

## **Proposta para avaliação de fornecedores de matéria prima para uma indústria joalheira utilizando um sistema fuzzy**

Evanio Henrique Zorzate (UFMS) [zorzate@batlab.ufms.br](mailto:zorzate@batlab.ufms.br)

Luciana Cambraia Leite (UFMS) [luciana@del.ufms.br](mailto:luciana@del.ufms.br)

Carlos Rafael Zorzate (UNIRP) [carlozorzate@fg.com.br](mailto:carlozorzate@fg.com.br)

José Antonio de Lima [josealima@yahoo.com.br](mailto:josealima@yahoo.com.br)

### **Resumo**

*No mercado globalizado as relações entre fornecedores e compradores assumem proporções estratégicas nas empresas em termos financeiros e de qualidade no fornecimento. Neste cenário, métodos de avaliação e classificação de fornecedores são importantes, pois possibilitam as empresas clientes mensurar o desempenho do fornecedor segundo critérios pré-estabelecidos por elas, e assim proporcionar negócios com base em relações saudáveis, com capacidade de atender as especificações estabelecidas, agregando maior valor ao negócio. No segmento de fabricação de jóias é de extrema importância a avaliação dos fornecedores principalmente os de matéria prima, no caso ouro e pedras preciosas, devido à qualidade e ao valor que estes representam no produto acabado. Este trabalho propõe um sistema baseado em lógica fuzzy para uma empresa de fabricação de jóias que permite realizar a avaliação e classificação dos fornecedores de matéria prima, com ênfase em indicadores de desempenho de produtos estabelecidos pela empresa, e em indicadores de processos. O sistema proposto é simples, podendo ser aplicado em outros segmentos empresariais com ajustes nos conjuntos fuzzy caso necessário, não exige do operador conhecimento técnico específico e os resultados obtidos e apresentados aqui, através de simulações e através de um caso real, são animadores.*

**Palavras-Chave:** Lógica fuzzy, Avaliação de fornecedores, Indústria joalheira.

### **1. Introdução**

As organizações que compreendem que qualidade adquirida, numa época de abertura de mercado, é uma das principais vantagens competitivas, garantindo diferencial diante da concorrência, estão estabelecendo estratégias de gerenciamento de suas cadeias de relacionamentos. De fato, a qualidade dos produtos fornecidos a uma empresa é fundamental para a definição do nível de qualidade do produto final ou serviço oferecido por ela aos clientes. Isto vale para toda a cadeia produtiva, de forma que o produto final terá a qualidade assegurada, somente se as partes do processo produtivo ligados a este produto tiverem qualidade. Assim, o sucesso ou fracasso de uma empresa depende, dentre outros fatores, da qualidade interna e da qualidade dos materiais e serviços recebidos. Entretanto (Hudler, 2002), tem-se observado que as pequenas e médias empresas não dispõem de um método eficaz e simples para avaliar os seus fornecedores. É difícil encontrar, uma forma ou sistemática que permita avaliar os fornecedores de uma maneira ágil, organizada, baseado em dados históricos, apresentando indicadores de desempenho, permitindo com isso, tomadas de decisões operacionais adequadas. A falta desta sistemática tem contribuído negativamente no desempenho das empresas, em função das não conformidades, que afetam seus custos e clientes.

Esta característica encontra-se presente também nas pequenas e micro empresas de fabricação de jóias, principalmente as localizadas no interior do estado de São Paulo, segundo (Minuta

do projeto setorial, 2002), a maioria das empresas não utilizam ferramentas de gestão de produção tais como, Kamban, Just-in-Time, CEP – controle estatístico do processo. Conseqüentemente não possuem uma sistemática de avaliação de fornecedores.

Portanto, faz-se necessário um sistema de gerenciamento da qualidade no fornecimento, assim as empresas poderão efetuar melhorias no seu processo de compra, focando o aperfeiçoamento da qualidade no relacionamento junto a um fornecedor específico.

Com o objetivo de auxiliar as empresas de fabricação de jóias, este trabalho propõe um sistema para avaliação e classificação de fornecedores de matéria prima através dos indicadores de desempenho dos produtos fornecidos e de processos utilizando a técnica de inteligência artificial denominada lógica *Fuzzy*, permitindo que a empresa cliente efetue de maneira simples esta avaliação. Podemos destacar algumas das vantagens e motivações que levaram a utilização da Lógica Fuzzy para a realização deste trabalho: a flexibilidade no tratamento de variáveis qualitativas e quantitativas, a facilidade de implementação computacional e a minimização dos custos inerentes às fases de modelagem e implantação de seus algoritmos.

