

APLICATIVOS BASEADO EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA AUXÍLIO À DOSIMETRIA DO DIREITO PENAL

RESUMO: Este artigo utilizar a lógica fuzzy e a rede neural como elemento para calcular o valor da pena de um réu seguindo todos os critérios da legislação penal brasileira. O aplicativo foi implementado em um ambiente desktop e mobile utilizando o Netbeans IDE e Rad Studio XE8, respectivamente. Os resultados se apresentam satisfatórios e atingiram saídas esperadas em cada modelo apresentado.

Palavras chave: Lógica Fuzzy, Rede Neural, Dosimetria, Direito Penal.

APPLICATION ON FUZZY LOGIC FOR AID TO DOSIMETRY CRIMINAL LAW

ABSTRACT: This paper using fuzzy logic and neural network as an element to calculate the worth of a defendant following all the criteria of the Brazilian criminal law. The application was implemented in a desktop environment and mobile using the Netbeans IDE and Rad Studio XE8 respectively. The results are shown reached satisfactory and expected outputs for each model presented.

Keywords: Fuzzy Logic, Neural Network, Dosimetry, Criminal Law.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda tecnológica precisa-se cada vez mais desenvolver ferramentas que simulam o cérebro humano e seu complexo mecanismo de funcionamento, através de sistemas de hardwares e softwares para simular o comportamento humano.

Os aplicativos proposto neste trabalho tem por sua finalidade o auxílio de todos os profissionais envolvidos na parte do direito penal. Vendo a importância do trabalho realizados por Gama e Damasceno (2010) pretende-se contribuir com o estudo da segunda fase e a terceira fase da dosimetria do direito penal e implementar dois aplicativos para auxiliar o maior número de profissionais possíveis, especificamente o Juiz de direito.

Na literatura, as pesquisas concentram-se apenas na primeira e segunda fase e não há nenhum produto desenvolvido para disponibilizar aos profissionais da área. O trabalho de Borges e Guimarães (2000), por exemplo, trata apenas da primeira e segunda fase. E o trabalho apresentado por Gama e Damasceno (2010) mostra apenas a primeira fase implementado no Matlab.

Objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo para o ambiente *Desktop* e *Android*. Esse aplicativo tem por finalidade auxiliar o juiz de direito para a tomada de decisão no direito penal.

2 LÓGICA FUZZY

Lofti A. Zadeh em 1965 foi o cientista que desenvolveu a teoria da Lógica fuzzy. Com a lógica fuzzy pode-se determinar um modelo impreciso do raciocínio humano e tomar decisões racionais em um ambiente com incerteza e imprecisão (ZADEH, 1965). Sistemas Fuzzy, também conhecido como sistema nebuloso, representam os esforços na direção da emulação da capacidade humana. Sistema que utiliza este tipo de conjunto têm sido aplicados em vários campos da ciência, como: controle automático, classificação e reconhecimento de padrões (JUNG; SUN, MIZUTANI, 1997).

2.1 VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS

As variáveis linguísticas são variáveis que permite a descrição de informações que estão normalmente disponibilizadas de forma qualitativa, ou seja, são variáveis cujos possíveis valores são palavras ou frases, ao invés de números, podendo ser representadas mediante um conjunto fuzzy. Estas são expressas qualitativamente através de termos linguísticos, fornecendo um conceito à variável, e quantitativamente por uma função de pertinência (MIRANDA; VILELA JUNIOR; KRONBAUER, 2003).

2.2 FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA

As funções de pertinência, são funções matemáticas que fornecem um dado numérico para um conjunto fuzzy. A etapa de fuzzificação mapeia a entrada entre valores de 0 a 1, através das funções de pertinência, que é o grau de pertinência. Neste trabalho utiliza-se a função triangular e trapezoidal.

2.3 REGRAS DE PRODUÇÃO

A forma mais comum de obter informações em uma base de conhecimento fuzzy e a representação por meio de regras de produção fuzzy (ZADEH, 1965).

