

MS877 : Projeto Supervisionado II

Aluno: Bruno Luís Hönigmann Cereser RA:072864
Orientador: Prof. Dr. Laércio Luis Vendite

1 Objetivos do Trabalho

O objetivo desse trabalho é, agora que já sabemos um pouco sobre a lógica fuzzy, tentar aplicar ela ao mercado financeiro, de forma parecida a feita no artigo [2]. Segue abaixo os itens a serem tratados nesse relatório:

1. Construção de modelos para a Tomada de Decisões no Mercado Financeiro
2. Análise dos resultados obtidos

2 Introdução

A lógica fuzzy (nebulosa) permite a associação entre dados lingüísticos e numéricos ao mesmo tempo e recentemente a lógica fuzzy tem estado presente em aplicações no mundo dos negócios, como por exemplo um sistema de pedidos de reembolso de seguros foi projetado pela General Cologne Re (VON ALTROCK (2002)), ajudando companhias de seguro identificar pedidos "legítimos" e pedidos "suspeitos" de fraude. Atualmente, mais de 20 das maiores companhias de seguro européias estão utilizando o sistema que tem demonstrado eficiência de 85%.

Na área de análise de risco, especialistas tem com sucesso automatizado sistemas de decisões através das regras fuzzy. A dominante alemã de cartão de crédito e débito em transações estrangeiras, GZS Corporation, usou a automatização de seu conhecimento em análise de risco com a lógica fuzzy (VON ALTROCK (2002)). Segundo a empresa, 9 entre 10 transações de risco são automaticamente identificadas corretamente e a transação bloqueada antes da autorização.

A utilização de informação lingüística é mais fácil que traduzir a realidade em variáveis numéricas. No mercado financeiro os analistas tentam traduzir os números em palavras. Para a decisão de investir, por exemplo, em ações da BOVESPA o gestor quer saber quando a bolsa está em baixa, para fazer aquisições de ações mais baratas. A regra lógica então deve ser elaborada, levando em conta a experiência do gestor. Porém, é necessário compreender como são criadas as regras. Nesse ponto é que entra o sistema especialista, ou ainda, um especialista do setor para ajudar na criação de regras mais complexas. Esse especialista, diante dos fatos observados, teria uma excelente noção dos acontecimentos, mas não saberia traduzir em números as respostas para por que comprar ou por que tomar a decisão de vender. O especialista sabe quando, e sabe porque, mas talvez não consiga explicar matematicamente porque sabe, ou como sabe. Ele provavelmente dirá que é um instinto, é uma observação. Cabe então a quem estiver criando as regras fuzzy traduzir essa experiência do gestor em termos das funções de pertinências e suas intersecções.

2.1 Construção de modelos para a Tomada de Decisões no Mercado Financeiro

2.1.1 Primeira Tentativa

Nessa parte, que é a mais importante desse trabalho de iniciação científica, em uma primeira tentativa foram coletados dados do dólar e SELIC no site do banco central e dados da inflação no site do portal brasil, do período que vai de janeiro a dezembro do ano de 2008, como mostra a Tabela 1.

Mês/ano	Dólar	Inflação	SELIC(anual)
Janeiro-08	1.87	0.54	10.46
Fevereiro-08	1.85	0.49	10.79
Março-08	1.81	0.48	10.96
Abril-08	1.80	0.55	11.48
Mai-08	1.77	0.79	12.15
Junho-08	1.75	0.74	12.85
Julho-08	1.71	0.53	13.59
Agosto-08	1.68	0.28	13.90
Setembro-08	1.73	0.26	13.92
Outubro-08	1.88	0.45	13.76
Novembro-08	2.04	0.36	13.77
Dezembro-08	2.19	0.28	13.19