O trabalho está estruturado em seis seções: a próxima descreve uma breve introdução a respeito da técnica de inteligência artificial denominada lógica *fuzzy*, a terceira descreve o modelo tradicional de avaliação de fornecedores e o sistema atual da empresa estudada quanto à avaliação de fornecedores de matéria prima, a quarta descreve o sistema de lógica *fuzzy* proposto para a avaliação e classificação do fornecedor de matéria prima, seguida pela simulação e os resultados obtidos do sistema, e por fim descreve as conclusões obtidas do trabalho realizado e sugestões para trabalhos futuros.

## **2. A lógica *fuzzy***

No cotidiano utilizam-se expressões como: pouco, muito, pequeno, freqüentemente, raramente, médio, bom, ruim, regular, etc., para descrever situações. Estas situações não são nitidamente definidas e não podem ser precisamente descritas. Daí a necessidade de se fazer um estudo sobre como lidar com ambigüidades, incerteza e informações vagas na resolução de problemas em que se faz necessário o auxílio matemático computacional. Em muitos problemas de física e matemática, não há dificuldade em classificar elementos como pertencentes ou não a um dado conjunto clássico. No entanto, pode-se discordar quanto ao fato de 4,5 pertencer ou não ao conjunto dos números aproximadamente iguais a 5. Neste caso a resposta não é única e objetiva; pertencer ou não vai depender do tipo de problema que se está analisando.

Existem inúmeras situações em que a relação de pertinência não está bem definida, e nestes casos, não se sabe dizer se o elemento pertence ou não a um determinado conjunto. A intenção desta técnica (Zadeh, 1965), foi justamente trabalhar de forma a flexibilizar a pertinência de elementos aos conjuntos, criando uma idéia de grau de pertinência. Podendo, assim, um determinado elemento pertencer parcialmente a um conjunto. Esta idéia foi publicada em 1965, ano em que pode ser considerado o marco do nascimento da teoria dos conjuntos *fuzzy*.

### **2.1 Sistemas *fuzzy***

Os sistemas *fuzzy* estimam funções com descrição parcial do comportamento de um dado sistema, em que especialistas podem prover o conhecimento heurístico, ou esse conhecimento pode ser inferido a partir de dados de entrada-saída do sistema. Desta forma, podemos dizer que os sistemas *fuzzy* são sistemas baseados em regras que utilizam variáveis lingüísticas difusas para executar um processo de tomada de decisão. Um Sistema de Inferência pode ser composto de cinco blocos principais:

- Base de regras: contém um conjunto de regras *fuzzy* em que as variáveis antecedentes/ conseqüentes (*Se* antecedentes *Então* conseqüentes) são variáveis lingüísticas e os possíveis valores de uma variável lingüística são representados por conjuntos difusos (*fuzzy*).
- Base de dados: define as funções de pertinência do conjunto difuso nas regras *fuzzy*. A função de pertinência apresenta o grau de pertinência de um elemento em relação a um determinado conjunto. Também chamada de função característica, ela associa cada elemento  $x$  pertencente a conjunto do universo de discurso ( $U$ ) um número real  $\mu_A(x)$  no intervalo  $[0,1]$ . Este valor representa o grau de possibilidade de que o elemento  $x$  venha a pertencer ao conjunto  $A$ , isto é, o quanto é possível para o elemento  $x$  pertencer ao conjunto  $A$ .
- Unidade de Decisão Lógica: realiza operações de inferência, para obter, a partir da avaliação dos níveis de compatibilidade das entradas com as condições impostas pela base de regras, uma ação a ser realizada pelo sistema.
- Interface de Fuzzificação: utilizando as funções de pertinência pré-estabelecidas, mapeia cada variável de entrada do sistema em graus de pertinência de algum conjunto difuso que representa a variável em questão.
- Interface de Defuzzificação: transforma os resultados difusos (números *fuzzy*) da inferência em valores de saída. Calcula a saída, baseada na inferência obtida a partir do módulo de Unidade de Decisão Lógica, compondo as funções de pertinência das variáveis lingüísticas (parte conseqüente das regras) para obter uma saída não difusa. Nesta etapa, os resultados são convertidos em valores de saída do sistema.

O sistema de inferência *fuzzy* pode ser exemplificado conforme figura 1, abaixo.

