

SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO APLICADO AO MERCADO IMOBILIÁRIO DA CIDADE DE CURITIBA-PR BASEADO EM LÓGICA FUZZY

RENATO S. DORIGHELLO*, ROGÉRIO A. FURUCHO†, MARIANA A. AGUIAR-FURUCHO*

**Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, Curitiba, PR, CEP 80230-901*

*†Departamento de Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Rua Pedro Vicente, 625 - Canindé, SP, CEP 01109-010*

*E-mails: dorighello@alunos.utfpr.edu.br, rogerio.akira@ifsp.edu.br,
marianafurucho@utfpr.edu.br*

Abstract— This article reports the development of a Fuzzy Logical system directed specifically to the real estate market. The main goal of this system is to recommend properties to buyers which fit in a certain profile and also consider, for this recommendation, specific characteristics of the considered state market. Therefore, a classification tool was developed based on a Fuzzy Logic system with four inputs related to the client, which are: age, family income, number of members of the family and number of cars. Two outputs were considered: Distance from Downtown and property value per square meter. Aiming reliable results and also consistent with the state market of the city of Curitiba, capital of Paraná state, the parameters used were based on an interview with a realtor and research in specialized local media material. The obtained results, in other words, the recommendations given to the client by the software, were validated by the referred professionals, which were found very close to the recommendations the realtor would give, based on his experience. This validation demonstrates the viability of recommendation systems based on Fuzzy Logic applied to the state market.

Keywords— Recommendation System, Fuzzy Logic, real estate market.

Resumo— Este artigo aborda o desenvolvimento de um sistema de recomendação para o mercado imobiliário baseado em Lógica Fuzzy. O objetivo principal deste trabalho é recomendar imóveis para compra que estejam de acordo com o perfil do cliente e com as características do mercado imobiliário considerado. Para isto, foi desenvolvida uma ferramenta de classificação utilizando-se um sistema fuzzy com quatro variáveis de entrada relacionadas ao cliente, sendo elas: idade do principal interessado, renda familiar, número de membros da família e quantidade de carros. Como saída, foram utilizadas duas variáveis: distância do imóvel ao centro da cidade e valor do imóvel por metro quadrado. Visando obter resultados próximos e compatíveis com os utilizados pelo setor imobiliário da cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, os parâmetros mencionados foram definidos através de entrevista realizada com corretor de imóveis da cidade alvo e materiais de empresas especializadas. Os resultados obtidos, ou seja, as recomendações de imóveis sugeridas para o cliente foram validadas pelos profissionais colaboradores encontrando-se muito próximas às atualmente utilizadas pelos corretores mais experientes. Essa validação demonstra, portanto, a viabilidade da utilização de sistemas de recomendação baseados em Lógica Fuzzy para o mercado imobiliário.

Palavras-chave— Sistema de recomendação, Lógica Fuzzy, Mercado Imobiliário.

1 Introdução

Um dos maiores desafios enfrentados pelos corretores de imóveis atualmente é oferecer uma opção que esteja dentro dos pré-requisitos almejados pelo cliente. Normalmente a metodologia de trabalho desses profissionais dá-se através de inúmeras exposições de imóveis de seus portfólios, visitas aos locais de interesse, telefonemas de contato, envio de mensagens eletrônicas, entre outras abordagens que dependem da experiência e das técnicas do profissional e que podem levá-lo a dois resultados possíveis: a realização da venda do imóvel que atendeu ao interesse do cliente ou à desistência do mesmo por não ter suas expectativas atendidas, o que ocorre na maioria das vezes e gera frustração em ambos, além de acarretar em custos operacionais ao corretor que não serão revertidos até uma efetivação de venda.

A cidade de Curitiba/PR representa um dos principais mercados para o setor imobiliário na região

Sul do país. Segundo dados obtidos em sites voltados ao setor (Agente Imóvel, 2016, Imoveiscuritiba, 2015, Banda B, 2016), o preço médio de venda anunciado para um imóvel em Curitiba atualmente é de R\$ 671.957, com média de R\$ 4,754 por metro quadrado sendo os imóveis de dois e três quartos os mais procurados.

