



ORDENAÇÃO DE PROSPECTOS EXPLORATÓRIOS: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO LÓGICA FUZZY

Renato Sauer Napoli Neto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Virgílio Jose Martins Ferreira Filho

Rio de Janeiro - RJ
Setembro de 2015

ORDENAÇÃO DE PROSPECTOS EXPLORATÓRIOS: UMA ABORDAGEM
UTILIZANDO LÓGICA FUZZY

Renato Sauer Napoli Neto

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Virgílio José Martins Ferreira Filho, D.Sc.

Prof. Armando Celestino Gonçalves Neto, D.Sc.

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. José Roberto Ribas, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
SETEMBRO DE 2015

Napoli Neto, Renato Sauer

Ordenação de Prospectos Exploratórios: Uma Abordagem Utilizando Lógica Fuzzy / Renato Sauer Napoli Neto. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

XVI 129 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Virgílio José Martins Ferreira Filho

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 74-78.

1. Modelagem utilizando Lógica Fuzzy. 2. O problema da ordenação de prospectos exploratórios. 3. Um exemplo hipotético. I. Ferreira Filho, Virgílio José Martins. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

Dedico este trabalho à minha mãe (Nelma Guimarães Napoli), ao meu avô (Renato Sauer Napoli) e à minha avó (Elza Guimarães Napoli) que me deram, além da condição de estudar, me ensinaram os princípios e os valores da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado as condições necessárias para alcançar este objetivo. À minha mãe (Nelma Guimarães Napoli), ao meu avô (Renato Sauer Napoli) e à minha avó (Elza Guimarães Napoli) que apesar de não se encontrarem mais entre nós, me deram a condição e todos os ensinamentos da vida.

Agradeço a minha namorada Juliana Gomes por todo apoio e pela ajuda que me deu durante esta jornada

Gostaria de agradecer também ao meu orientador Virgílio José Martins Ferreira Filho pela orientação, pela paciência, pela compreensão e humildade que sempre me atendeu.

Gostaria de agradecer também ao professor Armando Celestino Gonçalves Neto, que além de ter-se tornado um amigo, esteve incansavelmente ao meu lado durante todo este trabalho, obrigado por toda ajuda, conselhos, ideias, incentivos e paciência que teve.

À equipe do Programa de Engenharia de Produção pela infraestrutura oferecida.

À Agência Nacional do Petróleo e a Petrobras, através do Programa de Formação de Recursos Humanos, pelo apoio financeiro para realização desta dissertação.

Finalmente, gostaria de agradecer aos amigos que me apoiaram, me incentivaram e me deram força e também àqueles que eu sei que posso contar quando precisar.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ORDENAÇÃO DE PROSPECTOS EXPLORATÓRIOS: ABORDAGEM UTILIZANDO LÓGICA FUZZY

Renato Sauer Napoli Neto

Setembro/2015

Orientador: Virgílio José Martins Ferreira Filho

Programa: Engenharia de Produção

Tomar decisões em projetos de Exploração e Produção de petróleo (E&P) envolve diversos riscos principalmente devido às variáveis de imprecisão envolvidas. Com isso, o processo de tomada de decisão de prospectos petrolíferos é de extrema importância tanto para a geração de lucros de empresas petrolíferas, bem como para o desenvolvimento econômico e tecnológico do país. O presente trabalho tem como objetivo a ordenação de prospectos exploratórios com a utilização da metodologia Fuzzy, propícia para o tratamento de variáveis imprecisas através das regras de inferência de Mamdani para a análise dos parâmetros de saída: Chance de sucesso, Incerteza Exploratória, Incerteza Ambiental, Qualidade da Reserva e VPL (Valor Presente Líquido). Finalmente conclui-se para cada variável de saída, os resultados que se destacam: um prospecto na Venezuela possui a maior chance de sucesso; Angola possui o maior Valor Presente Líquido (VPL) mas tem a maior porcentagem de ocorrer alguma incerteza exploratória; os EUA possuem a maior incerteza ambiental e a Nigéria é detentora da melhor reserva em termos de profundidade, volume de óleo, grau API e porosidade, junto com Canadá e EUA.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ORDERING OF EXPLORATION PROSPECTS: AN APPROACH USING FUZZY SETS

Renato Sauer Napoli Neto

September/2015

Advisor: Virgílio José Martins Ferreira Filho

Department: Industrial Engineering

Make decisions on exploration projects and oil production (E & P) involves various risks mainly due to the inaccuracy of variables involved. With this, the process of decision making oil prospects is of utmost importance both to generate profits of oil companies as well as for economic and technological development of the country. This work aims the ordination of exploration prospects in five countries with significant participation in the international arena of E & P. It is therefore proposed the use of Fuzzy methodology, propitious for the treatment of imprecise variables through the Mamdani inference rules for the analysis of output parameters: Probability of success, Exploratory Risk, Environmental Risk, Reserve and NPV (Net Present Value). Finally it is concluded for each output variable the results that stand out: Venezuela has the highest probability of success; Angola has the highest Net Present Value (NPV) but has the highest percentage of exploration uncertainty; the USA has the largest environmental uncertainty and Nigeria owns the best reserves in terms of depth, volume of oil, API degree and porosity, along with Canada and USA.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	MODELAGEM UTILIZANDO LÓGICA FUZZY	7
2.1	Considerações Iniciais	7
2.2	Conjuntos Fuzzy	10
2.3	Operações <i>Fuzzy</i> Elementares	11
2.4	Regras De Inferência Fuzzy.....	14
2.5	Métodos De Desfuzzyficação	17
2.6	Princípio Da Extensão	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3.1	Tecnologia de Exploração e Produção de Petróleo	20
3.2	Lógica Fuzzy.....	20
3.3	Prospectos Petrolíferos em Áreas Internacionais.....	21
3.4	Metodologia para Solução do Exemplo Hipotético.....	23
4	PROBLEMA DA ORDENAÇÃO DE PROSPECTOS EXPLORATÓRIOS	
	24	
4.1	Caracterização do Problema	24
4.2	Modelagem dos Dados.....	27
4.3	Chance de Sucesso.....	28
4.3.1	Fator de Recuperação	29
4.3.2	Experiência Profissional.....	30
4.3.3	Grau de Tecnologia	31
4.3.4	Variável de Saída (Chance de Sucesso)	31
4.4	Qualidade da Reserva	32
4.4.1	Profundidade.....	33
4.4.2	Grau API.....	34

4.4.3	Tamanho da reserva.....	34
4.4.4	Porosidade	36
4.4.5	Variável de Saída (Qualidade da Reserva).....	37
4.5	Incerteza Ambiental	38
4.5.1	Ácido Sulfídrico	38
4.5.2	Clima	39
4.5.3	Legislação ambiental	40
4.5.4	Variável de saída (Incerteza Ambiental)	41
4.6	Incerteza Exploratória.....	42
4.6.1	Incerteza Política	42
4.6.2	Grau de Desenvolvimento tecnológico	43
4.6.3	Incerteza Geológica	44
4.6.4	Variável de Saída (Incerteza Exploratória)	45
4.7	Valor Presente Líquido (VPL).....	46
4.7.1	Receitas.....	46
4.7.2	Despesas	47
4.7.3	Câmbio	48
4.7.4	Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	49
4.7.5	Variável de Saída VPL	50
4.8	Segunda Etapa do Problema de Ordenação de Prospectos Exploratórios	
	51	
4.8.1	Variável de Entrada VPL.....	52
5	UM EXEMPLO HIPOTÉTICO	58
5.1	Variável de Saída: Chance de Sucesso	61
5.2	Variável de Saída: Qualidade da Reserva.....	63
5.3	Variável de Saída Incerteza Ambiental.....	64
5.4	Variável de Saída Incerteza Exploratória	66

5.5	Variável de Saída VPL	68
5.6	Variável de Saída da Segunda Etapa – Prospecto Petrolífero.....	69
6	CONCLUSÃO	71
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
Apêndice A - Regras de Inferência Fuzzy da Segunda Etapa.....76		
A.1	Banco de Regras Chance de Sucesso.....	76
A.2	Banco de Regras Incerteza Ambiental.....	79
A.3	Banco de Regras Incerteza Exploratória.....	80
A.4	Banco de Regras Qualidade da Reserva.....	82
A.5	Banco de Regras VPL.....	91
Apêndice B - Regras de Inferência Fuzzy da Segunda Etapa.....94		
B.1	Banco de Regras Prospecto Petrolífero.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição normal com grau de significância 5%.....	9
Figura 2 - Diagramas de Venn: (a) fronteira do conjunto Crisp e (b) fronteira do conjunto Fuzzy.	10
Figura 3 - União dos subconjuntos Fuzzy A e B. Fonte: Ortega (2001).	11
Figura 4 - Intersecção dos subconjuntos Fuzzy A e B. Fonte: Ortega (2001)....	12
Figura 5 - Negação do subconjunto Fuzzy A. Fonte: Ortega (2001).	12
Figura 6 - Exemplo dos elementos de um Sistema Fuzzy. Fonte: (ANTUNES, 2006 apud BOJADZIEV, 1997)	15
Figura 7 - Exemplo de inferência Fuzzy para duas variáveis como antecedentes e uma variável como consequente.....	17
Figura 8 - Exemplo do método de desfuzzyficação: Centro de Área. Fonte: Ortega (2001).....	18
Figura 9 - Modelagem da chance de sucesso com suas entradas e saída.	28
Figura 10 - Representação Fuzzy para o Fator de recuperação. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	29
Figura 11 - Representação Fuzzy para o Experiência profissional. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	30
Figura 12 - Representação Fuzzy para a tecnologia. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	31
Figura 13 - Representação Fuzzy para o Chance de sucesso. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	31
Figura 14 - Modelagem da Qualidade da Reserva com suas entradas e saída. .	32
Figura 15 - Representação Fuzzy para o Profundidade. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	33
Figura 16 - Representação Fuzzy para o Grau API. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	34
Figura 17 - Representação Fuzzy para o Tamanho da reserva. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	35
Figura 18 - Representação Fuzzy para a Porosidade. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	36
Figura 19 - Representação Fuzzy para a saída Reserva. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	37

Figura 20 - Modelagem da Incerteza Ambiental com suas entradas e saída.....	38
Figura 21 - Representação Fuzzy para a entrada Ácido Sulfídrico. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	38
Figura 22 - Representação Fuzzy para a entrada Clima. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	39
Figura 23 - Representação Fuzzy para a entrada Legislação Ambiental. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.....	40
Figura 24 - Representação Fuzzy para a variável de saída Incerteza Ambiental. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.....	41
Figura 26 - Representação Fuzzy para a entrada Incerteza Política. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	42
Figura 27 - Representação Fuzzy para a entrada Incerteza Tecnológica. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.....	43
Figura 28 - :Representação Fuzzy para a entrada Incerteza Geológica. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	44
Figura 29 - Representação Fuzzy para a variável de saída Incerteza Exploratória. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.....	45
Figura 30 - Modelagem do Valor Presente Líquido (VPL) com suas entradas e saída.....	46
Figura 31 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Receita. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	46
Figura 32 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Despesa. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	47
Figura 33 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Câmbio. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	48
Figura 34 - Representação Fuzzy para a variável de entrada TMA. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	49
Figura 35 - Representação Fuzzy para a variável de saída VPL. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	50
Figura 36 - Sistema Fuzzy de entradas e saídas da segunda etapa. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	52
Figura 37 - Representação Fuzzy para a variável de entrada VPL. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	52

Figura 38 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Incerteza Exploratória. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	53
Figura 39 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Chances de Sucesso. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.....	54
Figura 40 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Qualidade da Reserva. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares....	55
Figura 41- Representação Fuzzy para a variável de entrada Incerteza Ambiental. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.....	55
Figura 42 - Representação Fuzzy para a variável de saída Prospecto Exploratório. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.	56
Figura 43 - Mapa dos países estudados no exemplo hipotético.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados sobre tamanho da reserva (em bilhões de barris) dos prospectos: Fonte: Adaptado do World Oil and Gas Review 2014 pelo autor.....**Erro!**

Indicador não definido.

Tabela 2 – Tabela contendo dados como VPL e custos de aquisição: Fonte (Margueron 2003).....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3 – Tabela contendo Incerteza política dos países. Fonte: (Margueron 2003).....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4 – Classificação dos países segundo cada variável de saída. Fonte: Elaborado pelo autor..... 69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado da variável de saída Chance de Sucesso para cada prospecto.....	62
Gráfico 2 - Superfície da Chance de Sucesso e suas variáveis de entrada Fator de Recuperação e Experiência Profissional.....	62
Gráfico 3 - Resultado da variável de saída Reserva para cada prospecto.	63
Gráfico 4 - Superfície da variável de saída Qualidade da Reserva e suas variáveis de entrada Tamanho da Reserva e Profundidade.	64
Gráfico 5 - Resultado da variável de saída Incerteza Ambiental para cada prospecto.....	65
Gráfico 6 - Superfície da variável de saída Incerteza Ambiental e suas variáveis de entrada Ácido Sulfídrico e Leis Ambientais.....	66
Gráfico 7 - Resultado da variável de saída Incerteza Exploratória para cada prospecto.....	67
Gráfico 8 - Superfície da variável de saída Incerteza Exploratória e suas variáveis de entrada Incerteza Geológica e Incerteza Política.	67
Gráfico 9 - Resultado da variável de saída VPL para cada prospecto.....	68
Gráfico 10 - Superfície da variável de saída VPL e suas variáveis de entrada Receitas e Despesas.....	69
Gráfico 11- Variável de saída Prospecto Exploratório da segunda etapa.....	70

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

Ω	Função característica
μ	Grau de pertinência
λ	Constante de multiplicação
Φ	Porosidade efetiva do reservatório
n	Porosidade do reservatório
V_v	Volume dos poros
V	Volume total de uma amostra
VOR	Volume de óleo recuperável
A	Área da acumulação
E	Espessura do reservatório
S_o	Saturação de óleo
F_r	Fator de recuperação
B_o	Fator volume de formação
API	<i>American Petroleum Institute</i>
FPSO	<i>Floating Production Storage and Offloading</i>
VPL	Valor Presente Líquido
TMA	Taxa Mínima de Atratividade.
E&P	Exploração e Produção de Petróleo
MARR	<i>Minimal Attractiveness Rate of Return</i>
SPE	<i>Society Petroleum of Engineers</i>
SEC	<i>Securities and Exchange Commission</i>
WPC	<i>World Petroleum Council;</i>
SGEE	<i>School of Geology, Energy, and the Environment</i>
FCD	Fluxo de Caixa Descontado

1 INTRODUÇÃO

O petróleo é o principal produto comercializado no mercado internacional, atendendo a uma grande parcela das necessidades energéticas globais. Isso significa dizer que, no atual padrão tecnológico, em que a energia fóssil é a força motriz tanto na produção quanto na comercialização de qualquer produto, o petróleo é um dos elementos-chave da economia mundial. O cenário atual do petróleo no mundo é marcado por uma mudança de parâmetros que afeta todas as fases de sua cadeia produtiva, seus derivados e também a relação com seu mercado consumidor. Por um lado ocorre uma diminuição evidente das reservas de óleo mais acessíveis enquanto se observa o aumento da exploração e produção de petróleo não convencional (*shale gás*) e o fortalecimento do uso de energia de fontes renováveis. Por outro lado, a recente queda do barril de petróleo, que teve início no ano de 2014, (de mais de US\$100,00 para menos de US\$50/ barril) (INDEXMUNDI, 2015) torna imperioso que estas atividades sejam efetuadas de forma eficiente e ao menor custo.

A indústria do petróleo é marcada por grandes custos de investimento e elevada incerteza na fase inicial dos projetos exigindo portanto um grande esforço no tratamento destas incertezas de modo a propiciar decisões bem avaliadas na escolha de quais oportunidades de investimento devem ser desenvolvidas. Este é o objeto principal desta dissertação: o desenvolvimento de uma abordagem usando lógica Fuzzy para subsidiar o processo de tomada de decisão na indústria do petróleo.

O estudo da indústria do petróleo é extremamente peculiar devido a sua dimensão e complexidade, mas também pelas características econômicas, físicas e técnicas do petróleo, que se refletem em uma forma organizacional estruturada por diferentes segmentos de atividade em uma cadeia integrada verticalmente. Essa forma organizacional proporciona a distribuição de riscos e custos entre os seus vários segmentos e a redução da relação risco/custo médio, permitindo assim a compensação de eventuais diferenciais de custos e o aumento dos ganhos ao longo dos segmentos da indústria. Tais segmentos são tradicionalmente classificados como: *upstream* (o segmento extrativista), relacionado às atividades de exploração e produção de petróleo e

gás natural, e *downstream* (o segmento industrial), que compreende as atividades de refino, transporte e a importação e exportação de gás natural, petróleo e seus derivados

e também a distribuição e revenda de derivados. Esta dissertação está focada no segmento de Exploração e Produção (E&P) o qual abrange as operações que vão desde a prospecção para identificação de jazidas de óleo até o seu processamento primário para separar o petróleo do gás natural e de impurezas. Compreende também o armazenamento do petróleo antes de ser transferido para as refinarias. Engloba as atividades de exploração, perfuração de poços e produção.

Os riscos associados às atividades de E&P são bastantes elevados não só pelos altos investimentos no setor mas também pelo alto grau de incerteza existente nas variáveis relacionadas a riscos geológicos (LIMA, 2003). Tendo em vista todos os riscos existentes nas atividades de E&P, o retorno financeiro torna-se mais difícil de ser mensurado para as companhias de petróleo, que muitas vezes optarão por esperar suas concorrentes começarem a explorar os blocos antes delas mesmas fazê-las (LIMA, 2003). Ainda sim a atividade petrolífera é considerada das mais rentáveis atividades industriais. Com investimentos contínuos em levantamentos sísmicos e geológicos (perfuração de poços exploratórios), as incertezas podem ser diminuídas e com isso os riscos podem ser minimizados no decorrer das atividades de E&P. Estes investimentos são ainda mais intensos quando o projeto de E&P é marítimo, pois neste caso as incertezas são ainda maiores.

Dada a grande amplitude da cadeia do petróleo, e mesmo do segmento de E&P, este trabalho é limitado a atividade de exploração, uma das fases com maior nível de incerteza na indústria.

A exploração de petróleo, tanto em terra como em mar, está compreendida basicamente em três fases interdependentes e inter-relacionadas: a prospecção, perfuração e a avaliação (NEIVA, 1983; THOMAS, 2001).

Prospecção: é a fase dos estudos preliminares para a detecção de reservas de petróleo e gás por métodos de prospecção geofísica que permitem analisar a estrutura do subsolo em profundidade sem a necessidade de custosa escavação. A pesquisa começa com a elaboração de um mapa mais apurado com diversos levantamentos

sísmicos para poder localizar campos petrolíferos em bacias sedimentares. Com os resultados das interpretações de especialistas se faz um mapeamento geológico das estruturas favoráveis à existência de petróleo (prospecto exploratório) e consequentemente são escolhidos os pontos para a perfuração de poços.

Perfuração: é a fase onde são utilizadas sondas para poder confirmar se realmente existe ou não petróleo. Amostras são coletadas para serem levadas a laboratórios para obter dados sobre a história e a natureza do perfil geológico existente naquele poço em questão. A partir dessa análise é feita uma nova avaliação para decidir se será feita uma nova perfuração em outro poço exploratório.

Avaliação e Delimitação: Caso seja identificada a existência de petróleo na fase de perfuração é feita uma avaliação do poço com objetivo de saber se o campo é economicamente atrativo para o investidor. Entre os procedimentos utilizados destacam-se a obtenção e análise de perfis e os testes de formação e produção. Se o resultado destas análises e testes indica que o reservatório tem acumulação de petróleo dentro das características comerciais, o próximo passo é delimitar a descoberta e estimar com mais precisão o volume das reservas. Isto é realizado perfurando-se poços de delimitação ao redor da primeira perfuração de acordo com os mapas sísmicos. Caso as reservas se comprovem comerciais então se prossegue com as fases de desenvolvimento da produção.

O investimento total em exploração se constitui da soma dos investimentos destas três fases e basicamente compreende os dispêndios realizados em levantamentos sísmicos, na perfuração de poços exploratórios e delimitadores, além dos testes necessários na etapa de avaliação.

Incertezas não se constituem numa novidade nas avaliações e decisões em projetos econômicos de uma forma geral, haja vista o número relativamente grande de fatores envolvidos e a incerteza de cada um deles. Estas incertezas estão diretamente ligadas a custos operacionais, riscos exploratórios, reservas de petróleo, mercados, previsão de produção, entre outros.

Para abordar estas incertezas, são utilizados diversos métodos matemáticos tais como: estatística e teoria da chance, teoria da decisão, teoria da utilidade, algoritmos

genéticos, programação matemática estocástica e Lógica Fuzzy a qual será a utilizada neste trabalho.

Em diversos casos, quanto mais real é um problema, menor é a quantidade de dados confiáveis disponíveis e maior a incerteza quanto aos seus valores. Para melhor tratar estes casos a Lógica Fuzzy se apresenta como uma ferramenta adequada por

permitir trabalhar de forma mais qualitativa situações que outras metodologias trabalhariam quantitativamente o problema.

O problema da pesquisa

Tomar decisões na área de E&P é uma tarefa bastante complexa e envolve diversos risco, pois abrange inúmeras variáveis tanto determinísticas quanto incertas, onde existem poucas informações e as variáveis e dados quantificados. Assim, dado um conjunto de possíveis prospectos petrolíferos, ordenar e escolher quais são as melhores opções a serem explorados torna-se uma tarefa complexa, mas indispensável para o sucesso da empreendimento.

Objetivo

O objetivo principal desta dissertação é o desenvolvimento de um método que permita ordenar diferentes prospectos de petróleo a explorar usando como ferramenta a lógica Fuzzy e as regras de inferência de Mamdani (MAMDANI, 1975).

Objetivos complementares

Aplicar a metodologia desenvolvida a uma situação-exemplo constituída da seleção de prospectos situados em bacias petrolíferas de diferentes países.

Estender a metodologia desenvolvida a outros problemas de engenharia que pressuponham raciocínios aproximados, tanto onde não há disponibilidade de uma série histórica de dados reais quanto não há uma definição clara das variáveis de entrada ou

de saída, cuja imprecisão seja descrita em linguagem natural, como por exemplo na escolha do método de elevação mais adequada a um determinado poço, apresentada por Mamdani (KLIR e YUAN, 1995).

Metodologia

A Teoria dos Conjuntos Fuzzy traduz em termos matemáticos a informação imprecisa expressa por um conjunto de regras linguísticas (VIEIRA et al, 2014) e com

isso torna-se desnecessário conhecer o modelo matemático do processo, constitui-se, assim, uma vantagem sobre outros procedimentos em que é fundamental a descrição matemática do sistema a controlar.

A lógica Fuzzy e as regras de inferência de Mamdani (1975), foram as metodologias selecionadas para abordar este problema com base nos seguintes aspectos:

a) Conforme o princípio da incompatibilidade descrito por Zadeh (1973): “Quanto mais próximo alguém olhar um problema do mundo real mais percebe que a solução se torna Fuzzy”. O uso dessa metodologia na modelagem do problema em estudo justifica-se, pois todas as variáveis contém uma imprecisão em sua definição.

No estágio inicial da exploração, o decisor se verá as voltas com questões tais como: O reservatório é muito ou pouco poroso? Muito ou pouco profundo? Qual o tamanho da reserva? O VPL é significativo? Qual o fator de recuperação? Essas são algumas perguntas para as quais a lógica Fuzzy apresenta resultados plausíveis para que o tomador de decisão faça uma escolha razoável do prospecto a ser explorado sem que sua resposta necessariamente seja a escolha ótima.

b) A metodologia desenvolvida por Mamdani facilita o tratamento das incertezas presentes, pois regras de inferência são construídas tratando a imprecisão dos parâmetros através de instrumentos da lógica Fuzzy, permitindo uma grande flexibilidade na modelagem do problema, embora muitas vezes não se dispõe de uma série de dados históricos das variáveis de decisão (MAMDANI, 1976).

c) Economia de tempo nas decisões: uma vez montado o modelo matemático baseado em lógica Fuzzy, basta inserir dados e escrever as regras de inferência que rapidamente as tomadas de decisões podem ser concluídas, evitando assim, simulações

matemáticas que exija alta capacidade de processamento computacional, fato este que contribui para que o investimento fique ainda mais caro (NEPOMUCENO, 1997).

d) Eficiência e precisão nos resultados: as regras de Mamdani (KLIR e YUAN, 1995) utilizam variáveis linguísticas ou seja, faz com que variáveis com alto grau de incerteza sejam trabalhadas de maneira mais rápida, simples e eficaz, fazendo com que a análise fique o mais perto da realidade possível.

Ressalta-se que a lógica Fuzzy necessita de um número maior de simulações e testes e por isso acaba sendo geralmente complementada por outra metodologia matemática.

Estruturação do trabalho

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma: O capítulo 2 apresenta os fundamentos da Lógica Fuzzy e seus principais conceitos, destacando-se as regras de inferência de Mamdani; o capítulo 3 aborda uma revisão bibliográfica dos principais temas envolvidos nesta dissertação.

Na sequência, o capítulo 4 aborda o problema da ordenação de prospectos de petróleo e as principais variáveis de saída para tomada de decisão. No capítulo 5 apresenta-se um exemplo hipotético onde a metodologia é aplicada em prospectos em cinco países: Angola, Nigéria, Venezuela, EUA e Canadá. Finalmente o capítulo 6 mostra as conclusões do exemplo hipotético para cada variável de saída de cada prospecto assim como trabalhos futuros e as considerações finais.

2 MODELAGEM UTILIZANDO LÓGICA FUZZY

2.1 Considerações Iniciais

Na grande maioria dos problemas reais, tanto no âmbito da engenharia quanto de muitas outras áreas do conhecimento, a presença da incerteza (ou risco), torna a tomada de decisões muito mais difícil e muitas vezes levando em consideração premissas bem distintas da realidade.