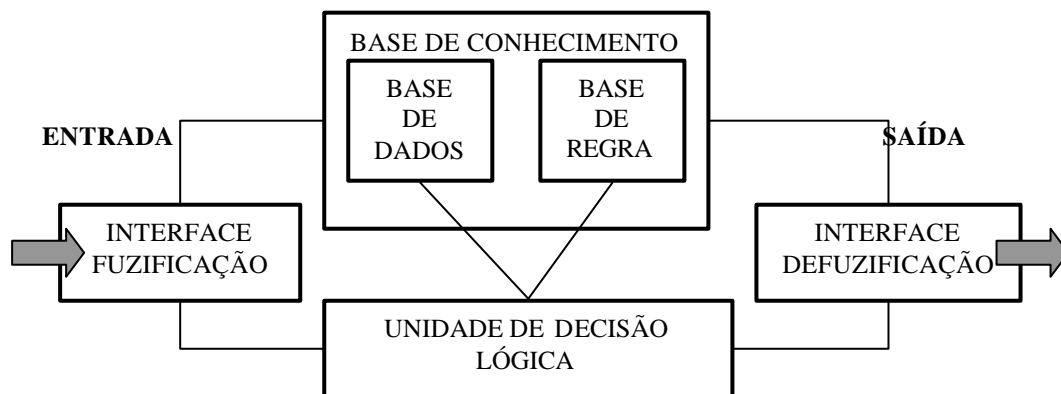


Figura 1 - Sistema de inferência *fuzzy*.

Pode-se dizer que os sistemas fuzzy são sistemas baseados em regras que utilizam variáveis lingüísticas difusas (conjuntos difusos) para executar um processo de tomada de decisão (Adilea, 2003).

### 3. Avaliação de fornecedores

Um modelo de avaliação de fornecedores deve ser elaborado conforme especificações e requisitos estabelecidos pela empresa. Sendo assim um sistema de avaliação pode tornar-se exclusivo, entretanto algumas sugestões quanto ao início deste procedimento pode ser obtido através de cursos ministrados pelos organismos de certificação. Ainda na literatura podemos encontrar alguns modelos de avaliação, por exemplo, em (Hudler, 2002), é proposto um sistema de avaliação que aplica pesos para os indicadores especificados, segundo o autor, adota-se dois tipos básicos de indicadores: resultado e processo. Os indicadores de resultado

estão diretamente relacionados aos itens fornecidos. Os indicadores de processo têm a finalidade de mensurar a qualidade das atividades dos fornecedores, estando diretamente ligadas aos fornecedores. A metodologia de indicadores de resultado e processo, descrita por (Hudler, 2002), foi adotada neste trabalho. Entretanto, uma nova terminologia é adotada para o indicador de *resultado*, este aqui será referido como indicador de *produto*.

### 3.1 A sistemática utilizada na empresa estudada

A empresa objeto de estudo possui característica de pequena empresa, porém sua marca destaca-se no cenário nacional no segmento atacadista joalheiro. Localizado em um dos principais centros joalheiros do interior do estado de São Paulo, atua na fabricação de jóias em ouro teor 0,750 ou 18 Kilates. Um dos aspectos importante que podem ser destacados referentes à gestão da empresa relaciona-se à valorização do capital humano e ao incentivo e a busca por ferramentas e modelos de gestão que possam agregar valor e otimizar os processos de fabricação. Inseridos neste ambiente, a empresa possui algumas rotinas de inspeção de matéria prima recebida. Deve-se destacar que ao referir-se a matéria prima, está-se falando de pedras preciosas e ouro. A metodologia de avaliação de material prima adquirida segue descrita como:

- a) Inspeção de pedras preciosas: nesta avaliação são considerados critérios quanto à qualidade das pedras fornecida (existência de rachaduras, riscos e impurezas), quanto à quantidade, quanto à compatibilidade de preço ao mercado, e aspectos relacionados a prazos e especificações acordadas na compra.
- b) Inspeção de metal precioso (ouro): a avaliação do metal segue praticamente os mesmo critérios estabelecidos para a aquisição de pedras preciosas, apenas diferenciando a análise de qualidade, que neste caso é realizado uma verificação do teor do ouro adquirido, seguindo uma margem de erro aceitável estabelecida pela empresa.

A empresa possui uma sistemática de registros dessas inspeções, porém, não possui um sistema definido de avaliação e classificação de fornecedores. O procedimento resumiu-se em alguns apontamentos e reclamações verbais junto ao fornecedor e este processo torna-se custoso à empresa, pois novas ocorrências podem acontecer tornando-se cíclico o processo. O fato da empresa já possuir uma rotina de inspeção para as matérias primas, facilita a implementação de um sistema de avaliação e classificação de fornecedores, fazendo-se necessários apenas alguns ajustes.

### 4. O sistema fuzzy proposto

A partir dos estudos das características da empresa foi proposto o sistema *fuzzy* que possui basicamente 3 blocos, chamados de blocos *fuzzy* I, II e III. O bloco *fuzzy* I é responsável pela avaliação dos indicadores referentes ao produto, conforme rotina já utilizada na empresa estes indicadores foram definidos como sendo: *qualidade*, *quantidade*, *preço* e *pontualidade*. O bloco *fuzzy* II é responsável pela avaliação dos indicadores referentes ao processo, estes indicadores foram definidos como: *qualidade no relacionamento* e *assistência*. E finalmente o bloco *fuzzy* III é responsável pela avaliação final do fornecedor considerando os resultados obtidos nas avaliações realizadas pelos blocos *fuzzy* I e II. A figura 2 apresenta o esquema proposto para o sistema *fuzzy* de avaliação de fornecedores de matéria prima.