A Associação dos Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Paraná - Ademi/PR divulgou uma tabela que relaciona o preço do metro quadrado do imóvel novo com o bairro correspondente da cidade de Curitiba, referente ao ano de 2015 (Associação dos Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Paraná, 2016a). Essa tabela é utilizada pelo setor como referência para corretores sugerirem localizações de imóveis condizentes com o poder aquisitivo de um comprador em potencial. A Ademi/PR também publicou o perfil do imóvel ideal para a compra em Curitiba cujos dados condizem com os pesquisados anteriormente (Associação dos Dirigen-

tes de Empresas do Mercado Imobiliário do Paraná, 2016b).

O desenvolvimento de um programa computacional que auxilie o corretor de imóveis a explorar o mercado curitibano de forma mais eficaz possui como objetivos elevar as vendas e, consequentemente o lucro do profissional por possibilitar maior agilidade e eficácia na apresentação de imóveis que atendam as expectativas dos clientes o que, em longo prazo, aumenta a probabilidade do mesmo voltar a fazer negócio com o mesmo corretor devido sua satisfação inicial. Outro benefício possível através da utilização de sistemas computacionais de recomendação é auxiliar jovens profissionais que ainda não possuam experiência no mercado a aumentar sua probabilidade de venda por fazer uso de uma solução elaborada sobre regras de produção extraídas do conhecimento de corretores experientes do setor e validadas pelos mesmos.

Os dados disponibilizados pelos sites voltados ao setor de imóveis foram utilizados no desenvolvimento da solução proposta visando atingir os objetivos destacados através de um sistema que utiliza lógica fuzzy para recomendação de imóveis para venda com maior agilidade e eficácia baseando-se em regras estabelecidas com colaboração de profissionais experientes do setor e em trabalhos de pesquisa que utilizam sistemas fuzzy em classificação de multas de trânsito (De Moraes, Flauzino, Batista, & Da Silva, 2012).

2 Definição do Problema

Para encontrar uma solução para este problema de recomendação baseada em um sistema fuzzy se faz necessário, inicialmente, estabelecer quais variáveis são importantes de serem consideradas como entradas e saídas e quais regras de produção devem ser utilizadas na base de conhecimento para que os resultados sejam maximizados. A solução proposta utilizou o *software* MATLAB® por se tratar de um protótipo e devido este *software* possuir bibliotecas especializadas no desenvolvimento de sistemas fuzzy.

A escolha do sistema fuzzy deve-se pelo mesmo utilizar estratégia de controle descrita por meio de regras linguísticas que conectam, de modo impreciso, diversas situações com as ações a serem tomadas. Na definição de Gomes e Rodrigues (Gomes & Rodrigues, 2015), “[...]a lógica *Fuzzy* é uma técnica da área de inteligência computacional que permite representar modelos que contenham certo grau de incerteza ou imprecisão, características de situações do mundo real”. Diferentemente do que ocorre na lógica clássica, na lógica fuzzy um elemento pode pertencer apenas parcialmente a um conjunto o que vai de encontro à necessidade de modelagem de um sistema de recomendação (Gomide & Gudwin, 1994).

2.1 Conjuntos de dados utilizados

Como entradas do sistema Fuzzy, foram definidas quatro variáveis as quais, por pesquisa com corretores, demonstraram-se importantes ao classificar um possível comprador de um imóvel. Assim, as entradas utilizadas foram: idade do interessado, renda familiar, quantidade de membros e carros da família.

A renda familiar, indexada em quantidade de salários mínimos mensais, foi escolhida por ser um fator determinante na compra, já que limita o poder aquisitivo do cliente. O universo discurso foi escolhido entre 0 e 80 salários mínimos, conforme Figura 1, divididos entre os termos primários baixa, médiab, média, médiaa, alta e aaa, baseadas no valor do salário mínimo em Curitiba/PR, que no momento da realização deste projeto estava em R\$ 1.148,40, segundo o reajuste realizado em maio de 2016 (Guia Trabalhista, 2016).

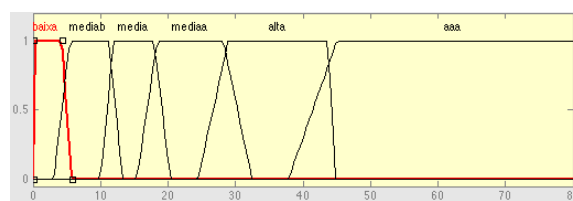


Figura 1. Variável de entrada: renda familiar (em quantidade de salários mínimos). Universo de discurso entre 0 e 80 salários mínimos.