Tabela 1: Dados coletados do dólar, inflação e SELIC do ano de 2008

Após coletarmos os dados, notamos durante a análise dos mesmos, que não era possível criar uma base de regras fuzzy que funcionasse de maneira eficiente durante a defuzzificação, ou seja, não foi possível fazer em MatLab um programa que entrando com os dados da inflação e o dólar do mês desejado ele retornasse o valor da SELIC próximo do valor registrado no mês em questão. Isso aconteceu, provavelmente, devido ao intervalo ser muito pequeno (de 1 ano), pois para a criação da base de regras fuzzy precisamos de um padrão, por exemplo, quando dizemos "Se dólar ALTO e inflação ALTA" podemos ter qualquer SELIC, pois se observarmos os dados, vamos notar que não há um dólar de alta cotação (próximo de 2.10) junto com uma inflação alta (próxima de 0.7), outro motivo é também por ser um período de crise entre aproximadamente Abril-08 a Janeiro-09 sendo a SELIC de difícil previsão pois em tempos de crise é natural aumentar a taxa básica de juros para reduzir o dinheiro em circulação.

2.1.2 Segunda Tentativa

Nessa segunda tentativa os dados do dólar, inflação e SELIC cotada anualmente mês-a-mês foram coletados todos no site do banco central, seguem abaixo na Tabela 2

Mês/ano	Dólar	Inflação	SELIC	SELIC do programa
Fevereiro-06	2.61	0.41	12.19	12.0

Março-06	2.54	0.43	11.98	12.1
Abril-06	2.51	0.21	11.86	12.0
Mai-06	2.49	0.10	11.92	11.9
Junho-06	2.51	0.21	12.06	12.0
Julho-06	2.50	0.19	12.12	12.0
Agosto-06	2.48	0.05	11.98	11.8
Setembro-06	2.45	0.21	11.70	11.5
Outubro-06	2.45	0.33	11.44	11.5
Novembro-06	2.43	0.31	11.15	11.3
Dezembro-06	2.40	0.48	10.96	11.3
Janeiro-07	2.37	0.44	10.78	10.9
Fevereiro-07	2.33	0.44	10.67	10.6
Março-07	2.27	0.37	10.44	9.76
Abril-07	2.21	0.25	10.19	9.72
Mai-07	2.14	0.28	9.82	9.73
Junho-07	2.07	0.28	9.61	9.73
Julho-07	2.05	0.24	9.51	9.72
Agosto-07	2.01	0.47	9.61	10.7
Setembro-07	2.00	0.18	9.76	9.75
Outubro-07	1.96	0.30	9.84	9.79
Novembro-07	1.90	0.38	9.90	9.87
Dezembro-07	1.89	0.74	10.06	11.0
Janeiro-08	1.87	0.54	10.46	10.8
Fevereiro-08	1.85	0.49	10.79	10.5
Março-08	1.81	0.48	10.96	9.80
Abril-08	1.80	0.55	11.48	9.81
Mai-08	1.77	0.79	12.15	9.77
Junho-08	1.75	0.74	12.85	9.76
Julho-08	1.71	0.53	13.59	9.81
Agosto-08	1.69	0.28	13.90	9.73
Setembro-08	1.73	0.26	13.92	9.74
Outubro-08	1.88	0.45	13.76	10.7
Novembro-08	2.04	0.36	13.77	9.75
Dezembro-08	2.19	0.28	13.19	9.73
Janeiro-09	2.25	0.48	13.93	10.7

Tabela 2: Dados do dólar, inflação e SELIC de 2006 a 2009

Apartir desses dados e com esse período mais longo foi possível montar a base de regras fuzzy, descrita abaixo:

- Se dólar BAIXO e inflação BAIXA então SELIC BAIXA

- Se dólar BAIXO e inflação MÉDIA então SELIC BAIXA
- Se dólar BAIXO e inflação ALTA então SELIC BAIXA
- Se dólar MÉDIO e inflação BAIXA então SELIC BAIXA
- Se dólar MÉDIO e inflação MÉDIA então SELIC MÉDIA
- Se dólar MÉDIO e inflação ALTA então SELIC MÉDIA
- Se dólar ALTO e inflação BAIXA então SELIC MÉDIA
- Se dólar ALTO e inflação MÉDIA então SELIC ALTA
- Se dólar ALTO e inflação ALTA então SELIC ALTA

Passando essa base de regras para o tool box de fuzzy do MatLab e com a construção das funções de pertinência para as variáveis de entrada dólar (Figura 1) e inflação (Figura 2) e para a variável de saída SELIC (Figura 3).