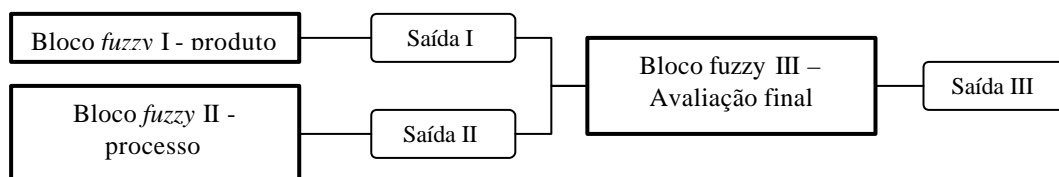


Figura 2 – Esquema do sistema *fuzzy* proposto.

#### 4.1 Definição dos conjuntos *fuzzy*

Os valores *fuzzy* para todas as variáveis e os conjuntos *fuzzy* correspondentes foram definidos segundo consulta a um especialista do setor industrial de jóias. A seguir descrevemos a estrutura de cada bloco *fuzzy* definido no sistema.

##### 4.1.1 Bloco *fuzzy* I

O bloco *fuzzy* I é estruturado em duas camadas, a primeira camada contém fatores referentes aos indicadores de produto, a saída desta camada serve como entrada para a segunda camada que resultará na avaliação final do fornecedor quanto aos indicadores de produto.

O universo de discurso definido para todos os conjuntos está representado entre 0 e 100, em que quanto mais próximo do extremo direito (100), mais próximo se estará de um valor ótimo, entretanto, isto dependerá do conjunto a ser avaliado. Por exemplo, a posição do conjunto *fuzzy* “verde” no universo de discurso para *qualidade aprovada* (Figura 3), indica um ótimo percentual de produtos que cumprem aos requisitos de qualidade estabelecidos pela empresa. Quanto à posição do conjunto *fuzzy* “vermelho” no universo de discurso para *qualidade reprovada* (Figura 4), indica um percentual ruim de produtos que não cumprem os requisitos de qualidade estabelecidos. Os formatos e suportes dos conjuntos *fuzzy* foram definidos num processo experimental durante a fase de desenvolvimento do sistema.

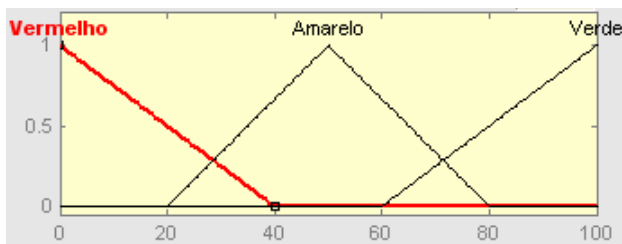


Figura 3 – Conjuntos *fuzzy* para a variável de entrada qualidade aprovada.

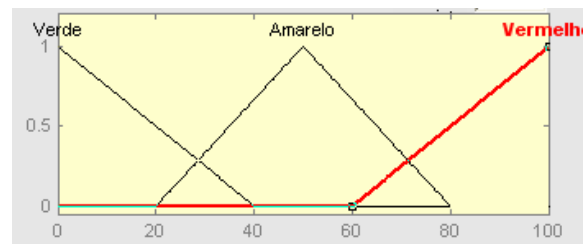


Figura 4 - Conjuntos *fuzzy* para a variável de entrada qualidade reprovada.

A primeira camada do bloco I é constituída de quatro fatores, cada qual com suas variáveis, conforme indicado abaixo:

- Fatores que definem a qualidade do produto: *Aprovada*, *Condicional (aprovado com restrição)* e *Reprovada*;
- Fatores que definem a quantidade do pedido: *Completa* e *Incompleta*;
- Fatores que definem a pontualidade de entrega: *Sem atraso*, *Até 7 dias* e *Acima de 7 dias*;
- Fatores que definem o preço do produto: *Maior que x*, *Até x* e *Menor ou igual ao preço alvo*.

Em que  $x$  indica um percentual definido pela empresa, acima do preço alvo, para o produto. Todos os fatores possuem três variáveis lingüísticas, conforme especificado pelos conjuntos *fuzzy*: vermelho, amarelo e verde. Suas funções de pertinências são apresentadas nas figuras 3 e 4.