A idade também foi escolhida por poder influenciar na compra de um imóvel, pois pessoas muito jovens, que moram sozinhas e não possuem carro, assim como idosos na mesma situação, tendem a preferir morar em locais próximos ao Centro, com fácil acesso a transporte público, comércios, hospitais e opções de lazer. As idades foram divididas em grupos para melhor classificar as faixas etárias, como é mostrado na Figura 2.

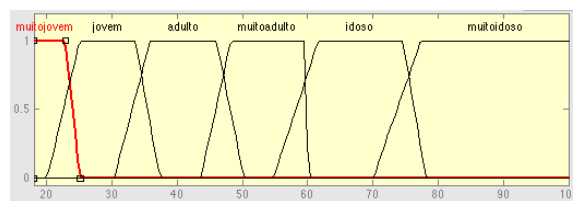


Figura 2. Variável de entrada: idade do interessado. Universo de discurso em anos (15 a 100).

O tamanho da família costuma influenciar o tamanho do imóvel procurado e consequentemente o valor. O número de pessoas foi levado em consideração para classificar o tamanho da família, como mostra a Figura 3.

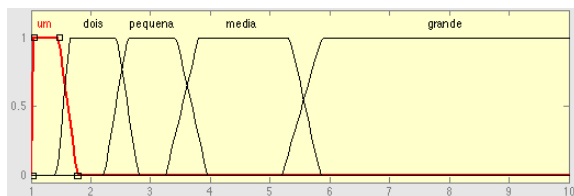


Figura 3. Variável de entrada: tamanho da família. Universo de discurso entre 1 e 10 pessoas.

Também é importante considerar o número de carros, uma vez que imóveis muito próximos ao centro de Curitiba não costumam oferecer muitas vagas de garagem, e as mesmas agregadoras de valor ao imóvel. A quantidade de carros é dada em valores unitários, conforme Figura 4.

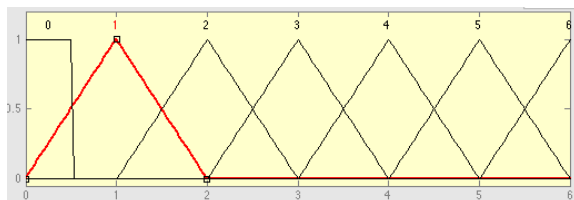


Figura 4. Variável de entrada: quantidade de carros. Universo de discurso de 0 a 6 carros.

Como saídas do sistema, foram utilizadas duas variáveis: distância do imóvel ao centro da cidade e valor do mesmo em Reais por metro quadrado. Essas saídas são dependentes das entradas, conforme descrito anteriormente, e são baseadas em dados reais fornecidos pela Ademi/PR (Associação dos Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Paraná 2016a, 2016b). Os termos primários atribuídos para a distância do imóvel ao centro estão relacionados na Figura 5.

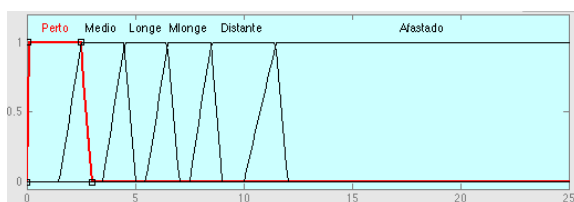


Figura 5. Variável de saída: distância do imóvel ao centro da cidade de Curitiba/PR (em Km). Universo de discurso de 0 a 25 Km.

Foi considerado o Bairro Centro, como a região central contendo um raio de até 3 quilômetros (termo primário Perto) e a mais distante (termo primário Afastado) com uma distância máxima de 25 quilômetros.