Cabe dizer que, durante esta dissertação, será usado o termo incerteza ao invés de risco, pois matematicamente temos um risco quando possuímos a série histórica de um evento qualquer a ser estudado - o que não acontece com a incerteza que é muito difícil de estimar-, não obstante em muitas áreas como por exemplo a de finanças, onde incerteza e risco são tratados como termos intercambiáveis.

Para citarmos um exemplo prático de engenharia, quando se quer calcular o valor presente líquido de um projeto para se saber se o mesmo é viável, pressupõe-se a ausência da incerteza nas variáveis que compõem o fluxo de caixa (investimento inicial, receitas e despesas). Caso este valor seja maior que zero, considera-se o projeto ou investimento viável. No entanto, na prática muitas incertezas invalidam este modelo determinístico e decisões erradas podem ser tomadas. Para citar alguns exemplos neste campo, as receitas podem ser postergadas, as despesas majoradas pelo confronto com dificuldades técnicas não previstas no projeto, chuvas ou greves podem atrasar sobremaneira o cronograma, apenas para citar algumas das incertezas presentes no contexto do projeto ou investimento. O que fazer então?

A primeira maneira muito útil e extensamente aplicada para mensurar a incerteza é a probabilidade e suas técnicas derivadas que vem cada vez mais evoluindo e se aperfeiçoando. No entanto, a ausência de dados suficientes e confiáveis, obriga muitas vezes o uso da probabilidade subjetiva, o que torna os resultados não tão confiáveis para o tomador de decisão.

O criador da Lógica Fuzzy já dizia que quanto mais olhamos um problema de perto mais percebemos que ele pode ser resolvido pela Lógica Fuzzy (ZADEH, 1965).

Segundo Klir e Yuan (1995), os métodos determinísticos ou analíticos são aplicáveis somente para aqueles problemas com variáveis de decisão, umas relacionadas com as outras de forma previsível. Já com os métodos estocásticos (ou probabilísticos)

podem ser usados para resolver problemas ou sistemas com variáveis que tem comportamento não previamente determinado, que podem possuir um alto grau de complexidade na sua descrição precisa, ou um alto grau de aleatoriedade. No entanto, existem outras situações em que teoria das probabilidades falha, apesar de conjugar a alta complexidade com um alto grau de aleatoriedade. Ademais, apesar do avanço da tecnologia, os problemas vão se tornando tão complexos que computacionalmente a modelagem e resolução dos mesmos se torna impraticável, consoante ao Princípio de (BREMERMANN, 1962) “Nenhum sistema de processamento de dados quer seja artificial ou real, pode processar mais de 2×10^{47} bits por segundo por grama de sua massa”

Klir e Yuan (1995) precisam a afirmação de Bremermann (1962): “Usando o limite de processamento de informação para uma grama de massa e um segundo de processamento de tempo, Bremermann, através da constante de Plank e das relações quânticas $\Delta E \Delta t > h$ e $E = Mc^2$, calculou o total de bits processado por um computador hipotético ocupando todo o tamanho da terra dentro de um intervalo de tempo equivalente a idade estimada da terra. Uma vez que a massa e a idade da terra são estimados em menos de 6×10^{27} gramas e 10^{10} anos, perspectivamente, e cada ano contém aproximadamente $3,14 \times 10^7$ segundos, o computador imaginário não seria capaz de processar mais de $2,56 \times 10^{92}$ bits ou, arredondando as potências de dez, 10^{93} bits. O último número - 10^{93} bits é usualmente definido como Limite de Bremermann e problemas que requeiram mais de 10^{93} bits de informação são chamados *Problemas Transcomputacionais*”.

Para citar um exemplo simples de modelagem Fuzzy, pode-se utilizar a seleção de um jogador para um time de futebol. Por hipótese, pode-se avaliar que um jogador dos juniores tem uma probabilidade alta, de 80% a 90% de se tornar um bom jogador profissional de futebol (na opinião de “olheiros” que são especialistas em revelar talentos). No entanto, cabe a pergunta: o que significa o termo bom para cada observador? Na Lógica Fuzzy, costuma-se utilizar o conceito de *possibilidade* em vez

de *probabilidade* da Estatística. A probabilidade está associada a chance de um determinado evento ocorrer, enquanto a possibilidade está relacionada com o quão razoável é um dado evento (ZADEH, 1978).

Por exemplo, o problema de procurar um bom jogador que atua meia esquerda com 95% de probabilidade e cinco de porcentagem de grau de significância, pode ser representado pela Figura 1 da distribuição normal abaixo (vale dizer que se poderia usar outra função de distribuição estatística que se julgasse mais apropriada para o problema em questão):

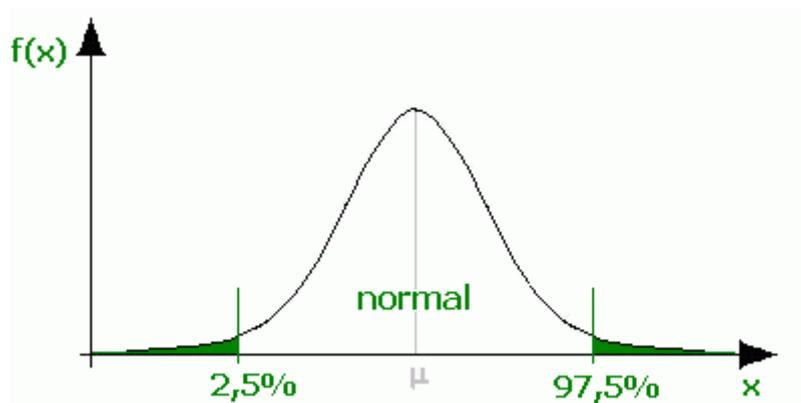


Figura 1 - Distribuição normal com grau de significância 5%.

Fonte: <http://www.ufpa.br/dicas/biome/bionor.html>

Conforme Ross (1995), os eventos estatísticos são estacionários, ou seja, seu espaço amostral não muda e as probabilidades de um mesmo evento não se alteram. Isto não acontece com a lógica Fuzzy.

Na lógica Fuzzy, ao se tratar do mesmo problema citado acima, usar-se-á o conceito de possibilidade onde os limites do número 95% podem ser maiores à esquerda e à direita da função de pertinência (KLIR e YUAN, 1995), permitindo uma melhor abordagem da incerteza (imprecisão) e possibilitando resultados mais flexíveis e mais fáceis de interpretar pelo decisor.

2.2 Conjuntos Fuzzy

Segundo Ross (1995), os conjuntos Fuzzy admitem uma maior flexibilidade que os conjuntos da álgebra Booleana (que neste trabalho será sempre abordado como Lógica Crisp). Enquanto que na Lógica Crisp definimos um conjunto, por exemplo se uma pessoa de 1,80 metros é alta ou baixa, cabendo só dois tipos de resultado: pertence ao conjunto citado (com função característica $\Omega(x) = 1$) ou não pertence ao conjunto mencionado (com função característica $\Omega(x) = 0$); nos conjuntos Fuzzy admitem que

seus elementos possuam valores de pertinência no intervalo entre zero e um, $\mu(x) \rightarrow [0, 1]$.

Os elementos do conjunto Fuzzy também estão contidos no intervalo $0 < \mu \leq 1$, como por exemplo $\mu = 0,85$ ou $= 0,20$. Quando mais perto de 1, maior é a pertinência do elemento ao grupo mencionado e vice-versa. Assim, a fronteira do conjunto Fuzzy representa uma transição gradual ao contrário da fronteira do conjunto Crisp que é uma fronteira estrita, conforme a Figura 2 abaixo:

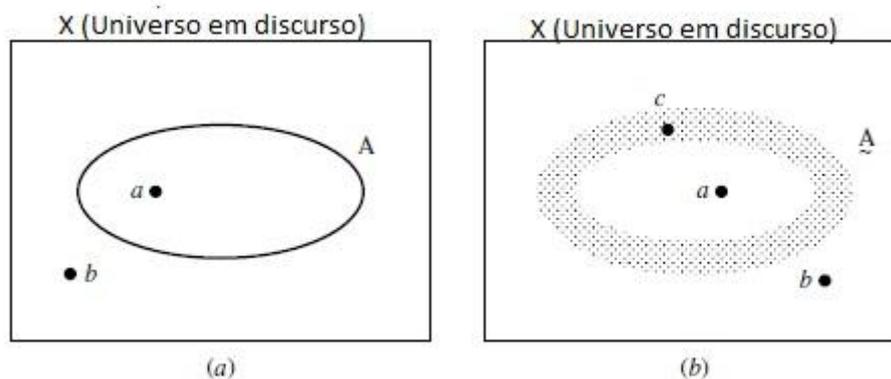


Figura 2 - Diagramas de Venn: (a) fronteira do conjunto Crisp e (b) fronteira do conjunto Fuzzy.

Fonte: (ROSS, 1995)

Desta forma, os problemas tratados com o ferramental da Lógica Fuzzy aproximam-se cada vez mais da realidade pois nem sempre há dados de séries históricas e as informações vagas estão contidas na linguagem coloquial (que inclui a incerteza na forma de imprecisão) e a fronteira (função de pertinência Fuzzy) é muito mais gradual e

realista que a fronteira dos conjuntos Crisp (função característica) que só admitem os valores zero e um.

2.3 Operações *Fuzzy* Elementares

Existem inúmeras maneiras de se implementar operações entre conjuntos difusos (GALVÃO, 1999), porém, aqui, se apresentam somente as definições mais frequentes na literatura e com intenção de sua posterior aplicação.

Operações Lógicas

Sejam A e B subconjuntos *Fuzzy* do universo X e $\mu_A(x)$, $\mu_B(x)$ suas funções de pertinência, então as operações de união, intersecção e negação (Figuras 3 a 5) podem ser definidas respectivamente como:

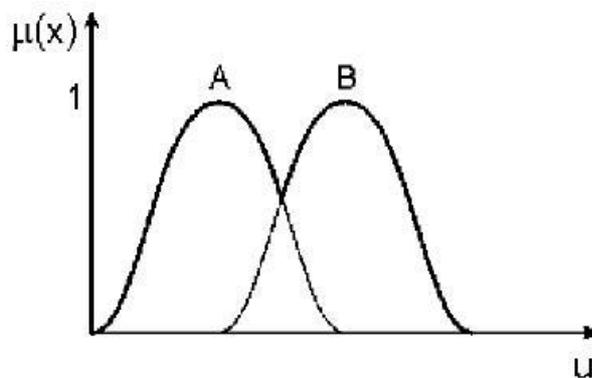


Figura 3 - União dos subconjuntos Fuzzy A e B. Fonte: Ortega (2001).

A **união** da variável Fuzzy A com a variável Fuzzy B será a variável A se naquele ponto $\mu_A(x) > \mu_B(x)$, ela será a variável B se naquele ponto $\mu_A(x) < \mu_B(x)$, ou seja, a união de dois conjuntos Fuzzy se dá pela escolha do maior elemento do conjunto em si.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

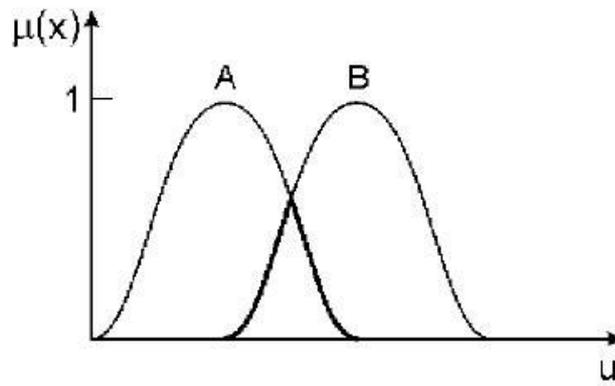


Figura 4 - Intersecção dos subconjuntos Fuzzy A e B. Fonte: Ortega (2001).

A **intersecção** da variável Fuzzy A com variável Fuzzy B será a variável A se naquele ponto $\mu_A(x) < \mu_B(x)$, ela será a variável B se naquele ponto $\mu_A(x) > \mu_B(x)$, ou seja, a união de dois conjuntos Fuzzy se dá pela escolha do menor elemento do conjunto em si.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

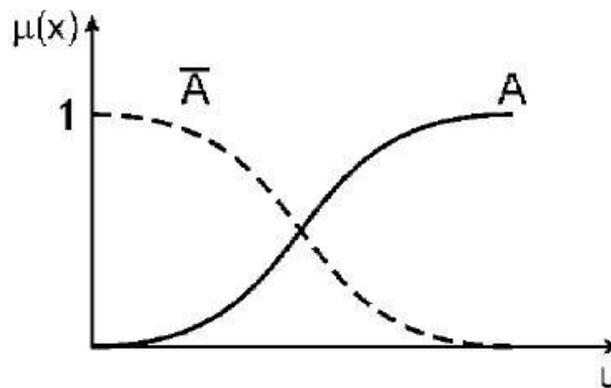


Figura 5 - Negação do subconjunto Fuzzy A. Fonte: Ortega (2001).

O **complemento** da variável Fuzzy A, representada por $\mu_A(x)$, será uma nova função de pertinência $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$. Representada também por:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x).$$

Sejam x_1, x_3, y_1, y_3 números reais pertencentes aos intervalos X e Y, são definidas as seguintes operações básicas:

$$X = [x_1, x_3], Y = [y_1, y_3]$$

Soma:

$$Z = X + Y = [z_1, z_3]$$

$$\text{Onde } z_1 = x_1 + y_1 \quad ; \quad z_3 = x_3 + y_3$$

Subtração:

$$Z = X - Y = [z_1, z_3]$$

$$\text{Onde } z_1 = x_1 - y_3 \quad ; \quad z_3 = x_3 + y_1$$

Multiplicação:

$$Z = X \cdot Y = [z_1, z_3]$$

$$\text{Onde } z_1 = \text{Min}\{x_1 \cdot y_1, x_1 \cdot y_3, x_3 \cdot y_1, x_3 \cdot y_3\}; z_3 = \text{Max}\{x_1 \cdot y_1, x_1 \cdot y_3, x_3 \cdot y_1, x_3 \cdot y_3\}$$

Divisão:

$$Z = X / Y = [z_1, z_3]$$

$$\text{Onde } z_1 = \text{Min}\{x_1 / y_1, x_1 / y_3, x_3 / y_1, x_3 / y_3\}; z_3 = \text{Max}\{x_1 / y_1, x_1 / y_3, x_3 / y_1, x_3 / y_3\}$$

Excluído o caso de $y_1 = 0$ ou $y_3 = 0$

Multiplicação por um escalar:

Para todo valor real λ ,

$$Z = \lambda X = [z_1, z_3]$$

$$\text{Onde } z_1 = \lambda x_1; z_3 = \lambda x_3 \quad \text{se } \lambda > 0, \text{ ou}$$

$$z_1 = \lambda x_3; z_3 = \lambda x_1 \quad \text{se } \lambda < 0$$

Exemplificando as anteriores definições para números Fuzzy trapezoidais, os resultados das operações podem ser expressas em função apenas de dois intervalos, um

intervalo inferior correspondente ao valor do suporte do conjunto e outro superior correspondente ao conjunto de números de pertinência unitária:

Se A é um número trapezoidal $X = [x_1, x_2, x_3, x_4]$ e denotamos $X[i] = x_i$, e analogamente para um número Y , as definições acima para a soma, diferença, multiplicação e divisão tomam a seguinte forma:

$$\text{SOMA} := [X[1]+Y[1], X[2]+Y[2], X[3]+Y[3], X[4]+Y[4]]$$

$$\text{SUB} := [X[1]-Y[4], X[2]-Y[3], X[3]-Y[2], X[4]-Y[1]]$$

$$\begin{aligned} \text{PROD} := & [\min(X[1]*Y[1], X[1]*Y[4], X[4]*Y[1], X[4]*Y[4]), \\ & \min(X[2]*Y[2], X[2]*Y[3], X[3]*Y[2], X[3]*Y[3]), \\ & \max(X[2]*Y[2], X[2]*Y[3], X[3]*Y[2], X[3]*Y[3]), \\ & \max(X[1]*Y[1], X[1]*Y[4], X[4]*Y[1], X[4]*Y[4])] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DIV} := & [\min(X[1]/Y[1], X[1]/Y[4], X[4]/Y[1], X[4]/Y[4]), \\ & \min(X[2]/Y[2], X[2]/Y[3], X[3]/Y[2], X[3]/Y[3]), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \max(X[2]/Y[2], X[2]/Y[3], X[3]/Y[2], X[3]/Y[3]), \\ & \max(X[1]/Y[1], X[1]/Y[4], X[4]/Y[1], X[4]/Y[4]), \text{ Excluindo } Y[1] = 0 \text{ ou } Y[4] = 0 \end{aligned}$$

No caso de tratar-se de números *Fuzzy* triangulares as operações resultam mais simples dado que: $X[2] = X[3]$ e $Y[2] = Y[3]$.

2.4 Regras De Inferência Fuzzy

É chamado de raciocínio nebuloso ("*Fuzzy reasonig*") a dedução lógica que envolve proposições ou conjuntos Fuzzy. É uma combinação entre informações Fuzzy. Apesar das informações serem muitas vezes vagas, a utilização de regras nos permite chegar a conclusões adequadas.

A proposição lógica é composta de duas partes: um antecedente e um consequente. No antecedente aparecem as possíveis combinações dos dados de entrada em forma de premissas cujos elementos são variáveis linguísticas, interligados por conectivos lógicos. No lado consequente, tem-se a conclusão da sentença também na forma de variável linguística. Os Graus de Certeza (GdC) ou grau de pertinência que

determinam os vetores linguísticos resultantes dos processos de agregação e composição, são definidos a partir da equação abaixo:

Uma proposição pode ser escrita como "Se a profundidade é baixa e a vazão é elevada então o método de elevação é recomendado". Observe os qualificadores "baixa", "elevada", "recomendado" são utilizados como predicativos tanto nas premissas como na conclusão.

Em um problema de avaliação de regras de inferência, após se determinar a função de pertinência relativa à saída dos dados, é necessário que ocorra a conversão da variável linguística novamente em variável numérica, ou seja, a desfuzzyficação. Assim é possível comparar mais objetivamente as diferentes alternativas. Geralmente utilizamos o método do centro geométrico da área (MAMDANI, 1976). Na Figura 6 é mostrado o esboço de um sistema Fuzzy afim de facilitar a visualização do mesmo.



Figura 6 - Exemplo dos elementos de um Sistema Fuzzy. Fonte: (ANTUNES, 2006 apud BOJADZIEV, 1997)

Na Figura 7 é mostrado uma das bases de regras do trabalho em questão, cujos detalhes de criação serão apresentados no capítulo 4. Para ilustrar, as regras de inferência de Mamdani estão representadas através destas 27 regras. As três primeiras colunas representam as variáveis de entrada: ácido sulfídrico, clima e leis ambientais, já

a última coluna representa a variável de saída: incerteza ambiental. Os triângulos hachurados significam que as funções de pertinência foram ativadas pelo dado de entrada e poderão ser contabilizados para a simulação das regras de inferência. Os triângulos hachurados na última coluna à direita representam a saída de cada conjunto de regras. Por outro lado, quando um dado de entrada não ativa a função que em amarelo representam a utilização do conjunto Fuzzy para um determinado dado de entrada (linha vermelha). As linhas verticais que cortam as colunas representam do dados de entradas e para esta figura foi utilizado os seguintes dados de entrada: Ácido sulfídrico: 4 ppm (partes por milhão), clima: 25%, Leis ambientais: 300 mil dólares. Tais conjuntos *Fuzzy* são representados por termos linguísticos, no caso do ácido sulfídrico por bom, tolerante e prejudicial, no caso do clima, ruim, intermediário e bom, e leis ambientais por pouco rigorosas, rigorosas e muito rigorosas.

O resultado desfuzzyficado é mostrado pela figura hachurada ao final da coluna da variável de saída. Neste caso, incerteza ambiental é 77,9%, ou seja, a incerteza ambiental é alta para este campo petrolífero em análise. Apesar da figura não ilustrar, todas as regras de Mamdani foram escritas com o conector *AND* o que irá corresponder na saída, triângulos hachurados na coluna da incerteza ambiental, ao valor *mínimo* de cada conjunto da entrada. Mas quando se utiliza o conector *OR*, a saída corresponderá o *máximo* dos valores dessa coluna para cada conjunto *Fuzzy*, o qual não foi utilizado neste trabalho.

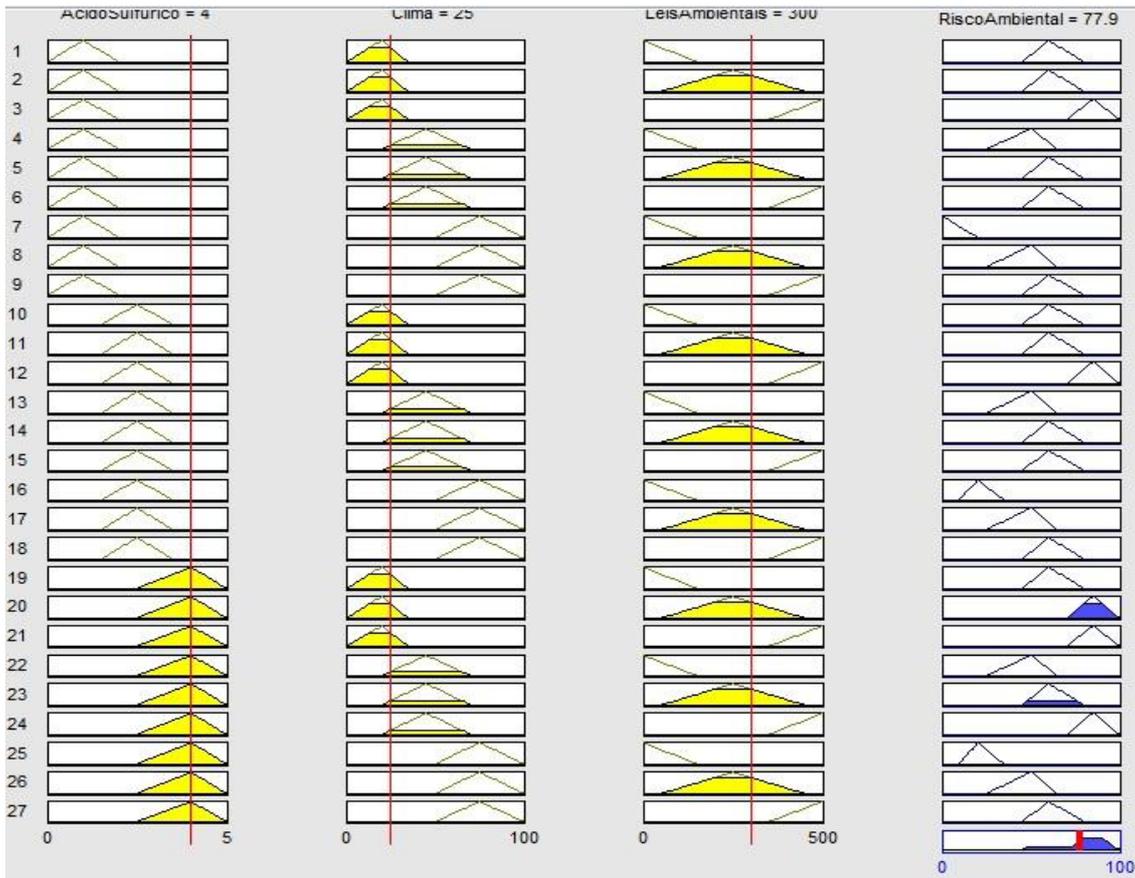


Figura 7 - Exemplo de inferência Fuzzy para duas variáveis como antecedentes e uma variável como consequente.

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.5 Métodos De Defuzzyficação

A defuzzyficação é o procedimento que permite obter o valor discreto da variável linguística de saída inferida pelas regras Fuzzy. O objetivo da defuzzyficação é obter um único valor numérico discreto que melhor represente os valores Fuzzy inferidos da variável linguística de saída, ou seja, a distribuição de possibilidades. Assim, a defuzzyficação é uma transformação inversa que traduz o estado da variável de saída Fuzzy para um valor numérico.

Existem muitas técnicas de *defuzzyficação* como o Centro de Área, o Método das Alturas e a Média dos Máximos. O método apresentada na Figura 8 é a técnica de *defuzzyficação* mais comumente usada. Ele também é citado na literatura como método do Centro de Centroide ou Gravidade (KLIR e YUAN 1995, YEN e LANGARI 1999

apud ORTEGA, 2001), se considerarmos a função de pertinência $\mu_A(x)$ como a densidade de massa de x . Este procedimento também pode ser entendido como uma

média ponderada, onde $\mu_A(x)$ funciona como o peso do valor de x . Caso x seja discreto a desfuzzyficação da conclusão Fuzzy A é dada por:

Da mesma forma, se x é contínuo, então

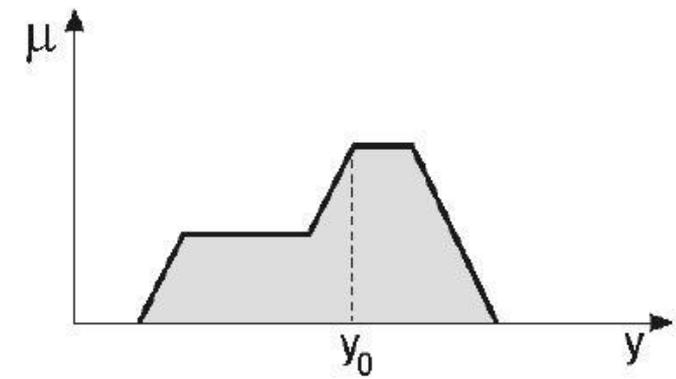


Figura 8 - Exemplo do método de desfuzzyficação: Centro de Área. Fonte: Ortega (2001).

2.6 Princípio Da Extensão

O princípio da extensão de Zadeh consiste num dos principais teoremas da teoria dos conjuntos Fuzzy e tem despertado a atenção de muitos pesquisadores devido ao conceito em que se baseia, assim como suas efetivas aplicações (YANG et al., 2000).