A segunda camada do bloco I é constituída pelas variáveis que definem a avaliação final do fornecedor referente aos indicadores de produto:

- Qualidade*
- Pontualidade*

Ambas possuem três variáveis lingüísticas, conforme especificado pelos conjuntos *fuzzy*: ruim, média e boa. Suas funções de pertinência são apresentadas na Figura 6.

- Quantidade*: para esta variável, definiram-se os conjuntos *fuzzy* como não-conforme, condicional e conforme.

- *Preço*: para esta variável, definiram-se os conjuntos *fuzzy* como ruim, médio e bom.

Os valores lingüísticos para a saída da segunda camada do bloco I, são definidos pelos conjuntos *fuzzy* apresentados na figura 5. As denominações são: ruim, regular, bom e ótimo. As saídas da primeira camada são as variáveis de entrada da segunda camada. Um exemplo é apresentado na figura 6, em que os conjuntos *fuzzy* para a variável de entrada qualidade e pontualidade são os mesmo conjuntos das variáveis de saída qualidade e pontualidade da primeira camada.

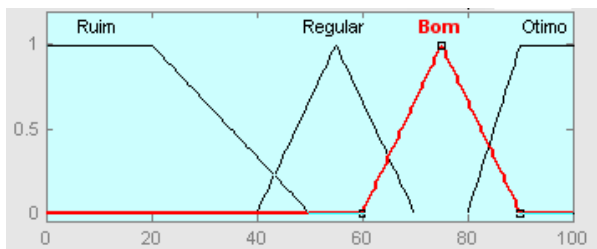


Figura 5 - Conjuntos *fuzzy* para a variável de saída avaliação do fornecedor.

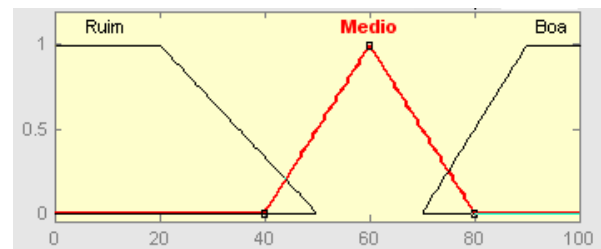


Figura 6 - Conjuntos *fuzzy* para a variável de entrada qualidade e pontualidade.

A especificação do conjunto de regras foi baseada na opinião de um especialista na fabricação de jóias. Na elaboração das regras para a variável de saída “avaliação do fornecedor quanto a indicadores de produto” definiu-se uma política focada em qualidade seguida de quantidade, pontualidade e preço. A seguir são apresentadas algumas regras definidas para a variável avaliação do fornecedor:

Se *Pontualidade* é Médio e *Quantidade* é Condicional e *Qualidade* é Boa e *Valor* é Médio então *Avaliação* é **Bom**;

Se *Pontualidade* é Boa e *Quantidade* é Conforme e *Qualidade* é Boa e *Valor* é Médio então *Avaliação* é **Ótimo**;

Se *Pontualidade* é Boa e *Quantidade* é Conforme e *Qualidade* é Ruim e *Valor* é Ruim então *Avaliação* é **Ruim**;

Se *Pontualidade* é Médio e *Quantidade* é Conforme e *Qualidade* é Média e *Valor* é Ruim então *Avaliação* é **Regular**;

No total, foram definidas 81 (*oitenta e uma*) regras para a variável de saída avaliação do fornecedor quanto a indicadores de produto.

#### 4.1.2 Bloco *fuzzy* II

O bloco *fuzzy* II contém duas variáveis para avaliar o fornecedor quanto ao seu processo, são elas: *qualidade no relacionamento* e *assistência*. Para avaliar o nível de *qualidade no relacionamento* entre o fornecedor e a empresa, fazem-se necessários alguns cuidados, devido à nota inserida no sistema proposto ser estabelecida através da percepção do indivíduo encarregado no relacionamento com o avaliado. O avaliador deve ser imparcial e ético para que a avaliação de relacionamento não seja comprometida. A variável *assistência* pode ser avaliada a partir de dados fornecidos pelo técnico de inspeção da matéria prima. Estes dados são fornecidos a partir de registros de assistências efetuadas pelo fornecedor. O significado da palavra assistência deve-se ao fato da prática de substituição de lotes ou parte de lotes de matéria prima em caso de reprovação total ou parcial pela empresa compradora, ou por negociação em termos de valor no lote adquirido. O universo de discurso para todos os conjuntos do Bloco *fuzzy* II são definidos conforme estabelecido para os conjuntos do Bloco *fuzzy* I. O formato e suporte dos valores lingüísticos para ambas variáveis do Bloco II forma definidas conforme apresentado na figura 6. Para a saída do Bloco II, utilizaram-se as mesmas

especificações apresentadas na figura 5. Por fim a base de regras do Bloco II foram utilizadas 9 (*nove*) regras.