O valor do metro quadrado (m^2) do imóvel é dado em saltos de R\$ 1.000, sendo o valor máximo admitido de R\$ 11.000 aproximadamente. Os Bairros foram divididos em categorias de preços por m^2 :

- Categoria A: de R\$ 8.100 a R\$11.000
- Categoria B: de R\$ 7.200 a R\$9.000
- Categoria C: de R\$ 6.000 a R\$7.800
- Categoria D: de R\$ 5.000 a R\$11.000

- Categoria E: de R\$ 4.000 a R\$5.900
- Categoria F: de R\$ 3.000 a R\$4.900

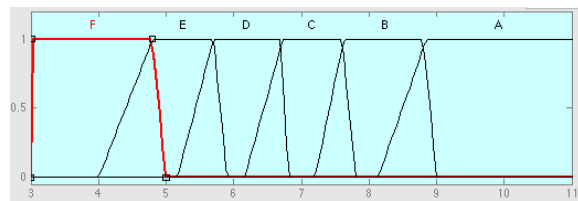


Figura 6. Variável de saída: valor do m^2 do imóvel (em múltiplos de mil Reais). Universo de discurso de 3 a 11.

Nota-se na Figura 6, que os grupos referentes às categorias de preço do metro quadrado se interceptam, pois, foi admitido um grau de incerteza na classificação dos preços dos imóveis.

3 Solução Proposta

Utilizando-se as variáveis de entrada e saída mencionadas anteriormente, foram estabelecidas as regras de produção que compõem o motor de inferência do sistema fuzzy e que são cruciais para o desempenho da solução. Por este motivo, o estabelecimento das mesmas foi também baseado em entrevista com corretor de imóveis experiente no mercado de compra e venda da cidade de Curitiba.

3.1 Regras de Produção

Uma vez que o sistema fuzzy utiliza regras linguísticas para fornecer as saídas, foram feitas generalizações sobre as características de imóveis procuradas por cada perfil de comprador, como nos exemplos seguintes:

1. *If (renda is baixa) then (valor is F) (distcentro is Afastado).*

Essa regra sugere que um cliente com renda abaixo de três salários mínimos pode se interessar por um imóvel de valor dentro da classificação F a uma distância acima de 10 km do Centro.

2. *If (idade is idoso) then (distcentro is Perto).*

Essa regra sugere que uma pessoa acima de 60 anos pode preferir morar em um imóvel próximo ao Centro.

3. *If (renda is aaa) then (valor is maltissimo) (distcentro is Medio).*

Essa regra sugere que um cliente com poder aquisitivo muito alto (renda familiar acima de 37 salários mínimos) irá se interessar por um imóvel de alta padrão e em áreas não tão distantes ao centro.

4. *If (carro is 1) then (valor is E) (distcentro is Longe).*

Essa regra sugere que uma pessoa que possui um carro pode adquirir um imóvel de classificação E e não se importar de morar em um bairro um pouco mais distante.

Ao todo foram utilizadas 22 regras, conforme pode ser observado na Tabela 1, de forma a contemplar uma relação entre todas as saídas e entradas do sistema fuzzy, e assim obter um resultado satisfatório e dentro da realidade da cidade de Curitiba/PR.

Tabela 1. Relação de Regras do Sistema Fuzzy

Regras		
	Condição (if)	Implicação (then)
1	Idade is 'MuitoJovem' or Família is 'Um' or Carro is '0'	Distcentro is 'Perto'
2	Idade is 'Jovem'	Distcentro is 'Médio'
3	Idade is 'MuitoIdoso'	Distcentro is 'Perto'
4	Idade is 'Idoso'	Distcentro is 'Perto'
5	Idade is 'Adulto'	Distcentro is 'Longe'
6	Idade is 'MuitoAdulto'	Distcentro is 'Médio'
7	Renda is 'MédiaB'	Valor is 'E' e Distcentro is 'Longe'
8	Renda is 'MédiaA'	Valor is 'D' e Distcentro is 'Longe'
9	Renda is 'MédiaAA'	Valor is 'C' e Distcentro is 'Médio'
10	Renda is 'Alta'	Valor is 'B' e Distcentro is 'Médio'
11	Renda is 'AAA'	Valor is 'A' e Distcentro is 'Médio'
12	Carros is '6'	Valor is 'A' e Distcentro is 'Distante'
13	Carros is '5'	Valor is 'B' e Distcentro is 'Distante'
14	Carros is '4'	Valor is 'C' e Distcentro is 'Distante'
15	Carros is '3'	Valor is 'D' e Distcentro is 'Mlonge'
16	Carros is '2'	Valor is 'E' e Distcentro is 'Longe'
17	Carros is '1'	Valor is 'E' e Distcentro is 'Longe'
18	Família is 'Grande'	Valor is 'D' e Distcentro is 'Mlonge'
19	Família is 'Média'	Distcentro is 'Longe'
20	Renda is 'Baixa'	Valor is 'F' e Distcentro is 'Afastado'
21	Renda is 'Baixa' and Carros is '0'	Valor is 'F'
22	Idade is 'Jovem' and Carros is '0'	DistCentro is 'Perto'