Uma regra de produção normalmente é formada de duas partes principais: SE <antecedente> ENTÃO <consequente>. O antecedente é obtido por um conjunto de condições que, quando satisfeitas ou parcialmente satisfeitas, determinam o processamento do consequente da regra por um mecanismo de inferência fuzzy. O este processo chama-se disparo de uma regra.

Por sua vez, o consequente é gerado de um conjunto de ações ou diagnósticos que são obtidos com o disparo da regra. Os consequentes das regras disparadas são processados em conjunto, para gerar uma resposta determinística, para cada variável de saída do sistema. O que se deseja como resultado de inúmeras regras é apenas um número que é o que se obtêm quando todos os conjuntos fuzzy de saída são unificados.

2.4 ESQUEMA FUZZY

Esta parte e composta por três etapas: a Fuzzificação, a Inferência e a Defuzzificação (JUNG; SUN, MIZUTANI ,1997). A primeira etapa é a Fuzzificação, consiste em transformar um dado numérico em linguagem natural. São utilizadas as funções de pertinência para determinar se um determinado valor pertence ao conjunto fuzzy e seu grau de pertinência. A segunda etapa é a Inferência, que é muito importante para o esquema. Nesta etapa, é determinado o grau de pertinência de cada conjunto fuzzy. Com esses dados são aplicadas as regras de produção SE-ENTÃO para mapear os novos conjuntos.

A Defuzzificação faz o oposto da Fuzzyficação, transforma a linguagem natural em valor numérico. Existe vários métodos de defuzzificação e é muito importante escolher o metodo que melhor se adequa ao problema. O método do centroide ou media dos centros é um dos mais utilizados. Este encontra o centro geometrico dos valores de saida fuzzy. O centro das somas é uma variação do centroide. É um método que conta trechos de intersecção mais de uma vez. Diferente do método centroide que conta uma vez. O método da média dos

máximos retorna o ponto que tem o maior grau de pertinencia, porem, existe vários pontos com grau de pertinencia máximo. Ao invés de pegar um ponto aleatório realiza-se uma média entre eles.

2.8 MODELOS DE INFERÊNCIA

Os dois modelos de inferencia bastantes utilizados são o Mandani e o Sugeno (*Takagi-Sugeno-Kang*). A principal diferença entre os dois métodos é que o Mandani utiliza conjuntos fuzzy como resultados dos consequentes, enquanto o Sugeno faz uso de funções lineares como resultado dos consequentes (RESENDE, 2005).

2.9 MODELO MAMDANI

Neste trabalho utiliza-se o Mandani, pois é um método que é bastante usado e até adotado como padrão (RESENDE, 2005). Existe seis passos para o modelo Mamdani estes são: a determinação do conjunto de regras; a fuzzyficação das entradas; a combinação das entradas fuzzyficadas de acordo com o conjunto de regras; o encontro dos consequentes de cada regra, através da combinação do peso da regra com o resultado da função de pertinência de saída; a combinação dos consequentes para obtenção de uma distribuição de saída; e por último a defuzzyficação da distribuição da saída para obtenção de um resultado escalar.

3 DIREITO PENAL E DOSIMETRIA

O Direito Penal, como um sistema de controle, visa tutelar os bens jurídicos fundamentais, dentre estes a vida, a liberdade, a honra, a propriedade etc., em consonância ao princípio da dignidade humana consagrado em nossa carta maior (Art 1º, inciso III da Constituição Federal/88).

Este possui a função de selecionar os comportamentos humanos graves e perigosos que são capazes de ameaçar valores essenciais para o convívio, aplicando-lhes coexistência social pacífica e segura.

3.1 INDIVIDUALIZAÇÃO DA PENA

É um princípio constitucional previsto no art. 5º, XLVI, da Constituição Federal de 1988, que dispõe o seguinte: “A lei regulará a individualização da pena e adotará, entre outras, as seguintes: privação ou restrição da liberdade, perda de bens, prestação social alternativa, suspensão ou interdição de direitos”.

