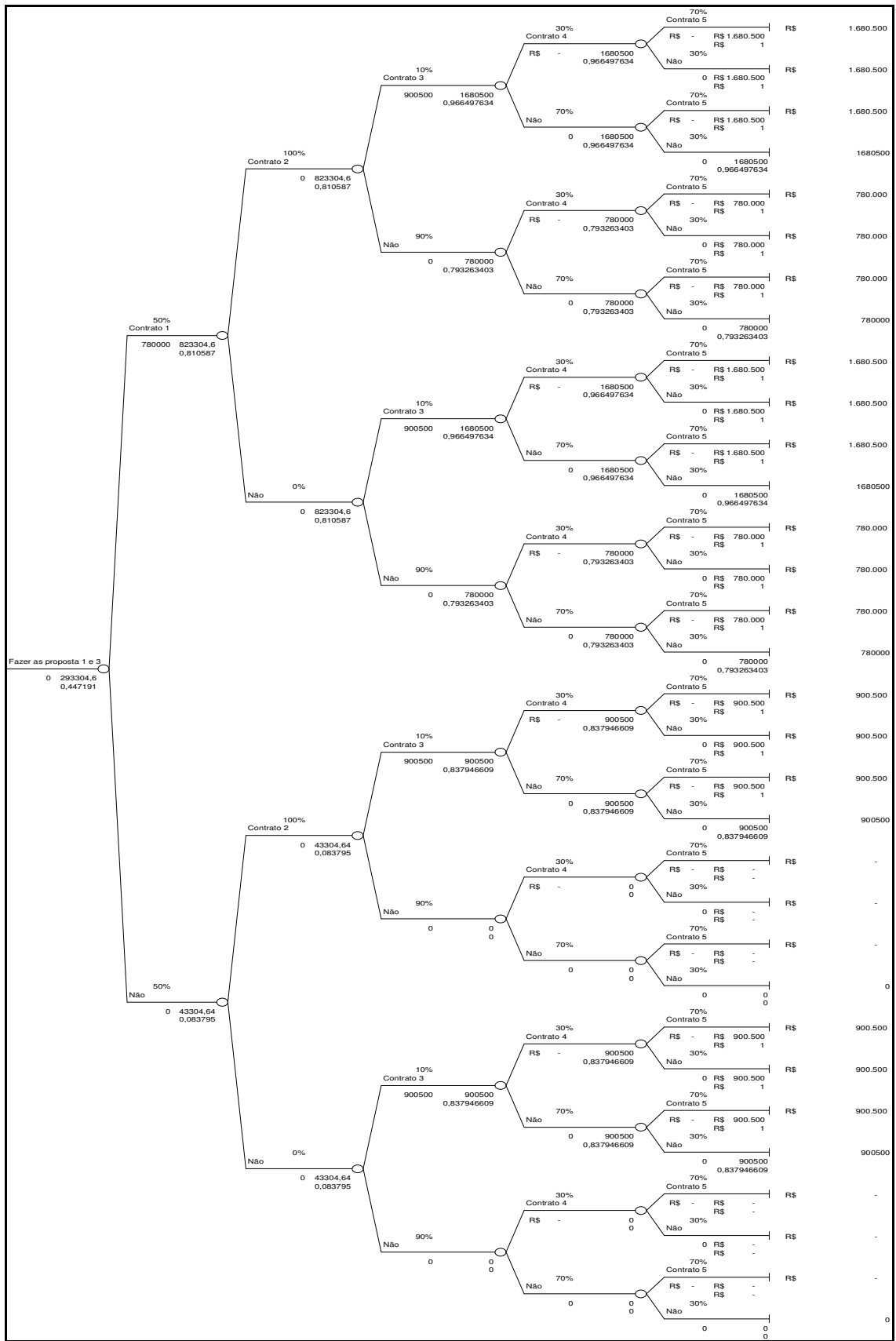
7.1.5 Fazer a proposta 5



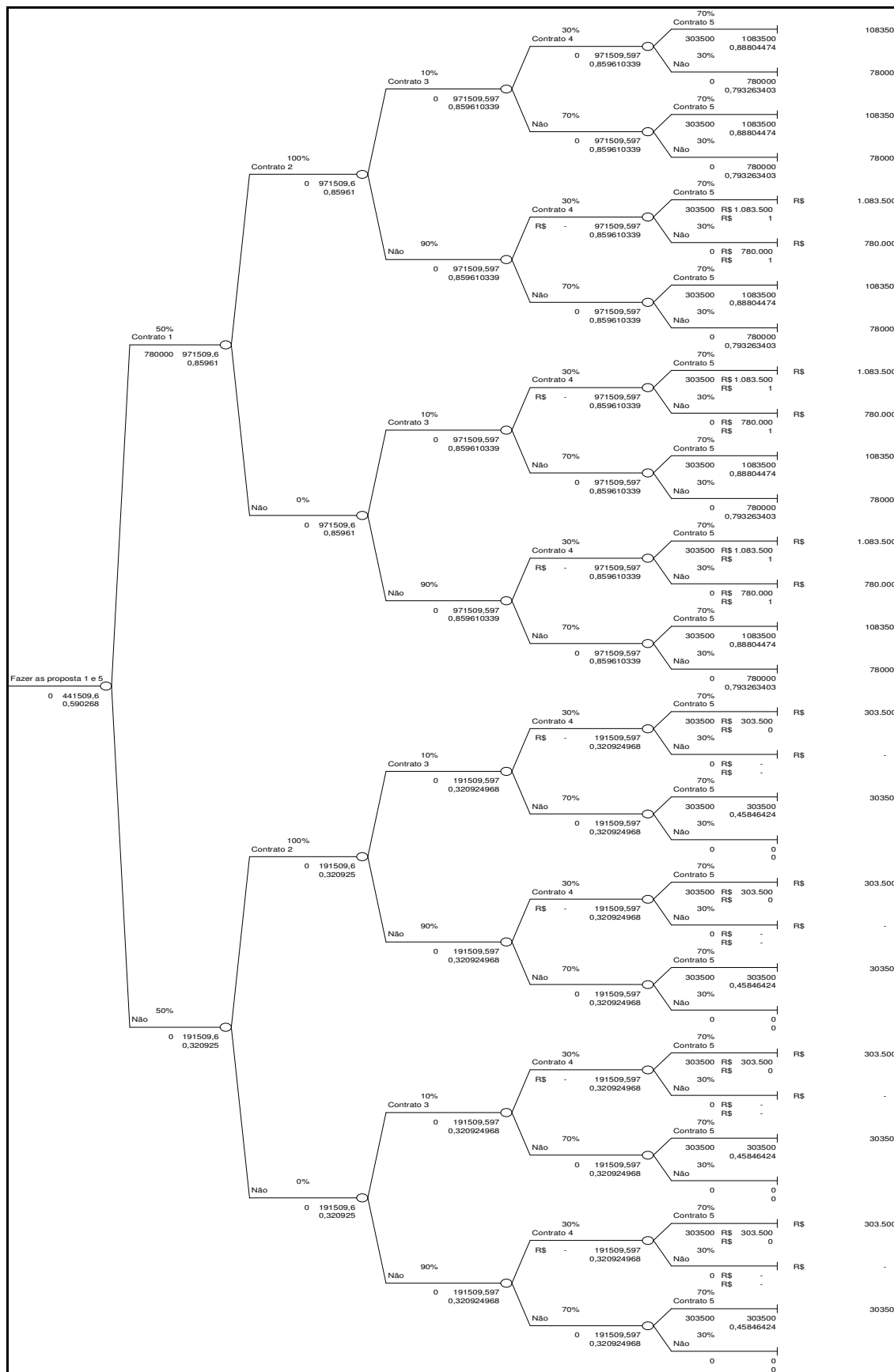
7.1.6 Fazer as propostas 1 e 2



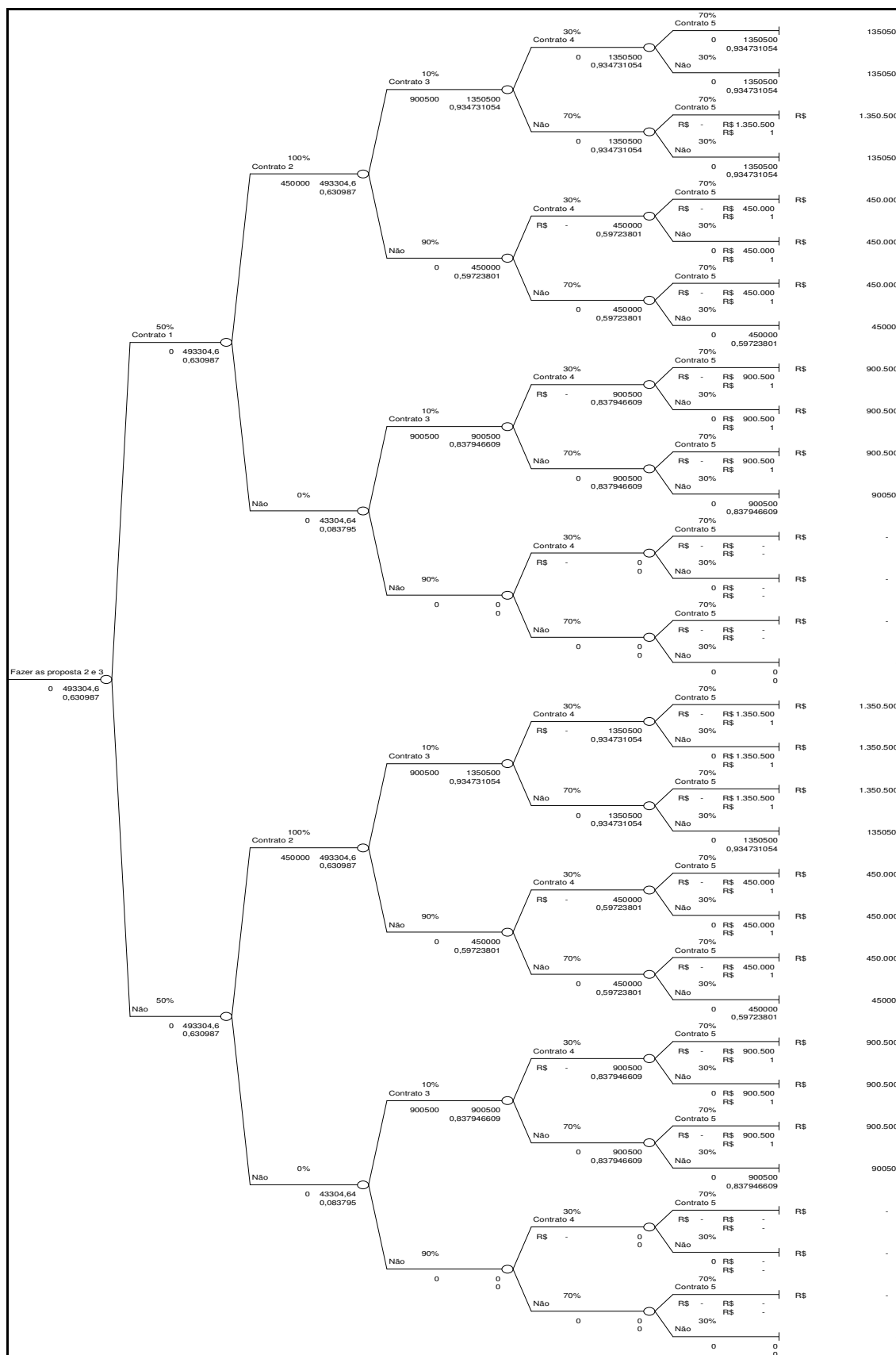
7.1.7 Fazer as propostas 1 e 3



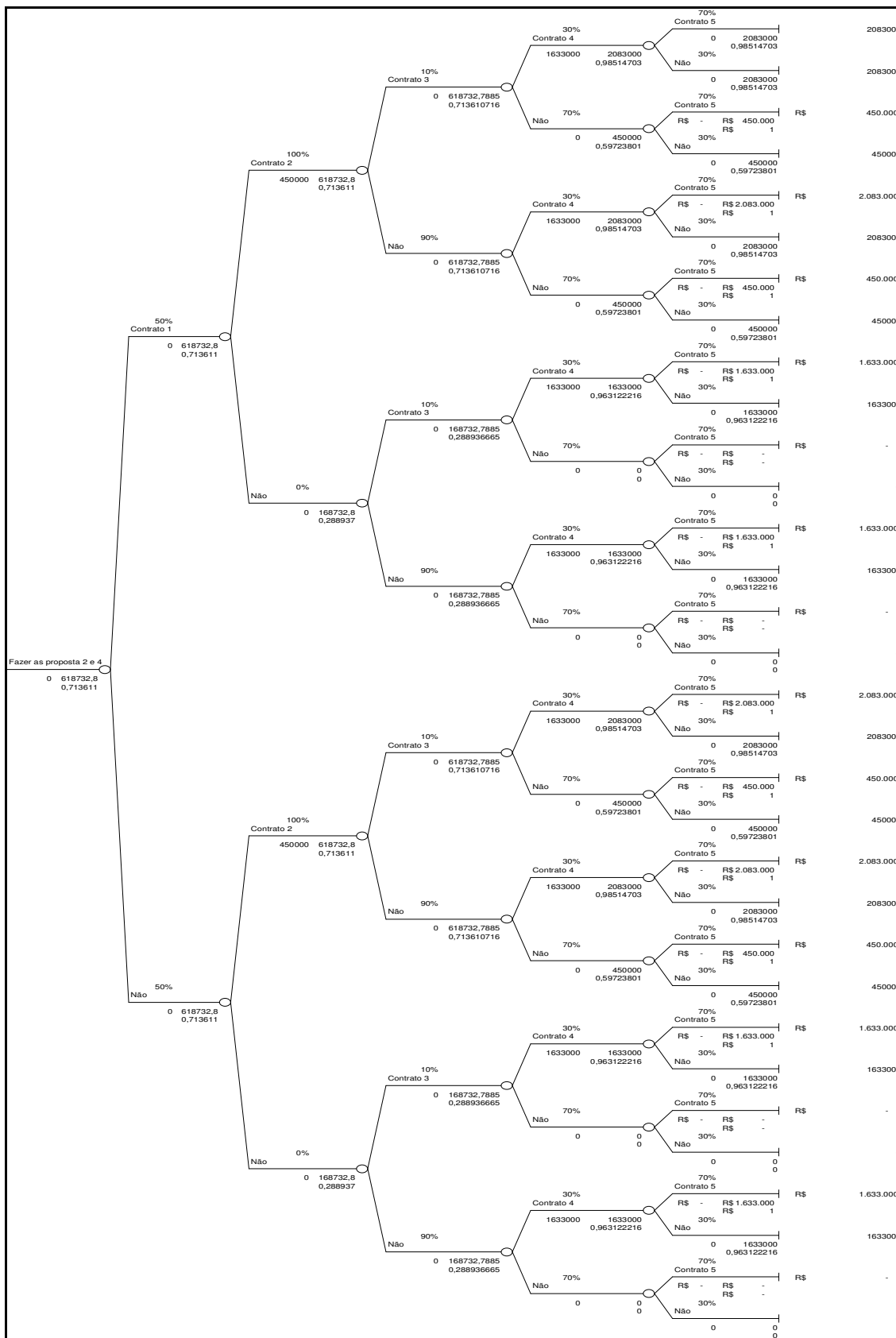
7.1.9 Fazer as propostas 1 e 5



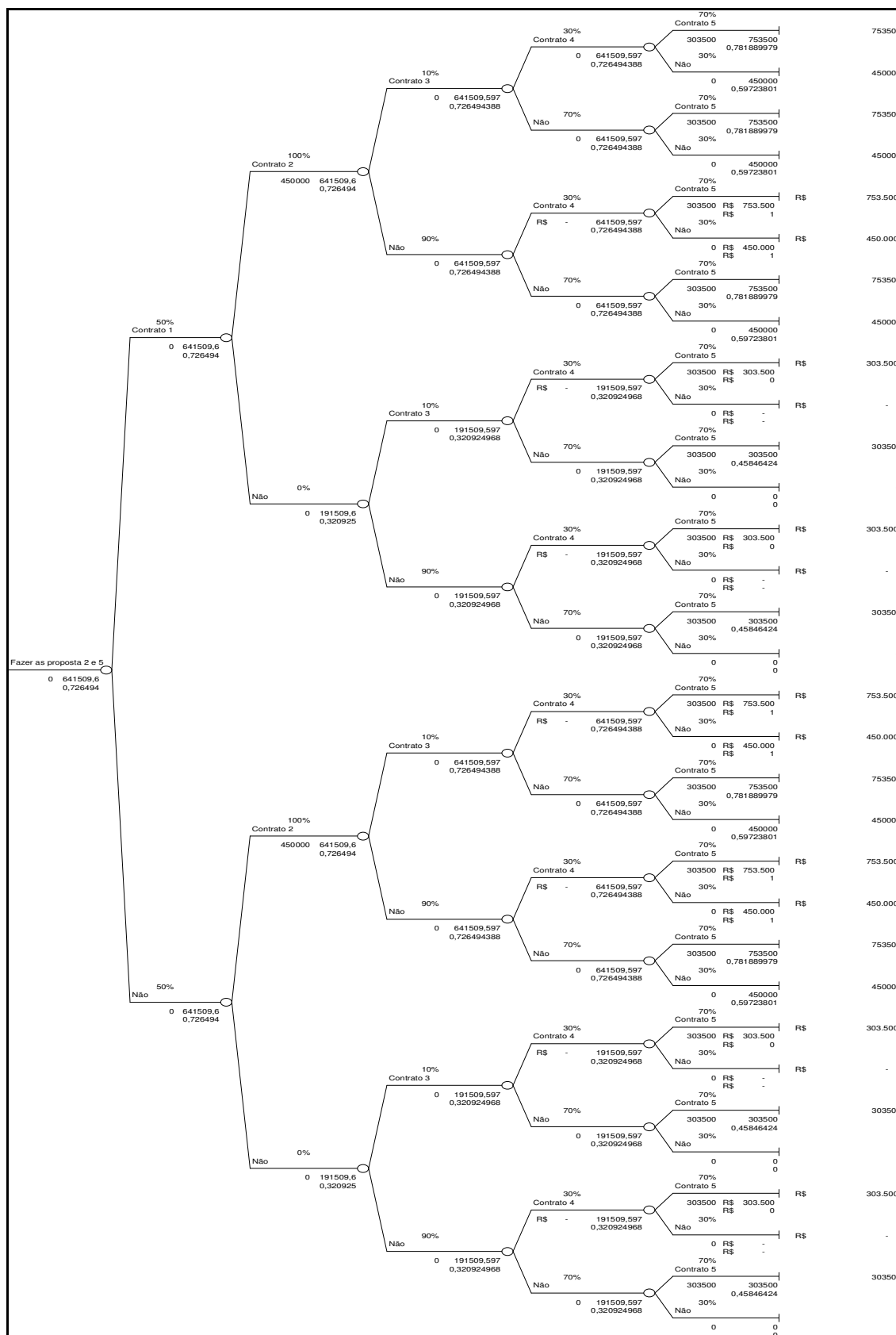
7.1.10 Fazer as propostas 2 e 3



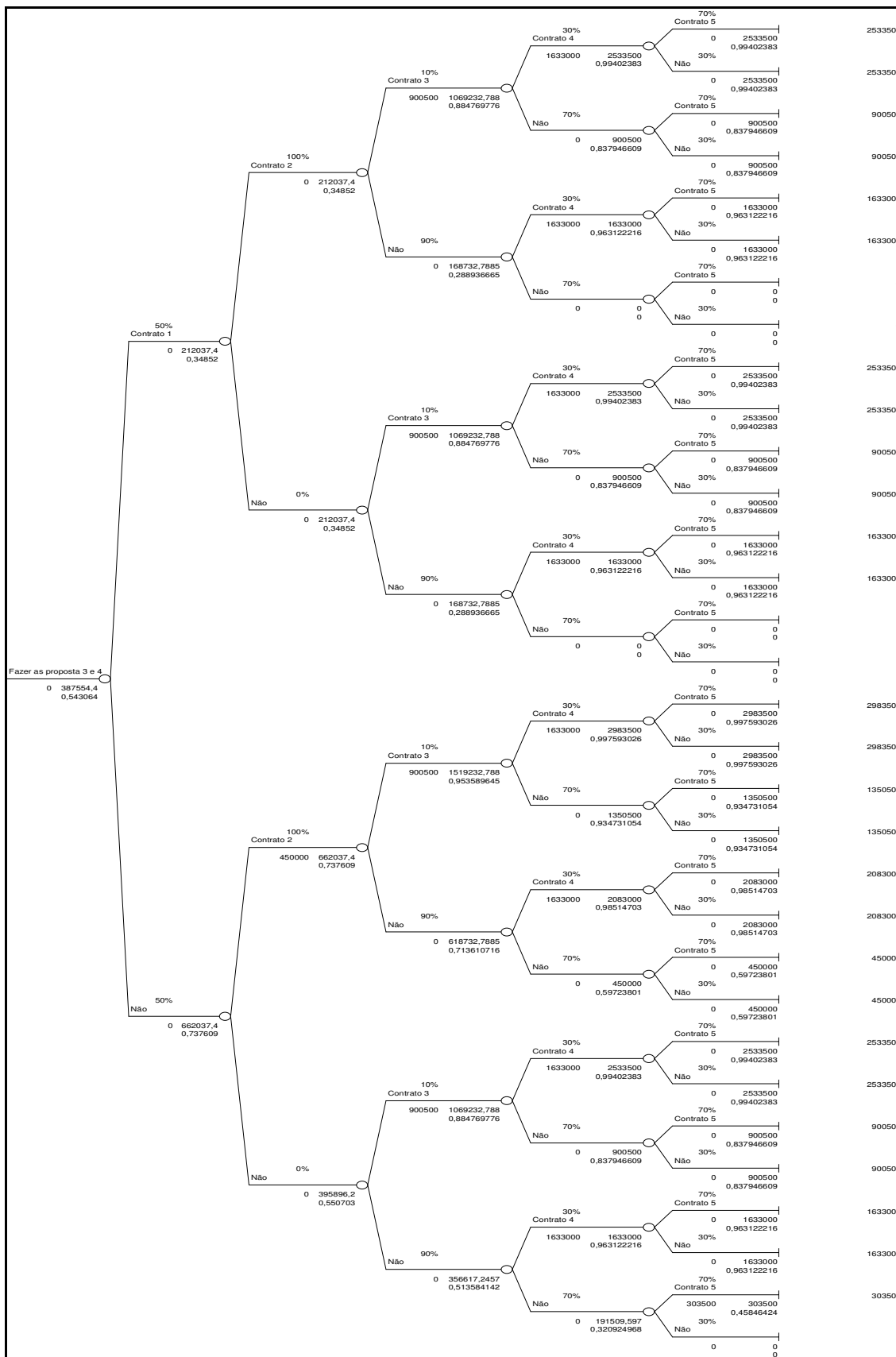
7.1.11 Fazer as propostas 2 e 4



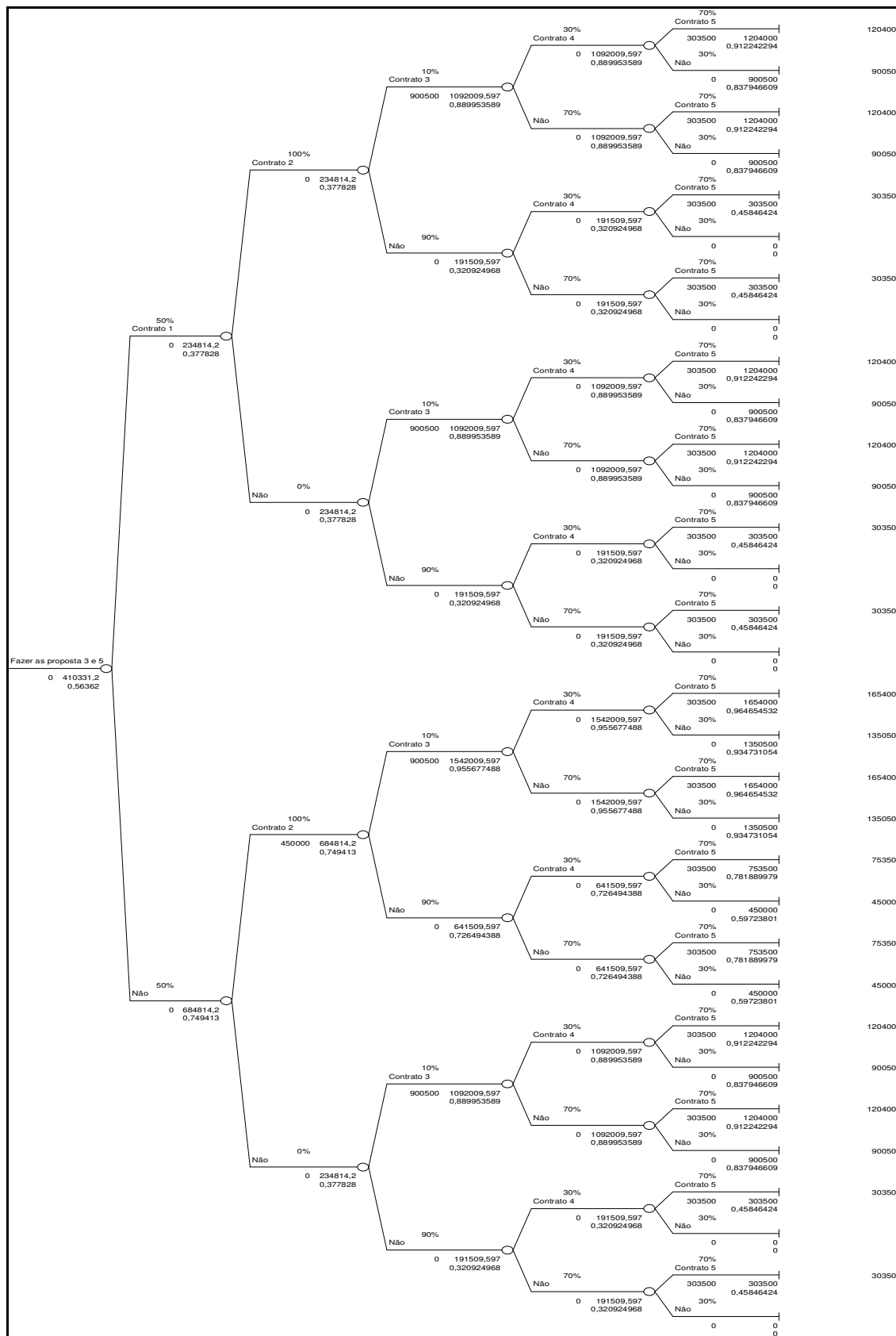
7.1.12 Fazer as propostas 2 e 5



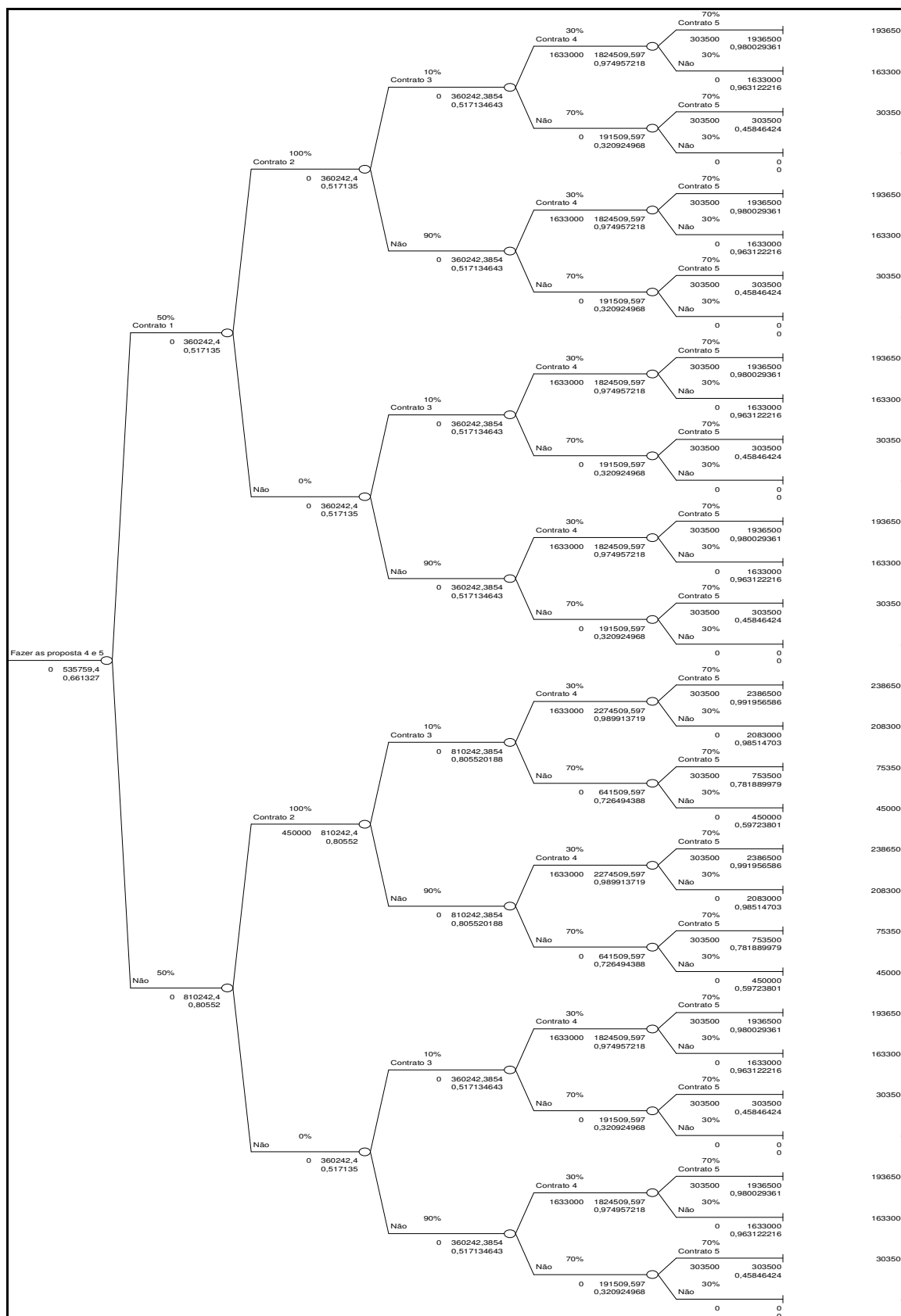
7.1.13 Fazer as propostas 3 e 4



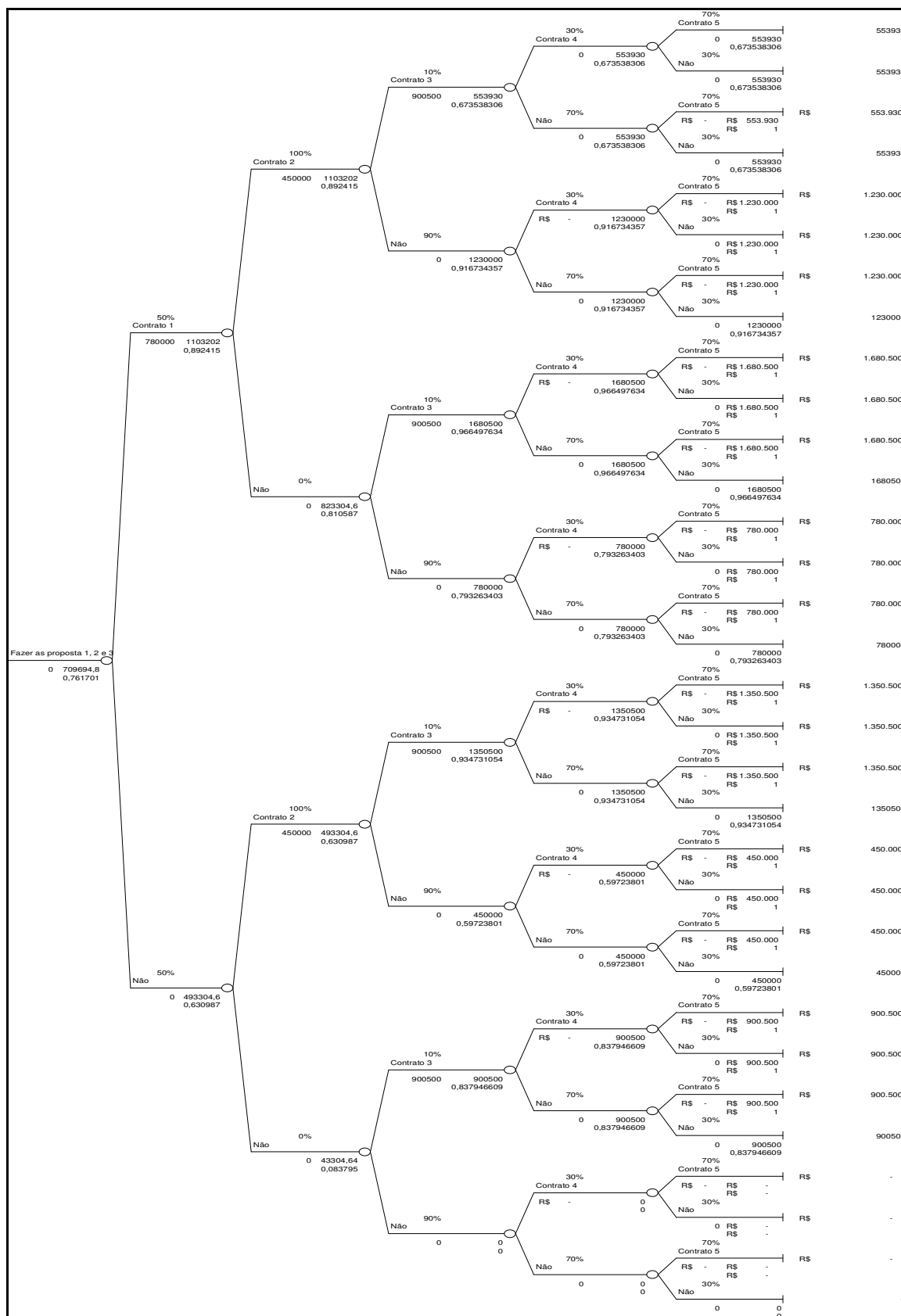
7.1.14 Fazer as propostas 3 e 5



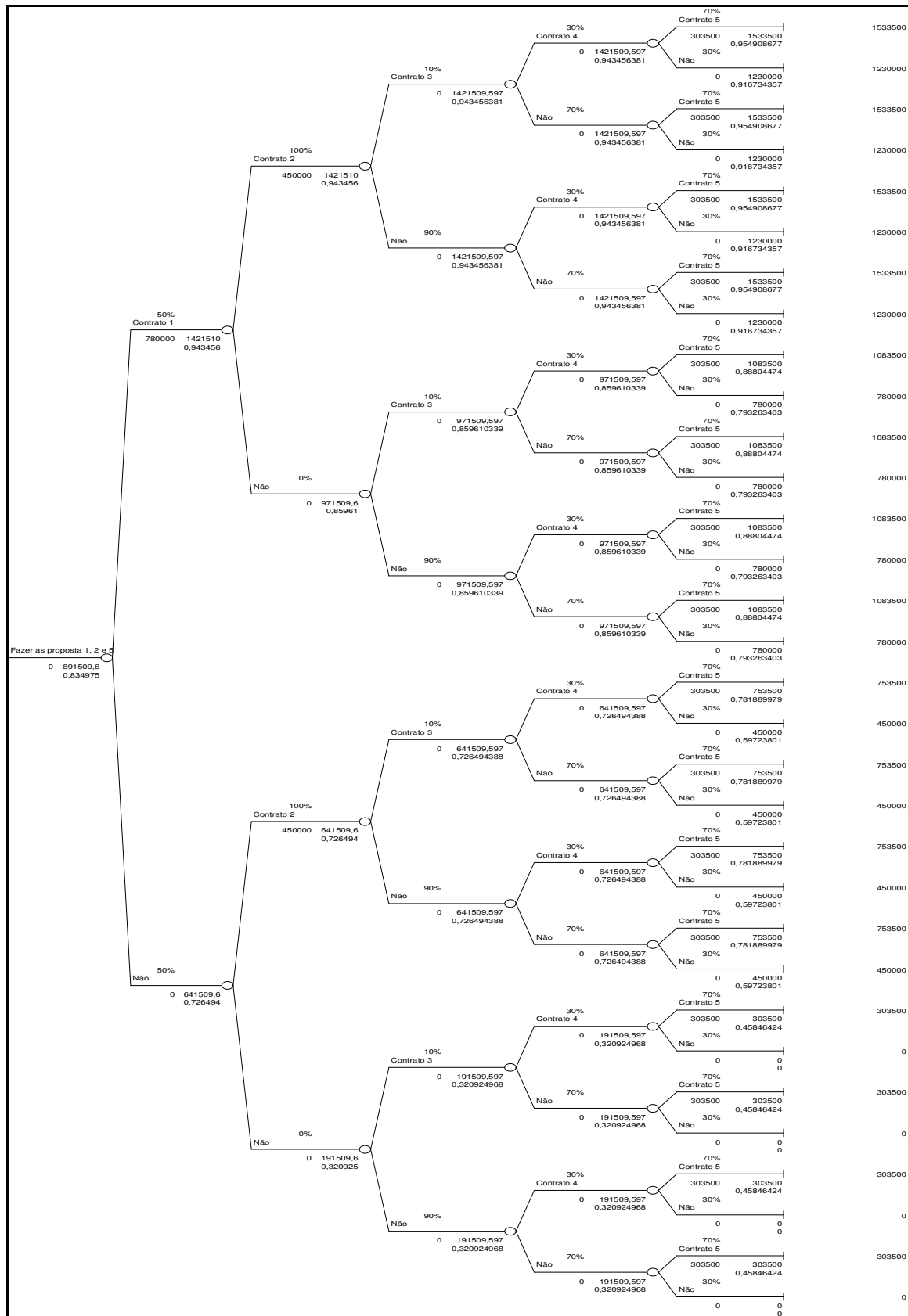
7.1.15 Fazer as propostas 4 e 5



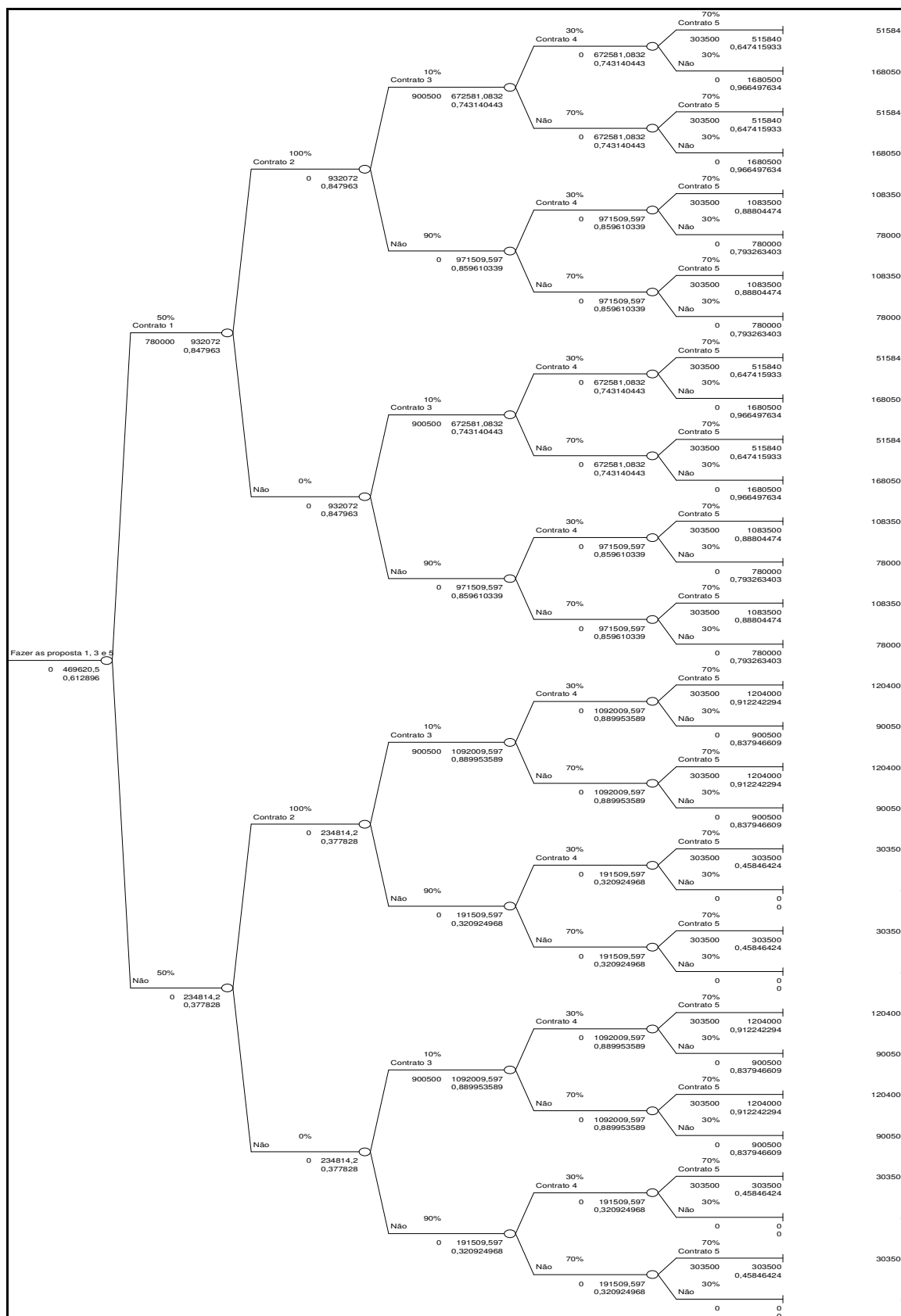
7.1.16 Fazer as propostas 1, 2 e 3



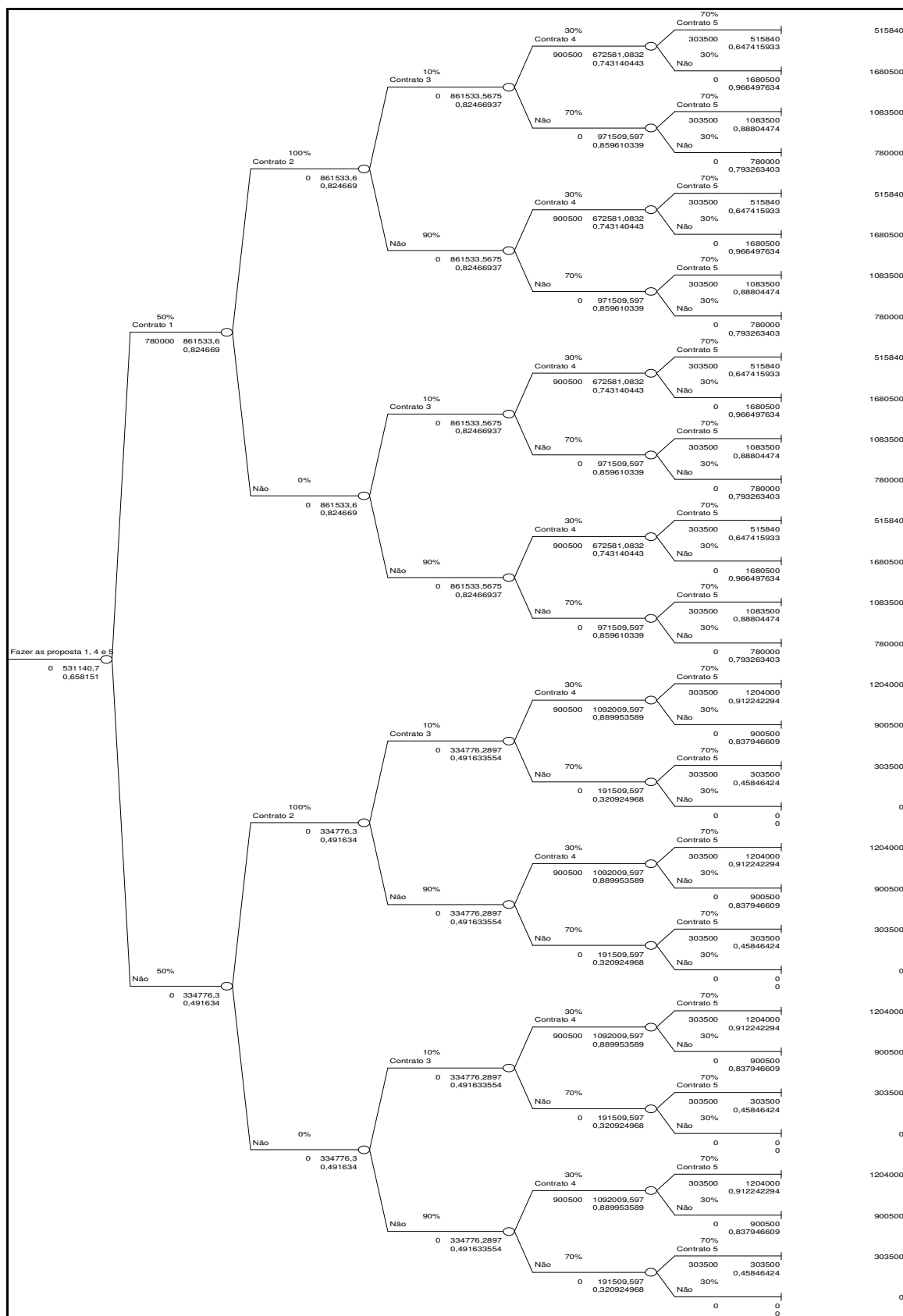
7.1.18 Fazer as propostas 1, 2 e 5



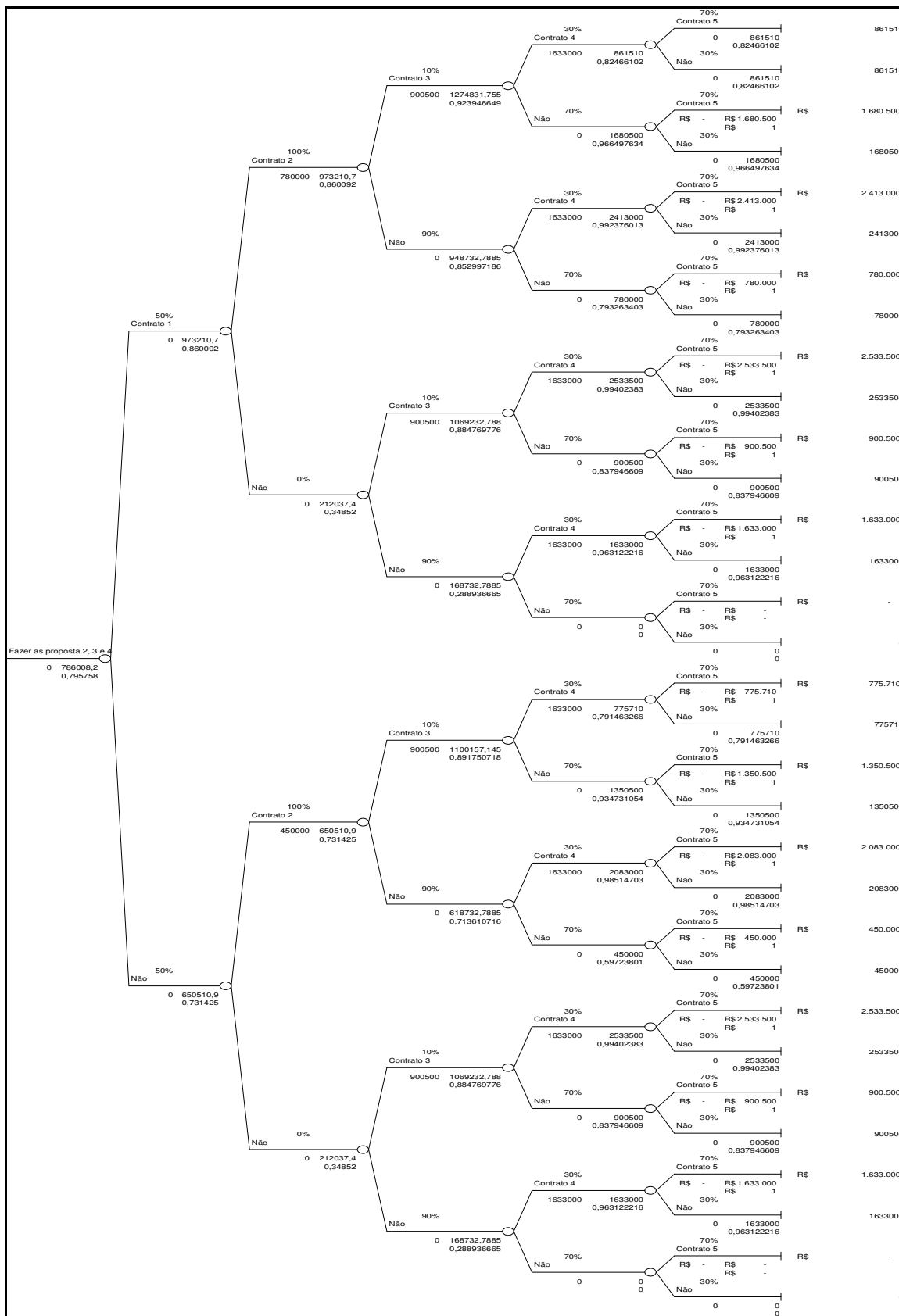
7.1.20 Fazer as propostas 1, 3 e 5



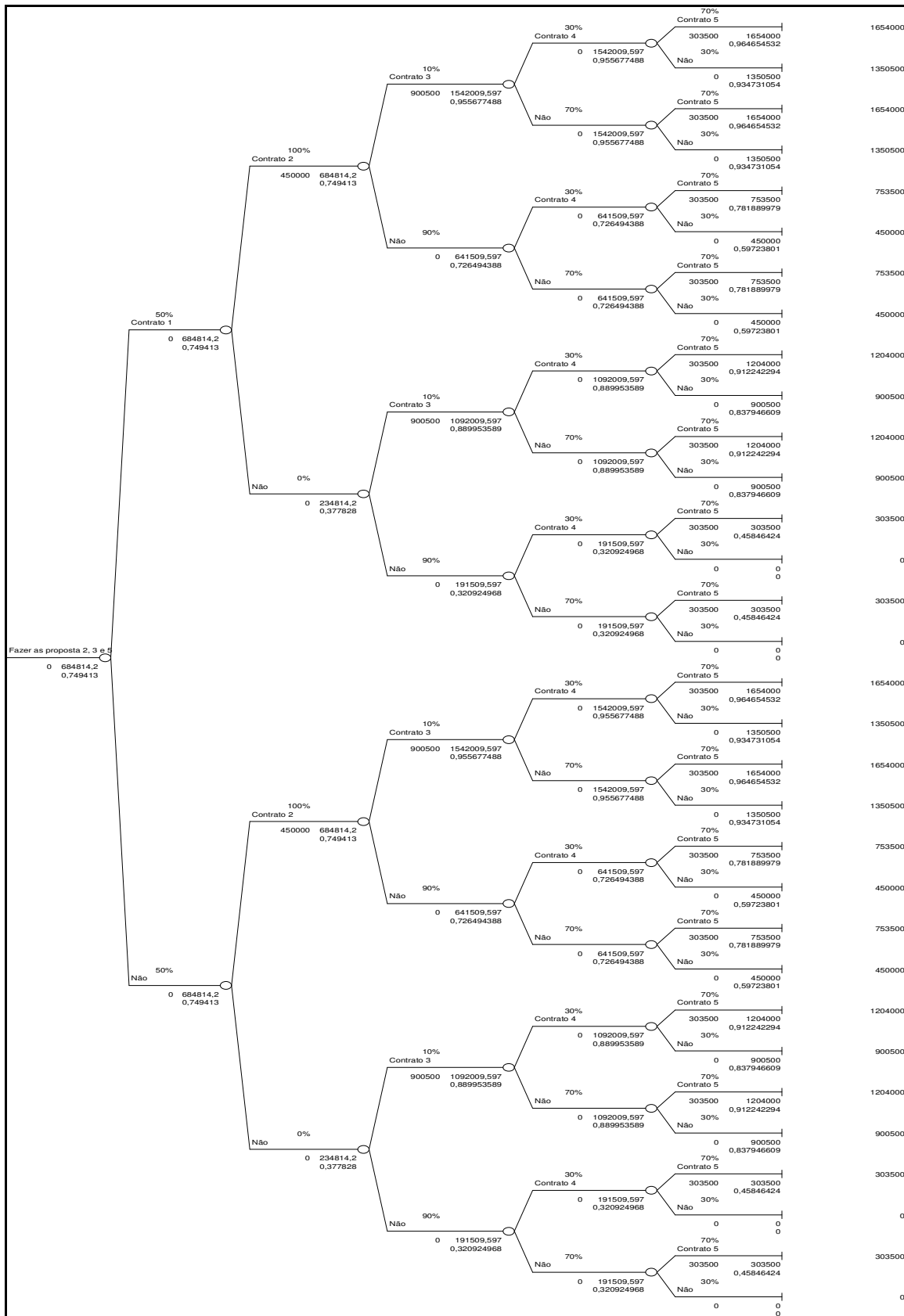
7.1.21 Fazer as propostas 1, 4 e 5



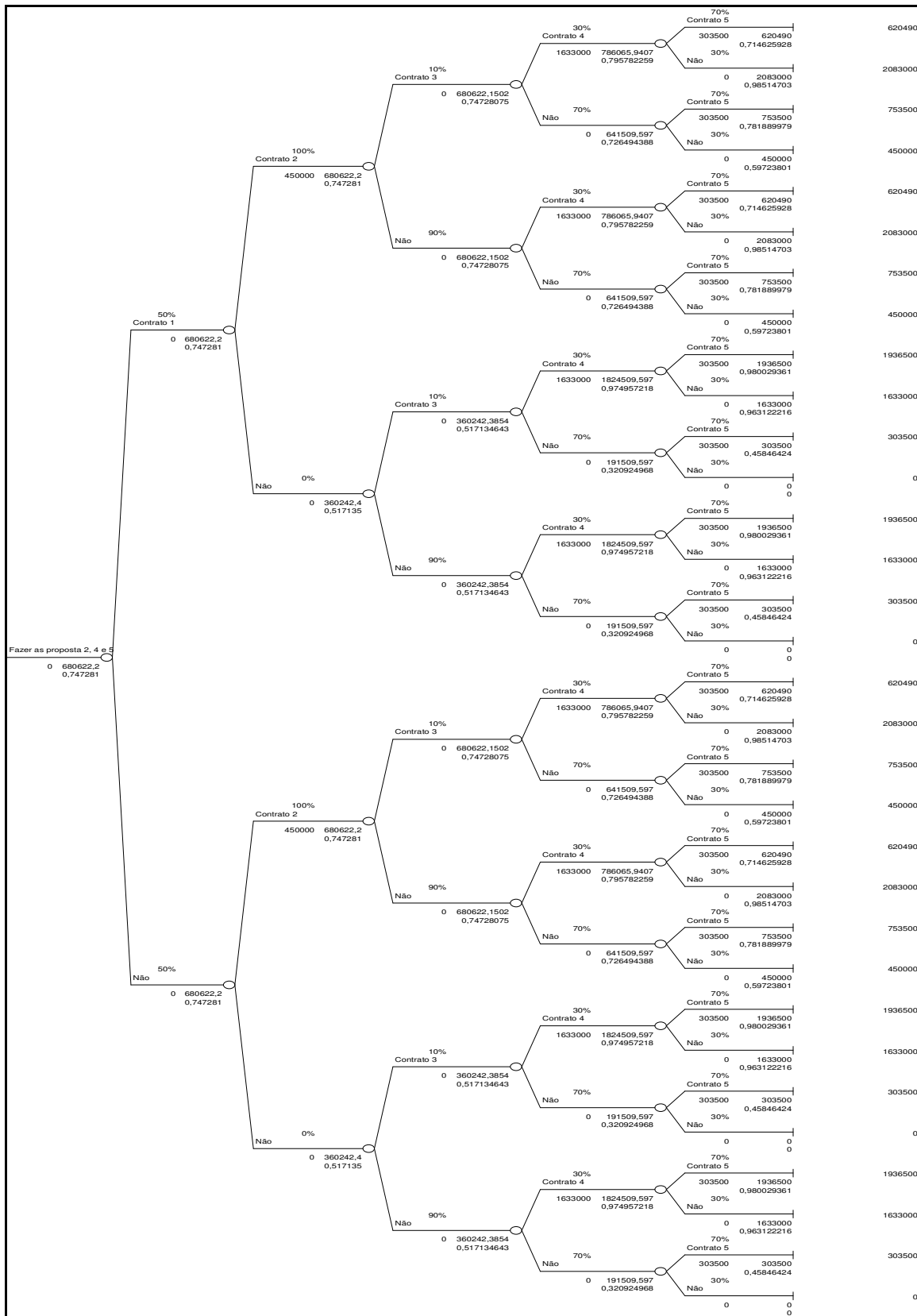
7.1.22 Fazer as propostas 2, 3 e 4



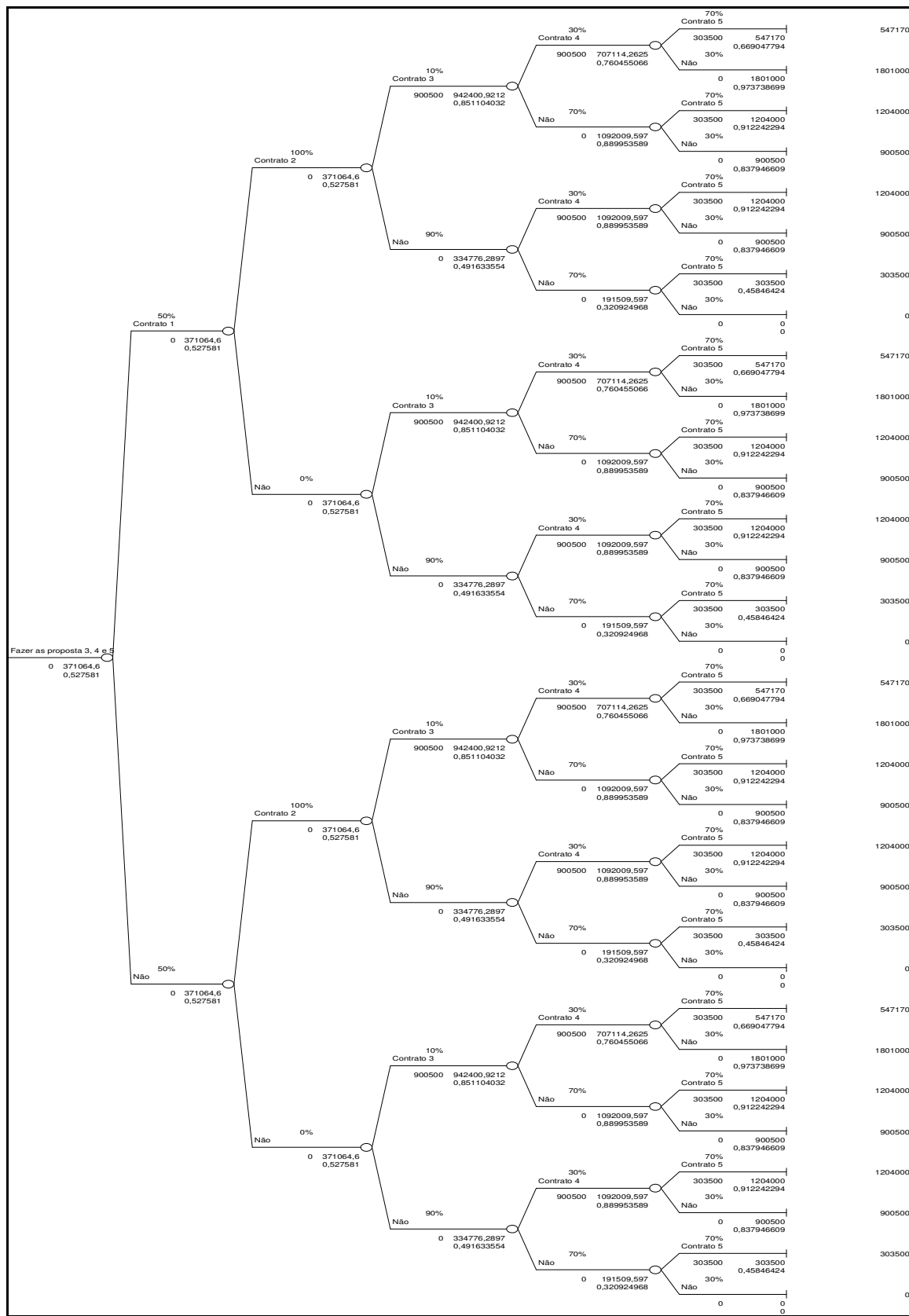
7.1.23 Fazer as propostas 2, 3 e 5



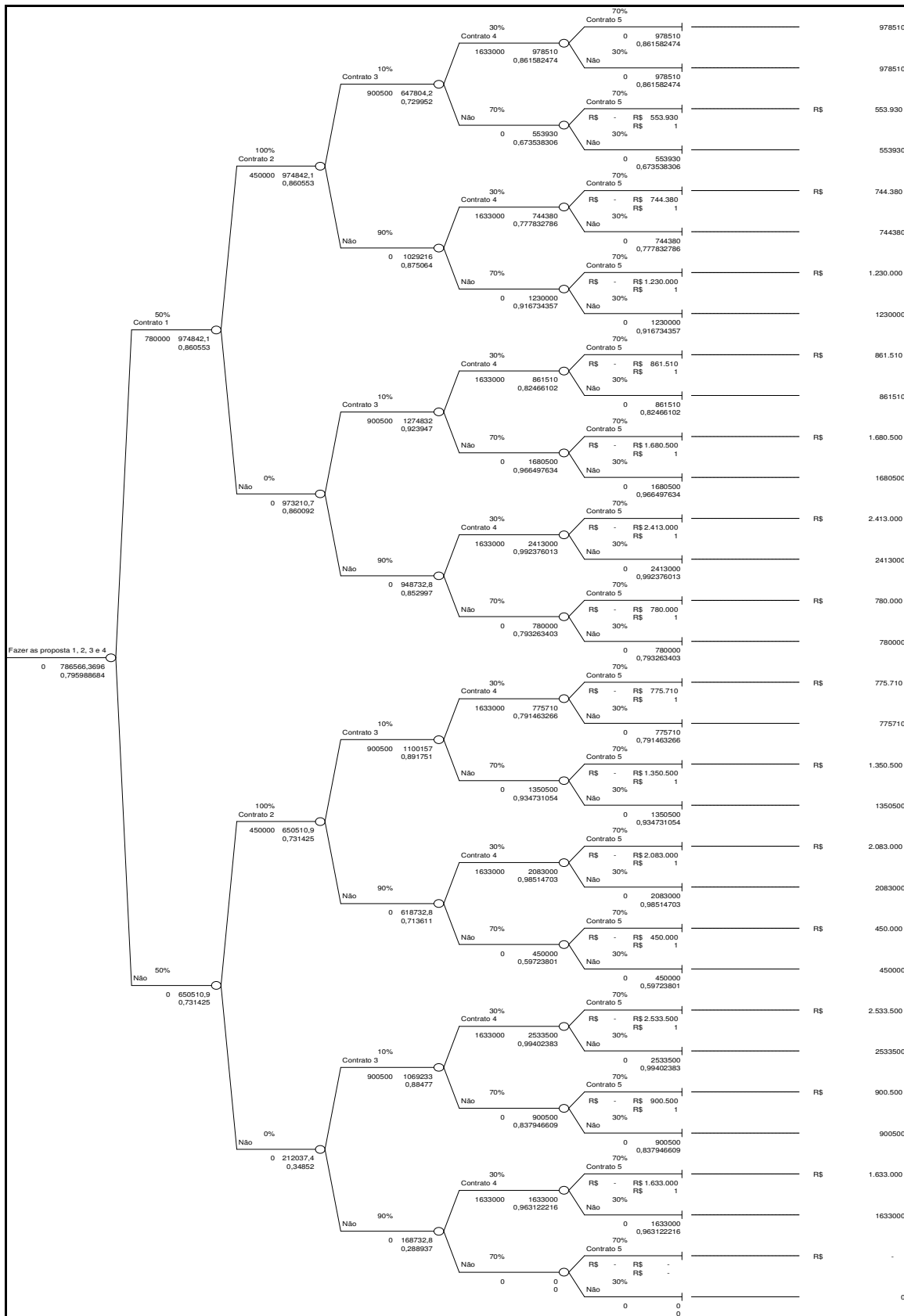
7.1.24 Fazer as propostas 2, 4 e 5



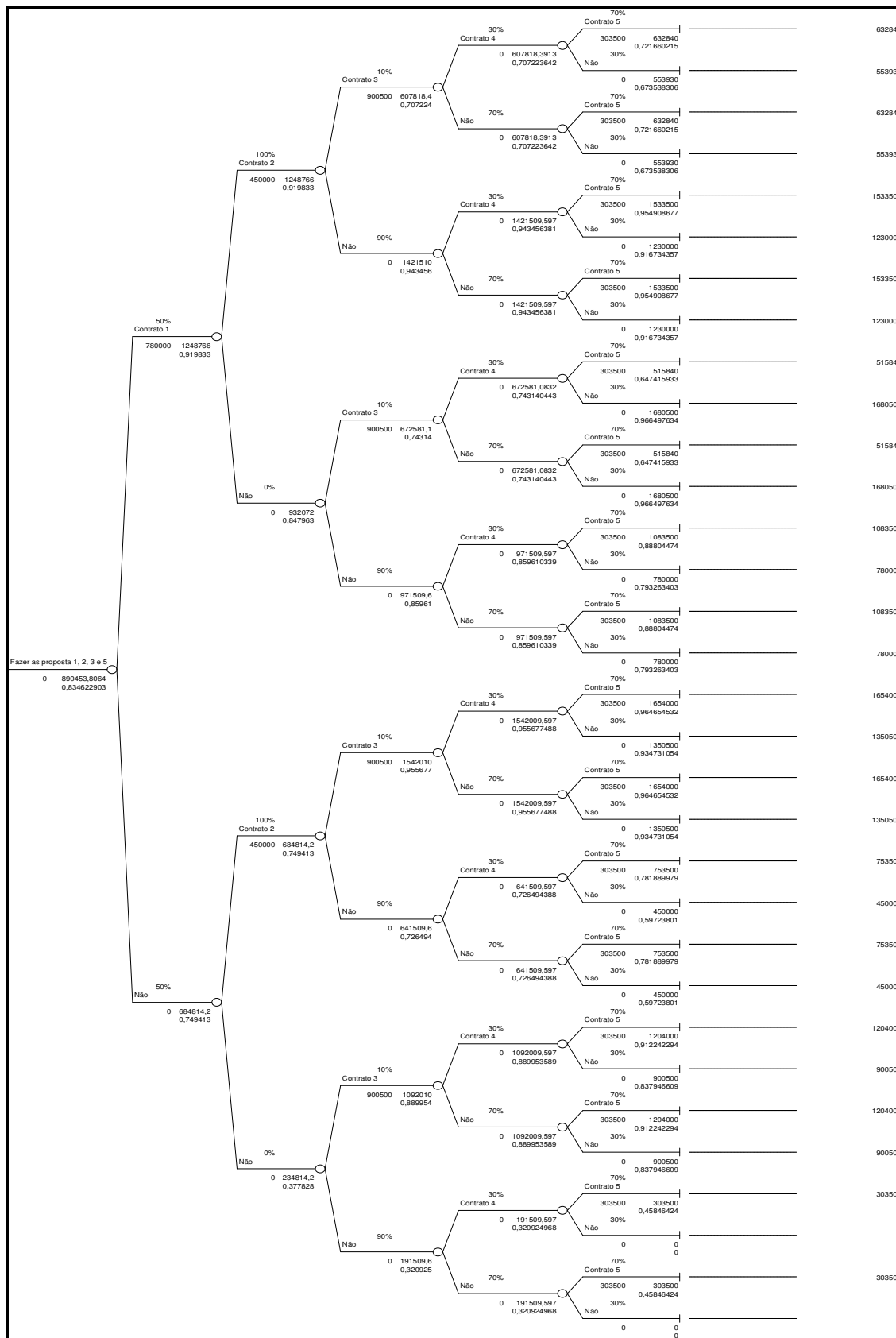
7.1.25 Fazer as propostas 3, 4 e 5



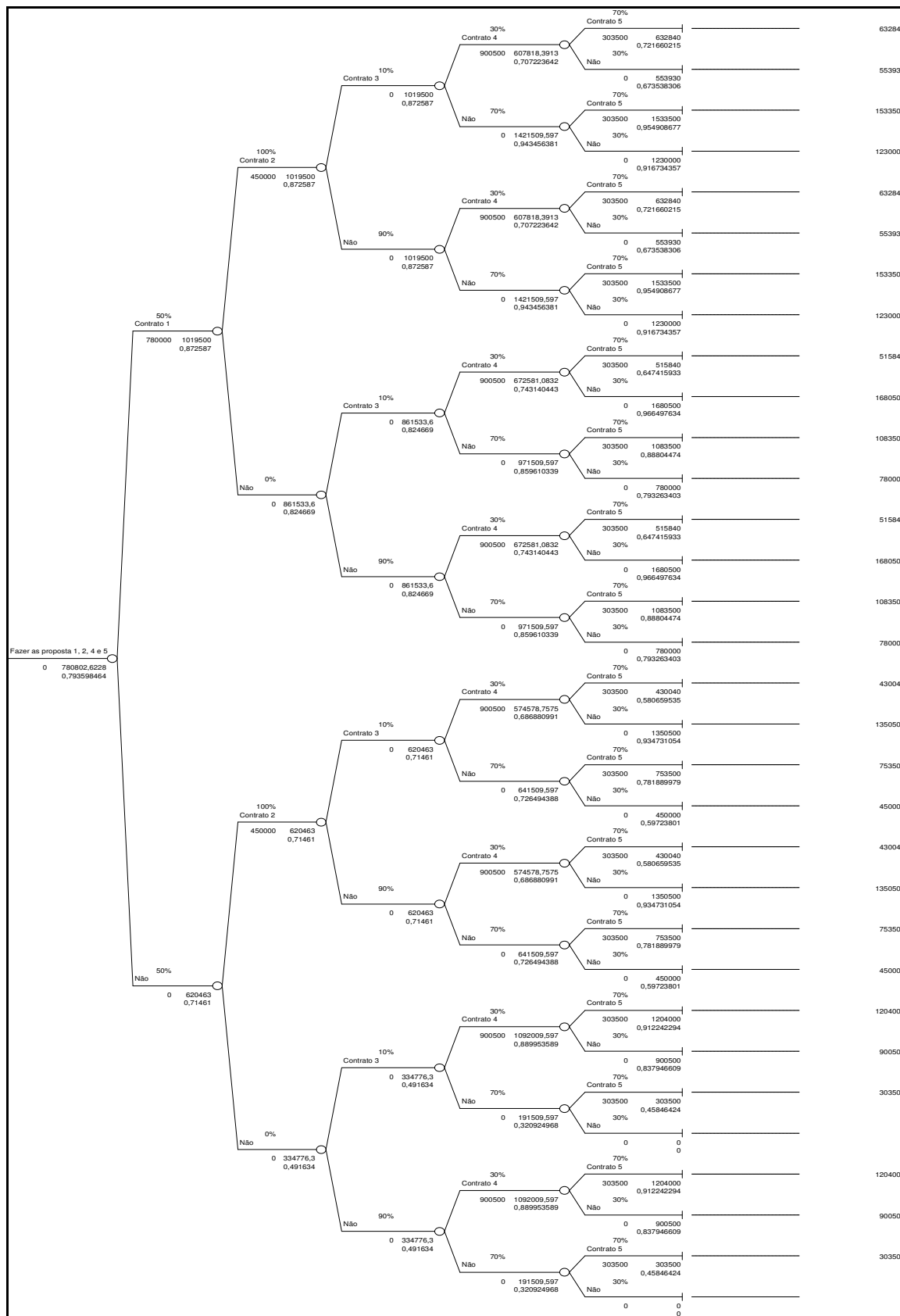
7.1.26 Fazer as propostas 1, 2, 3 e 4



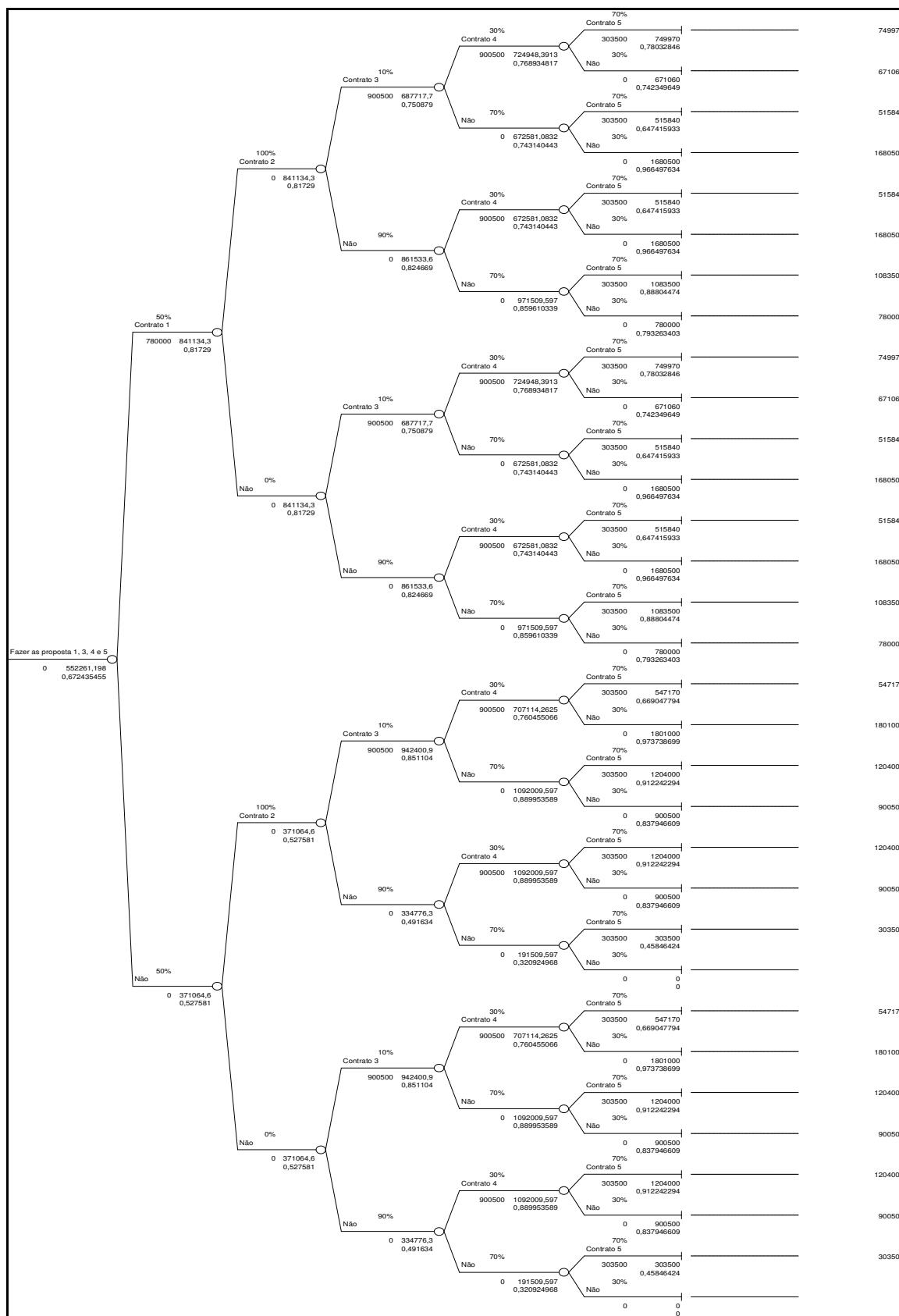
7.1.27 Fazer as propostas 1, 2, 3 e 5



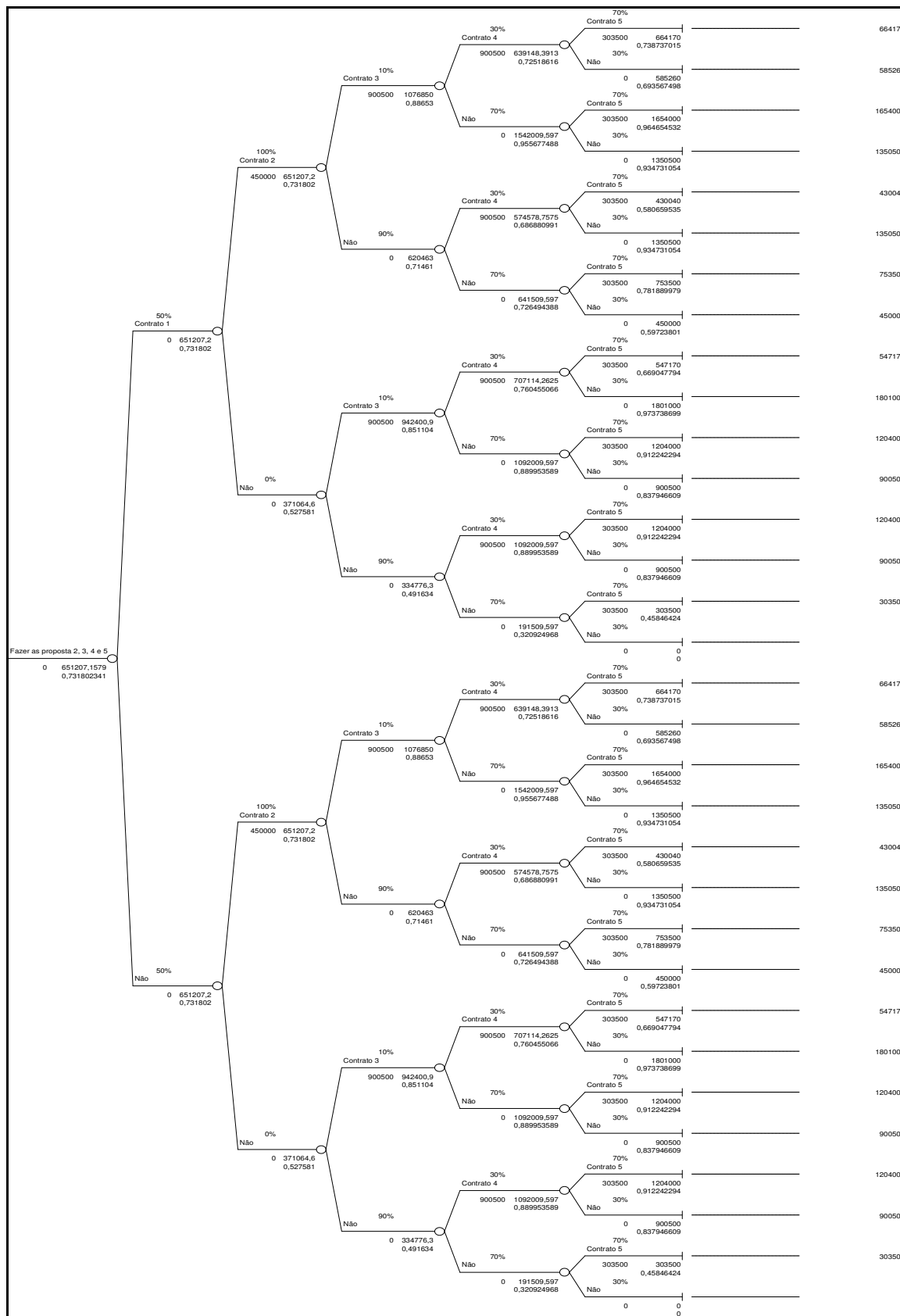
7.1.28 Fazer as propostas 1, 2, 4 e 5



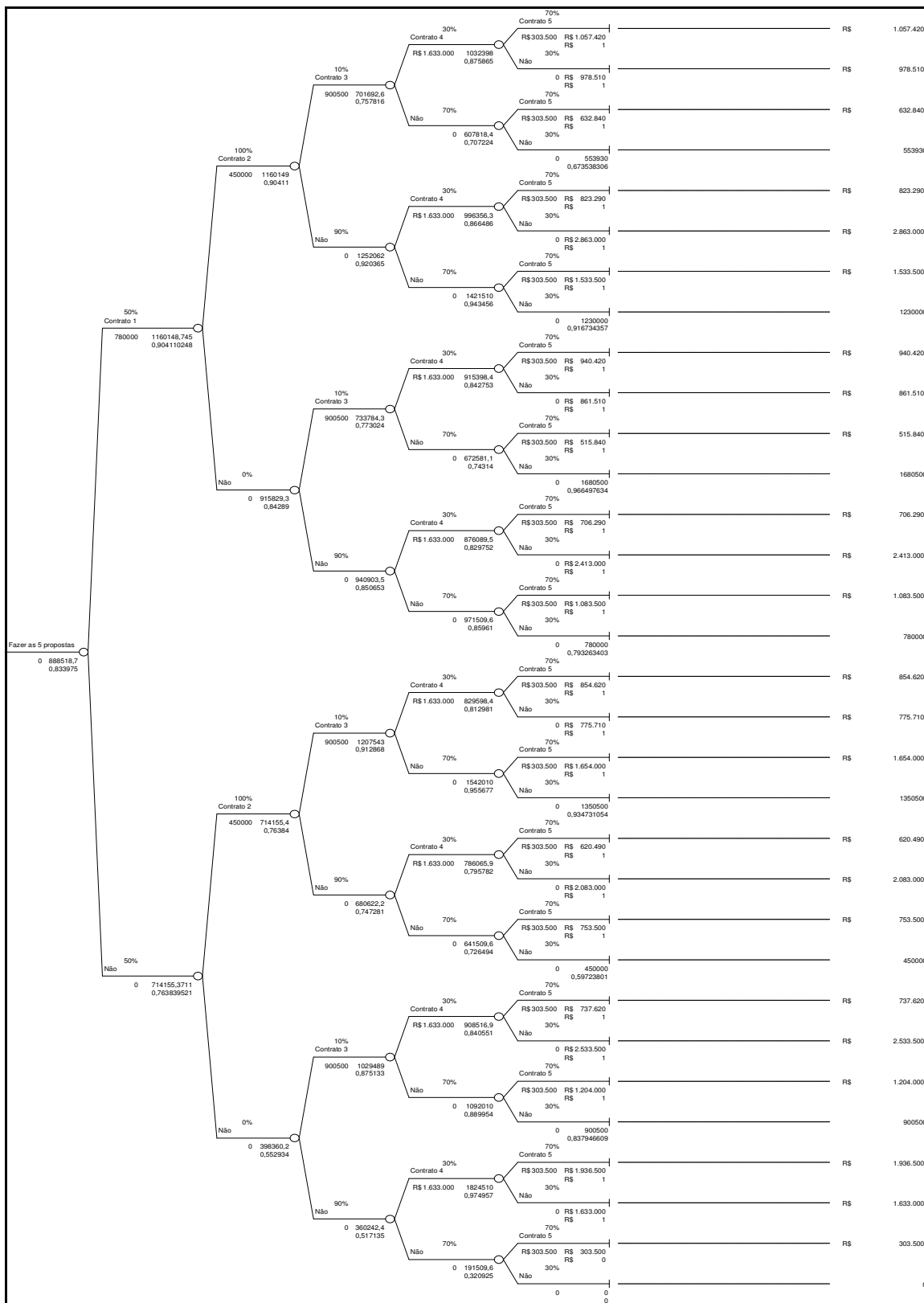
7.1.29 Fazer as propostas 1, 3, 4 e 5



7.1.30 Fazer as propostas 2, 3, 4 e 5



7.1.31 Fazer as propostas 1, 2, 3, 4 e 5