#### 4.1.3 Bloco *fuzzy* III

O ultimo bloco do sistema, é responsável pela avaliação final do fornecedor. As entradas para esta avaliação são obtidas das saídas dos blocos I e II, o conjunto *fuzzy* de saída do bloco III é apresentado na figura 7. Para a base de regras do bloco III foram consideradas 16 (*dezesesseis*) regras.

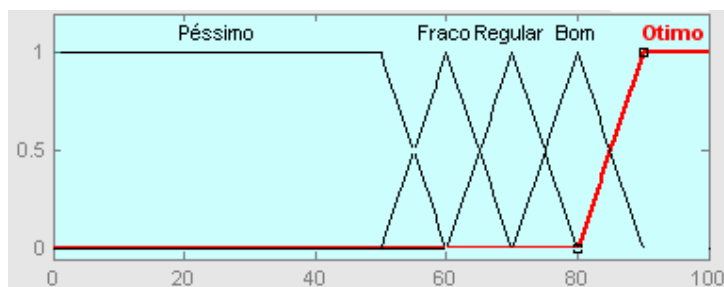


Figura 7 - Conjuntos *fuzzy* para a variável de saída avaliação final do fornecedor.

#### 4.2 Inferência e defuzzificação

O sistema utiliza o operador de implicação *min* de Mandani (Driankov, 1993), e o método de composição é da soma limitada (Cox, 1994), o qual foi escolhido devido à natureza das regras. O método da soma limitada calcula a saída fuzzy através da soma de todos os valores de pertinência resultantes para um conjunto *fuzzy* de saída específico, limitando essa soma a um (1). Quando comparado ao operador *max*, que considera apenas o valor de pertinência máximo, o método da soma limitada mostra ser mais adequado para esta aplicação específica. O valor real para *avaliação do fornecedor* é obtido através do método de defuzzificação do Centróide (Driankov, 1993). O intervalo [0,100] para o universo de discurso da variável de saída indica a nota do fornecedor.

#### 5. Simulações do sistema fuzzy

O sistema *fuzzy* proposto foi implementado com o auxílio do Fuzzy Toolbox do Matlab® e do Simulink®. A figura 9 apresenta o sistema modelado no Simulink® para realização das simulações e testes. Inicialmente foi criada uma situação com valores aleatórios de forma a simular o comportamento de um fornecedor durante 12 meses, os valores inseridos no sistema são apresentados nas tabelas 1, 2 e 3, e os resultados destas simulações são apresentados na figura 8.

Período	QUALIDADE			QUANTIDADE	
	Aprovada	Condicional	Reprovada	Completa	Incompleta
1	80	10	10	90	10
2	50	30	20	40	60
3	90	05	05	100	0
4	30	70	0	50	50
5	100	0	0	100	0
6	10	10	80	10	90
7	60	20	20	70	30
8	90	0	10	60	40
9	85	15	0	55	45
10	25	50	25	30	70
11	50	50	0	95	05
12	45	35	20	35	65

Tabela 1 – Valores para *qualidade* e *quantidade* para simulação do sistema proposto.

Período	PREÇO			PONTUALIDADE		
	<= preço	Até 10%	> 10% preço	Sem Atraso	Até 7 dias	> 7 dias
1	100	0	0	85	15	0
2	50	50	0	60	20	20
3	95	0	05	100	0	0
4	45	0	55	90	0	10
5	60	40	0	50	0	50
6	10	10	80	30	30	40
7	30	60	10	75	0	25
8	100	0	0	80	10	10
9	85	15	0	95	05	0
10	60	20	20	20	80	0
11	40	60	0	10	60	30
12	45	20	35	65	15	20

Tabela 2 – Valores para *preço* e *pontualidade* para simulação do sistema proposto.

Período	RELACIONAMENTO	ASSISTÊNCIA
1	80	100
2	100	65
3	75	85
4	55	95
5	40	65
6	25	100
7	94	75
8	70	88
9	40	35
10	55	55
11	80	80
12	10	20

Tabela 3 – Valores para *relacionamento* e *assistência* para simulação do sistema proposto.

Para que o sistema proposto tenha maior representatividade quanto à nota final da avaliação, definiu-se em conjunto com o responsável do setor de compras na empresa, escalas de classificação que indicam a situação do fornecedor avaliado, conforme tabela 4.

Faixa de Classificação	Descrição da Classificação	Tipo da Classificação
90,00 – 100,00	Ótimo	A
75,00 – 89,99	Bom	B
65,00 – 74,99	Regular	C
50,00 – 64,99	Fraco	D
0,00 – 49,99	Ruim	E

Tabela 4 – Escala de classificação de fornecedores.