3.2 Resultados

O programa foi testado e validado utilizando-se perfis reais de clientes que adquiriram imóveis nos últimos três anos ou que tiveram interesse de compra. A partir dos dados de entrada fornecidos, a lógica fuzzy encontra as saídas classificadas entre os grupos

previamente estabelecidos e a distância do imóvel ao centro da cidade de Curitiba/PR.

Visando obter resultados acessíveis a um corretor, as saídas mencionadas do sistema fuzzy são utilizadas em uma função auxiliar que cruza os parâmetros com uma lista de bairros compatíveis segundo dados da Ademi/PR já mencionados que interessariam ao perfil de cliente em questão. A solução proposta foi validada pelos mesmos corretores que colaboraram com a especificação do projeto.

A seção seguinte apresenta alguns resultados testados e validados da solução encontrada.

O resultado representado na Figura 7 foi calculado para um perfil de um jovem adulto de 35 anos, com renda de oito salários mínimos, que mora sozinho e possui um carro. A Lista de sugestões fornecida pelo programa é: Guabirota, Santo Inácio, Boa Vista, Santa Felicidade, Bacacheri, Novo Mundo, Boqueirão, Santa Quitéria, Tingui, Pilarzinho, Cajuri e Hauer.

No exemplo apresentado na Figura 7, o cliente adquiriu um imóvel no bairro Novo Mundo há dois anos, portanto, o programa está de acordo com a situação real

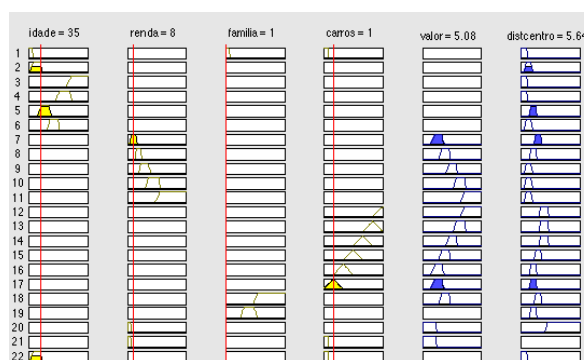


Figura 7. Resultado perfil 1

O resultado mostrado na Figura 8 foi calculado para um perfil de um adulto de 45 anos, com renda de 45 salários mínimos, que mora com a esposa e um filho e possui dois carros. A Lista de sugestões fornecida pelo programa é: Ecoville, Água Verde, Seminário e Ahú.

O cliente utilizado como exemplo reside atualmente no bairro Ecoville.

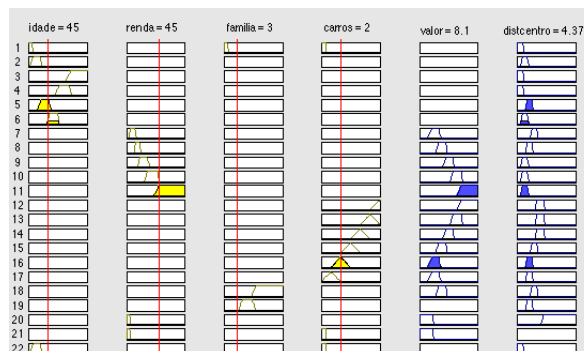


Figura 8. Resultado perfil 2

O resultado mostrado na Figura 9 foi calculado para um perfil de um cliente jovem de 24 anos, com renda de dois salários mínimos, que mora sozinho e não possui carro. A Lista de sugestões fornecida pelo programa é: Tatuquara, Sítio Cercado e Campo de Santana.