7.2.4 Resultado (parcial) para o caso C 4

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais					% OK	100%
Fazer ou não	0	0	0	1	0	para						
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%						
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000						
Analistas	5	4	5	6	3	23						
Programadores	8	6	10	12	5	41						
Total Recursos	13	10	15	18	8							

Recursos para		Desenvolvimento dos Projetos		Lucro Total Medio	
Analistas	12	Programadores	26	R\$	486.634,00
Totais		6	12		

Simulação	Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		OK geral	Lucro Total
	1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?		
1	0,82	0,53	0,69	0,20	0,44	0	0	0	1	0	6	1	12	1	1 R\$ 1.633.000,00	
2	0,02	0,41	0,47	0,87	0,52	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
3	0,28	0,68	0,91	0,00	0,39	0	0	0	1	0	6	1	12	1	1 R\$ 1.633.000,00	
4	0,44	0,31	0,05	0,96	0,07	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
5	0,67	0,00	0,10	0,89	0,19	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
6	0,39	0,38	0,24	0,77	0,61	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
7	0,89	0,28	0,67	0,40	0,41	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
8	0,01	0,83	0,91	0,40	0,36	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
9	0,87	0,95	0,32	0,45	0,44	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
10	0,17	0,15	0,85	0,96	0,62	0	0	0	0	0	0	1	0	1 R\$ -		
...																
5000																

7.2.5 Resultado (parcial) para o caso C 5

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais					% OK	100%
Fazer ou não	0	0	0	0	1	para						
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%						
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000						
Analistas	5	4	5	6	3	23						
Programadores	8	6	10	12	5	41						
Total Recursos	13	10	15	18	8							