O processo de individualização da pena segundo a doutrina, é desenvolvido em três momentos (GRECO, 2016).

O primeiro momento é a individualização legislativa, onde cabe ao legislador definir, observar a sua gravidade e estabelecer os níveis mínimos e máximos da sanção penal.

O segundo momento é o da individualização judicial, onde implica a análise das circunstâncias para realizar o cálculo da pena do condenado compete ao juiz aplicar a pena cabível, obedecendo os limites estabelecidos por lei e pelo legislador (mínimos e máximos de acordo com a conduta analisada).

O terceiro momento é o da individualização executória, neste determina-se a execução da pena assegurando aos presos seus respectivos direitos previstos no ordenamento jurídico.

3.2 DOSIMETRIA DA PENA: SISTEMA TRIFÁSICO PARA APLICAÇÃO DA PENA

No código penal brasileiro, “Art. 68 - A pena-base será fixada atendendo-se ao critério do art. 59 deste Código; em seguida serão consideradas as circunstâncias atenuantes e agravantes; por último, as causas de diminuição e de aumento”. Dessa forma, o processo individualização da pena deve desdobrar-se no sistema trifásico para o cálculo da pena de acordo com seu art. 68 do código penal, as etapas são: i) O juiz fixa a pena de acordo com as circunstâncias judiciais; ii) O juiz leva em conta as circunstâncias agravantes e atenuantes legais; iii) O juiz leva em conta as causas de aumento ou de diminuição de pena.

3.3 AS CIRCUNSTÂNCIAS JUDICIAIS PRIMEIRA FASE

São também conhecidas como circunstâncias inominadas, uma vez que não são elencadas exhaustivamente pela lei, que apenas fornece parâmetros para sua identificação (CP, art. 59). Ficam a cargo da análise discricionária do juiz, diante de determinado agente e das características do caso concreto.

Justamente pelo fato de a lei penal reservar ao juiz um considerável arbítrio na valorização das circunstâncias é que se faz necessário fundamentar a fixação da pena-base (CAPEZ, 2012).

3.3.1 CIRCUNSTÂNCIAS SUBJETIVAS

Culpabilidade: Tendo em vista ser a culpabilidade um dos elementos integrantes do conceito analítico de crime, caso o agente pratique fato típico, ilícito e culpável lhe será imputada a prática de um crime.

Antecedentes: É todo histórico criminal do agente que não se preste para os efeitos de reincidência.

Conduta Social: A lei quis traduzir o comportamento do agente junto à sociedade. Verifica-se o seu relacionamento com seus pares, procura-se descobrir o seu temperamento, se calmo ou agressivo, se possui algum vício, a exemplo de jogos ou bebidas.

Personalidade do Agente: A análise da personalidade faz com que o juiz entre nas particulares características do agente, a exemplo do modo e do meio em que cresceu e foi criado, seus valores morais e seu temperamento, que podem tê-lo influenciado ao cometimento da infração penal.

Motivo do Crime: Se os motivos que levaram o agente a praticar a infração penal já estão fazendo com que sua pena fuja àquela prevista na modalidade básica do tipo penal, quando da fixação da pena-base não poderá o julgador, por mais uma vez, considera-los negativamente, sob pena de incorrer no chamado *bis in idem*.

3.3.2 CIRCUNSTÂNCIAS OBJETIVAS/REAL:

Circunstância do Crime: São elementos acidentais que não participam da estrutura própria de cada tipo, mas que, embora estranhas à configuração típica, influem sobre a quantidade punitiva para efeito de agravá-la ou abrandá-la.

Consequência do Crime: O fato de uma pessoa matar um pai de três filhos, cuja família necessitava do trabalho dele para se manter, ou atropelar um pedestre, deixando-o paralisado, obviamente não poderiam passar despercebidos

quando da quantificação da pena, ou melhor, quando da fixação da pena-base pelo julgador.

Comportamento da Vítima: Pode a vítima ter contribuído para o cometimento da infração penal pelo agente.