O princípio da extensão trata particularmente de funções matemáticas e é utilizado para obter a imagem de conjuntos Fuzzy através de funções clássicas (JAFELICE, 2004) indispensável para modelagens matemáticas envolvendo fenômenos de elevado grau de incerteza. Isto posto, dada uma função clássica f , é possível aplicar

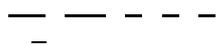
parâmetros Fuzzy que mostram a distribuição de possibilidades do argumento da função f . Segundo (ROSS, 1995), para cada variável da função, aplica-se parâmetros Fuzzy para que se possa gerar a imagem, fornecendo também, a distribuição de possibilidades da mesma. Um mapeamento pode ser expresso pela relação $R = \{(x, y) \mid y = f(x)\}$, no

plano cartesiano (X, Y) com função característica descrevendo específicos pares de pertinência x e y para relação R como:

$$\chi_B(y) = \chi_{f(A)}(y) = \bigwedge \chi_A(x), \text{ se } y=f(x)$$

Para um melhor entendimento, podemos citar o exemplo 12.1 do livro do Ross (1995):

Suponha que tenha o conjunto Crisp $A = \{0,1\}$ ou usando a notação de Zadeh,



Definido no universo $X = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$ e seu mapeamento dado pela equação . Deseja-se achar os resultados crisp do conjunto B no universo de saída Y usando o princípio da extensão. O universo Y é dado por $Y = \{2, 6, 10\}$. Utilizando a equação X temos:

$$X_B(2) = \bigvee \{\chi_A(0)\} = 1$$

$$X_B(6) = \bigvee \{\chi_A(-1), \chi_A(1)\} = \bigvee \{0, 1\} = 1$$

$$X_B(10) = \bigvee \{\chi_A(-2), \chi(2)\} = \bigvee \{0, 0\} = 0$$

Utilizando a notação de Zadeh temos: $\underline{\quad} \text{ ou alternativamente } B = \{2,6\}$.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados as principais fontes bibliográficas utilizadas ao longo desta dissertação, para os diversos temas que abrangem este trabalho.

3.1 Tecnologia de Exploração e Produção de Petróleo

Para o levantamento teórico no setor de óleo e gás foram utilizados como referência (NEIVA, 1983; THOMAS, 2001,). Tanto o embasamento teórico sobre as fases interdependentes e inter-relacionadas: a prospecção, perfuração e a avaliação, bem como os conceitos fundamentais de geologia e de formação das rochas geradoras foram fundamentais na definição e no estudo de algumas variáveis de entrada e de saída usadas no modelo e no exemplo teórico. Os dados relevantes sobre a variável interna tamanho da reserva foram adaptados do relatório da (*WORLD OIL AND GAS REVIEW*, 2014), conforme Tabela 3, e utilizados para a obtenção da variável de saída reserva.

No que tange a abordagem sobre processos de tomada de decisão de prospectos de petróleo utilizando teoria da utilidade multiatributo, foi empregada a tese de doutorado de (NEPOMUCENO FILHO, 1998), apesar de tratar a incerteza de uma forma bem diferente da lógica Fuzzy, foi de muito utilidade na estruturação das variáveis de risco, tanto de E&P quanto econômicas.

No tratamento de dados correlacionados a parte financeira assim como tais como VPL e custo de aquisição Tabela 3, assim como a variável incerteza política Tabela 4, foram respaldados na dissertação de mestrado de (MARGUERON, 2003).

3.2 Lógica Fuzzy

A base do tratamento da incerteza dos dados das variáveis de decisão é a lógica Fuzzy (ZADEH, 1975). Essa metodologia é muito utilizada quando não se dispõe de muitos dados e não se requer muita precisão das variáveis de saída, conforme (ROSS, 1995). O livro de Ross, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, foi a principal fonte de aprendizado dos conhecimentos da lógica Fuzzy. O referido livro começa definindo a diferença entre a lógica Crisp e a lógica Fuzzy. Os primeiros capítulos abordam as propriedades dos conjuntos e dos números Fuzzy. Posteriormente são apresentados os métodos de desfuzzyficação (conceito que é definido mais adiante), e os três tipos de regras de inferência: Mamdani, Sugeno e Tsukamoto.

Nesta dissertação, em que o exemplo teórico é desenvolvido no software MatLab 2013, o método de desfuzzyficação utilizado é o do centroide e a construção

das regras de inferência seguem o modelo do artigo seminal de (MAMDANI,1975). Outro capítulo desta obra importante para o presente trabalho foi o princípio da extensão o qual foi desenvolvido por (ZADEH,1975) e posteriormente aprimorado por (YAGER, 1986), o que permitiu estender o domínio das funções aos conjuntos Fuzzy.

(KLIR E YUAN,1995) também foi outra fonte bibliográfica de embasamento na lógica Fuzzy. O referido livro trata basicamente dos mesmos assuntos de Ross, porém com notações matemáticas diferentes.

3.3 Prospectos Petrolíferos em Áreas Internacionais

Para o desenvolvimento econômico de um país é indispensável e fundamental a exploração de fontes energéticas. Dentre todas essas fontes, o petróleo e o gás são predominantes no cenário energético mundial, e estima-se que deverá ser durante muitos anos. Projeta-se que a demanda por petróleo cresça aproximadamente 40% até 2040 e a expectativa é de que o gás natural irá representar o maior crescimento da oferta de energia, cerca de 65% (ExonMobil - Panorama Energético: Perspectivas para 2040, 2014) .

Nas últimas décadas houve um substancial aumento no investimento de empresas petrolíferas em atividades de exploração e produção no exterior (SUSLICK et al, 2001), e nessa dissertação focaremos exatamente no cenário internacional, cada vez mais globalizado, onde as possibilidades de fazer parcerias e a competitividade de exploradoras estrangeiras incentivam as empresas a adotarem técnicas mais avançadas de processo de tomada de decisão e da avaliação de projetos de E&P, para reduzirem os riscos e incertezas envolvidas nesses investimentos.

A escolha de prospectos petrolíferos são eventos que envolvem alto grau de incertezas, como provam os grandes diferenciais monetários observados nas ofertas pelos campos de exploração (MARGUERON, 2003). Tais diferenciais podem ser resultantes de metodologias quantitativas e qualitativa distintas na modelagem do problema. Assim sendo, apresentaremos neste trabalho uma metodologia que permita ordenar prospectos exploratórios, no que tange diversos aspectos pertinentes às características dos campos de determinados países.

Existem diversos métodos tradicionais de análise econômico-financeira de projetos que se baseiam em considerações sobre o Fluxo de Caixa Descontado (FCD)(ZILIO, 2009). Os mais utilizados são o Método do Valor Presente Líquido (VPL) e Método da Taxa

Interna de Retorno (TIR), mas ainda é bastante útil o Método de Pay-Back. Gitman (2002) apresenta um maior detalhamento dessas técnicas de avaliação de investimentos.

As metodologias descritas acima, como a do Valor Presente Líquido, são extremamente recomendadas para a avaliação econômica de projetos que apresentam somente variáveis determinísticas e irrelevante variabilidade de resultados. No entanto, em análises de investimentos onde estejam envolvidos eventos estocásticos, apresentando incertezas relevantes a respeito dos resultados futuros, esses métodos não devem ser aplicados isoladamente. Eles precisam estar amparados por ferramentas mais refinadas de análise de decisão.

Como base e incentivo para a realização deste trabalho foi utilizado a dissertação de mestrado de Margueron, 2003, que utilizou Teoria da Utilidade Multiatributo como ferramenta para ordenar prospectos de campos petrolíferos em dez países diferentes. Neste trabalho foi utilizado como metodologia a lógica Fuzzy, mais especificamente as regras de Mamdani, detalhadas no capítulo 2 desta dissertação.

Outro desafio para a realização deste trabalho foi a escolha das variáveis, não só pela complexidade natural envolvida neste assunto mas também pela dificuldade de utilizá-las dentro da lógica Fuzzy. Como referência para a escolha dessas variáveis foram utilizados trabalhos como Lima (2003) que abordou variáveis econômico-financeiras as quais fazem parte direta ou indiretamente do fluxo de caixa do projeto.

Na dissertação de Margueron, 2003, foram abordados aspectos de riscos exploratórios, políticos e tecnológicos. Para este trabalho, foram utilizados não só tais aspectos, organizados de maneira diferente, mas também aspectos geológicos e ambientais, com o objetivo de tornar a modelagem o mais completo possível.

As variáveis de cunho geológico apresentam caráter mais técnico, e foram adaptadas de Bezerra (2002), o qual vale salientar que a descrição realizada dessas variáveis no capítulo 4, não seguem necessariamente a definição formal como estes são

empregados tradicionalmente na literatura. Além das referências citadas, vale lembrar que pesquisas a especialistas como professores doutores em óleo e gás, análise financeira, geólogos, economistas, especialistas em Lógica Fuzzy, professores de geopolítica e também a artigos, teses dissertações, ajudaram no entendimento e na construção do modelo de variáveis proposto.

3.4 Metodologia para Solução do Exemplo Hipotético

Para realizar a ordenação dos prospectos exploratórios, a partir das variáveis de entrada e saída, foram construídas para tomada de decisão, as regras de inferência de Mamdani. Para construção das regras assim como a fuzzyficação e a defuzzyficação dos conjuntos Fuzzy utilizou-se o software MATLAB 2013 e para um melhor entendimento, utilizou-se o manual do usuário *Fuzzy Logic toolbox* 2015. Vale Ressaltar que existem diferentes métodos de inferência *Fuzzy* com diferentes propriedades.

4 PROBLEMA DA ORDENAÇÃO DE PROSPECTOS EXPLORATÓRIOS

4.1 Caracterização do Problema

O problema da ordenação de prospectos exploratórios consiste em: dado um determinado número de possíveis prospectos petrolíferos caracterizado por um conjunto de propriedades, que os qualificam segundo diferentes aspectos, ordenar quais são as melhores opções a serem explorados.

Segundo a metodologia Fuzzy, apresentada no capítulo 2, as propriedades que qualificam os prospectos são denominadas de variáveis de entrada e serão fuzzyficadas e posteriormente desfuzzyficadas pelo método do centroide (ROSS, 1995). Os dados disponíveis ou são dados determinísticos – ou seja, são números reais representativos das variáveis obtidos por séries estatísticas das mesmas utilizando técnicas estatísticas e/ou simulação. Outra forma de obtenção de dados é o método Delphi (LINSTONE e TUROFF, 1975) que consiste nas opiniões consolidadas de vários especialistas, após várias rodadas de perguntas em que os participantes não conhecem as opiniões individuais dos outros participantes, havendo um moderador que consolida as informações. Normalmente, após três rodadas de perguntas chega-se a um consenso sobre a probabilidade de um determinado evento. Ainda que tenha sido utilizada a técnica Delphi, uma vez que os profissionais ligados à área em estudo tem mais de vinte anos de experiência no setor, estes dados são considerados determinísticos. Assim sendo, está-se a trabalhar dentro do âmbito da lógica Booleana, onde teoricamente não haveria incerteza. A lógica Booleana também é chamada de lógica Crisp (ROSS, 1995).

As seguintes variáveis de entrada e saída caracterizam o problema:

Variável de saída **01 - Chance de sucesso:**

São as chances de que os poços de um prospecto possua óleo e/ou gás, isto é que um prospecto se transforme em um campo de petróleo.

Variáveis de entrada da Chance de Sucesso:

Fator de recuperação: É o quociente entre o volume recuperável e o volume original, ou seja, é o percentual do volume original que se espera produzir de um reservatório.

Experiência profissional: Refere-se a experiência adquirida pelo país e por todos seus profissionais de E&P envolvidos em pesquisas e projetos petrolíferos, desde o início das atividades exploratórias.

Tecnologia: São os diversos processos, equipamentos e tipos de plataforma necessários para a produção do campo, conforme as condições climáticas e geológicas da região em que se encontra o prospecto.

Variável de saída 02 - Qualidade da Reserva:

É a qualidade da reserva que cada prospecto terá, baseado em quatro parâmetros de entrada: Profundidade da reserva, Grau API do óleo, Tamanho da reserva(volume) e a Porosidade.

Variáveis de entrada da Reserva:

Profundidade: É a distância medida a partir superfície até o nível que se encontra o reservatório.

Grau API: É uma medida de volume específico utilizada pelo *American Petroleum Institute*. Quanto maior o seu valor menor a densidade do óleo e, portanto, maior o seu valor comercial.

Tamanho da reserva (volume de óleo *in place*): É a quantidade de óleo e/ou gás estimada existente nos reservatórios de um campo.

Porosidade: É a grandeza física que indica a razão entre o volume de vazios (volume poroso, ou volume útil para a acumulação de óleo e/ou gás) e o volume total de um reservatório.

Variável de saída 03 - Incerteza Ambiental:

A incerteza ambiental refere-se não só aos eventuais danos ao meio ambiente que podem ser produzidos pelas condições climáticas e pelas atividades de E&P mas também as legislações vigentes de cada país.

Variáveis de entrada da Incerteza Ambiental:

Teor de Ácido Sulfídrico: Quanto maior a presença desse elemento químico, maiores as incertezas ambientais e menor o valor comercial do óleo e/ou gás, pois exigirá maior tecnologia nos processos de separação.

Clima: São as condições climáticas da região onde está localizada o campo. Quanto pior as condições de intempéries, mais robusta terá de ser a plataforma e/ou navios de exploração (FPSO) – *Floating Production Storage and Offloading* fazendo com que os gastos sejam maiores. Vale ressaltar que as condições climáticas não costumam ser grandes empecilhos na E&P mas podem atrasar ou até mesmo tornar mais custoso o empreendimento.

Legislação ambiental: Este quesito reflete as leis ambientais existentes no país onde se fará a exploração e produção. Quanto mais rigorosa for a legislação, maiores terão de ser as medidas de proteção a serem utilizadas nas atividades de E&P (Conseqüentemente aumentando o custo e diminuindo a atratividade dos investidores internacionais).

Variável de saída 04 - Incerteza Exploratória:

Reflete as incertezas encontradas tanto no aspecto geológico do processo exploratório, quanto na estabilidade regulatória e nível de desenvolvimento tecnológico do país onde está localizado o prospecto.

Variáveis de entrada da Incerteza Exploratória:

Incerteza política: Reflete tanto a estabilidade regulatória, quanto econômica e social de um país. Quanto menor a incerteza política maior será a atratividade das empresas internacionais de petróleo nos campos desse país.

Grau de desenvolvimento tecnológico: Essa variável diz respeito as tecnologias existentes e/ou a serem desenvolvidas para a produção de um determinado campo. Reflete também o nível de desenvolvimento do país para suportar o desenvolvimento de novas tecnologias.

Incerteza geológica: É a incerteza de que os prospectos em avaliação contenham ou não petróleo. Engloba tanto a existência das estruturas geológicas propícias a acumulação de petróleo, quanto as condições adequadas para a perfuração e estabilidade dos poços.

Variável de saída 05 - VPL:

É o valor dos fluxos de caixa trazidos a data presente descontados pela TMA (taxa mínima de atratividade).

Variáveis de entrada do VPL:

Receitas: São os fluxos de caixa positivo, ou seja as entradas de capital.

Despesas: São os fluxos de caixa negativo ou seja as saídas de capital.

Câmbio: é a relação de troca entre duas diferentes moedas.

TMA: É a menor taxa oferecida pelo mercado financeiro para aplicação do capital ao invés de investi-lo em atividades industriais.

A análise das variáveis de saída indicará, minimizando a imprecisão dos dados, qual o melhor prospecto petrolífero a ser explorado.

4.2 Modelagem dos Dados

Para todas as entradas e saídas foram utilizados números triangulares Fuzzy e os resultados de cada variável de saída foram obtidos através do método de desfuzzyficação do centro de gravidade (ROSS, 1995). Para desenvolvimento desta dissertação foi utilizado o Software MATLAB 2013.

4.3 Chance de Sucesso

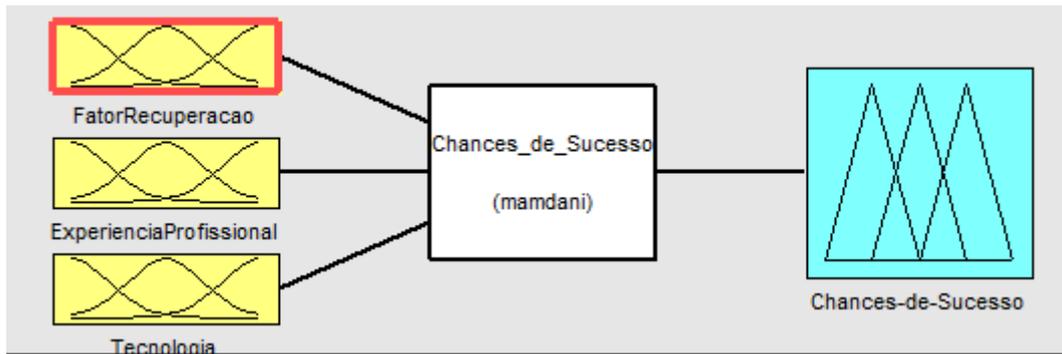


Figura 9 - Modelagem da chance de sucesso com suas entradas e saída.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme exposto anteriormente, a chance de sucesso depende de três parâmetros: Fator de recuperação, Experiência profissional e Tecnologia (vide Figura 9).

A Figura 9 mostra a tela do MatLab onde os retângulos a esquerda representam os parâmetros de entrada que serão objetos da aplicação das regras de inferência apresentadas no retângulo branco da mesma figura. O retângulo a direita mostra a variável de saída chance de sucesso modelada por um número triangular Fuzzy.

Para cada prospecto foram aplicadas as regras de inferência de Mamdani e obteve-se um resultado determinístico para a chance de sucesso dos respectivos prospectos em estudo.

4.3.1 Fator de Recuperação

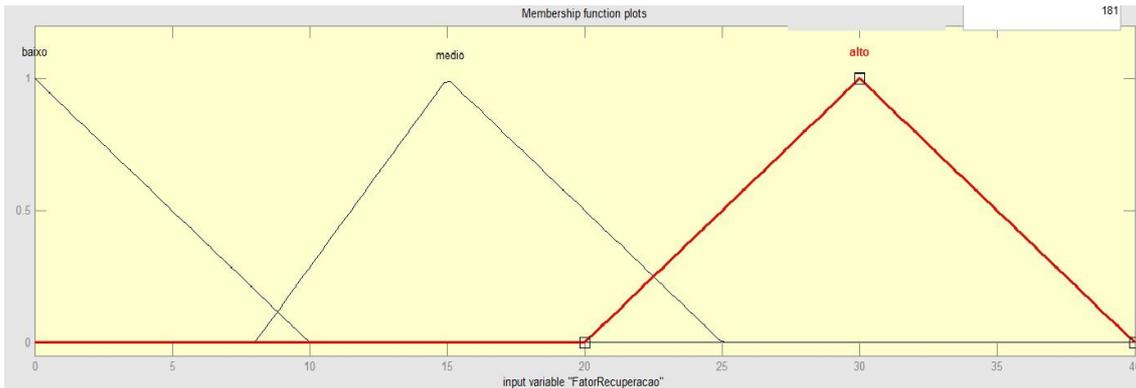


Figura 10 - Representação Fuzzy para o Fator de recuperação. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 10 mostra as seguintes variáveis linguísticas:

Baixo fator de recuperação: [0 0 10]

Médio fator de recuperação: [8 15 25]

Alto fator de recuperação: [20 30 40]

O fator de recuperação de um campo de petróleo é determinada por diversos fatores, incluindo a permeabilidade das rochas, a força dos impulsos naturais (a presença de gás, a pressão da água adjacente ou gravidade), e a viscosidade do óleo. No caso em estudo, foram considerados os intervalos de 0 a 40% onde 40% é o máximo de óleo a ser recuperado num reservatório de petróleo.

4.3.2 Experiência Profissional

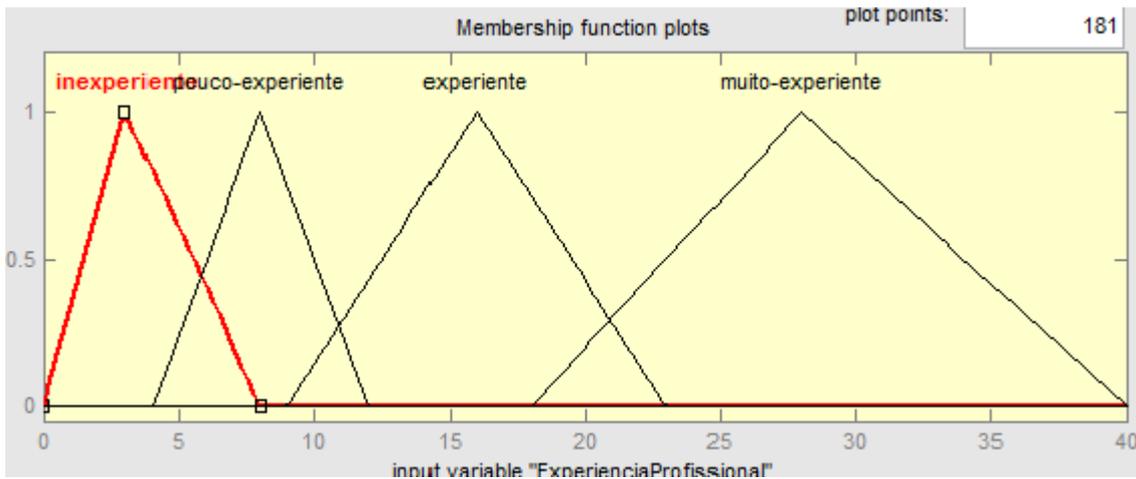


Figura 11 - Representação Fuzzy para o Experiência profissional. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 11 foram aplicadas as seguintes variáveis linguísticas:

Profissionais inexperientes (anos): [0 3 8]

Profissionais pouco experientes: [4 8 12]

Profissionais experientes: [9 16 23]

Profissionais muito experientes: [18 28 40]

Na Figura 11 é mostrada a função de pertinência da experiência de cada profissional direta ou indiretamente envolvido na atividade de E&P. Para poder-se “medir” o quanto um profissional é inexperiente ou muito experiente, foi estipulado uma faixa de valores de 0 a 40 onde zero seria o profissional menos experiente possível e 40 o profissional com mais tempo de trabalho.

4.3.3 Grau de Tecnologia

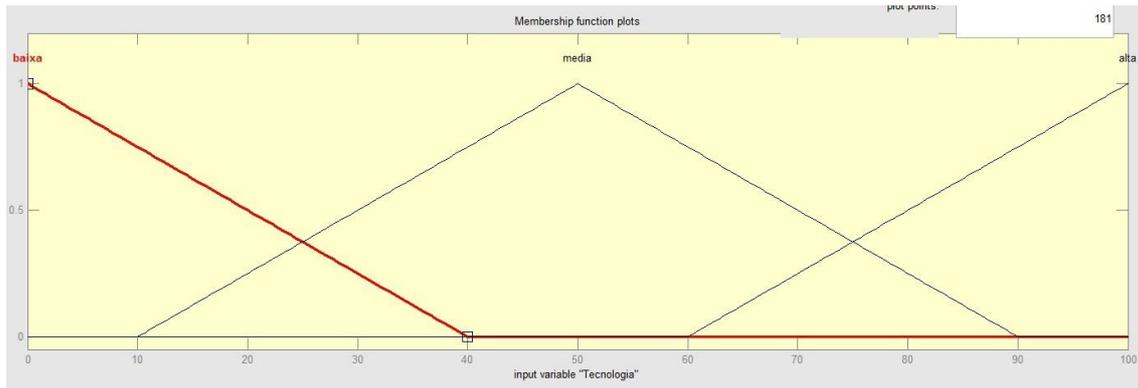


Figura 12 - Representação Fuzzy para a tecnologia. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 12 é ilustrado a aplicação das seguintes variáveis linguísticas:

Baixa tecnologia: [0 0 40]

Média tecnologia: [10 50 90]

Alta tecnologia: [60 100 100]

A Figura 12 mostra a função de pertinência da variável tecnologia a qual representa o grau de tecnologia que cada país detentor do campo petrolífero possui. Esse grau está dentro de uma faixa de zero a cem.

4.3.4 Variável de Saída (Chance de Sucesso)

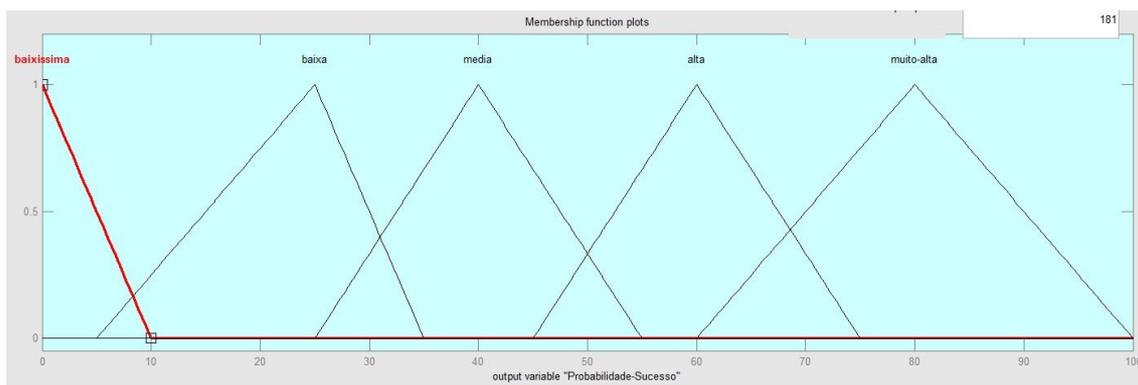


Figura 13 - Representação Fuzzy para o Chance de sucesso. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baixíssima chance de sucesso: [0 0 10]

Baixa chance de sucesso: [5 25 35]

Média chance de sucesso: [25 40 55]

Alta chance de sucesso: [45 60 75]

Muito alta chance de sucesso: [60 80 100]

Esta variável de saída exprime qual a porcentagem da chance do campo explorado ter sucesso através dos parâmetros citados anteriormente. Na Figura 13 é mostrado o gráfico da fuzzyficação da variável de saída:

4.4 Qualidade da Reserva

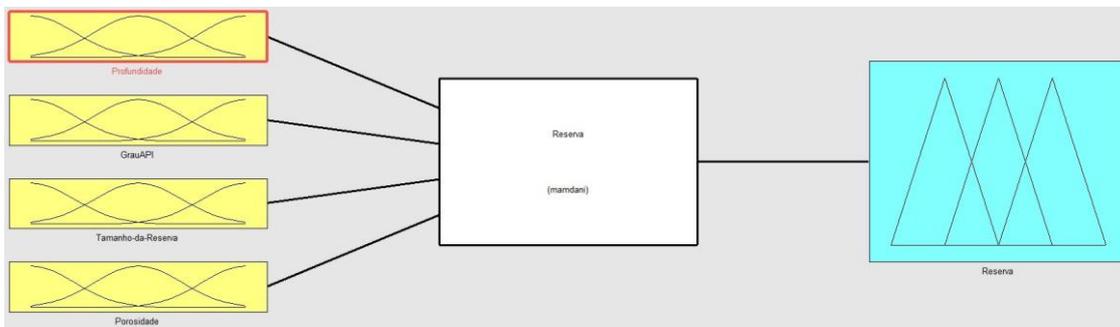


Figura 14 - Modelagem da Qualidade da Reserva com suas entradas e saída.