Recursos para		Desenvolvimento dos Projetos		Lucro Total Medio	
Analistas	12	Programadores	26	R\$	184.831,50
Totais		3	5		

Simulação	Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		OK geral	Lucro Total
	1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?		
1	0,56	0,34	0,99	0,64	0,95	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1 R\$ -	
2	0,61	0,38	0,35	0,35	0,10	0	0	0	0	1	3	1	5	1	1 R\$ 303.500,00	
3	0,85	0,84	0,78	0,67	0,53	0	0	0	0	1	3	1	5	1	1 R\$ 303.500,00	
4	0,37	0,48	0,81	0,25	0,68	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1 R\$ -	
5	0,80	0,84	0,34	0,17	0,50	0	0	0	0	1	3	1	5	1	1 R\$ 303.500,00	
6	0,00	0,28	0,62	0,78	0,24	0	0	0	0	1	3	1	5	1	1 R\$ 303.500,00	
7	0,08	0,97	0,81	0,16	0,70	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1 R\$ -	
8	0,40	0,04	0,99	0,51	0,19	0	0	0	0	1	3	1	5	1	1 R\$ 303.500,00	
9	0,56	0,95	0,59	0,90	0,59	0	0	0	0	1	3	1	5	1	1 R\$ 303.500,00	
10	0,01	0,81	0,44	0,98	0,82	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1 R\$ -	
...																
5000																

7.2.6 Resultado (parcial) para o caso C 12

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais					% OK	100%
Fazer ou não	1	1	0	0	0	para						
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%						
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000						
Analistas	5	4	5	6	3	23						
Programadores	8	6	10	12	5	41						
Total Recursos	13	10	15	18	8							

Recursos para		Desenvolvimento dos Projetos		Lucro Total Medio	
Analistas	12	Programadores	26	R\$	834.540,00
Totais		9	14		

Simulação	Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		OK geral	Lucro Total
	1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?		
1	0,67	0,65	0,10	0,44	0,11	0	1	0	0	0	4	1	6	1	1 R\$ 450.000,00	
2	0,42	0,24	0,56	0,28	0,31	1	1	0	0	0	9	1	14	1	1 R\$ 1.230.000,00	