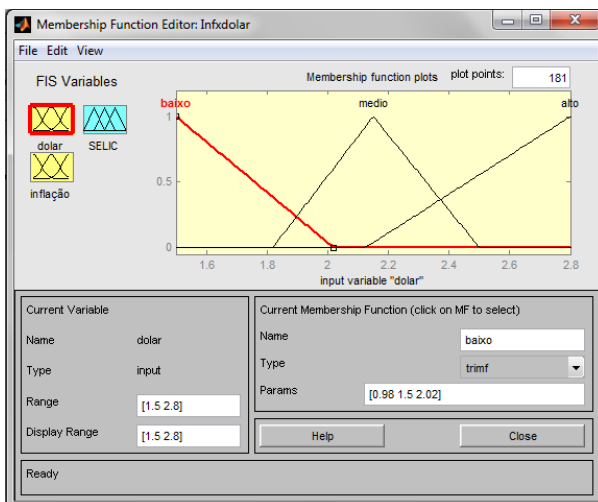


Figura 1: Dólar

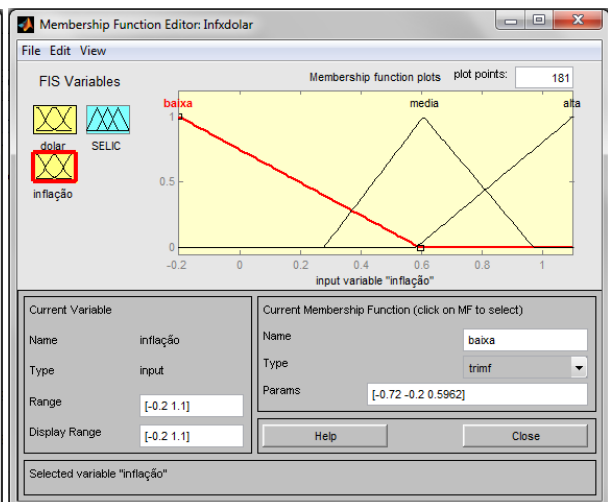


Figura 2: Inflação

Com esse programa feito em MatLab conseguimos aproximar os dados da SELIC da Tabela 2 como mostra a 5ª coluna, isso para os dados fora do período de crise que seria de aproximadamente de Abril-08 a Janeiro-09 , pois o programa não tem "memória" da inflação acumulada até o momento e não sabe se a inflação acumulada esta ou não muito alta, e que não importando a inflação ou o dólar do mês , devemos aumentar a taxa de juros, fora esse período, o programa fornece uma aproximação muito boa para a SELIC na maioria dos casos.

2.1.3 Terceira Tentativa

Essa tentativa foi feita pois foi notado que os dados do dólar da Segunda Tentativa estão normalizados (projetados) para o ano de 2009, então foi feita uma nova coleta de dados, da

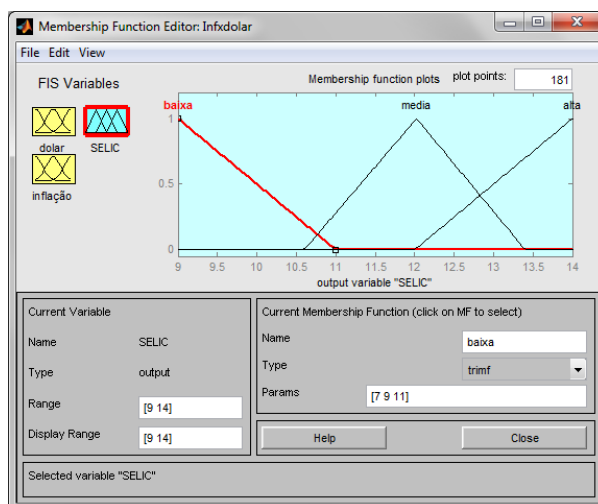


Figura 3: SELIC

inflação (IPCA), dólar e da SELIC do período que vai de janeiro de 2006 até novembro de 2009, nos sites do ipea e do banco central, esses dados estão colocados na Tabela 3.