Fonte: Elaboração pelo autor.

A Figura 14 representa a variável qualidade da reserva a qual depende de quatro parâmetros de entrada: Profundidade, Grau API, Tamanho da reserva e Porosidade.

4.4.1 Profundidade

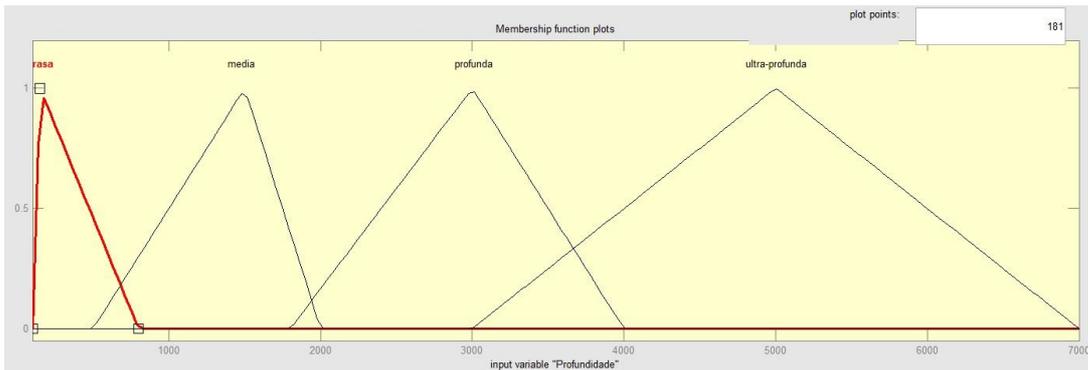


Figura 15 - Representação Fuzzy para o Profundidade. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaboração pelo autor

Águas rasas: [100 150 800]

Águas médias: [500 1500 2000]

Águas profundas: [1800 3000 4000]

Águas ultra profundas: [3000 5000 7000]

A Figura 15 representa o gráfico da variável profundidade fuzzyficada a qual utilizou-se quatro variáveis linguísticas. A primeira chamada de reservatórios *rasos* cuja sua profundidade foi representada por valores entre 100 e 800 metros. A segunda cujo termo linguístico utilizado foi profundidade *média* compreende valores entre 500 e 2000 metros. O terceiro termo chamado de *profundos* representa reservatórios entre 1800 e 4000 metros e os reservatórios denominados *ultra profundos* possuem profundidades estimadas entre 3000 e 7000 metros.

4.4.2 Grau API

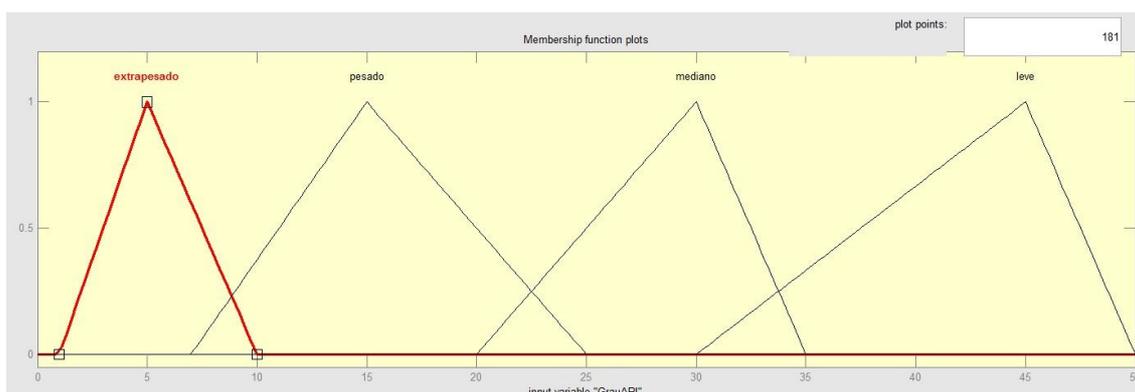


Figura 16 - Representação Fuzzy para o Grau API. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 16 ilustra-se as seguintes variáveis linguísticas aplicadas:

Grau API Extrapesado: [1 5 10]

Grau API Pesado: [7 15 25]

Grau API Mediano: [20 30 35]

Grau API Leve: [30 45 50]

O grau API é uma medida em graus que varia inversamente à densidade relativa, ou seja, quanto maior a densidade relativa menor é o grau API. Na figura acima são mostradas quatro variações linguísticas para expressar a variável grau API, onde o óleo

extrapesado é o que possui a faixa dos menores graus, compreendidos entre 1 e 10, já os *pesados* ou de base aromático, estão inseridos entre 7 e 25, os petróleos considerados *medianos* ou de base naftênica possuem grau API entre 20 e 35, e o óleo *leve*, que são os que possuem maior valor de mercado podem ter valor de até 30 até 50 graus.

4.4.3 Tamanho da reserva

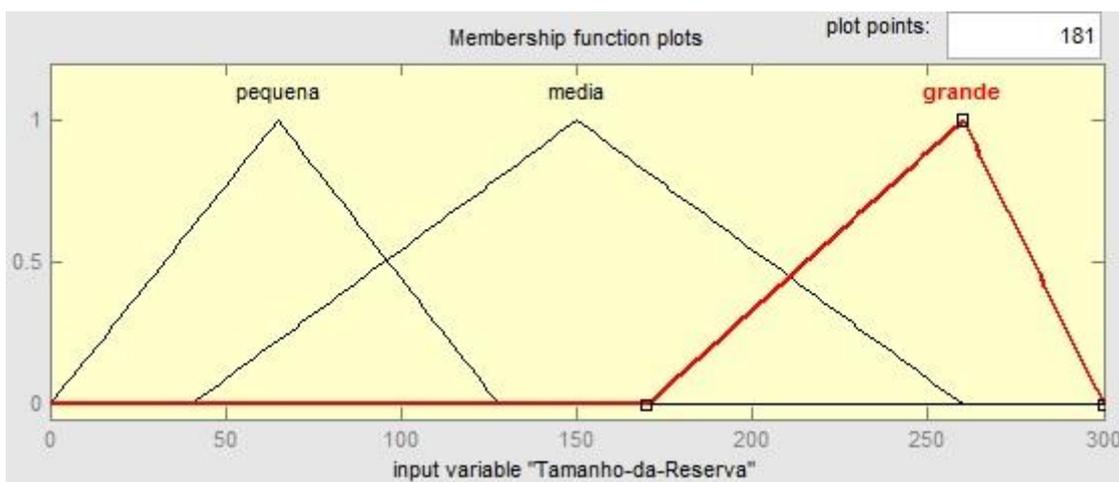


Figura 17 - Representação Fuzzy para o Tamanho da reserva. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 17 mostra as variáveis linguísticas do conjunto Fuzzy Tamanho da reserva:

Reserva pequena: [0 65 128]

Reserva média: [40 150 260]

Reserva grande: [170 260 300]

A estimativa de reservas mostrada na figura 17 representa o volume de fluido (em bilhões de barris/ano) que se pode retirar do reservatório até chegar à condição de abandono. Essa estimativa é feita tanto na ocasião de descoberta da jazida, como também ao longo de sua vida exploratória, à medida que se vai avançando no conhecimento do campo explorado (THOMAS, 2001).

Para fazer a classificação e realizar os cálculos dessas estimativas, utiliza-se convenções como SPE, SGEE, WPC e SEC e a partir daí empresas exploradoras conseguem ter estimativas de tamanho da reserva em prospectos de seus interesses.

Para realizar o cálculo do óleo recuperável (VOR) é preciso obter diversos parâmetros e propriedades não só dos reservatórios mas também dos fluidos nele contidos. O cálculo do volume de óleo recuperável (VOR) implica o conhecimento de diversos parâmetros e propriedades tanto do reservatório quanto dos fluidos nele contidos.

Segundo Repsold (2003), a forma de se calcular o VOR é:

$$VOR = (A \cdot E \cdot \Phi \cdot S_o \cdot F_r) / B_o$$

onde:

Área da acumulação (A)

Espessura do reservatório (E)

Porosidade efetiva do reservatório (Φ)

Saturação de óleo (S_o)

Fator de recuperação (F_r)

Fator Volume de Formação (B_o)

Para esta dissertação o tamanho da reserva foi obtido através de pesquisas com especialistas e dados retirados de relatórios técnicos.

4.4.4 Porosidade

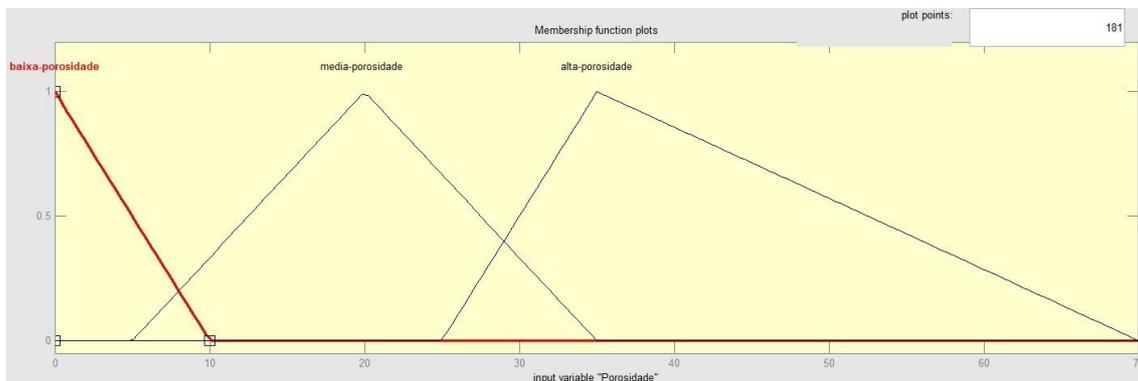


Figura 18 - Representação Fuzzy para a Porosidade. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baixa porosidade [0 0 10]

Média porosidade [5 20 35]

Alta porosidade [25 35 70]

A Figura 18 mostra a variável *porosidade* fuzzificada com a função de pertinência triangular. As variáveis linguísticas utilizadas na fuzzificação são baixa porosidade, média e alta porosidade. A porosidade do reservatório (n) é expressa em percentagem, e é definida como o volume dos poros (V_v) dividido pelo volume total (V) de uma amostra de reservatório, ou seja:

—

As faixas de valores arbitrados para a variável porosidade foram obtidas através da opinião de especialistas.

4.4.5 Variável de Saída (Qualidade da Reserva)

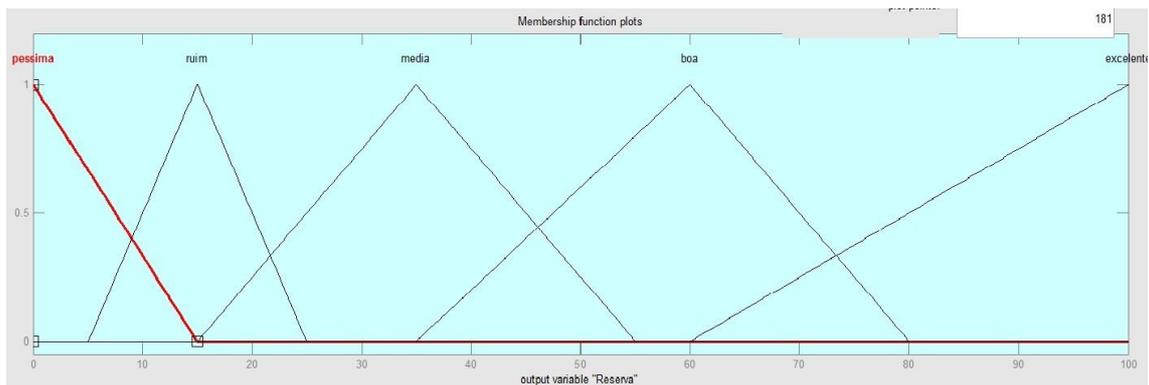


Figura 19 - Representação Fuzzy para a saída Reserva. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Reserva péssima: [0 0 15]

Reserva ruim: [5 15 25]

Reserva média: [15 35 55]

Reserva boa: [35 60 80]

Reserva excelente: [60 100 100]

A Figura 19 mostra a fuzzyficação da variável *reserva* com cinco modificadores linguísticos. Esses modificadores foram inseridos dentro de uma faixa de 0 a 100 como

uma forma de avaliação da reserva do campo em questão. Cada prospecto envolvido na análise desse projeto, terá um vetor de saída *reserva*, de forma a exprimir o quanto “vantajoso” é cada reserva.

4.5 Incerteza Ambiental

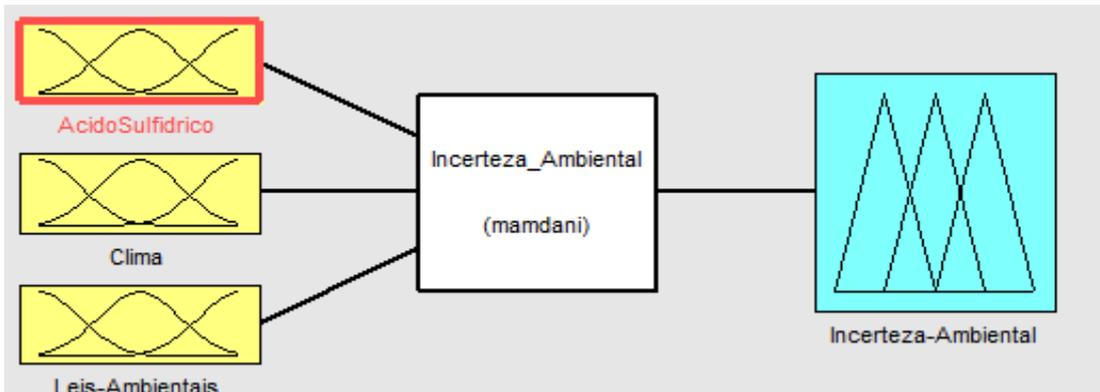


Figura 20 - Modelagem da Incerteza Ambiental com suas entradas e saída.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 20 representa a variável incerteza ambiental a qual depende de três parâmetros de entrada: Ácido Sulfídrico, Clima e Leis Ambientais. Através dessas variáveis de entrada, será feita a fuzzyficação utilizando as regras de Mamdani (representadas pelo quadrado branco), assim como também será fuzzyficado a variável de saída, a qual dará para cada prospecto em questão, a avaliação da incerteza ambiental.

4.5.1 Ácido Sulfídrico

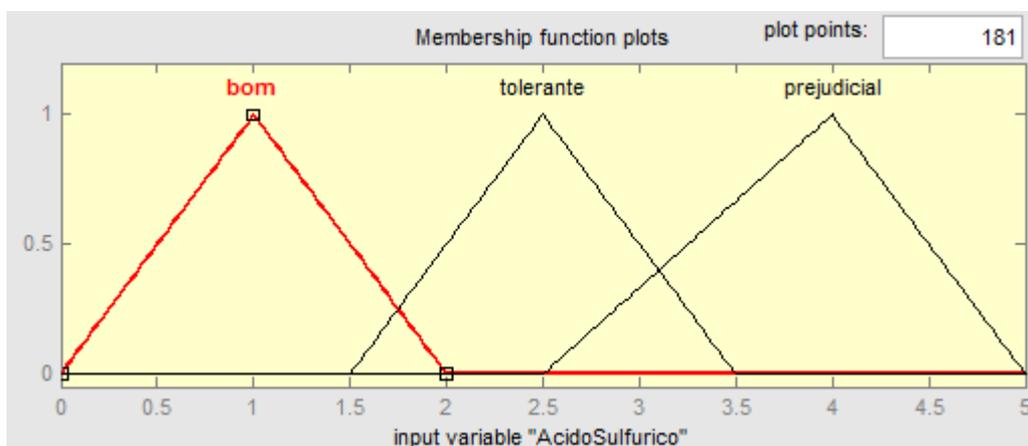


Figura 21 - Representação Fuzzy para a entrada Ácido Sulfídrico. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Concentração bom: [0 1 2]

Concentração tolerante: [1.5 2.5 3.5]

Concentração prejudicial: [2.5 4 5]

A Figura 21 nos mostra a fuzzyficação da variável *ácido sulfídrico* com três modificadores linguísticos. Esses modificadores foram inseridos dentro de uma faixa de 0 a 5 como uma forma de avaliar a concentração de ácido sulfídrico existente naquela região do campo analisado. Por se tratar de uma variável muito técnica e por ausência de dados, foi feito uma estimativa por teor da região. Cada prospecto envolvido na análise desse projeto, terá um vetor de saída *teor de ácido sulfídrico*.

4.5.2 Clima

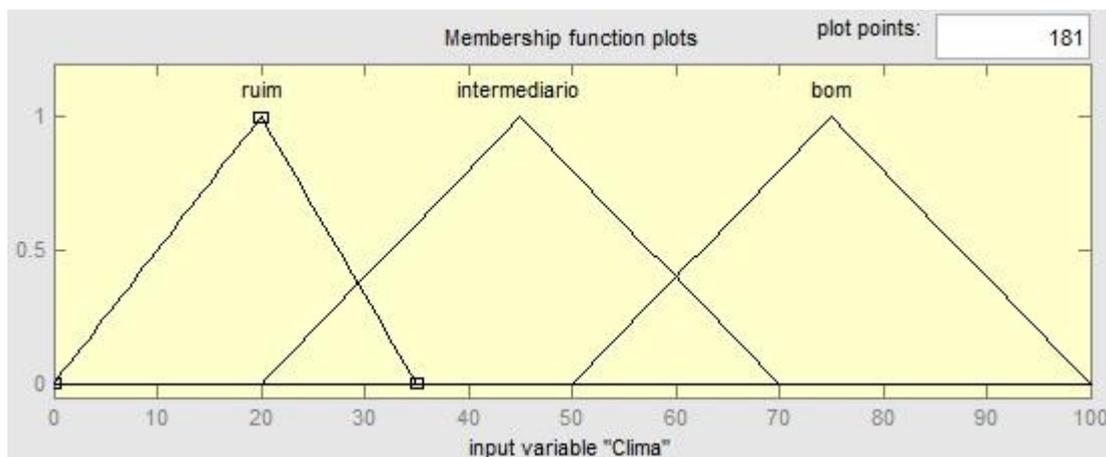


Figura 22 - Representação Fuzzy para a entrada Clima. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Clima ruim: [0 20 35]

Clima intermediário: [20 45 70]

Clima bom: [50 75 100]

A Figura 22 mostra a fuzzyficação da variável *ácido sulfídrico* com três modificadores linguísticos. Para poder fazer a fuzzyficação da variável clima, foi feito uma simplificação de três condições climáticas para facilitar a aplicação da metodologia. Essas condições variam dentro de um intervalo de 0 a 100%, três variáveis linguísticas que pudessem, simplifadamente, representar o clima. Por se tratar de uma

variável altamente incerta, foi inserida dentro do conjunto *Fuzzy* Incerteza Ambiental com o objetivo de ajudar na análise dos riscos de acidentes ambientais causados por mudanças climáticas nos prospectos estudados.

4.5.3 Legislação ambiental

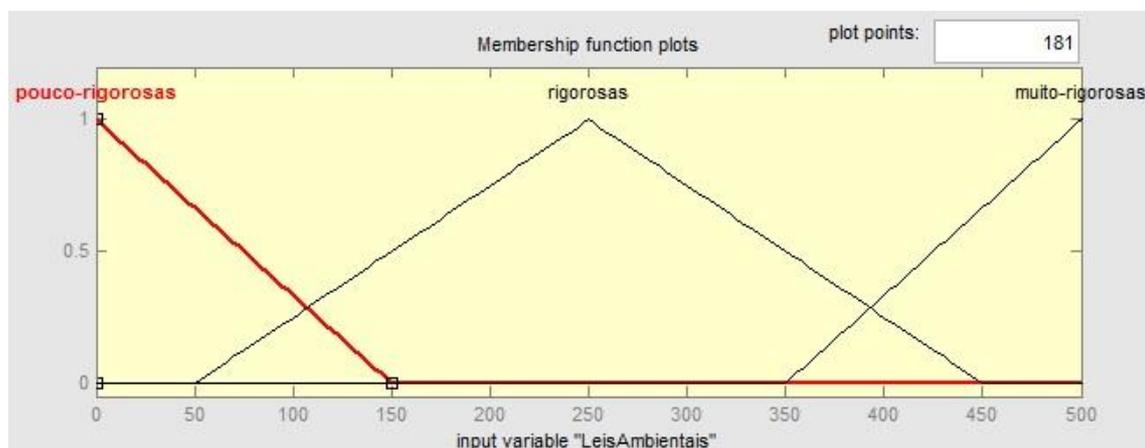


Figura 23 - Representação Fuzzy para a entrada Legislação Ambiental. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaboração própria.

Leis pouco rigorosas: [0 0 150]

Leis rigorosas: [50 250 450]

Leis muito rigorosas: [350 500 500]

Uma variável extremamente importante para compor o conjunto de variáveis *Risco Ambiental* são as *Leis Ambientais*, a exploração desse recurso natural gera impactos ao ambiente e exige um processo de licenciamento ambiental, que determina medidas para minimizar esses impactos. Por outro lado, um país que possui leis severas a favor da preservação ambiental pode não só atrasar mas aumentar consideravelmente os custos do investimento. Para fazer a fuzzyficação da variável Fuzzy *Leis Ambientais* foram utilizadas três variáveis linguísticas cada uma representada por uma faixa de valores das multas, conforme é mostrado na Figura 23. Leis pouco rigorosas variam de 0 (sem custo) até 150 mil dólares, as leis rigorosas de 50 a 450 mil dólares e as muito rigorosas foi arbitrado valores entre 350 a 500 mil dólares. Esses valores de multas

foram obtidos através de consulta a especialistas e consultadas a leis ambientais de cada país com prospecto em análise.

4.5.4 Variável de saída (Incerteza Ambiental)

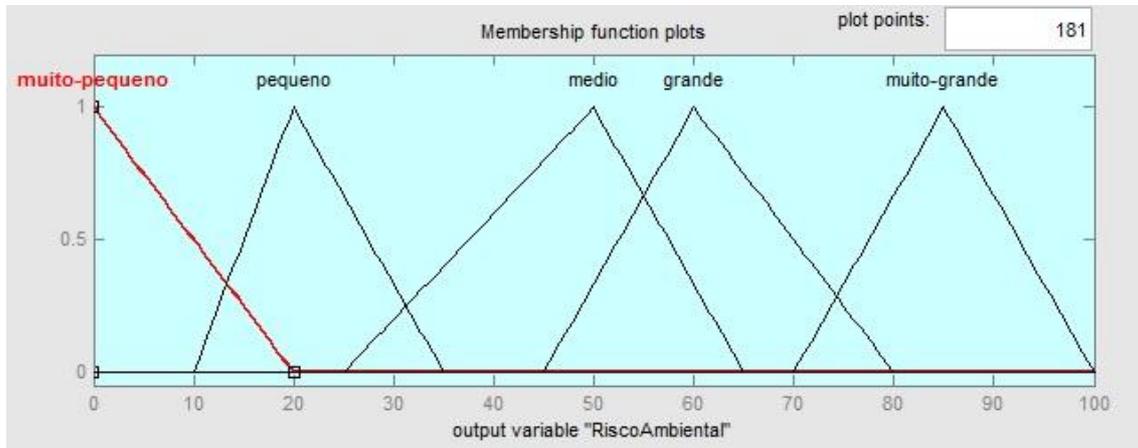


Figura 24 - Representação Fuzzy para a variável de saída Incerteza Ambiental. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Incerteza muito pequena: [0 0 20]

Incerteza pequena: [10 20 35]

Incerteza média: [25 50 65]

Incerteza grande: [45 60 80]

Incerteza muito grande: [70 85 100]

A Figura 24 mostra a fuzzyficação da variável *incerteza ambiental* com cinco modificadores linguísticos. Esses modificadores foram inseridos dentro de uma faixa de 0 a 100 como uma forma de avaliação da incerteza ambiental envolvido pra cada campo em questão. Cada prospecto envolvido na análise desse projeto, terá um vetor de saída *incerteza ambiental*, que poderá auxiliar na avaliação de cada campo em análise.