3	0,15	0,77	0,72	0,84	0,59	1	1	0	0	0	9	1	14	1	1 R\$ 1.230.000,00	
4	0,31	0,01	0,81	0,53	0,39	1	1	0	0	0	9	1	14	1	1 R\$ 1.230.000,00	
5	0,38	0,10	0,52	0,22	0,07	1	1	0	0	0	9	1	14	1	1 R\$ 1.230.000,00	
6	0,07	0,79	0,23	0,93	0,55	1	1	0	0	0	9	1	14	1	1 R\$ 1.230.000,00	
7	0,95	0,15	0,84	0,90	0,09	0	1	0	0	0	4	1	6	1	1 R\$ 450.000,00	
8	0,13	0,29	0,60	0,08	0,89	1	1	0	0	0	9	1	14	1	1 R\$ 1.230.000,00	
9	0,86	0,42	0,77	0,69	0,98	0	1	0	0	0	4	1	6	1	1 R\$ 450.000,00	
10	0,76	0,56	0,96	0,88	0,05	0	1	0	0	0	4	1	6	1	1 R\$ 450.000,00	
...																
5000																

7.2.7 Resultado (parcial) para o caso C 13

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais	Recursos para Desenvolvimento dos Projetos		% OK	100%																																																																																																																																																																																																																																																												
Fazer ou não	1	0	1	0	0	0	Analistas	Programadores																																																																																																																																																																																																																																																														
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%	12	26																																																																																																																																																																																																																																																														
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000	Totais		10	18																																																																																																																																																																																																																																																												