3.4 AS CIRCUNSTÂNCIAS AGRAVANTES E ATENUANTES LEGAIS SEGUNDA FASE

Após a fixação da pena base, devem ser consideradas as circunstâncias atenuantes e agravantes, previstas nos artigos 61 e 65 (GRECO, 2016), da parte geral do CP: Art. 61 - São circunstâncias que sempre agravam a pena, quando não constituem ou qualificam o crime (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984). Alguns exemplos são: 1 - A reincidência; (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984). II - Ter o agente cometido o crime: (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984); 2 - Por motivo fútil ou torpe; 3 - Para facilitar ou assegurar a execução, a ocultação, a impunidade ou vantagem de outro crime;

Art. 65 - São circunstâncias que sempre atenuam a pena (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984). Alguns exemplos são: 1 - Ser o agente menor de 21 (vinte e um), na data do fato, ou maior de 70 (setenta) anos, na data da sentença; (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984); 2 - O desconhecimento da lei; (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984). III - Ter o agente: (Redação dada pela Lei nº 7.209, de 11.7.1984); 3 - cometido o crime por motivo de relevante valor social ou moral;

As circunstâncias são trazidas na parte geral do CP e o seu *quantum* de redução ou de aumento não vem predeterminado pela lei, devendo o juiz fazê-lo no caso concreto, atento à razoabilidade (GRECO, 2016). As causas de aumento ou diminuição podem vir previstas tanto na parte geral como na especial do CP, e o seu *quantum* de redução e de aumento é sempre fornecido em frações pela lei.

4 SISTEMA DOSIMETRIA COM FUZZY PARA DESKTOP

O programa foi desenvolvido em linguagem Java na plataforma NetBeans IDE essa é uma vantagem por ser compatível com vários dispositivos com sistemas operacionais diferentes (Figura 1). As variáveis de entrada e os termos

linguísticos foram modelas tomando as mesmas regras de Gama e Damasceno (2010).

A Figura 1 apresenta-se três divisões: Dosimetria Primeira fase (painel 1), Dosimetria Segunda fase (painel 2) e Dosimetria Terceira fase (painel 3). No painel 1 estão as oito circunstâncias judiciais. O usuário entra com os valores de input movendo o slide para o respectivo grau de cada circunstância, após configurar os slides a pena base será calculada após o botão “Calcular pena base” for pressionado retornando o valor da pena base em dias.

O painel 2 mostra os agravantes e as atenuantes. O usuário move os slides para cada agravante e atenuante que foram atribuídos ao réu no processo penal. Cabe ao usuário decidir o grau da gravidade para cada agravante e o grau de atenuação para as atenuantes; clicando nos botões “Calcular Agravante” e “Calcular Atenuante”, é calculado a porcentagem de agravação e atenuação sobre a pena base calculada no painel 1.

No painel 3 é calculado um aumento ou diminuição da pena. No primeiro campo, a ideia da terceira fase. Ao clicar no botão “Digite o valor” abre-se uma janela onde o usuário digita o valor em forma de fração (primeiro o numerador depois o denominador) e no segundo campo será mostrado o valor de aumento ou diminuição (e convertido de fração para decimal os botões “Aumentar” e “Diminuir”), em seguida, calcula o valor em cima da pena final aumentando ou diminuindo a pena final de acordo com decisão do usuário. No botão “Pena Final” é calcula a pena final do réu em dias e convertendo para o formato de anos/meses/dias.

Figura 1: Tela do aplicativo em Java.