4.6 Incerteza Exploratória

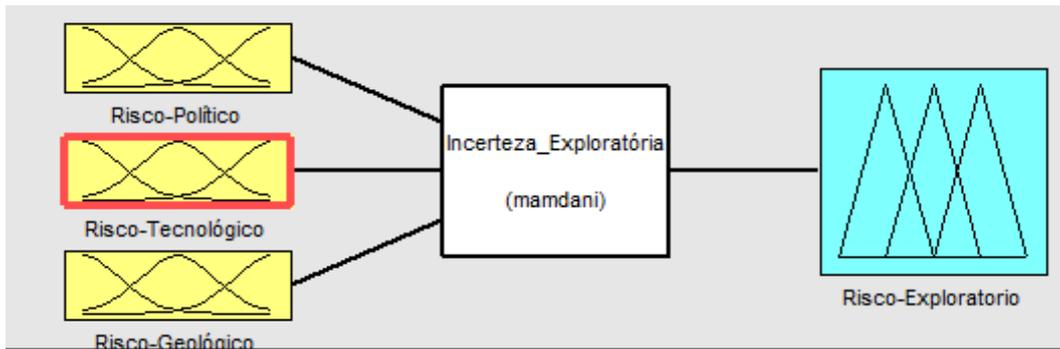


Figura 25 - Modelagem da incerteza exploratória com suas entradas e saída.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 25 representa a variável incerteza exploratória a qual depende de três parâmetros de entrada: Incerteza Política, Incerteza Tecnológica, Incerteza Geológica. Através dessas variáveis de entrada, será feita a fuzzyficação utilizando as regras de Mamdani (representadas pelo quadrado branco), assim como também será fuzzyficação a variável de saída, a qual dará para cada prospecto em questão, a avaliação da incerteza exploratória.

4.6.1 Incerteza Política

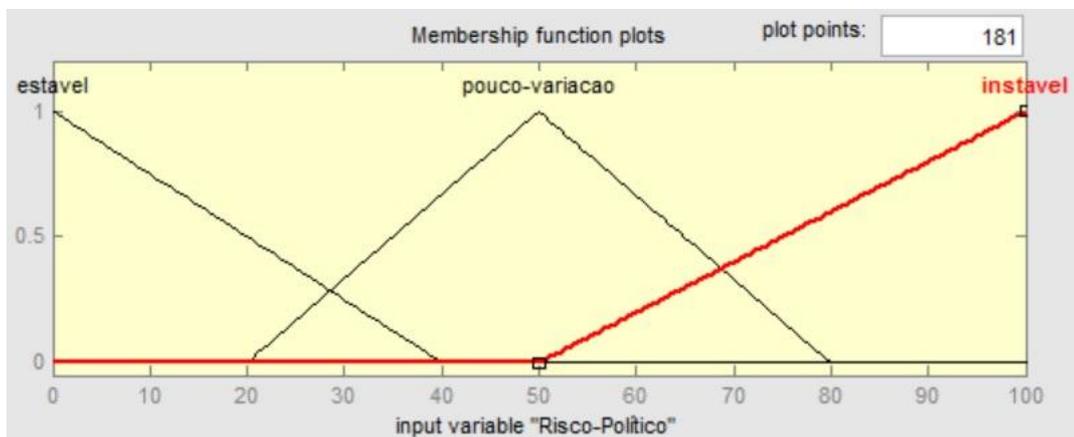


Figura 26 - Representação Fuzzy para a entrada Incerteza Política. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estável: [0 0 40]

Pouco Variação: [20 50 80]

Instável: [50 100 100]

A incerteza política é uma importante variável a ser considerada para qualquer grande investimento principalmente quando se trata de exploração e produção de petróleo, uma vez que países com instabilidade política podem não só causar incalculáveis prejuízos financeiros como simplesmente interromper a exploração. Para fazer a fuzzificação da variável *incerteza política*, arbitrou-se uma faixa de 0 a 100%, ou seja, quanto maior a porcentagem mais instável politicamente é o país e maior é a sua incerteza política. A Figura 26 apresenta a fuzzyficação da variável Incerteza Política através de três modificadores linguísticos. Incerteza estável, varia de 0 a 40%, incerteza política pouco variável, compreendido entre 20 e 80% e incerteza política instável, o qual praticamente sofre significativas alterações, estando entre 50 e 100%.

4.6.2 Grau de Desenvolvimento tecnológico

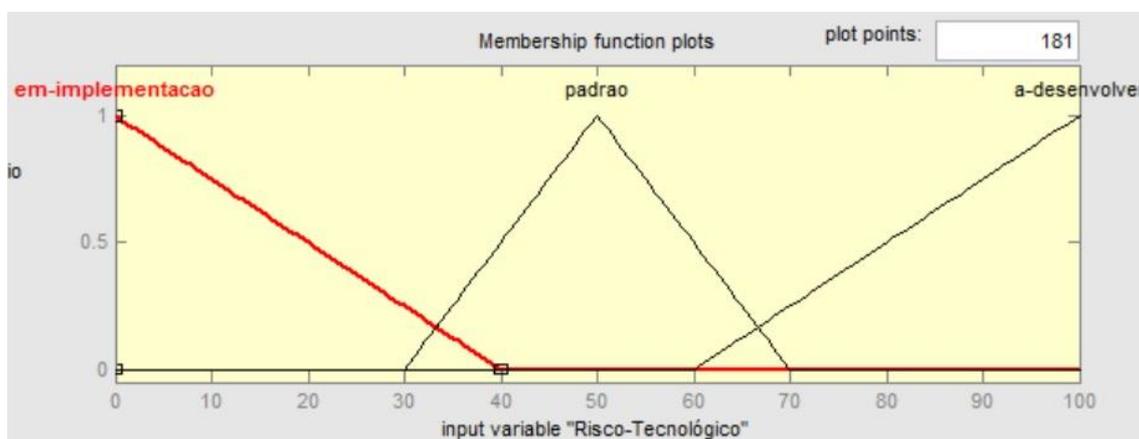


Figura 27 - Representação Fuzzy para a entrada Incerteza Tecnológica. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em Implementação: [0 0 40]

Padrão: [30 50 70]

A Desenvolver: [60 100 100]

A Figura 27 representa a fuzzyficação da variável Grau de Desenvolvimento tecnológico. A variável incerteza tecnológica, representada na figura acima, possui três variáveis linguísticas, as quais estão inseridas dentro de uma faixa de 0 a 100 onde 0 significa nenhuma incerteza e 100 incerteza total. Entende-se como incerteza tecnológica a incerteza que a empresa exploradora irá correr com a tecnologia disponível de cada país detentor do campo a ser explorado. Uma vez que o país possua tecnologia que já esteja sendo implementada, suficiente pra fazer uma exploração

rápida, eficiente e com mais segurança, a incerteza tecnológica será menor. Já um país que não possua uma tecnologia de ponta ou ainda esteja em desenvolvimento, a incerteza tecnológica será maior.

4.6.3 Incerteza Geológica

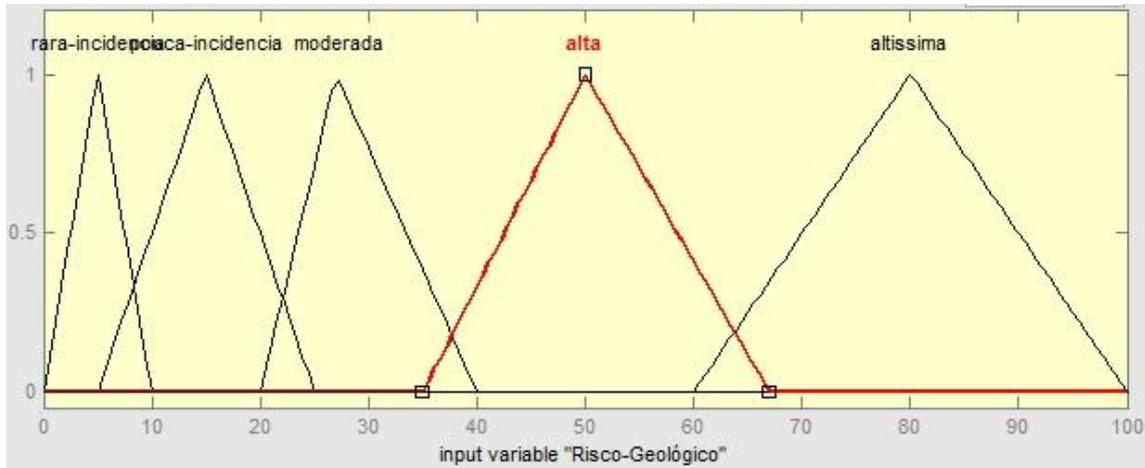


Figura 28 - :Representação Fuzzy para a entrada Incerteza Geológica. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Rara incidência: [0 5 10]

Pouca incidência: [5 15 25]

Moderado: [20 27 40]

Alto: [35 50 67]

Altíssimo: [60 80 100]

Na Figura 28 é mostrado o gráfico da variável *Incerteza Geológica* com cinco variantes linguísticas que representam o cenário geológico dos prospectos envolvidos neste trabalho. Entende-se como incerteza geológica, a incerteza existente em cada campo de exploração envolvido neste estudo. Para representar essa variável, foi arbitrado valores percentuais onde um campo denominado *imperceptível* varia de 0 a 10% e possui pouca incerteza geológica. Já uma área denominada *destruidora* tem sua variação entre 60% e 100%.

4.6.4 Variável de Saída (Incerteza Exploratória)

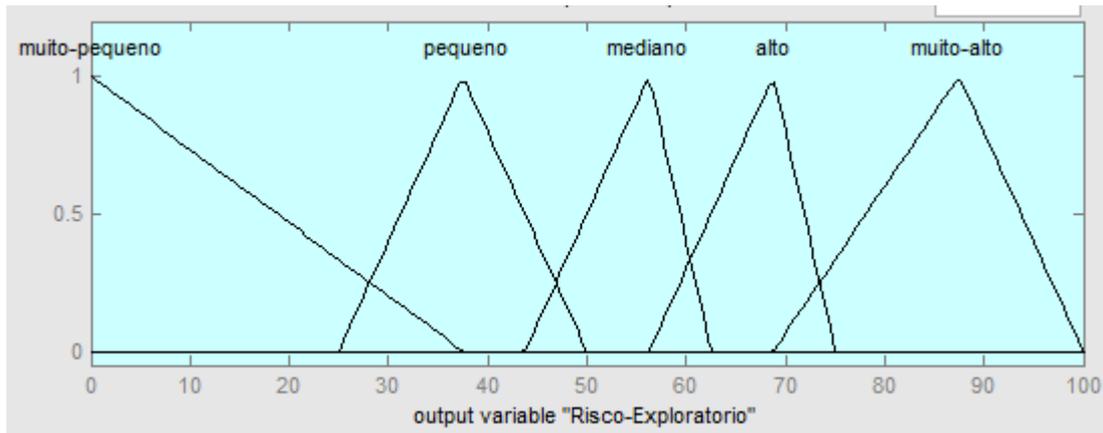


Figura 29 - Representação Fuzzy para a variável de saída Incerteza Exploratória. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Muito Pequeno: [0 0 37.5]

Pequeno: [25 37.5 50]

Mediano: [43.75 56.25 62.5]

Alto: [56.25 68.75 75]

Muito Alto: [68.75 87.5 100]

A Figura 29 mostra a fuzzyficação da variável de saída *incerteza exploratória* com cinco modificadores linguísticos. De acordo com estudos feitos com especialistas no assunto, a incerteza exploratória é considerado muito pequeno quando compreendido entre 0 e 37.5%, pequeno quando se encontra entre 25 e 50%, mediano entre 43.75 e 62.5, alto entre 56.25 e 75% e muito alto, dentro do intervalo 68.75 e 100%. Cada prospecto envolvido na análise desse projeto, terá um valor numérico, já desfuzzyficado, que irá mostrar qual a porcentagem da incerteza de exploração de determinado campo.

4.7 Valor Presente Líquido (VPL)

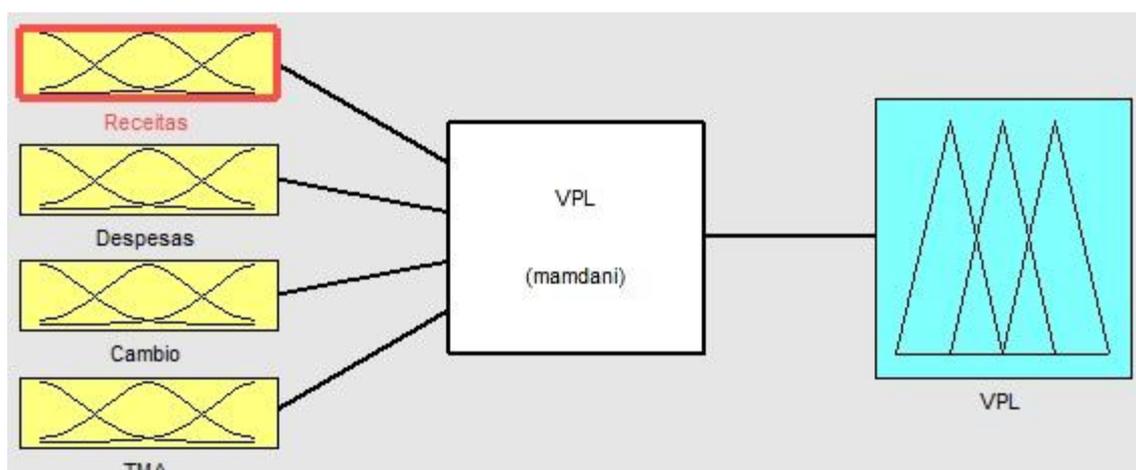


Figura 30 - Modelagem do Valor Presente Líquido (VPL) com suas entradas e saída.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 30 acima representa a variável VPL a qual depende de quatro parâmetros de entrada: Receitas, Despesas, Câmbio, TMA. Através dessas variáveis de entrada, será feita a fuzzyficação utilizando as regras de Mamdani (representadas pelo quadrado branco), assim como também será fuzzyfocado a variável de saída, a qual dará para cada prospecto em questão, a avaliação do valor presente líquido.

4.7.1 Receitas

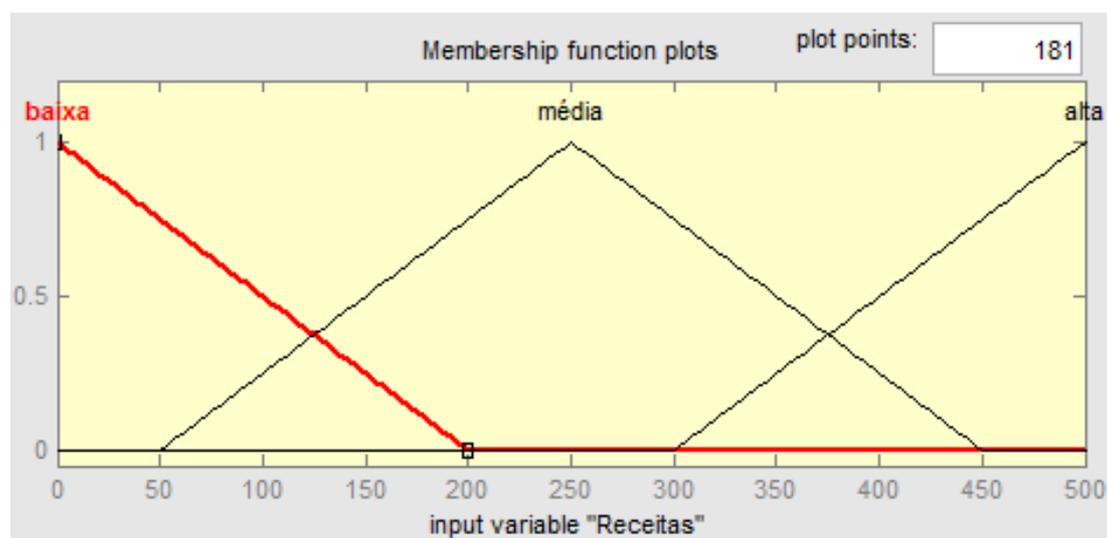


Figura 31 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Receita. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baixa: [0 0 200]

Média: [50 250 450]

Alta: [300 500 500]

São os rendimentos brutos auferidos pela venda dos barris de óleo extraídos em cada campo. Na Figura 31 são mostrados as três variáveis linguísticas onde receita baixa está compreendido entre os valores 0 a 200 milhões de dólares, receita média foi estipulados dentro de uma faixa de 50 a 450 e alta acima de 300 milhões de dólares. A fuzzyficação dessas variáveis se deu através de entrevistas com especialistas.

4.7.2 Despesas

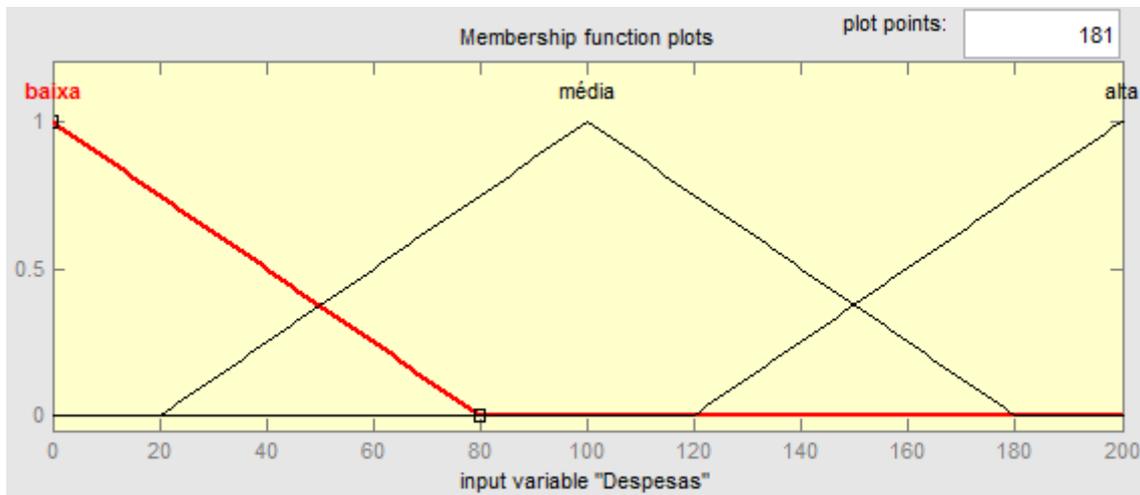


Figura 32 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Despesa. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baixa: [0 0 80]

Média: [20 100 180]

Alta: [120 200 200]

São despesas de exploração e produção tais como pesquisas sísmicas, perfuração, custo dos equipamentos envolvidos na fase de E&P, multas contratuais etc. Para fazer a fuzzyficação desta variável arbitrou-se três variáveis linguísticas que são apresentadas na Figura 32: baixa, média e alta, as quais os valores estão compreendidos entre 0 e 200 milhões de dólares. Vale lembrar que esses valores foram atribuídos

através de entrevistas com especialistas sobre valores de despesas numa atividade de exploração e produção de petróleo.

4.7.3 Câmbio

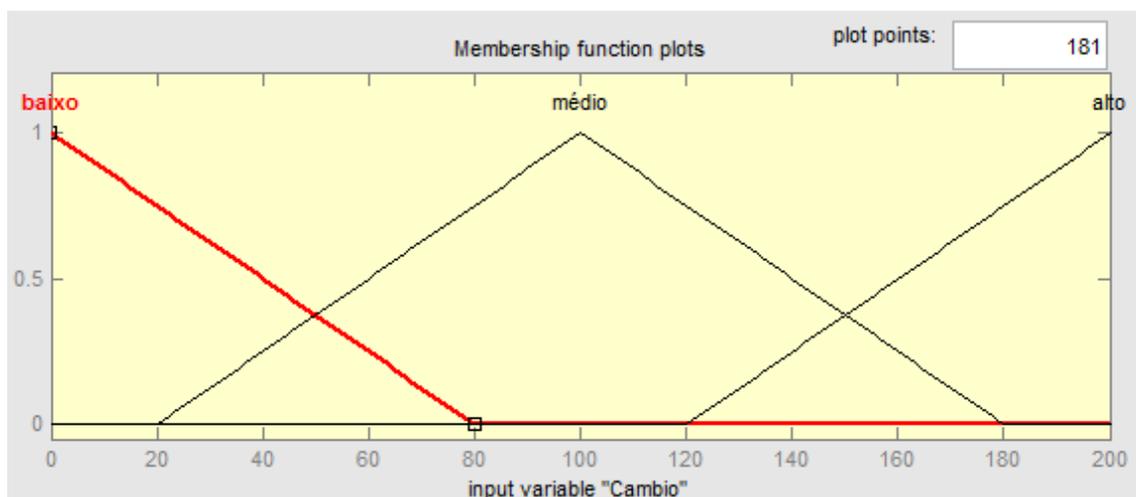


Figura 33 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Câmbio. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baixa: [0 0 80]

Média: [20 100 180]

Alta: [120 200 400]

Câmbio é a relação entre o dólar e a moeda do país em que está ocorrendo a exploração. Quanto mais desvalorizada a moeda local, maiores serão os custos de E&P. Os valores das taxas cambiais variam de 0 a 200% e são calculadas sempre dividindo o câmbio local pelo valor do dólar americano, com isso os EUA, neste trabalho, terá 100% do câmbio. Os valores foram arbitrados até 200% no caso de algum câmbio for maior que o dólar americano, por exemplo, o caso do EURO. Vale lembrar que por se tratar de valores cambiais, eles são altamente variáveis e para uma análise mais precisa é aconselhável atualizar os valores dos câmbio local de cada país sempre que for feita a simulação.

4.7.4 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

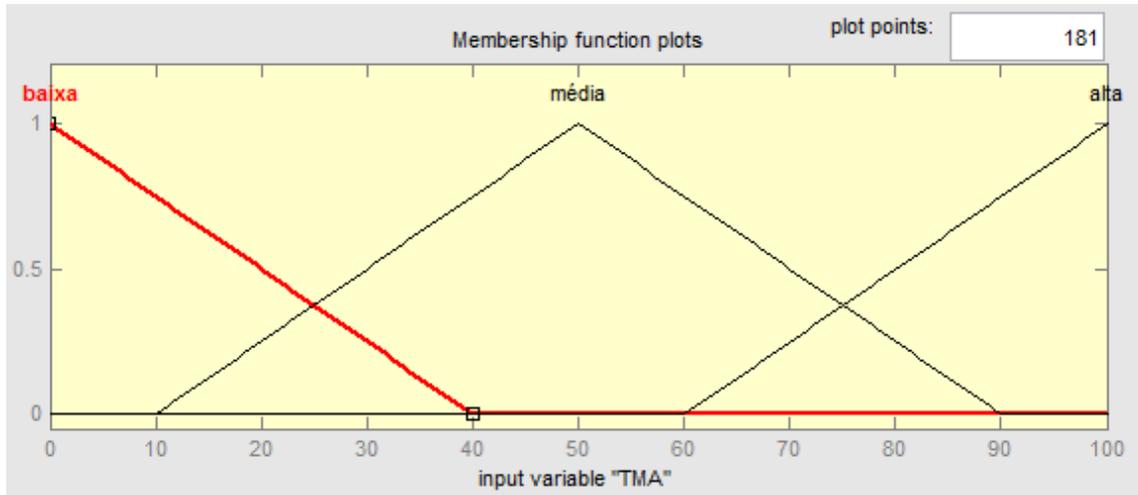


Figura 34 - Representação Fuzzy para a variável de entrada TMA. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baixa: [0 0 40]

Média: [10 50 90]

Alta: [60 100 100]

A Taxa Mínima de Atratividade ou MARR (*Minimal Attractiveness Rate of Return*) representa a remuneração mínima obtida no mercado financeiro por um investidor. As firmas só se decidirão a desenvolver um campo de petróleo se o retorno estimado for superior a TMA. A Figura 34 representa a fuzzyficação da variável TMA através dos seus modificadores linguísticos baixo, médio e alto. Uma TMA baixa está compreendida entre 0 e 40%, média entre 10 e 90% e alta entre 60 e 100%.

4.7.5 Variável de Saída VPL

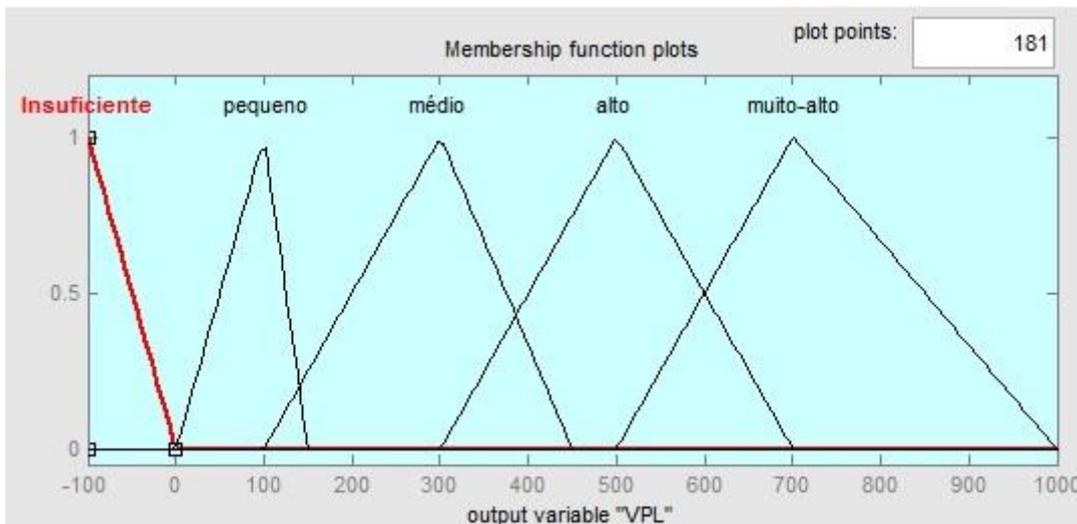


Figura 35 - Representação Fuzzy para a variável de saída VPL. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Insuficiente: [-100 -100 0]

Pequeno: [0 100 148]

Médio: [100 300 450]

Alto: [300 500 700]

Muito Alto: [500 700 1000]

O Valor Presente líquido é o resultado das receitas e despesas incorridas ao longo do projeto, descontadas à taxa esperada de forma a trazer o valor do investimento a data presente. O projeto só será viável se $VPL > 0$. Na Figura 35 é apresentado cinco modificadores linguísticos, utilizados para realizar a fuzzyficação da variável de saída VPL. Vale lembrar que o modificador insuficiente está compreendido entre -100 e 0, ou seja, projeto inviável dado que seu VPL é negativo. Os demais modificadores encontram-se em unidades de bilhões de dólares.