Analistas	5	4	5	6	3	23																																																																																																																																																																																																																																																																
Programadores	8	6	10	12	5	41																																																																																																																																																																																																																																																																
Total Recursos	13	10	15	18	8																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Aleatório</th> <th colspan="5">PROJETOS</th> <th colspan="2">Analistas</th> <th colspan="2">Programadores</th> <th colspan="2">Lucro</th> </tr> <tr> <th>Simulação</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>P4</th> <th>P5</th> <th>Utilizados</th> <th>Ok?</th> <th>Utilizados</th> <th>Ok?</th> <th>OK geral</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,66</td> <td>0,10</td> <td>0,05</td> <td>0,22</td> <td>0,04</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 900.500,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,82</td> <td>0,22</td> <td>0,40</td> <td>0,94</td> <td>0,61</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,93</td> <td>0,37</td> <td>0,33</td> <td>0,72</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,57</td> <td>0,03</td> <td>0,32</td> <td>0,98</td> <td>0,62</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,02</td> <td>0,13</td> <td>0,95</td> <td>0,65</td> <td>0,18</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0,85</td> <td>0,70</td> <td>0,21</td> <td>0,29</td> <td>0,99</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0,16</td> <td>0,01</td> <td>0,38</td> <td>0,46</td> <td>0,92</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0,91</td> <td>0,05</td> <td>0,95</td> <td>0,99</td> <td>0,48</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>0,03</td> <td>0,15</td> <td>0,43</td> <td>0,44</td> <td>0,20</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,85</td> <td>0,37</td> <td>0,41</td> <td>0,41</td> <td>0,30</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		Lucro		Simulação		1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?	OK geral	Total	1	0,66	0,10	0,05	0,22	0,04	0	0	1	0	0	0	5	1	10	1	1	R\$ 900.500,00	2	0,82	0,22	0,40	0,94	0,61	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	3	0,93	0,37	0,33	0,72	0,00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	4	0,57	0,03	0,32	0,98	0,62	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	5	0,02	0,13	0,95	0,65	0,18	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	6	0,85	0,70	0,21	0,29	0,99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	7	0,16	0,01	0,38	0,46	0,92	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	8	0,91	0,05	0,95	0,99	0,48	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	9	0,03	0,15	0,43	0,44	0,20	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	10	0,85	0,37	0,41	0,41	0,30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	...																		5000																	
		Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		Lucro																																																																																																																																																																																																																																																						
Simulação		1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?	OK geral	Total																																																																																																																																																																																																																																																					
1	0,66	0,10	0,05	0,22	0,04	0	0	1	0	0	0	5	1	10	1	1	R\$ 900.500,00																																																																																																																																																																																																																																																					
2	0,82	0,22	0,40	0,94	0,61	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
3	0,93	0,37	0,33	0,72	0,00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
4	0,57	0,03	0,32	0,98	0,62	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
5	0,02	0,13	0,95	0,65	0,18	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
6	0,85	0,70	0,21	0,29	0,99	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
7	0,16	0,01	0,38	0,46	0,92	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
8	0,91	0,05	0,95	0,99	0,48	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
9	0,03	0,15	0,43	0,44	0,20	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
10	0,85	0,37	0,41	0,41	0,30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
...																																																																																																																																																																																																																																																																						
5000																																																																																																																																																																																																																																																																						