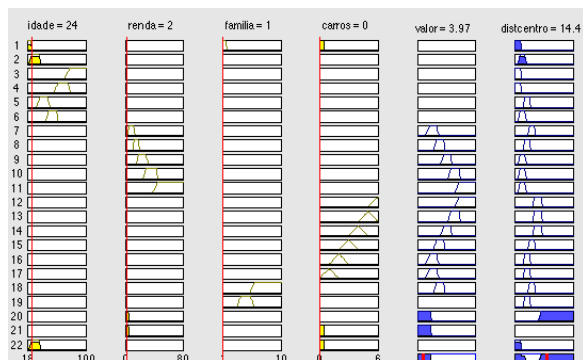


Figura 9. Resultado perfil 3

4 Análise dos Resultados e Conclusão

A partir dos resultados obtidos, comparando-os com os dados pesquisados e utilizados por profissionais do setor imobiliário da cidade de Curitiba/PR, pode-se concluir que o sistema de recomendação baseado em lógica fuzzy forneceu saídas satisfatórias para os perfis analisados.

Deve-se ressaltar que algumas generalizações foram necessárias e que, assim como em uma avaliação manual e pessoal do corretor, alguns clientes podem não ter suas expectativas 100% atingidas; no entanto, mesmo assim, o sistema pode ser uma importante ferramenta para auxiliar o corretor no contato com o cliente em questão, fornecendo resultados compatíveis com os que seriam encontrados por um profissional experiente em um tempo muito menor que o da abordagem convencional.

A solução aqui proposta, que constitui um protótipo a ser aperfeiçoado, pode ser utilizada como modelo para implementação de um sistema comercial em meios de venda de imóveis *online*, por exemplo, nos quais conseguir os dados de entrada e a atualização dos valores utilizados como universo de discurso por meio de cadastros de clientes é um processo relativamente simples, gerando resultados rápidos e consistentes que podem ser utilizados por corretores e clientes. Outro aperfeiçoamento a ser implementado seria o desenvolvimento de uma interface mais amigável ao usuário.

Referências Bibliográficas

- Agente Imóvel. (2016). Preços atuais de Apartamentos & Casas. Recuperado em 12 de maio de 2016, de <http://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/a-venda/curitiba,pr/>.
- Associação dos Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Paraná. (2016a). Dados – Preço do m² dos apartamentos residenciais novos em Curitiba – Bairros (R\$/m²). Recuperado em 10 de abril de 2016, de <http://www.bandab.com.br/jornalismo/saiba-os-5-bairros-de-curitiba-com-metro-quadrado-de-imovel-mais-carro-e-tambem-onde-e-mais-baratinho-morar/>.
- Associação dos Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Paraná. (2016b). Pesquisa da Ademi/PR traça o perfil do imóvel ideal para a compra em Curitiba. Recuperado em 10 de abril de 2016, de <http://www.ademipr.com.br/noticias/pesquisa-compra-imovel-novo-curitiba-ademipr>.
- Banda B. (2016). Saiba os 5 bairros de Curitiba com m² mais caro e também onde é mais ‘baratinho’ morar. Recuperado em 05 de abril de 2016, de <http://www.bandab.com.br/jornalismo/saiba-os-5-bairros-de-curitiba-com-metro-quadrado-de-imovel-mais-carro-e-tambem-onde-e-mais-baratinho-morar/>.
- De Moraes, L. A., Flauzino, R. A., Batista, O. E. & Da Silva, I. N. (2012). Nova Abordagem na Determinação da Gravidade de Infrações de Trânsito Através da Lógica Fuzzy. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Automática, CBA. Recuperado em 12 de maio de 2016, de <http://www.eletrica.ufpr.br/anais/cba/2012/Artigos/98959.pdf>.
- Gomes, D. S. M. & Rodrigues, M. C. (2015). Introdução à Lógica Fuzzy com Java. Recuperado em 20 de março de 2016, de <http://www.devmedia.com.br/introducao-a-logica-fuzzy-com-java/32444>.
- Gomide, F. A. C. & Gudwin, R. R. (1994). Modelagem, controle, sistemas e lógica fuzzy. SBA Controle & Automação, 4(3), 97-115.
- Guia Trabalhista. (2016). Piso Salarial Estadual. Recuperado em 25 de maio de 2016, de <http://www.guiatrabalhista.com.br>.
- Imoveiscuritiba. (2015). Recuperado em 12 de novembro de 2015, de <http://www.imoveiscuritiba.com.br>.