Os resultados obtidos com as simulações mostram-se satisfatórios e coerentes segundo análise do responsável pelo setor de compras na empresa. De forma a testar o sistema com dados reais a empresa de fabricação de jóias forneceu os valores de inspeção de um fornecedor de pedras preciosas, sendo identificado como fornecedor A, correspondendo ao período de fornecimento de novembro de 2004 a fevereiro de 2005. Os dados fornecidos estão descritos na tabela 5.



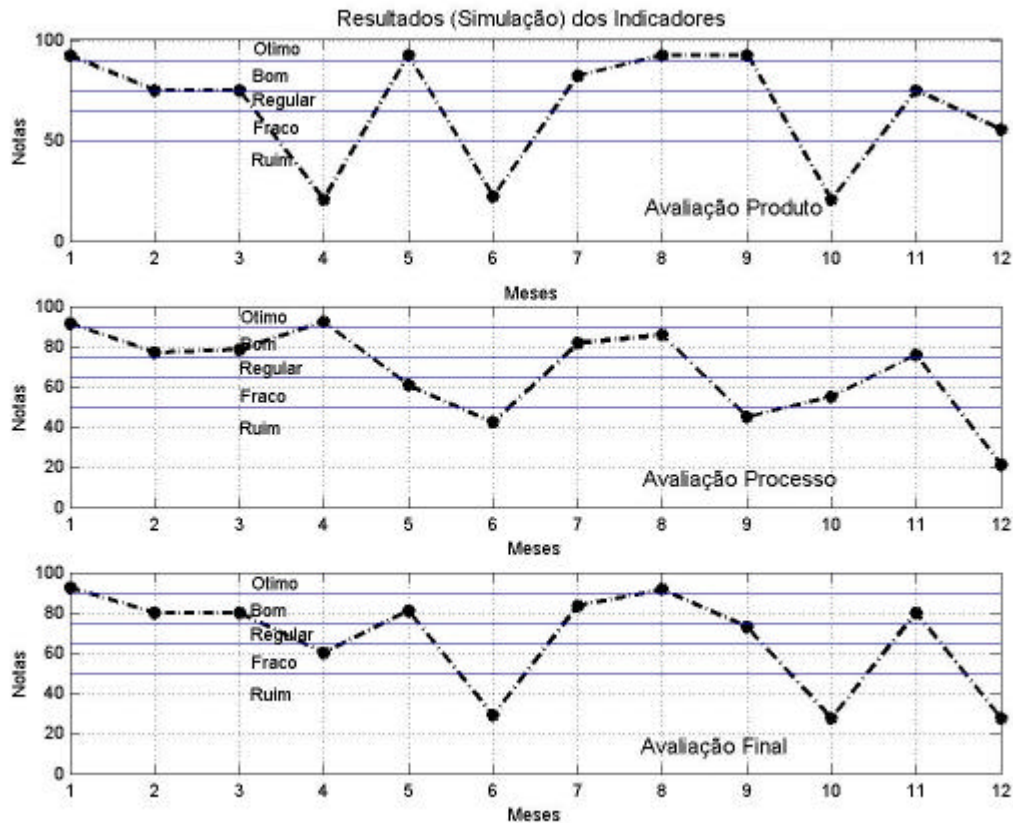


Figura 8 – Resultados da simulação do sistema proposto.

FORNECEDOR A		
Quantidade de lotes no período amostrado	19	
INDICADORES DE PRODUTO	Otd. Lotes	%
QUALIDADE		
Aprovada	13	68,43
Condicional	0	0,0
Reprovada	06	31,57
QUANTIDADE		
Completa	19	100,0
Incompleta	0	0,0
PREÇO		
Menor ou igual ao preço alvo	15	78,95
Até 10% acima	03	15,79
Maior que 10%	01	5,26
PONTUALIDADE		
Sem atraso	19	100,0
Até 7 dias de atraso	0	0,0
Mais de 7 dias de atraso	0	0,0
INDICADORES DE PROCESSO	-	%
Relacionamento	-	90,0
Assistência	-	100,0

Tabela 5- Dados referentes a um fornecedor de pedras preciosas .

O fornecedor A foi avaliado com um desempenho “ótimo” para ambos os indicadores de produto (91.53) e processo (91.99), obtendo avaliação final de 92.48 classificando como um fornecedor “ótimo” tipo “A”. De acordo com especialista do setor, todos os resultados

situaram-se dentro das expectativas para os dados amostrados, o que demonstra que o sistema é suficientemente consistente para ser empregado. De qualquer forma, caso necessário, ajustes podem ser efetuados nos conjuntos *fuzzy* e na base de regras.