Mês/ano	Dólar	Inflação	SELIC	SELIC do programa
Novembro-06	2.16	0.31	13.68	12.7
Dezembro-06	2.15	0.48	13.18	13.1
Janeiro-07	2.14	0.44	13.19	13.0
Fevereiro-07	2.10	0.44	13.18	12.8
Março-07	2.09	0.37	12.93	12.7
Abril-07	2.03	0.25	12.68	12.5
Mai-07	1.98	0.28	12.43	12.4
Junho-07	1.93	0.28	12.43	12.2
Julho-07	1.88	0.24	11.93	12.0
Agosto-07	1.96	0.47	11.43	12.6
Setembro-07	1.90	0.18	11.43	12.1
Outubro-07	1.80	0.30	11.18	11.4
Novembro-07	1.76	0.38	11.18	11.3
Dezembro-07	1.79	0.74	11.18	11.2
Janeiro-08	1.77	0.54	11.18	11.3
Fevereiro-08	1.73	0.49	11.18	11.3
Março-08	1.71	0.48	11.18	11.3
Abril-08	1.69	0.55	11.18	11.3
Mai-08	1.66	0.79	11.61	11.2
Junho-08	1.62	0.74	11.64	11.2
Julho-08	1.59	0.53	12.17	11.3
Agosto-08	1.61	0.28	12.92	11.3
Setembro-08	1.80	0.26	12.91	11.3
Outubro-08	2.28	0.45	13.66	13.1
Novembro-08	2.27	0.36	13.65	12.7
Dezembro-08	2.31	0.28	13.65	12.9
Janeiro-09	2.31	0.48	13.67	13.1
Fevereiro-09	2.31	0.55	12.66	13.0
Março-09	2.31	0.20	12.66	13.0

Tabela 3: Dados coletados do dólar, inflação e SELIC

Durante a coleta foi encontrado um novo dado interessante, a SELIC mensal, que seu uso será mencionado mais adiante. Para esse caso foi feita a seguinte base de regras fuzzy através da observação dos dados da Tabela 3 :

- Se dólar BAIXO e inflação BAIXA então SELIC MÉDIA
- Se dólar BAIXO e inflação MÉDIA então SELIC MÉDIA
- Se dólar BAIXO e inflação ALTA então SELIC BAIXA

- Se dólar MÉDIO e inflação BAIXA então SELIC BAIXA
- Se dólar MÉDIO e inflação MÉDIA então SELIC ALTA
- Se dólar MÉDIO e inflação ALTA então SELIC MÉDIA

- Se dólar ALTO e inflação BAIXA então SELIC ALTA
- Se dólar ALTO e inflação MÉDIA então SELIC ALTA
- Se dólar ALTO e inflação ALTA então SELIC ALTA

Passando essa base de regras fuzzy e as funções de pertinência abaixo (Figuras 4, 5 e 6) para o MatLab:

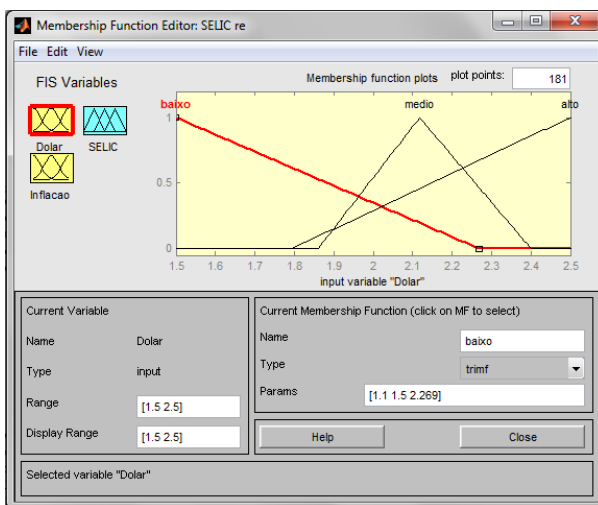


Figura 4: Dólar

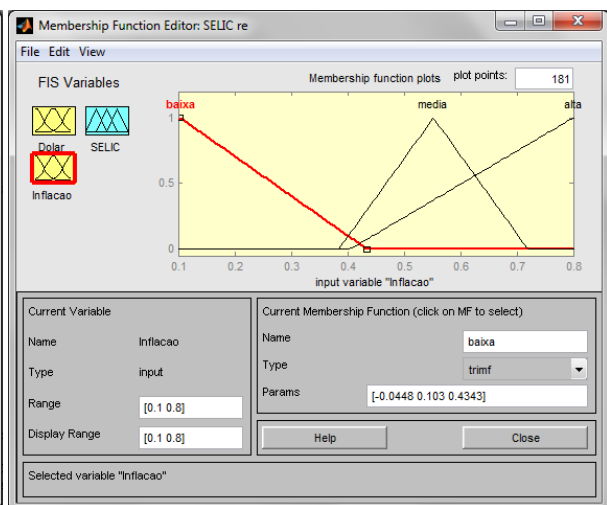


Figura 5: Inflação

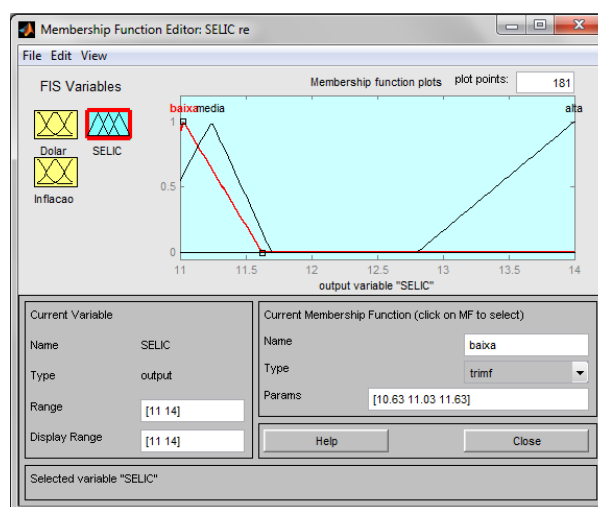


Figura 6: SELIC

Assim como o programa da seção anterior, esse programa feito em MatLab também consegue

aproximar a SELIC com boa precisão, e tem melhor aproximação também durante o período de crise.

2.1.4 Índice Ibovespa

Após todo esse estudo sobre a SELIC, foram coletados dados da Ibovespa também do site do ipea para um possível estudo de seu comportamento conforme as variáveis estudadas até agora: dólar, inflação (IPCA) e SELIC, esses dados estão na Tabela 4, onde a SELIC esta na cotação mensal, pois o índice ibovespa é cotado mensalmente.

Ano/Mês	Dólar	Inflação	SELIC	Ibovespa
2006.01	2.22	0.59	1.42	14.73
2006.02	2.13	0.41	1.15	0.59
2006.03	2.17	0.43	1.42	-1.71
2006.04	2.09	0.21	1.08	6.36
2006.05	2.30	0.1	1.28	-9.50
2006.06	2.16	-0.21	1.18	0.27
2006.07	2.18	0.19	1.17	1.22
2006.08	2.14	0.05	1.26	-2.27
2006.09	2.17	0.21	1.06	0.59
2006.10	2.14	0.33	1.09	7.71
2006.11	2.16	0.31	1.02	6.79
2006.12	2.15	0.48	0.99	6.06
2007.01	2.14	0.44	1.08	0.38
2007.02	2.10	0.44	0.87	-1.67
2007.03	2.09	0.37	1.05	4.35
2007.04	2.03	0.25	0.94	6.88
2007.05	1.98	0.28	1.03	6.76
2007.06	1.93	0.28	0.91	4.06
2007.07	1.88	0.24	0.97	-0.38
2007.08	1.96	0.47	0.99	0.83
2007.09	1.90	0.18	0.80	10.66
2007.10	1.80	0.30	0.93	8.02
2007.11	1.76	0.38	0.84	-3.53
2007.12	1.79	0.74	0.84	1.40
2008.01	1.77	0.54	0.93	-6.88
2008.02	1.73	0.49	0.80	6.72
2008.03	1.71	0.48	0.84	-3.97
2008.04	1.69	0.55	0.90	11.31
2008.05	1.66	0.79	0.88	6.96
2008.06	1.62	0.74	0.96	-10.44
2008.07	1.59	0.53	1.07	-8.47
2008.08	1.61	0.28	1.02	-6.42