4.8 Segunda Etapa do Problema de Ordenação de Prospectos Exploratórios

Esta etapa consiste em atribuir como variáveis de entrada as variáveis de saída da primeira etapa.

Dada a não existência de dados para as variáveis de entrada da primeira etapa, os mesmos foram simulados através das regras de inferência Fuzzy resultando em saídas determinísticas. De posse dessas saídas, elas tornaram-se dados das novas variáveis de entrada, o que resultará numa nova variável de saída final, permitindo escolher qual país possui o melhor prospecto, (BELLUCCI, 2009).

A variável de saída prospecto petrolífero da segunda etapa, dará por fim a ordenação final dos países detentores do prospecto petrolífero.

Cada variável passará novamente por um processo de fuzzyficação, através de funções Fuzzy triangulares com três qualificadores linguísticos, com exceção da variável de saída que será fuzzyficada com cinco qualificadores linguísticos.

Através desta fuzzyficação foi possível escrever 243 regras com o apoio de especialistas e pesquisas realizadas para melhor representar a modelagem do sistema. Abaixo é mostrado a figura que representa o sistema de entradas e saídas da segunda etapa.

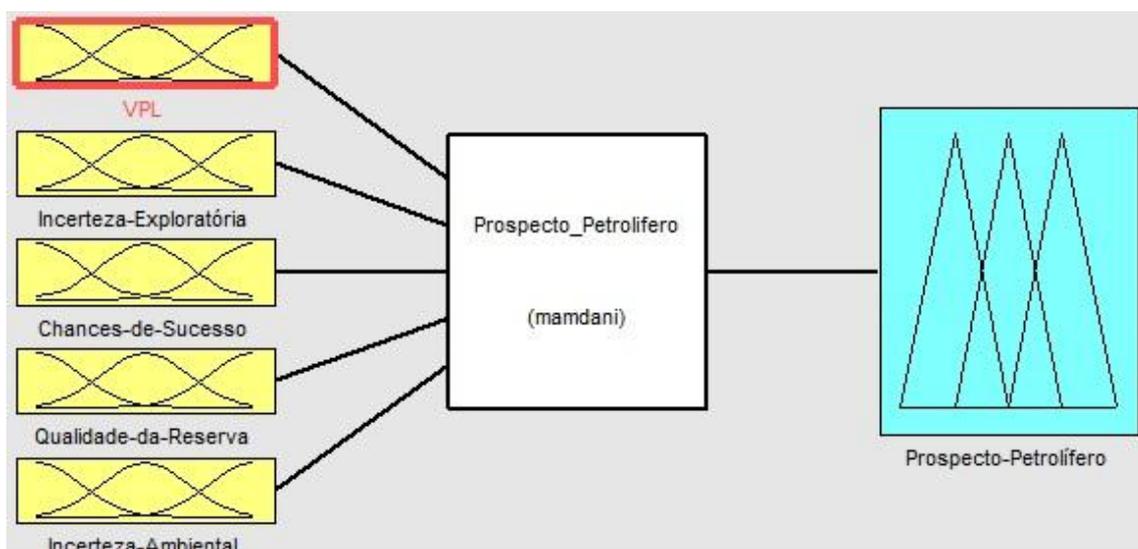


Figura 36 - Sistema Fuzzy de entradas e saídas da segunda etapa. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.8.1 Variável de Entrada VPL

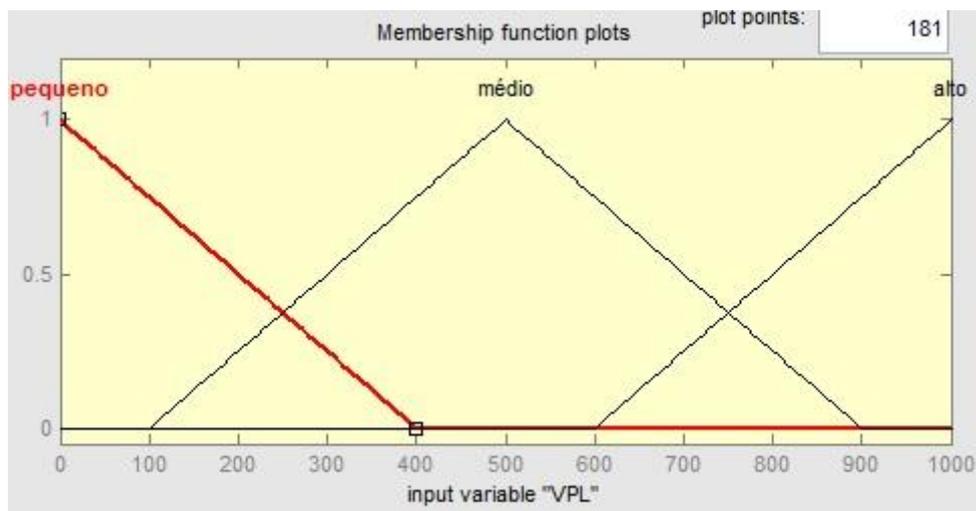


Figura 37 - Representação Fuzzy para a variável de entrada VPL. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Pequeno: [0 0 400]

Médio: [100 500 900]

Grande: [600 1000 1000]

Na Figura 37 é mostrado os qualificadores linguísticos do conjunto Fuzzy *VPL* assim como suas faixas de valores. Os modificadores linguísticos para esta variável são: Pequeno, variando de 0 a 400 milhões, médio variando de 100 a 900 milhões e grande, que vai de 600 milhões a 1 bilhão de dólares.

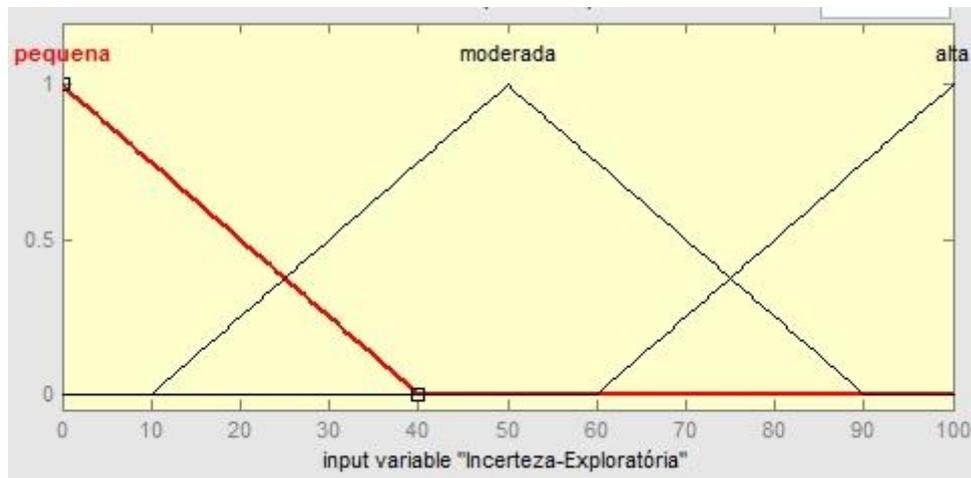


Figura 38 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Incerteza Exploratória. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Pequena: [0 0 40]

Moderada: [10 50 90]

Alta: [60 100 100]

A Figura 38 mostra a fuzzyficação da variável de entrada *Incerteza Exploratória*. É considerado uma prospecto com pequena incerteza exploratória compreendido entre 0 e 40% assim como de média incerteza está entre 10 e 90% e alta incerteza 60 a 100%.

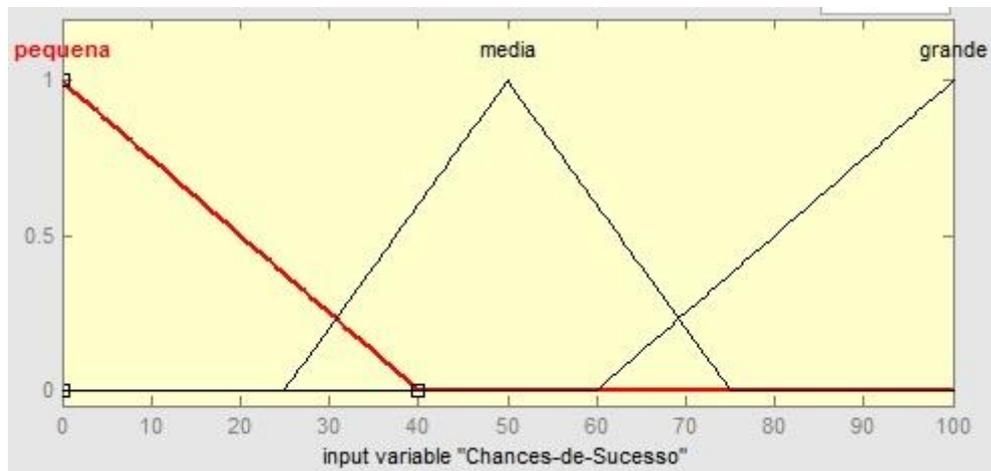


Figura 39 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Chances de Sucesso. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Pequena: [0 0 40]

Média: [25 50 75]

Grande: [60 100 100]

Como dito anteriormente, são as chances de que os poços de um prospecto possua óleo e/ou gás. Esse conjunto foi fuzzyficado utilizando três variáveis linguísticas. Uma chance de reserva pequena varia de 0 a 40%, média de 25 a 75% e grande chances variam de 60 a 100%.

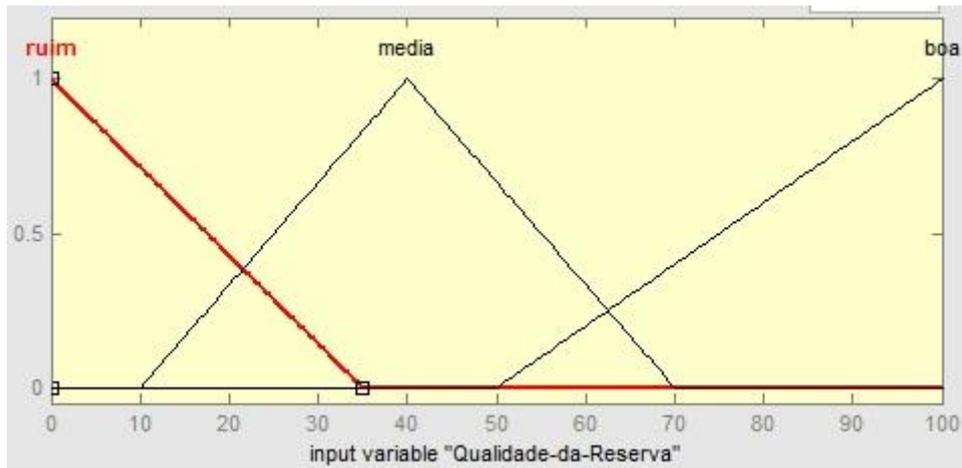


Figura 40 - Representação Fuzzy para a variável de entrada Qualidade da Reserva. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A variável qualidade da reserva foi fuzzyficada utilizando três modificadores linguísticos dos quais ruim significa uma reserva compreendida entre 0 e 35%, média entre 10 e 70% e boa entre 50 e 100%.

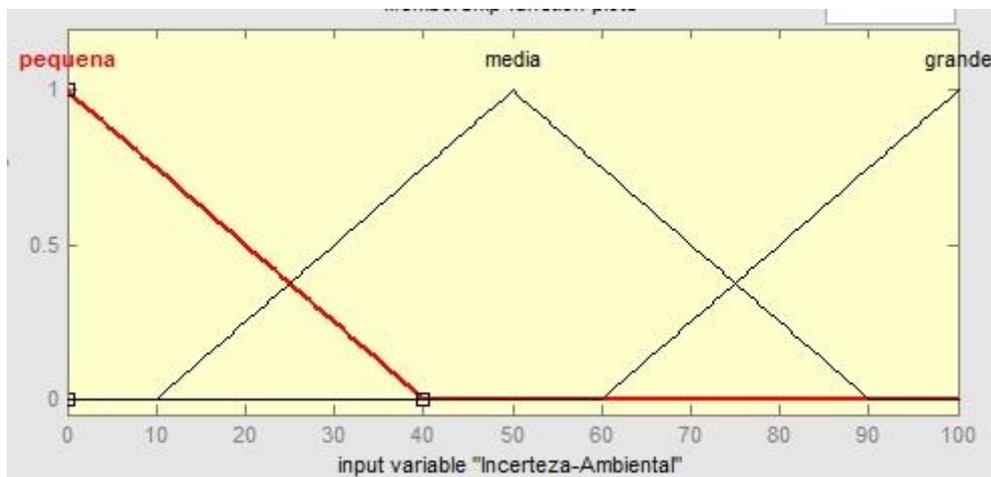


Figura 41- Representação Fuzzy para a variável de entrada Incerteza Ambiental. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pequena: [0 0 40]

Moderada: [10 50 90]

Alta: [60 100 100]

Como já apresentada neste capítulo a incerteza ambiental representa não só danos ambientais quanto ao rigor das legislações ambientais de cada país. A Figura 41 mostra a variável incerteza ambiental fuzzyficada utilizando três modificadores linguísticos, um prospecto com uma incerteza pequena é considerada dentro do intervalo de 0 a 40% assim como moderada está entre 10 e 90% e a alta entre 60 e 100%.

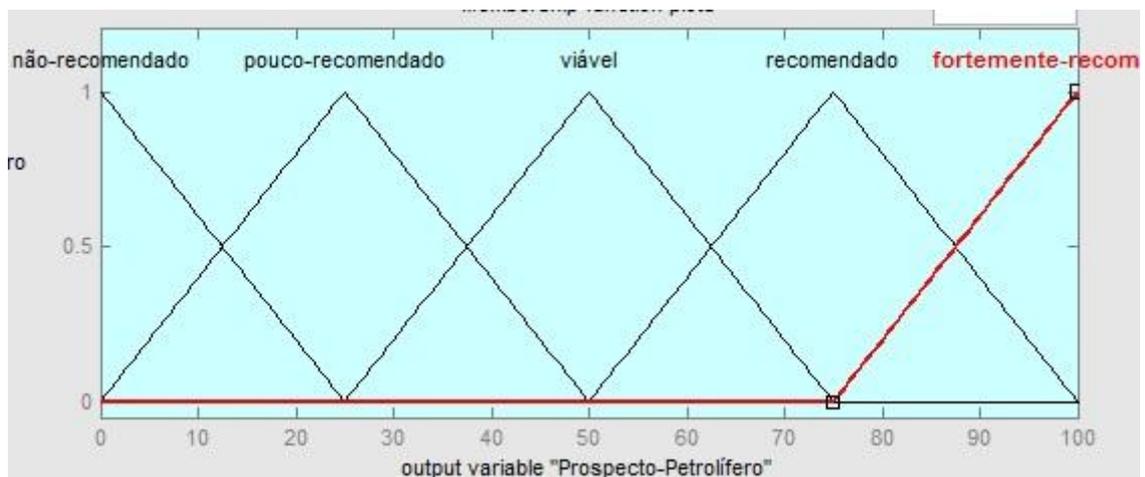


Figura 42 - Representação Fuzzy para a variável de saída Prospecto Exploratório. Variáveis linguísticas modeladas com funções de pertinência triangulares.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não Recomendado: [0 0 25]

Pouco Recomendado: [0 25 50]

Viável: [25 50 75]

Recomendado: [50 75 100]

Fortemente Recomendado: [75 100 100]

A variável de saída final da segunda etapa e também da análise final deste trabalho é a variável *Prospecto Exploratório*. Por se tratar de uma variável de saída e

também para melhor expressar o resultado, foi fuzzyficada utilizando cinco modificadores linguísticos. Um prospecto não recomendado está compreendido entre 0 e 25%, um pouco recomendado encontra-se entre 0 e 50%, já um prospecto que não é pra se descartar a princípio mas que precise ser analisado com mais cuidado é denominado um prospecto viável e sua faixa está entre 25 e 75%. Quando um prospecto, através de suas variáveis de entrada, possui características mais favoráveis a sua exploração e produção, é qualificado como recomendado, estando compreendido entre 50 e 100% e aquele cujas as variáveis de entrada são as melhores possíveis é denominado fortemente recomendado estando compreendido entre 75 e 100%.

5 UM EXEMPLO HIPOTÉTICO

Com a finalidade de testar a metodologia desenvolvida, uma situação exemplo constituída da seleção de prospectos situados em bacias petrolíferas de diferentes países foi construída. Neste exemplo cada prospecto é identificado pelo país onde está situado, os quais são apresentados na Figura 43.



Figura 43 - Mapa dos países estudados no exemplo hipotético.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse estudo teve sua motivação iniciada com a dissertação de mestrado de (MARGUERON, 2003) com processo de tomada de decisão sob incerteza em investimentos internacionais na exploração e produção de petróleo, utilizando metodologia multicritério. Para este exemplo hipotético, foram estudados prospectos de cinco países de expressão no setor de óleo e gás, como EUA, Canadá e Venezuela e também países como Nigéria e Angola que, apesar de terem sua participação financeira não tão expressiva como os acima citados, mas se tornam interessantes no que tange os aspectos políticos.

O objetivo final é ordenar esses prospectos de modo a ampliar as chances das empresas de tomarem boas decisões na escolha do prospecto disponível no mercado. Para isso, precisa-se saber quais os fatores principais que deve-se levar em consideração

na hora de avaliar e escolher um prospecto. Por se tratar de um assunto complexo e por envolver diversas variáveis de incerteza elevada, foi preciso consultar especialistas da área de E&P para saber quais as principais variáveis a serem estudadas e avaliadas. Para a variável chance de sucesso foram usadas três variáveis de entrada: Fator de recuperação, Experiência Profissional e Grau de Tecnologia. Os dados para essas variáveis de entrada assim como a fuzzyficação e as regras de inferência, foram construídas através de entrevistas a especialistas. Para a saída Reserva utilizou-se quatro parâmetros de entrada: Profundidade, Grau API, Tamanho da Reserva e Porosidade. Essas variáveis de cunho mais técnico foram retiradas de relatórios, revisões e revistas específicas de E&P como (*WORLD OIL AND GAS REVIEW*, 2014) e também de artigos científicos como (EHRENBERG e NADEAU, 2005) que trata sobre a relação da perspectiva global entre a porosidade e profundidade em reservas de petróleo. Os dados relevantes sobre a variável de entrada tamanho da reserva foram adaptados do relatório da *World Oil and Gas Review* (2014), conforme Tabela 1, e utilizados para a obtenção

Tabela 1 - Dados sobre tamanho da reserva (em bilhões de barris) dos prospectos: Fonte: Adaptado do *World Oil and Gas Review* (2014) pelo autor.

	2000	2005	2010	2012	2013	$\Delta y/y$ [2013-2012]	CAGR [2013-2000]
AMÉRICA DO SUL							
VENEZUELA	76,848	80,012	296,501	297,57	297,74	0,10%	11,00%
AMÉRICA DO NORTE							
CANADÁ	181,2	178,792	175,214	173,105	173,2	0,10%	-0,30%
EUA	23,517	23,019	25,181	32,403	36,665	9,80%	3,50%
ÁFRICA							
ANGOLA	5,412	5,412	9,5	10,47	10,47	0,00%	5,20%
NIGÉRIA	22,5	35,876	37,2	37,2	37,14	-0,20%	3,90%

da variável de saída reserva.

Outra variável de saída de extrema importância é a Incerteza Ambiental, que tem como variáveis de entrada o teor de ácido sulfídrico, o clima e a legislação ambiental. Para esses dados de entrada, foram utilizadas consultas com especialistas e pesquisas a sites específicos na internet. A Incerteza Exploratória inclui variáveis de entrada, a incerteza política, grau de desenvolvimento tecnológico e a incerteza geológica. Por se tratar de variáveis altamente incertas e subjetivas, utilizou-se opiniões de especialistas e dados adaptados da dissertação de (MARGUERON, 2003) conforme é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Tabela contendo Risco político dos países. Fonte: (MARGUERON, 2003)

Países	Aspecto Político	Aspecto Econômico	Aspecto Comercial/ Mercadológico	Aspecto Social	Risco Político Nacional por Informações e Indicadores
Angola	95,00	95,00	80,00	95,00	91,25
Argentina	80,00	85,00	50,00	65,00	70,00
Canadá	35,00	30,00	35,00	25,00	31,25
Casaquistão	85,00	65,00	85,00	70,00	76,25
China	80,00	50,00	75,00	60,00	66,25
EUA	40,00	25,00	30,00	45,00	35,00
Nigéria	90,00	90,00	85,00	95,00	90,00
Reino Unido	35,00	30,00	35,00	30,00	32,50
Rússia	75,00	70,00	85,00	70,00	75,00
Venezuela	85,00	75,00	55,00	75,00	72,50

E finalmente para o tratamento da variável de saída VPL foram incluídos quatro variáveis de entrada pertinentes ao assunto: Receitas, Despesas, Câmbio e TMA. Com exceção da taxa de câmbio que foi calculada dividindo o câmbio local pelo câmbio dos

Localização da Bacia	Valor Presente Líquido (VPL) (milhões de US\$)	Custos de aquisição e exploração (C) (milhões de US\$)	Probabilidade de Sucesso (p) (%)	Lâmina d'água (metros)	Profundidade do Reservatório (metros)
Canadá	400	30	18	1000	3500
Casaquistão	350	40	20	400	2500
China	500	50	22	500	3400
EUA	950	60	14	2500	6000
Nigéria	900	85	45	1750	3050
Reino Unido	450	15	12	1200	4100
Rússia	700	55	21	800	3300
Venezuela	850	40	35	2200	5900

Tabela 3 - Tabela contendo dados financeiros. Fonte: (MARGUERON,2003)

Canadá	400	30	18	1000	3500
Casaquistão	350	40	20	400	2500
China	500	50	22	500	3400
EUA	950	60	14	2500	6000
Nigéria	900	85	45	1750	3050
Reino Unido	450	15	12	1200	4100
Rússia	700	55	21	800	3300
Venezuela	850	40	35	2200	5900

Estados Unidos, todos os outros valores foram adaptados e calculados através de dados da dissertação de Margueron (2003), conforme a Tabela 3.

Para esta dissertação, foram escolhidos cinco variáveis de saída: Chance de Sucesso, Reserva, Incerteza Ambiental, Incerteza Exploratória e VPL. Para obter saídas

contundentes foram escolhidas, para cada variável de saída, variáveis de entrada pertinentes a cada uma delas.

As variáveis envolvidas foram correlacionadas através de bancos de regras de inferência, escritas de acordo com pesquisas e entrevistas à especialistas, fazendo com que resultados alcançados tenham expressividade e sejam mais objetivos.

Uma das fortes características da metodologia empregada, compreende a possibilidade da geração de gráficos de superfície que facilitam a revisão e a análise dos resultados. Os gráficos de superfície obtidos refletem as regras escritas para cada variável envolvida no trabalho permitindo uma visualização total de cada base de regras. A seguir serão apresentados os resultados para cada prospecto; assim como as bases de regras que para sua obtenção.

5.1 Variável de Saída: Chance de Sucesso

Para cada país em análise, foi obtida uma variável de saída da chance de sucesso da exploração e produção de petróleo. Neste esfera, destacou-se a Venezuela com percentual de 72,3%. Tal fato ocorre principalmente pelas suas variáveis internas: Experiência profissional e fator de recuperação.

A Venezuela por ser um país com a maior reserva de petróleo do mundo, e por ter criado sua primeira refinaria em 1875, possui tecnologia já comprovada e experiência profissional bastante elevada. O fator de recuperação é o principal responsável por alavancar a chance de sucesso, pois a Venezuela possui características geológicas favoráveis, ou seja, o quociente entre o volume recuperável e o volume original elevado.

O resultado final pode ser observado no Gráfico 1, onde em segundo lugar ficou com Angola com 60,0% seguido por Canadá 51,9%, EUA 50,0% e Nigéria 40,0%.

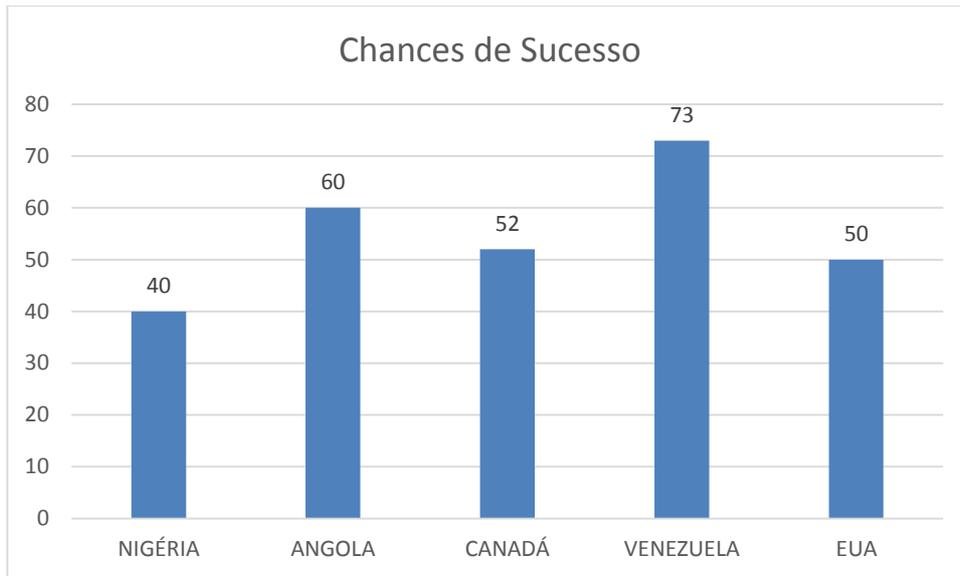


Gráfico 1 - Resultado da variável de saída Chance de Sucesso para cada prospecto. Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa simulação verificou-se que conforme o aumenta o fator de recuperação e a experiência profissional a chance de sucesso tende a aumentar também, conforme é mostrado no Gráfico 2.