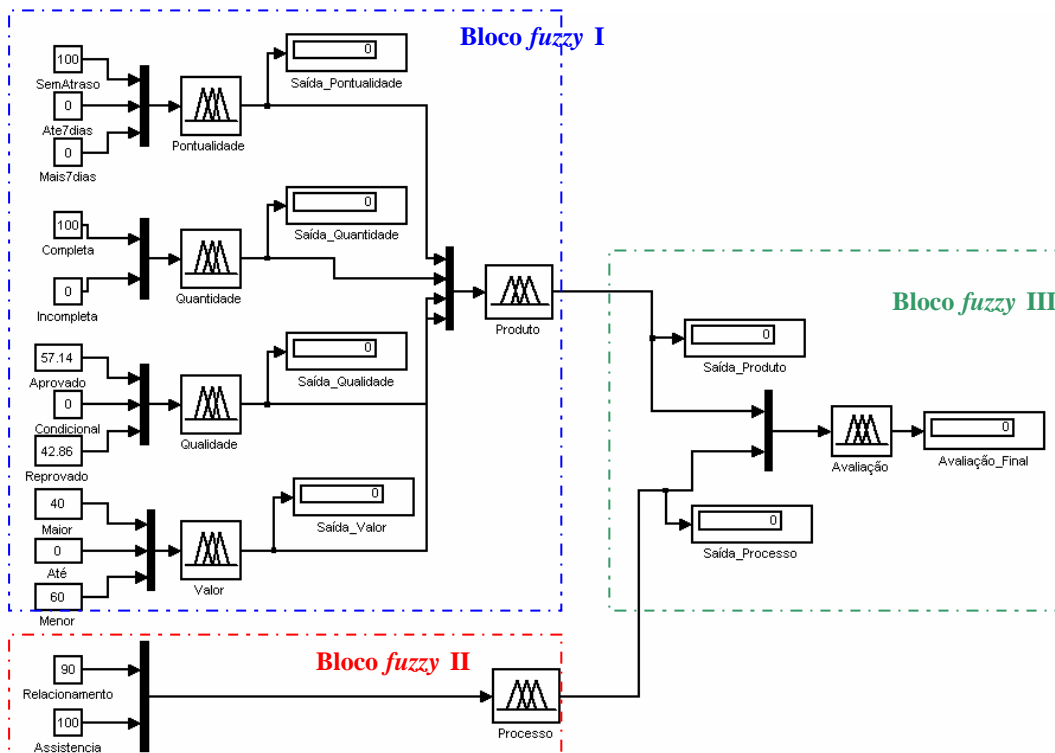


Figura 9 – Sistema proposto modelado no *simulink*®

## 6. Conclusões

O objetivo principal deste trabalho foi fornecer à indústria joalheira, meios razoavelmente simples e de baixo custo para avaliação e classificação dos fornecedores, de modo a auxiliá-los na tomada de decisões referentes à cadeia de suprimentos. Um sistema utilizando lógica *fuzzy* foi proposto para atingir esse objetivo, este sistema calcula o desempenho dos fornecedores a partir de indicadores de desempenho de produtos como: *qualidade*, *pontualidade*, *preço*, *quantidade*; e indicadores de processo como: *relacionamento* e *assistência*. O sistema foi avaliado favoravelmente por especialista do setor joalheiro, sendo que o próximo passo será testá-lo em outras condições reais, de modo a confirmar sua aplicabilidade. Caso haja interesse pela empresa joalheira em utilizar o sistema, será efetuada a conversão do código escrito em Matlab® para uma linguagem de programação que suporte a entrada de dados de sistemas de gestão ERP (*Enterprise Resource Planning*). Outro aspecto interessante quanto ao sistema deve-se a facilidade em adaptar os conjuntos existentes para aplicações em outros segmentos industriais.

## Referências bibliográficas

ZADEH, L. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, p. 338-353, 1965.

HUDLER, Ivan. *Relacionamento Fornecedor e Cliente e a Avaliação do Desempenho do Fornecedor*. Florianópolis: UFSC, 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

WAGNER, Adilea. *Extração de Conhecimento a partir de Redes Neurais aplicadas ao Problema da Cinemática Inversa na Robótica*. Unisinos, 2003. 120 p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Minuta do projeto setorial: “Competitividade do setor de jóias do pólo de São José do Rio Preto”, 2002. [http://www.ibgm.com.br/pdf/estudo\\_SaoJoseRioPreto.pdf](http://www.ibgm.com.br/pdf/estudo_SaoJoseRioPreto.pdf). Acesso em 15/05/2005.

DRIANKOV, D.; HELLENDORN, H.; RHEINFRANK, M; (1993). *An Introduction to Fuzzy Control*, Springer-Verlag, 1993.

COX, E. *The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner’s Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems*, A.P Professional, 1994.

HANSELMAN, D.; LITTLEFIELD, B.; *Matlab 6 Curso Completo*. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2003.