2008.09	1.80	0.26	1.10	-11.02
2008.10	2.28	0.45	1.18	-24.79
2008.11	2.27	0.36	1.02	-1.77
2008.12	2.31	0.28	1.12	2.60
2009.01	2.31	0.48	1.05	4.66
2009.02	2.31	0.55	0.86	-2.84
2009.03	2.31	0.20	0.97	7.18
2009.04	2.18	0.48	0.84	15.54
2009.05	1.97	0.47	0.77	12.49
2009.06	1.95	0.36	0.76	-3.26
2009.07	1.87	0.24	0.79	6.41
2009.08	1.89	0.15	0.69	3.15
2009.09	1.78	0.24	0.79	8.90
2009.10	1.75	0.28	0.69	0.05

Tabela 4: Dados coletados do dólar, inflação, SELIC e Ibovespa

Infelizmente não foi possível encontrar qualquer relação entre esses índices para assim contruir uma base de regras e um possível programa que ajudasse a prever o índice Ibovespa.

3 Dificuldades encontradas

A maior dificuldade desse trabalho está em encontrar as funções de pertinência ou uma boa aproximação para elas, pois no artigo não é citada nenhuma equação para os casos tratados nele, apenas é dito a natureza dela (gaussiana, triangular, etc). Também encontramos dificuldade em encontrar uma fonte de dados coerente, pois muitas vezes dados de diferentes lugares em um mesmo período não estão em uma faixa aceitável de tolerância, e isso só era notado após várias tentativas de montar a base de regras sem sucesso, o que tomou muito tempo. É relevante citar também a falta de um especialista experiente na área de mercado financeiro para direcionar melhor o trabalho, pois ele saberia de imediato como montar a parte lingüística (base de regras) da modelagem fuzzy.

4 Conclusões e Perspectivas Futuras

Esse trabalho de iniciação científica mostrou que em um certo período é possível aproximar a SELIC através do dólar e da inflação (IPCA) com a lógica fuzzy, porém deixou a desejar na parte que diz respeito em como obter isso, pois nesse trabalho foi obtido sucesso em aproximar os dados do período de novembro de 2006 até março de 2009, mais não foi encontrada uma forma de escrever a função de pertinência para cada variável do nosso problema que não seja por inspeção, nem sequer conseguimos dizer qual a melhor função para isso (gaussiana, triangular, etc), isso devido a falta de tempo e de conhecimento mais aprofundado nas áreas de mercado de

ações que ajudaria na montagem da base de regras fuzzy atribuindo corretamente os pesos para cada regra criada, e também faltou conhecimento na parte estatística que ajudaria obtenção de dados e na montagem das funções de pertinência. Para a continuação desse trabalho é necessário uma teorização maior nesse parte, ou seja, conseguir uma forma de dizer com certa exatidão como montar a função de pertinência, a parte da montagem de regras ficaria por conta de um especialista experiente que saberia dizer quais situações (regras fuzzy no caso) teriam mais influência (peso de cada regra no nosso caso).

Referências

- [1] A. ASSAF NETO. *“Mercado Financeiro”*. Ed. Atlas, São Paulo, (2001).
- [2] M.A.L. CAETANO. *Lógica fuzzy para tomada de decisão em negócios e finanças*. Revista de Economia e Administração., V.5. n. 1. 12-39p. jan./mar. 2006.
- [3] J.C. LAPONNI. *Matemática Financeira*. E. Laponni, (2004).
- [4] E.H. MAMDANI. *Application of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant*. Proc. IEE. v. 121.no. 12. 1974,pp 1585-1588.
- [5] J. M. MENDEL. *Fuzzy Logic systems for engineering: A Tutorial*. Proc. IEEE. v. 83, n. 3. 1995. pp 345-377.
- [6] W; GOMIDE PEDRYCZ. *F. An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design. 1. ed. Cambridge*. Massachusetts, Lond: MIT Press/ ISBN 0-262-16171-0 Hard Cover, 1998. v. 01. 465 p.