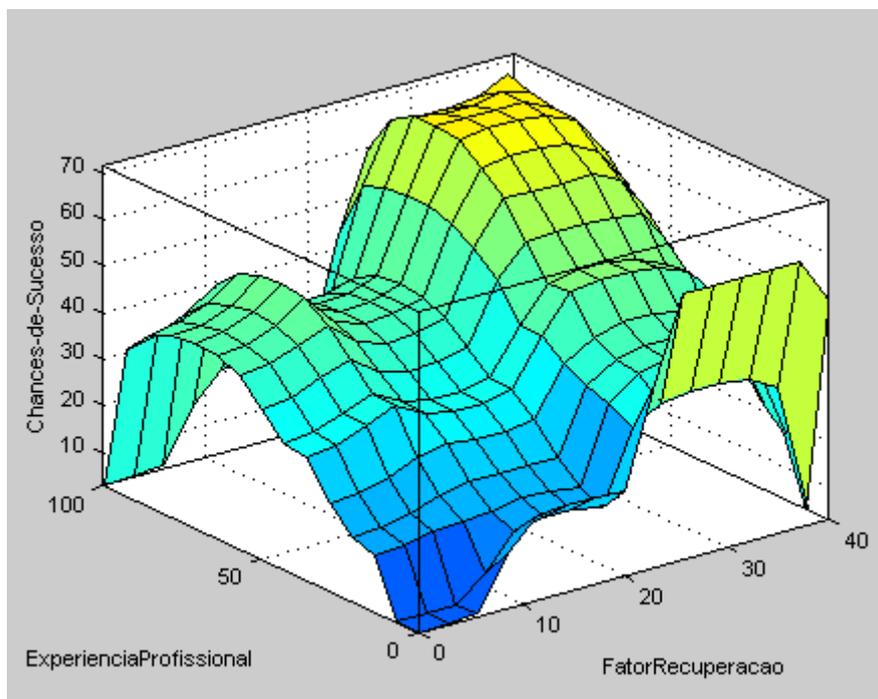


Gráfico 2 - Superfície da Chance de Sucesso e suas variáveis de entrada Fator de Recuperação e Experiência Profissional.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Variável de Saída: Qualidade da Reserva

A variável de saída qualidade da reserva considera não só o tamanho da mesma, mas também o grau API, a profundidade e a porosidade. Desta sorte, obtivemos a Nigéria com o melhor resultado com 58,8%, em segundo o Canadá 57,7%, Venezuela ocupando a terceira colocação com 56,9% e EUA com 44,7%. O país cujo campo ficou prejudicado foi a Angola 6,89%, por possuir reservas muito profundas, o que de fato aumenta consideravelmente os custos de exploração, assim como as incertezas e o tempo para começar a produção.

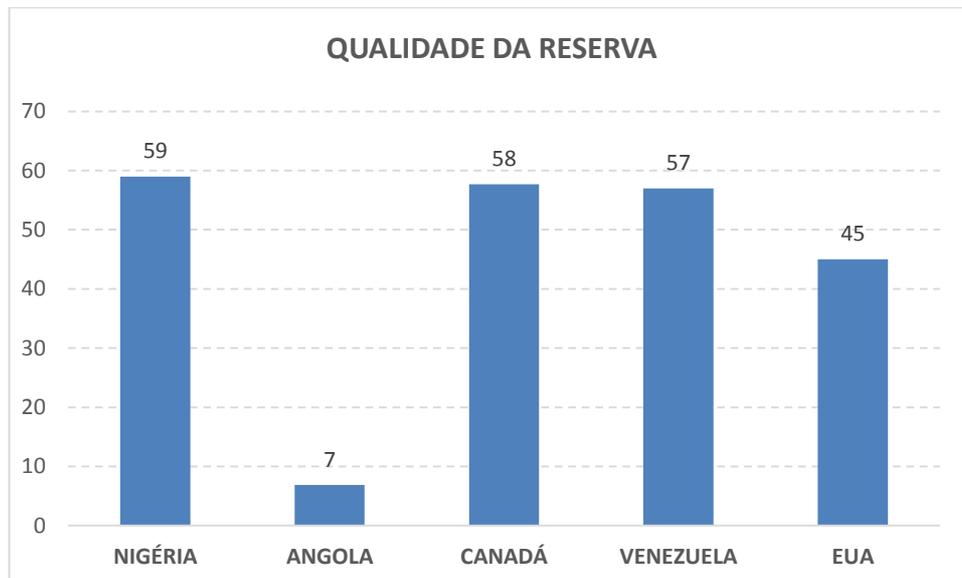


Gráfico 3 - Resultado da variável de saída Reserva para cada prospecto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 4 é possível observar que quanto maior a reserva e menos profunda ela estiver alocada, mais atrativa fica a reserva para a empresa.

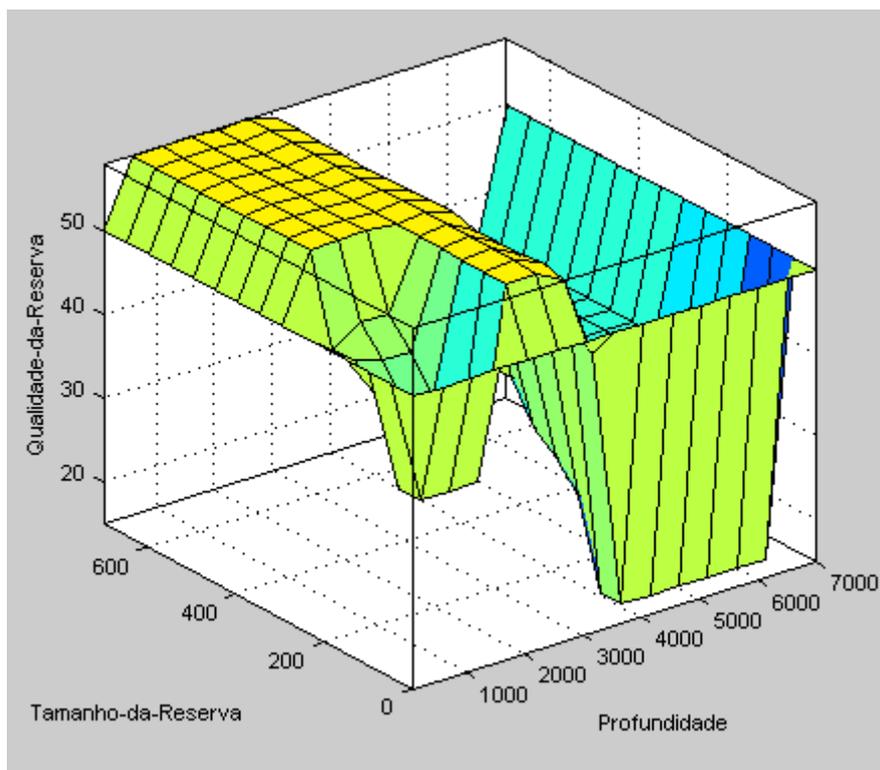


Gráfico 4 - Superfície da variável de saída Qualidade da Reserva e suas variáveis de entrada Tamanho da Reserva e Profundidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 Variável de Saída Incerteza Ambiental

A variável de saída incerteza ambiental engloba três fatores: Presença de ácido sulfídrico, clima e leis ambientais (multas). Angola obteve o primeiro lugar com 23,8% de incerteza ambiental uma vez que, suas leis ambientais são menos rigorosas e o teor de ácido sulfídrico é pequeno. Outro ponto a se destacar é o clima, que naquela região costuma ser estável para as operações de E&P. Em contrapartida, os países cujas incertezas maiores são Canadá com 77,9% e EUA com 85,0% uma vez que, em caso de acidente, as multas por danos ambientais são muito onerosas podendo afetar sobremaneira o fluxo de caixa da companhia.

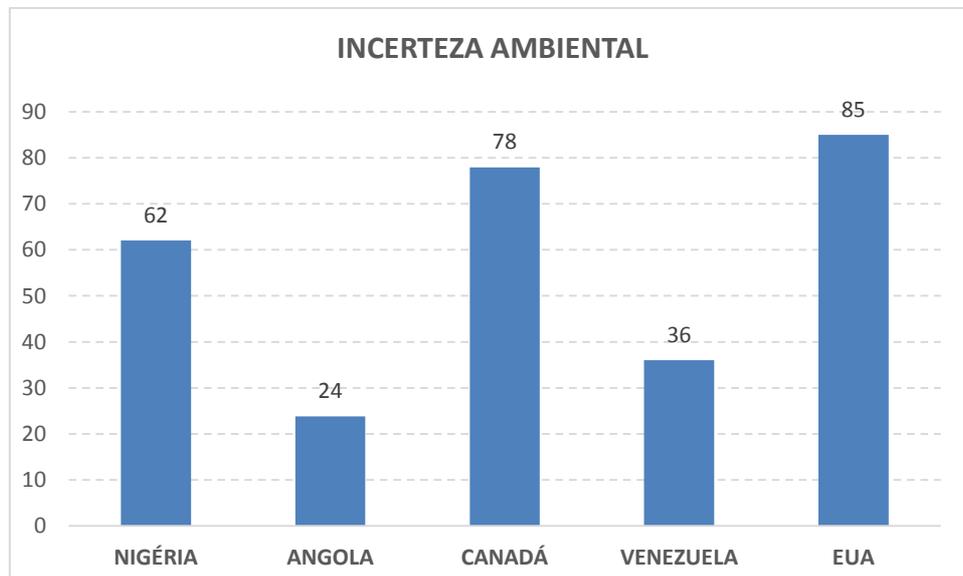


Gráfico 5 - Resultado da variável de saída Incerteza Ambiental para cada prospecto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

É facilmente notável através do Gráfico 6, que quanto maior for a concentração de ácido sulfídrico e mais severas as multas das leis ambientais, a incerteza ambiental aumenta consideravelmente.

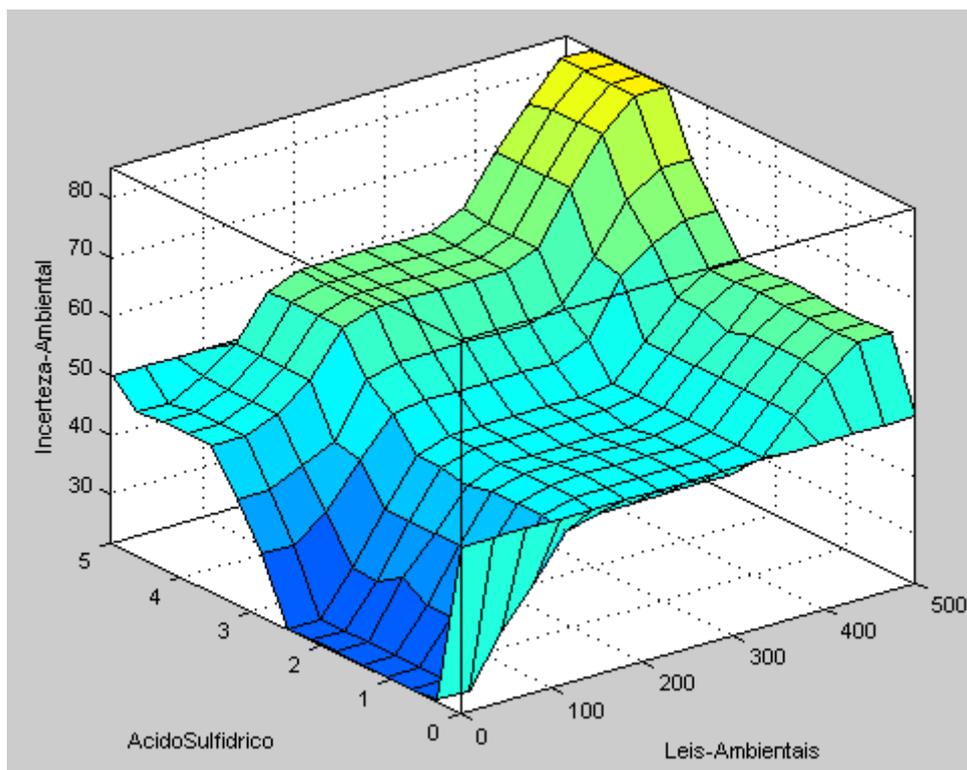


Gráfico 6 - Superfície da variável de saída Incerteza Ambiental e suas variáveis de entrada Ácido Sulfídrico e Leis Ambientais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Variável de Saída Incerteza Exploratória

Incerteza Exploratória é determinada pelos seguintes fatores: incerteza tecnológica, incerteza geológica e incerteza política. Nesse cenário, destaca-se a Angola (78,2%) cuja incerteza política é muito elevada já que há poucos anos o país saiu de uma guerra civil. Ademais a incerteza tecnológica também é muito elevada, pois parte da tecnologia a ser utilizada encontra-se em desenvolvimento.

A Nigéria também apresenta uma elevada incerteza exploratória devido aos grupos radicais existentes que querem tornar o país num estado mulçumano, com isso o sua incerteza política torna-se uma das mais altas entre os cinco países analisados, fazendo com que sua incerteza exploratória tenha um percentual de 71%.

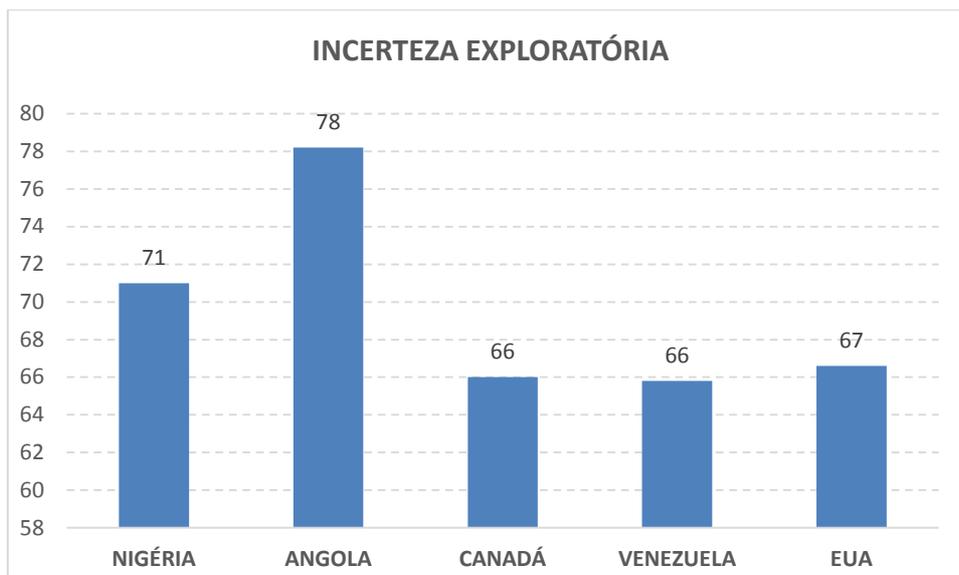


Gráfico 7 - Resultado da variável de saída Incerteza Exploratória para cada prospecto.

Fonte: Elaborado pelo autor

Através do Gráfico 8 pode-se notar que quanto maiores são as incertezas geológicas e políticas maior se torna a incerteza exploratória.

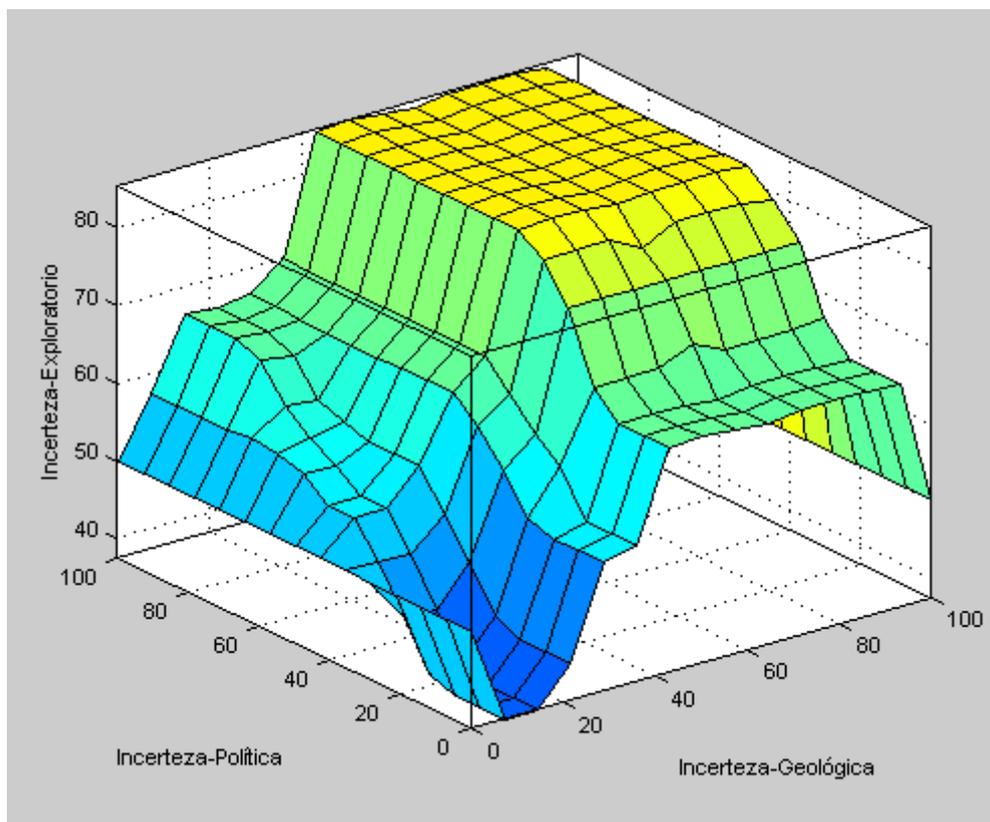


Gráfico 8 - Superfície da variável de saída Incerteza Exploratória e suas variáveis de entrada Incerteza Geológica e Incerteza Política.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Variável de Saída VPL

Na análise da variável de saída VPL destaca-se a Angola com um VPL próximo de 265 milhões de dólares. Isto vem a confirmar um dos postulados mais importantes de finanças: “Quanto maior a incerteza maiores as chances de perdas e ganhos”. Este fato, também, confirma a análise feita por Margueron (2003) em que o maior VPL dentre os países estudados pelo autor foi o de Angola. Vale dizer que o nosso horizonte de projeto foi considerado com duração de 12 anos, desde a fase exploratória até o final de vida econômica do campo.

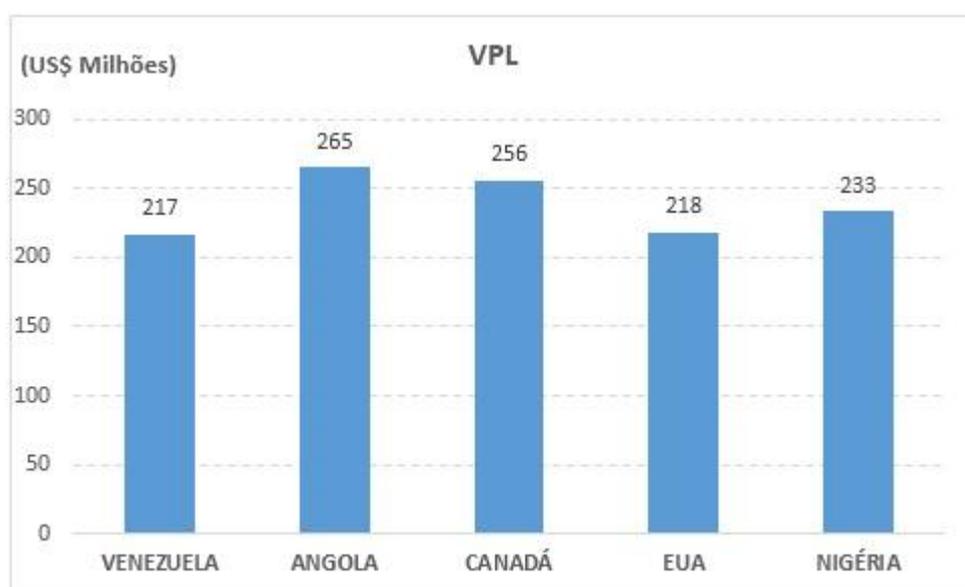
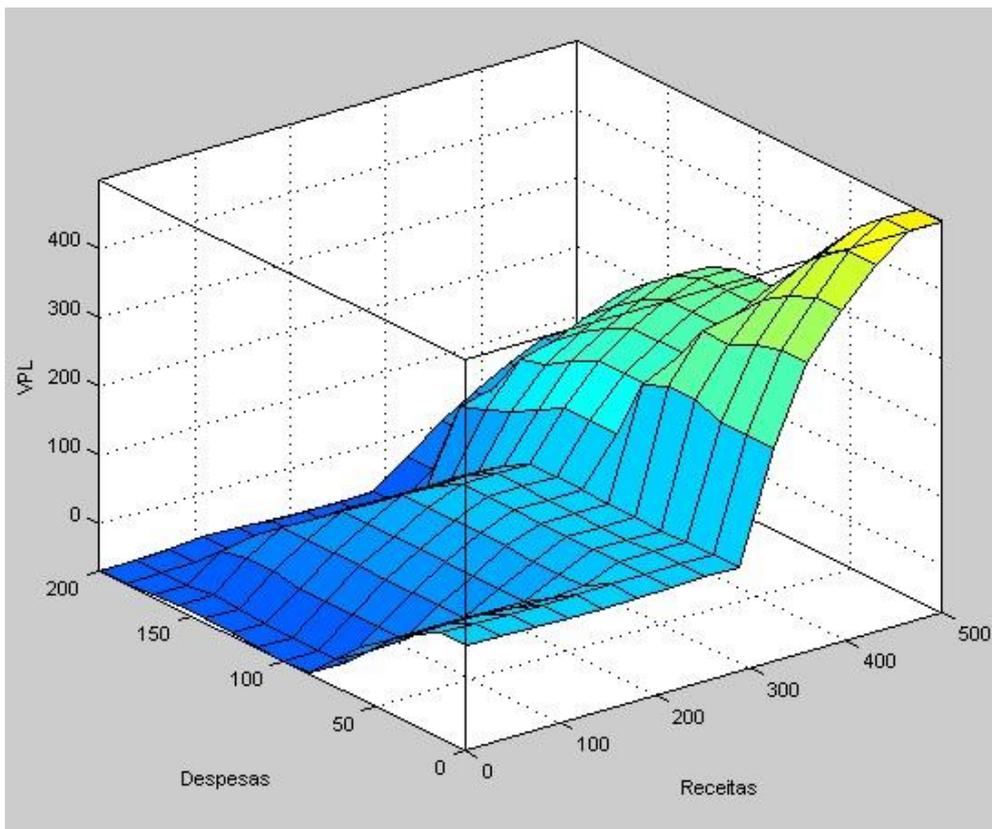


Gráfico 9 - Resultado da variável de saída VPL para cada prospecto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 10 permite a visualização das regras através do gráfico de superfície envolvendo a variável de saída VPL e duas das suas variáveis de entrada Receitas, e Despesas. É de fácil percepção que quanto maior forem as despesas e menores as receitas, pior será o VPL para o prospecto estudado.

título
de
resu
mo,
abaix
o
apres
enta-
se o
ranki
ng da



prim
eira
etapa

Gráfico 10 - Superfície da variável de saída VPL e suas variáveis de entrada Receitas e Despesas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

dos países para cada variável de saída descrita acima.

Tabela 4 - Classificação dos países segundo cada variável de saída. Fonte: Elaborado pelo autor.

PAÍSES	Incerteza Exploratório	Incerteza Ambiental	Qualidade da Reserva	Chances de Sucesso	VPL
Venezuela	1	2	3	1	4
Angola	5	1	5	2	1
Canadá	2	4	2	3	2
EUA	3	5	4	4	3
Nigéria	4	3	1	5	5

5.6 Variável de Saída da Segunda Etapa - Prospecto Petrolífero

A variável de saída *Prospecto Petrolífero* dará o resultado final para este trabalho. Expressa a porcentagem de quanto um prospecto, localizado em determinado país, é recomendado ou não.

Os dados de entrada da primeira etapa foram utilizados através de pesquisas, já os da segunda etapa foram retirados de cada variável de saída de cada país. Por exemplo, a Venezuela obteve como resultado a chance de sucesso 72,3%, dado este que será parâmetro de entrada para variável de entrada *chance de sucesso* da segunda etapa.

O Gráfico 11 mostra o resultado da segunda etapa, representando qual melhor prospecto a ser escolhido pela empresa de E&P, levando em consideração as análises da primeira e da segunda etapa.