7.2.8 Resultado (parcial) para o caso C 14

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais	Recursos para Desenvolvimento dos Projetos		% OK	100%																																																																																																																																																																																																																																																												
Fazer ou não	1	0	0	1	0	0	Analistas	Programadores																																																																																																																																																																																																																																																														
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%	12	26																																																																																																																																																																																																																																																														
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000	Totais		11	20																																																																																																																																																																																																																																																												
Analistas	5	4	5	6	3	23																																																																																																																																																																																																																																																																
Programadores	8	6	10	12	5	41																																																																																																																																																																																																																																																																
Total Recursos	13	10	15	18	8																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Aleatório</th> <th colspan="5">PROJETOS</th> <th colspan="2">Analistas</th> <th colspan="2">Programadores</th> <th colspan="2">Lucro</th> </tr> <tr> <th>Simulação</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>P4</th> <th>P5</th> <th>Utilizados</th> <th>Ok?</th> <th>Utilizados</th> <th>Ok?</th> <th>OK geral</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,14</td> <td>0,93</td> <td>0,95</td> <td>0,45</td> <td>0,89</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,30</td> <td>0,17</td> <td>0,48</td> <td>0,47</td> <td>0,82</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,62</td> <td>0,44</td> <td>0,33</td> <td>0,11</td> <td>0,06</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 1.633.000,00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,87</td> <td>0,19</td> <td>0,09</td> <td>0,42</td> <td>0,85</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,36</td> <td>0,62</td> <td>0,64</td> <td>0,29</td> <td>0,92</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>11</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 2.413.000,00</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0,21</td> <td>0,02</td> <td>0,65</td> <td>0,25</td> <td>0,04</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>11</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 2.413.000,00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0,53</td> <td>0,11</td> <td>0,05</td> <td>0,69</td> <td>0,38</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0,39</td> <td>0,67</td> <td>0,07</td> <td>0,24</td> <td>0,87</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>11</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 2.413.000,00</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>0,95</td> <td>0,95</td> <td>0,35</td> <td>0,90</td> <td>0,92</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,34</td> <td>0,01</td> <td>0,70</td> <td>0,95</td> <td>0,03</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		Lucro		Simulação		1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?	OK geral	Total	1	0,14	0,93	0,95	0,45	0,89	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	2	0,30	0,17	0,48	0,47	0,82	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	3	0,62	0,44	0,33	0,11	0,06	0	0	0	1	0	0	6	1	12	1	1	R\$ 1.633.000,00	4	0,87	0,19	0,09	0,42	0,85	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	5	0,36	0,62	0,64	0,29	0,92	1	0	0	1	0	0	11	1	20	1	1	R\$ 2.413.000,00	6	0,21	0,02	0,65	0,25	0,04	1	0	0	1	0	0	11	1	20	1	1	R\$ 2.413.000,00	7	0,53	0,11	0,05	0,69	0,38	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	8	0,39	0,67	0,07	0,24	0,87	1	0	0	1	0	0	11	1	20	1	1	R\$ 2.413.000,00	9	0,95	0,95	0,35	0,90	0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	10	0,34	0,01	0,70	0,95	0,03	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	...																		5000																	
		Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		Lucro																																																																																																																																																																																																																																																						
Simulação		1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?	OK geral	Total																																																																																																																																																																																																																																																					
1	0,14	0,93	0,95	0,45	0,89	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
2	0,30	0,17	0,48	0,47	0,82	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
3	0,62	0,44	0,33	0,11	0,06	0	0	0	1	0	0	6	1	12	1	1	R\$ 1.633.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
4	0,87	0,19	0,09	0,42	0,85	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
5	0,36	0,62	0,64	0,29	0,92	1	0	0	1	0	0	11	1	20	1	1	R\$ 2.413.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
6	0,21	0,02	0,65	0,25	0,04	1	0	0	1	0	0	11	1	20	1	1	R\$ 2.413.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
7	0,53	0,11	0,05	0,69	0,38	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
8	0,39	0,67	0,07	0,24	0,87	1	0	0	1	0	0	11	1	20	1	1	R\$ 2.413.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
9	0,95	0,95	0,35	0,90	0,92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
10	0,34	0,01	0,70	0,95	0,03	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
...																																																																																																																																																																																																																																																																						
5000																																																																																																																																																																																																																																																																						

7.2.9 Resultado (parcial) para o caso C 15

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais	Recursos para Desenvolvimento dos Projetos		% OK	100%																																																																																																																																																																																																																																																												
Fazer ou não	1	0	0	0	1	0	Analistas	Programadores																																																																																																																																																																																																																																																														
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%	12	26																																																																																																																																																																																																																																																														
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000	Totais		11	13																																																																																																																																																																																																																																																												
Analistas	5	4	5	6	3	23																																																																																																																																																																																																																																																																
Programadores	8	6	10	12	5	41																																																																																																																																																																																																																																																																
Total Recursos	13	10	15	18	8																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Aleatório</th> <th colspan="5">PROJETOS</th> <th colspan="2">Analistas</th> <th colspan="2">Programadores</th> <th colspan="2">Lucro</th> </tr> <tr> <th>Simulação</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>P4</th> <th>P5</th> <th>Utilizados</th> <th>Ok?</th> <th>Utilizados</th> <th>Ok?</th> <th>OK geral</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,28</td> <td>0,79</td> <td>0,18</td> <td>0,44</td> <td>0,18</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>13</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 1.083.500,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,86</td> <td>0,29</td> <td>0,79</td> <td>0,84</td> <td>0,03</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 303.500,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,38</td> <td>0,49</td> <td>0,64</td> <td>0,68</td> <td>0,78</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,74</td> <td>0,64</td> <td>0,15</td> <td>0,21</td> <td>0,86</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,93</td> <td>0,47</td> <td>0,80</td> <td>0,19</td> <td>0,42</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 303.500,00</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0,00</td> <td>0,52</td> <td>0,08</td> <td>0,77</td> <td>0,98</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 780.000,00</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>0,08</td> <td>0,05</td> <td>0,49</td> <td>0,42</td> <td>0,48</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>13</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 1.083.500,00</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0,29</td> <td>0,62</td> <td>0,53</td> <td>0,46</td> <td>0,10</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>13</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 1.083.500,00</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>0,55</td> <td>0,36</td> <td>0,24</td> <td>0,28</td> <td>0,20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ 303.500,00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,70</td> <td>0,52</td> <td>0,52</td> <td>0,75</td> <td>0,80</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>R\$ -</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		Lucro		Simulação		1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?	OK geral	Total	1	0,28	0,79	0,18	0,44	0,18	1	0	0	0	1	0	8	1	13	1	1	R\$ 1.083.500,00	2	0,86	0,29	0,79	0,84	0,03	0	0	0	0	1	0	3	1	5	1	1	R\$ 303.500,00	3	0,38	0,49	0,64	0,68	0,78	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	4	0,74	0,64	0,15	0,21	0,86	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	5	0,93	0,47	0,80	0,19	0,42	0	0	0	0	1	0	3	1	5	1	1	R\$ 303.500,00	6	0,00	0,52	0,08	0,77	0,98	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00	7	0,08	0,05	0,49	0,42	0,48	1	0	0	0	1	0	8	1	13	1	1	R\$ 1.083.500,00	8	0,29	0,62	0,53	0,46	0,10	1	0	0	0	1	0	8	1	13	1	1	R\$ 1.083.500,00	9	0,55	0,36	0,24	0,28	0,20	0	0	0	0	1	0	3	1	5	1	1	R\$ 303.500,00	10	0,70	0,52	0,52	0,75	0,80	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -	...																		5000																	
		Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		Lucro																																																																																																																																																																																																																																																						
Simulação		1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?	OK geral	Total																																																																																																																																																																																																																																																					
1	0,28	0,79	0,18	0,44	0,18	1	0	0	0	1	0	8	1	13	1	1	R\$ 1.083.500,00																																																																																																																																																																																																																																																					
2	0,86	0,29	0,79	0,84	0,03	0	0	0	0	1	0	3	1	5	1	1	R\$ 303.500,00																																																																																																																																																																																																																																																					
3	0,38	0,49	0,64	0,68	0,78	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
4	0,74	0,64	0,15	0,21	0,86	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
5	0,93	0,47	0,80	0,19	0,42	0	0	0	0	1	0	3	1	5	1	1	R\$ 303.500,00																																																																																																																																																																																																																																																					
6	0,00	0,52	0,08	0,77	0,98	1	0	0	0	0	0	5	1	8	1	1	R\$ 780.000,00																																																																																																																																																																																																																																																					
7	0,08	0,05	0,49	0,42	0,48	1	0	0	0	1	0	8	1	13	1	1	R\$ 1.083.500,00																																																																																																																																																																																																																																																					
8	0,29	0,62	0,53	0,46	0,10	1	0	0	0	1	0	8	1	13	1	1	R\$ 1.083.500,00																																																																																																																																																																																																																																																					
9	0,55	0,36	0,24	0,28	0,20	0	0	0	0	1	0	3	1	5	1	1	R\$ 303.500,00																																																																																																																																																																																																																																																					
10	0,70	0,52	0,52	0,75	0,80	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	R\$ -																																																																																																																																																																																																																																																					
...																																																																																																																																																																																																																																																																						
5000																																																																																																																																																																																																																																																																						

7.2.31 Resultado (parcial) para o caso C 12345

	P1	P2	P3	P4	P5	Totais					Recursos para		% OK			
Fazer ou não	1	1	1	1	1	1					Desenvolvimento dos Projetos		72%			
Expectativa	50%	100%	10%	30%	60%	100%					Analistas		Lucro Total Medio			
Lucro R\$	780.000	450.000	900.500	1.633.000	303.500	4.067.000					Programadores		R\$ 1.593.726,50			
Analistas	5	4	5	6	3	23					Totais					
Programadores	8	6	10	12	5	41					23		41			
Total Recursos	13	10	15	18	8											
	Aleatório					PROJETOS					Analistas		Programadores		Lucro	
Simulação	1	2	3	4	5	P1	P2	P3	P4	P5	Utilizados	Ok?	Utilizados	Ok?	OK geral	Total
1	0,22	0,80	0,95	0,17	0,90	1	1	0	1	0	15	0	26	1	0	R\$ 2.863.000,00
2	0,49	0,94	0,03	0,78	0,98	1	1	1	0	0	14	0	24	1	0	R\$ 2.130.500,00
3	0,14	0,70	0,76	0,37	0,57	1	1	0	0	1	12	1	19	1	1	R\$ 1.533.500,00
4	0,66	0,66	0,77	0,60	0,29	0	1	0	0	1	7	1	11	1	1	R\$ 753.500,00
5	0,96	0,05	0,47	0,17	0,25	0	1	0	1	1	13	0	23	1	0	R\$ 2.386.500,00
6	0,93	0,36	0,10	0,16	0,53	0	1	1	1	1	18	0	33	0	0	R\$ 3.287.000,00
7	0,95	0,72	0,28	0,29	0,18	0	1	0	1	1	13	0	23	1	0	R\$ 2.386.500,00
8	0,37	0,53	0,69	0,86	0,09	1	1	0	0	1	12	1	19	1	1	R\$ 1.533.500,00
9	0,25	0,66	0,44	0,30	0,59	1	1	0	0	1	12	1	19	1	1	R\$ 1.533.500,00
10	0,60	0,21	0,19	0,93	0,81	0	1	0	0	0	4	1	6	1	1	R\$ 450.000,00
...																
5000																

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)