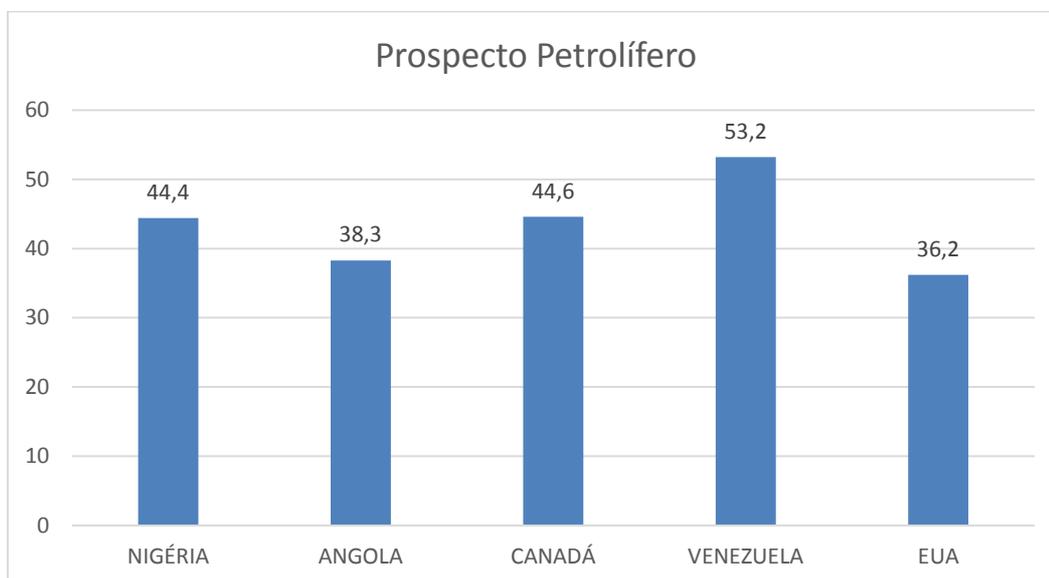


Gráfico 11- Variável de saída Prospecto Exploratório da segunda etapa.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Venezuela, apesar do seu VPL não ser dos mais atraentes, ficou em primeiro lugar do ranking, isso porque ela se destacou nas variáveis chances de sucesso e incerteza exploratória. O Canadá ocupou o segundo lugar por obter boas colocações na primeira etapa nas variáveis Qualidade da Reserva, VPL e Incerteza Exploratória. O país que ficou em último colocado, ou seja menos atrativo, foi os EUA, devido à Incerteza Ambiental, Qualidade da Reserva e Chances de Sucesso serem abaixo do esperado, obtendo as últimas colocações na primeira etapa do processo.

6 CONCLUSÃO

Essa dissertação buscou tornar mais fácil e dar maior qualidade ao processo de tomada de decisão em investimentos internacionais no setor petrolífero, devido ao seu grau de complexidade, de incerteza e dos altos valores envolvidos em atividades de E&P. Para isso, utilizamos uma metodologia apropriada e de fácil aplicação para lidar com tal incerteza expressa em forma de imprecisão – a Lógica Fuzzy –, que se mostrou bastante adequada a essa realidade, ao abordar diversos tipos de incertezas frequentemente enfrentados pelas petrolíferas, ou seja, incertezas exploratórias, incertezas ambientais, qualidade das reservas, chance de sucesso e VPL.

Não é nada simples fazer um modelo utilizando um grande número de variáveis, principalmente quando o assunto é E&P. Cientes dessa complexidade, fez-se o máximo esforço na tentativa de escolher as principais variáveis e reduzir a quantidade de atributos, evitando redundâncias. Ao mesmo tempo, teve-se a preocupação de se incorporar ao modelo todos os aspectos relevantes, sem abrir mão de informações indispensáveis, de modo a permitir um estudo mais próximo possível da realidade.

A utilização das regras de Mamdani no modelo proposto, apresentou resultados semelhantes, comparados aos da dissertação de Margueron, (2003). Isso mostra que as variáveis de entrada e de saída foram modeladas de maneira coerente, apresentando resultados próximos a realidade. Este modelo permite saber, qual o melhor investimento entre um portfólio de projetos de E&P (LIMA, 2003, MARGUERON, 2003).

Outro fator que foi determinante para a escolha da metodologia Fuzzy foi a ausência e a imprecisão dos dados existentes na primeira etapa. Nesta situação, métodos como simulação de Monte Carlos por exemplo mostram-se pouco eficientes devido à ausência de séries históricas de dados relevantes ao problema em questão.

Deve-se ter em mente, que o gestor tomará suas decisões baseadas em um resultado determinístico - lógica Crisp. Para tanto, cada variável envolvida teve seus resultados desfuzzyficados, ou seja, transformados em um número determinístico, através do método de desfuzzyficação do centroide. Este método de cálculo pode ser usado no toolbox Fuzzy do software MatLab 2013 utilizado durante todo o trabalho.

A utilização da metodologia Fuzzy permite que pessoas da área de Óleo e Gás tenham uma visão holística do problema e da importância de cada uma das variáveis de decisão na escolha de um prospecto em outro país, uma vez que incertezas do tipo políticos e ambientais sejam muito difíceis de serem estimados. Transformar a imprecisão das escassas informações disponíveis é o maior mérito desta metodologia.

Vale lembrar que a presente dissertação apresenta uma metodologia para a escolha de prospectos petrolíferos em áreas internacionais sendo facilmente aplicável aos gestores quanto a escolha da melhor opção de investimento.

Trabalhos Futuros

Uma das principais recomendações para estudos futuros, dada a importância de tal atributo é que o VPL seja fuzzyficado, ou seja, calcule-se o valor presente Fuzzy de cada campo, que não foi o objeto desta dissertação.

Quanto a incerteza geológica, o mesmo poderia ter sido segregado em outras variáveis e ser também considerado como uma variável de saída, o que daria maior robustez ao modelo.

O escopo do problema, ou seja, as variáveis de entrada e saída, poderiam ser restritas ou aumentadas conforme as informações existentes assim como o número de especialistas com grau de experiência elevado. Note-se, no entanto, que ampliar em demasia as variáveis de entrada, resultaria na redundância da análise do problema em questão.

Considerações Finais

A metodologia aplicada neste trabalho pode ser aplicada a diversas áreas de conhecimento, não só a investimentos no setor de Óleo e Gás, onde a incerteza se apresenta sob a forma de imprecisão e não se dispõe de uma série de dados que permita descrever uma relação de causalidade entre as variáveis de decisão.

A Lógica Fuzzy não é uma panaceia, pois vários problemas requerem precisão nos dados de entrada para que as saídas sejam consistentes. No entanto, é importante notar que há um trade off significativo entre precisão e custo: Quanto maior a precisão requerida maior será o custo do investimento. Desta feita, a Lógica Fuzzy pode servir como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão do gestor, ainda que possua as limitações comentadas neste texto.

O modelo desenvolvido também permitiu a realização de análises de tomada de decisão no segmento de E&P de petróleo de forma “não-especializada”, ou seja, não foi necessária a realização de análises e simulações numéricas de engenharia de reservatórios tipicamente envolvidas neste tipo de problema. Isto facilitou muito a análise de cenários nas tomadas de decisão.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, 2014, Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2014, Rio de Janeiro.
- ANTUNES, J., 2006, *Lógica Nebulosa para Avaliar Riscos na Auditoria*, Revista Contabilidade e Finanças vol 17, São Paulo, SP.
- BELLUCCI, D., P., 2009, *Sistemas Baseados em Regras Fuzzy e Aplicações*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do ABC, Santo André, SP.
- BEZERRA, V., M., 2002, *Avaliação de Métodos de Elevação Artificial de Petróleo Utilizando Conjuntos Nebulosos*, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP
- BOJADZIEV, George; BOJADZIEV, Maria., 1997, *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management*. World Scientific, Singapore.
- BREMERMANN, Hans J., 1962, *Optimization through Evolution and Recombination*, in M.C. Yovits, G.T. Jacobi and G.D. Goldstein (eds.). *Self-organizing Systems*. Washington, DC: Spartan Books, pp. 93-106
- CLEMEN, R., T., 1996, *Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis*, Duxbury Press. 2nd ed. 664p.
- EHRENBERG S. N., and NADEAU P. H., 2005, *Sandstone vs. Carbonate Petroleum Reservoirs: A Global Perspective on Porosity-Depth and Porosity-Permeability Relationships*.
- GALVÃO, C. e VALENÇA, J. S., 1999, *Sistemas Inteligentes*, Ed.Universidade, UFRGS, Porto Alegre.
- GRAYSON, C., J., 1960, *Decisions under Uncertainty: Drilling Decisions by Oil and Gas Operators*, Division of Research Graduate School of Business Administration Harvard University, Boston.
- GITMAN, L. J., 2002, *Princípios de administração financeira*, 7. ed. São Paulo, Harbra, LAKATOS, Eva Maria;

- HYNE, N., 1984. *Geology for Petroleum Exploration, Drilling and Production*, McGraw-Hill, Tulsa.
- IBP, 1985. *Dicionário Técnico Inglês/Português Português/Inglês de Petróleo*, Instituto Brasileiro do Petróleo, Rio de Janeiro, 427p.
- JAFELICE, R. S. M. *Modelagem Fuzzy para dinâmica de transferência de soropositivo para HIV em doença plenamente manifesta*. 2004. 187p Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- KAUFMANN, A., 1975. *A Ciência da Tomada de Decisão*, trad. por Francisco José de Albuquerque Souza, Zahar, Rio de Janeiro.
- KLIR, G. J. e YUAN, B.,1995, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic - Theory and Applications*, PrenticeHall.
- LIMA, C. J.,2003, *Processo de Tomada de Decisão em Projetos de Exploração e Produção de Petróleo no Brasil: Uma Abordagem Utilizando Conjuntos Nebulosos*, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LINSTONE, H. A., TUROFF, M., 1975, *The Delphi method: techniques and applications*. Massachusetts: Addison-Wesley.
- MAMDANI, E.H., 1974. "Application of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant". *Proceedings of the IEE (Control and Science)*, V. 121: 298-316.
- MAMDANI, E.H. & Assillan, S., 1975. "An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller". *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 7: 1-13.
- MAMDANI, E.H., 1977. *Applications of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning using Linguistic Synthesis*, *IEEE Trans. Computers*, V. 126: 1182-1191.
- MARGUERON, M. V. L., 2003. *Processo de Tomada de Decisão Sob Incerteza em Investimentos Internacionais na Exploração & Produção de Petróleo: Uma Abordagem Multicritério*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- MORAIS, J., M., 2013. *Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore.* – Brasília: Ipea: Petrobras,
- NAKAGAWA, E., Y., 1986, *Modelo para Análise de Risco na Decisão de Exploração ou Desenvolvimento de um Campo*, Dissertação de Mestrado, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- NEIVA, J., 1983, *Conheça o Petróleo e Outras Fontes de Energia*, Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro.
- NEPOMUCENO FILHO, F., 1998, *Tomada de Decisão em Projetos de Risco na Exploração de Petróleo*, Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas.
- NEWENDORP, P. D., 1975, *Decision Analysis for Petroleum Exploration*, Well Publishing Company, Tulsa-Oklahoma.
- ORTEGA, N. R. S., 2001, *Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a Problemas da Biomedicina*, Tese de Doutorado, Instituto de Física- Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA JR., 1999, *Lógica Difusa: Aspectos Práticos e Aplicações*, Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- RAIFFA, H., 1968, *Decision Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts.
- ROSS, T., J., 1995, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, McGraw-Hill, International Edition.
- SZKLO, A., S., 1996, *Percepção, Diagnóstico e Critérios de Tomada de Decisão em Risco*, Dissertação de Mestrado, PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- TANAKA, K., 1997, *An Introduction To Fuzzy Logic For Practical Applications*, Trad. Tak Niimura, Springer.
- THOMAS, J., E. (org.), 2001, *Fundamentos de Engenharia de Petróleo*, Interciência, Rio de Janeiro.
- VERMA, H., L., GROSS, C., W., 1978, *Introduction To Quantitative Methods*, Wiley/Hamilton Publication.

- VIEIRA, O.S., OLIVEIRA, V.N., SATYAMURTY, P., ANDREAOLI, V.R., 2014, *Aplicação do Método Fuzzy na Classificação da Zona de Convergência do Atlântico Sul no Sul da Amazônia*, Revista Brasileira de Meteorologia, v.29, n.4, 621 – 631, São José dos Campos, SP.
- XEXÉO, G., 2001, *Apostila do Curso de Lógica e Conjuntos Fuzzy*, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 11-19 de junho.
- YAGER, R., R., (1986), *A characterization of the extension principle*, ” *Fuzzy Sets Syst*, vol. 18, pp. 205–217
- YANG, X. et al. *A study on Fuzzy reasoning mechanism based on extension principle*. IEEE Transaction on Fuzzy Systems, San Antonio, v.1, p.185-190
- ZADEH, L., (1975), *The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning, Part I*, *Inf. Sci.*, vol. 8, pp. 199–249.
- ZADEH, L.A., (1973). *Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes*. IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics, Vol.3: 28-44.
- ZILIO, L.B., (2009), *Análise Comparativa da viabilidade econômico financeira para instalação de Destilaria de Etanol de Cana-de-Açúcar no Norte de Goiás e no Vale do São Francisco/BA: Um Estudo de Caso*. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo.
- ZIMMERMANN, H.-J., 1994, *Fuzzy Set Theory And Its Applications*, 2nd ed., Kluwer Academic Publishers.

WEB-SITES CONSULTADOS

ABRQRS, *Associação Brasileira de Química do Rio Grande do Sul*, <http://abqrs.com.br/reservas-pre-sal/>

ANP, *Agência Nacional do Petróleo*, www.anp.gov.br

HALLIBURTON, *Halliburton Company*, www.halliburton.com

MCT, *Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação*, <http://www.mcti.gov.br/>

TRADING ECONOMICS, <http://pt.tradingeconomics.com>

PETROBRAS, *Petróleo Brasileiro S.A.*, www.petrobras.com.br

SPE, *Society of Petroleum Engineers*, www.spe.org

PETROLEOETC, *Noções de Geologia*, www.petroleoetc.com.br

INDEXMUNDI, *Data Portal that Gathers Facts and Statistics from Multiple Sources*, <http://www.indexmundi.com/>

Apêndice A

Regras de Inferência Fuzzy da Primeira Etapa:

A.1 Banco de Regras Chances de Sucesso

- 1. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 2. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 3. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is experiente) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 4. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 5. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 6. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 7. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 8. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 8. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 9. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 10. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is experiente) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 11. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) then (Chances-de-Sucesso is muito-alta) (1)
- 12. If (FatorRecuperacao is baixo) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)

- 13. If (FatorRecuperacao is baixo) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 14. If (FatorRecuperacao is baixo) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 15. If (FatorRecuperacao is medio) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 16. If (FatorRecuperacao is medio) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 17. If (FatorRecuperacao is medio) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 18. If (FatorRecuperacao is alto) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 19. If (FatorRecuperacao is alto) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 20. If (FatorRecuperacao is alto) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is muito-alta) (1)
- 21. If (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 22. If (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 23. If (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 24. If (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 25. If (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 26. If (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 27. If (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 28. If (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 29. If (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)

- 30. If (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 31. If (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is muito-alta) (1)
- 32. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 33. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 34. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 35. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 36. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 37. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 38. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is experiente) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 39. If (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 40. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 41. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 42. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 43. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 44. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 45. If (FatorRecuperacao is baixo) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)

- 46. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 47. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 48. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 49. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixissima) (1)
- 50. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 51. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 52. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 53. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 54. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 55. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 56. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 57. If (FatorRecuperacao is medio) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 58. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 59. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)
- 60. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is inexperiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 61. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is baixa) (1)

- 62. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 63. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is pouco-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 64. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 65. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 66. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 67. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is baixa) then (Chances-de-Sucesso is media) (1)
- 68. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is media) then (Chances-de-Sucesso is alta) (1)
- 69. If (FatorRecuperacao is alto) and (ExperienciaProfissional is muito-experiente) and (Tecnologia is alta) then (Chances-de-Sucesso is muito-alta) (1)

A.2 Banco de Regras Incerteza Ambiental

- 1. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is pequeno) (1)
- 2. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 3. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is muito-grande) (1)
- 4. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is pequeno) (1)
- 5. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is medio) (1)
- 6. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 7. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is muito-pequeno) (1)

- 8. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is pequeno) (1)
- 9. If (AcidoSulfidrico is bom) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 10. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is medio) (1)
- 11. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 12. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is muito-grande) (1)
- 13. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is pequeno) (1)
- 14. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is medio) (1)
- 15. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 16. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is pequeno) (1)
- 17. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is medio) (1)
- 18. If (AcidoSulfidrico is tolerante) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 19. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is medio) (1)
- 20. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 21. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is ruim) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is muito-grande) (1)
- 22. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is medio) (1)
- 23. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)
- 24. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is intermediario) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is muito-grande) (1)

- 25. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is pouco-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is pequeno) (1)
- 26. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is medio) (1)
- 27. If (AcidoSulfidrico is prejudicial) and (Clima is bom) and (Leis-Ambientais is muito-rigorosas) then (Incerteza-Ambiental is grande) (1)

A.3 Banco de Regras Incerteza Exploratória

- 1. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-Exploratorio is muito-pequeno) (1)
- 2. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-Exploratorio is muito-pequeno) (1)
- 3. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-Exploratorio is pequeno) (1)
- 4. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is alto) (1)
- 5. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-Exploratorio is alto) (1)
- 6. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is pequeno) (1)
- 7. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is pequeno) (1)
- 8. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-
Exploratorio is mediano) (1)
- 9. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is
alto) (1)

- 10. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-
Exploratorio is alto) (1)
- 11. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-desenvolver)
and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-Exploratorio is
pequeno) (1)
- 12. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-desenvolver)
and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-Exploratorio is
mediano) (1)
- 13. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-desenvolver)
and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-Exploratorio is mediano)
(1)
- 14. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-desenvolver)
and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is alto) (1)
- 15. If (Incerteza-Política is estavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-desenvolver)
and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-Exploratorio is muito-
alto) (1)
- 16. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is
padrao) and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is muito-pequeno) (1)
- 17. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is
padrao) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is pequeno) (1)
- 18. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is
padrao) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-Exploratorio is
pequeno) (1)
- 19. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is
padrao) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is
mediano) (1)
- 20. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is
padrao) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-Exploratorio is
alto) (1)

- 21. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is mediano) (1)
- 22. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is mediano) (1)
- 23. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-
Exploratorio is alto) (1)
- 24. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is
muito-alto) (1)
- 25. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-
Exploratorio is muito-alto) (1)
- 26. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is mediano) (1)
- 27. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is mediano) (1)
- 28. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-
Exploratorio is alto) (1)
- 29. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is
alto) (1)
- 30. If (Incerteza-Política is pouco-variacao) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-Exploratorio
is muito-alto) (1)
- 31. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and
(Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-Exploratorio is
mediano) (1)

- 32. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-Exploratorio is mediano) (1)
- 33. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-Exploratorio is alto) (1)
- 34. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is alto) (1)
- 35. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is padrao) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-Exploratorio is muito-alto) (1)
- 36. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is mediano) (1)
- 37. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is alto) (1)
- 38. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-
Exploratorio is alto) (1)
- 39. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is
muito-alto) (1)
- 40. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is em-
implementacao) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-
Exploratorio is muito-alto) (1)
- 41. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is rara-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is mediano) (1)
- 42. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is pouca-incidencia) then (Incerteza-
Exploratorio is alto) (1)
- 43. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-
desenvolver) and (Incerteza-Geológica is moderada) then (Incerteza-
Exploratorio is alto) (1)

- 44. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-desenvolver) and (Incerteza-Geológica is alta) then (Incerteza-Exploratorio is muito-alto) (1)
- 45. If (Incerteza-Política is instavel) and (Incerteza-Tecnológica is a-desenvolver) and (Incerteza-Geológica is altissima) then (Incerteza-Exploratorio is muito-alto) (1)

A.4 Banco de Regras Qualidade de Reserva

- 1. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 2. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 3. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 4. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 5. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 6. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 7. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 8. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)

- 9. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 10. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 11. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 12. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 13. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 14. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 15. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 16. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 17. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 18. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 19. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)

- 20. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 21. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 22. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 23. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 24. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 25. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 26. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 27. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 28. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 29. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 30. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)

- 31. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 32. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 33. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 34. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 35. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is excelente) (1)
- 36. If (Profundidade is rasa) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is excelente) (1)
- 37. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 38. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 39. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 40. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 41. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)

- 42. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 43. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 44. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 45. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 46. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 47. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 48. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 49. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 50. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 51. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 52. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)

- 53. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 54. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 55. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 56. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 57. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 58. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 59. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 60. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 61. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 62. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 63. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)

- 64. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 65. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 66. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 67. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 68. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 69. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 70. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 71. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 72. If (Profundidade is media) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 73. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 74. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)

- 75. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 76. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 77. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 78. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 79. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 80. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 81. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 82. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 83. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 84. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 85. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)

- 86. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 87. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 88. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 89. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 90. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 91. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 92. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 93. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 94. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 95. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 96. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)

- 97. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 98. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 99. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 100. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 101. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 102. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 103. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 104. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 105. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 106. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 107. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)

- 108. If (Profundidade is profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)
- 109. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 110. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 111. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 112. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 113. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 114. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 115. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 116. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 117. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is extrapesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 118. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)

- 119. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 120. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 121. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 122. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 123. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 124. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 125. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 126. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is pesado) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 127. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 128. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 129. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)

- 130. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is ruim) (1)
- 131. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 132. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 133. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 134. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 135. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is mediano) and (Tamanho-da-Reserva is grande) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 136. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is pessima) (1)
- 137. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 138. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is pequena) and (Porosidade is alta-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 139. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is baixa-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is media) (1)
- 140. If (Profundidade is ultra-profunda) and (GrauAPI is leve) and (Tamanho-da-Reserva is media) and (Porosidade is media-porosidade) then (Qualidade-da-Reserva is boa) (1)

A.5 Banco de Regras VPL

- 1. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 2. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is médio) (1)
- 3. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 4. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 5. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 6. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 7. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 8. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 9. If (Receitas is baixa) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 10. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 11. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 12. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 13. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 14. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 15. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)

- 16. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 17. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 18. If (Receitas is baixa) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 19. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 20. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 21. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 22. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 23. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 24. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 25. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 26. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 27. If (Receitas is baixa) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 28. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 29. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is médio) (1)
- 30. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 31. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 32. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)

- 33. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 34. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 35. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 36. If (Receitas is média) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 37. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 38. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 39. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 40. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 41. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 42. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 43. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 44. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 45. If (Receitas is média) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 46. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 47. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 48. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 49. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)

- 50. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 51. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 52. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 53. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 54. If (Receitas is média) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 55. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is muito-alto) (1)
- 56. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is muito-alto) (1)
- 57. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is alto) (1)
- 58. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is muito-alto) (1)
- 59. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is alto) (1)
- 60. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is médio) (1)
- 61. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 62. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is médio) (1)
- 63. If (Receitas is alta) and (Despesas is baixa) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 64. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is alto) (1)
- 65. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is médio) (1)
- 66. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)

- 67. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is alto) (1)
- 68. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is médio) (1)
- 69. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 70. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 71. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 72. If (Receitas is alta) and (Despesas is média) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 73. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 74. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 75. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is baixo) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 76. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is baixa) then (VPL is médio) (1)
- 77. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is média) then (VPL is pequeno) (1)
- 78. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is médio) and (TMA is alta) then (VPL is pequeno) (1)
- 79. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is baixa) then (VPL is pequeno) (1)
- 80. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is média) then (VPL is Insuficiente) (1)
- 81. If (Receitas is alta) and (Despesas is alta) and (Cambio is alto) and (TMA is alta) then (VPL is Insuficiente) (1)

Apêndice B

○

Regras de Inferência Fuzzy da Segunda Etapa:

B.1 Banco de Regras Prospecto Petrolífero

- 1. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 2. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 3. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 4. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 5. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 6. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 7. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 8. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 9. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 10. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 11. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 12. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 13. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 14. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 15. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 16. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 17. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 18. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 19. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 20. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 21. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 23. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 22. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 23. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 24. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 25. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 26. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 27. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 28. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 29. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 30. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 31. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 32. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 33. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 34. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 35. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 36. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 37. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 38. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 39. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 40. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 41. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 42. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 43. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 44. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 45. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 46. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 47. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 48. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 49. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 50. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 51. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 52. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)

- 53. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 54. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 55. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is não-recomendado) (1)
- 56. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is não-recomendado) (1)
- 57. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is não-recomendado) (1)
- 58. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is não-recomendado) (1)
- 59. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 60. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 61. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 62. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 63. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 64. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 65. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 66. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 67. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 68. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 69. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 70. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 71. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 72. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 73. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 74. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 75. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 76. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 77. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 78. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 79. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 80. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 81. If (VPL is pequeno) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 82. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 83. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 84. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 85. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)

- 86. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 87. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 88. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 89. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 90. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 91. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 92. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 93. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 94. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 95. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 96. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)

- 97. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 98. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 99. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 100. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 101. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 102. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 103. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 104. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 105. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 106. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 107. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)

- 108. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 109. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 110. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 111. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 112. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 113. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 114. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 115. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 116. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 117. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 118. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)

- 119. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 120. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 121. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 122. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 123. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 124. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 125. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 126. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 127. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 128. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 129. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 130. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 131. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 132. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 133. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 134. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 135. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 136. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 137. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 138. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 139. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 140. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)

- 141. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 142. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 143. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 144. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 145. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 146. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 147. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 148. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 149. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 150. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 151. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)

- 152. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 153. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 154. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 155. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 156. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 157. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 158. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 159. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 160. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 161. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 162. If (VPL is médio) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)

- 163. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 164. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 165. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 166. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 167. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 168. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 169. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 170. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 171. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 172. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 173. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)

- 174. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 175. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 175. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 176. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 177. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 178. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 179. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 180. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 181. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 182. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 183. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)

- 184. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 185. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 186. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 187. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 188. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 189. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is pequena) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 190. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 191. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 192. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 193. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 194. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)

- 195. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 196. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 197. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 198. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 199. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 200. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 201. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 202. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 203. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 204. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 205. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)

- 206. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 207. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 208. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 209. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 210. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 211. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 212. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 213. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 214. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 215. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 216. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is moderada) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)

- 217. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 218. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 219. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 220. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 221. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 222. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 223. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 224. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 225. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is pequena) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 226. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 227. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)

- 228. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 229. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 230. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 231. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is pouco-recomendado) (1)
- 232. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 233. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 234. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is media) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 235. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 236. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 237. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is ruim) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 238. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)

- 239. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 240. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is media) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is viável) (1)
- 241. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is pequena) then (Prospecto-Petrolífero is fortemente-recomendado) (1)
- 242. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is media) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)
- 243. If (VPL is alto) and (Incerteza-Exploratória is alta) and (Chances-de-Sucesso is grande) and (Qualidade-da-Reserva is boa) and (Incerteza-Ambiental is grande) then (Prospecto-Petrolífero is recomendado) (1)