The screenshot displays the Java application interface, titled 'AvalDosimetriaPenal'. It is divided into three main panels:

- Dosimetria Primeira fase:** Contains eight judicial circumstances (Circunstâncias Judiciais) with sliders for grading: Culpaabilidade (Baixo grau, Médio grau, Alto grau), Antecedentes (Bom ant., Mau ant., Pésimo ant.), Conduta social (Bom cond., Méd. cond., Pésima cond.), Personalidade (Pouco, Normal, Muito), Motivo (Acusado, Normal, Reprovel), Consequências (Leve, Branda, Grave), Comp. da vítima (Não Cont., Cont. pouco, Processo), and Circunstâncias (Insensíveis, Médio, Barbaro). A 'Calcular pena base' button is at the bottom, showing a result of 6295,05 Dias.
- Dosimetria Segunda fase:** Contains 16 aggravating (Agravantes) and 16 mitigating (Atenuantes) factors, each with a slider (Leve, Médio, Grave) and a 'Calcular' button. The 'Calcular Agravante' button shows a result of 1888,315 Dias, and the 'Calcular Atenuante' button shows a result of 2518,020 Dias.
- Dosimetria Terceira fase:** Contains a text box for 'AUMENTO/DIMINUIÇÃO' with a note about legal consequences. Below it is a 'Digite valor' field showing 6,333, with 'Aumentar' and 'Diminuir' buttons. A 'Pena Final' button is at the bottom, showing a result of 7554,06. Below that, a 'Pena final convertida' field shows '28 anos 8 meses 14 dias'. At the very bottom are 'Novos Parâmetros', 'Sobre', and 'Sair' buttons, and a 'Versão 1.0' label.

Fonte: Autor – 2015.

5 SISTEMA DOSIMETRIA COM RNA PARA ANDROID

Redes Neurais Artificiais (RNA) são sistemas inspirados nos neurônios biológicos e processamento paralelo do cérebro, com capacidade de adquirir e utilizar conhecimento experimental (HAYKIN, 2001).

A arquitetura utilizada neste trabalho é uma rede de Multicamadas. No entanto, utilizamos uma rede com 8 neurônios na entrada (circunstancias judiciais da primeira fase), 8 neurônios na camada oculta, e um neurônio na camada de saída (pena base em anos). Esses parâmetros foram escolhidos empiricamente. A função de ativação na camada oculta foi a sigmoide e linear para a camada de saída.

5.1 BACKPROPAGATION

O algoritmo “*Backpropagation*” tem procedimentos “*forward*” (Propagação) e “*backward*” (Retropropagação). Estes passos são feitos para cada iteração, durante o treinamento, visando o ajuste dos pesos e a minimização do erro, entre a saída da rede e a saída desejada. O método “*forward*” começa com apresentação de cada conjunto de entrada para cada elemento de entrada da rede e faz os cálculos dos níveis de ativação propagando para a camada posterior até chegar na camada de saída. O método “*backward*” faz uma comparação dos padrões de saída com o vetor de saída e quando há diferença o erro é calculado. A taxa de aprendizagem (η) é uma consideração projetada no método “*etadaptativo*”, a fim de que todas as unidades de processamento da rede podem usar uma taxa fixa ou uma taxa que muda após certo período. A ideia deste método é diminuir o η , com isto aumentando a taxa de convergência, ou seja, após certo tempo a taxa η é reduzida para produzir pequenos ajustes nos pesos. A heurística para acelerar a convergência é sugerida por Demuth (1992) da seguinte maneira: Caso a variação da função erro situa-se entre 0 e 4%, o valor de η não sofre alteração; se essa taxa for inferior a 0%, será aumentada para um fator de 1,05 e se for maior que 4%, será diminuída para um fator de 0,7. O “momento normalizado” foi proposto para melhorar o tempo de treinamento do algoritmo *BackPropagation* sugerido por Pansalkar (1994). Os ajustes dos pesos são feitos da seguinte maneira: $W^{\epsilon+1} =$

$W^\epsilon + (1 - \alpha)\Delta W^\epsilon + \alpha\Delta W^{\epsilon-1}$ em que α é o coeficiente de momento, no qual $0 \leq \alpha \leq 1$.

5.2 SISTEMA PARA ANDROID

Para o treinamento da rede neural utilizou-se 15 exemplos que são os valores de input apresentado na Tabela 1. O desejado são os valores apresentado pelo sistema fuzzy utilizando o método do centroide.

Tabela 01 – Valores de entrada e resultados no sistema Fuzzy.

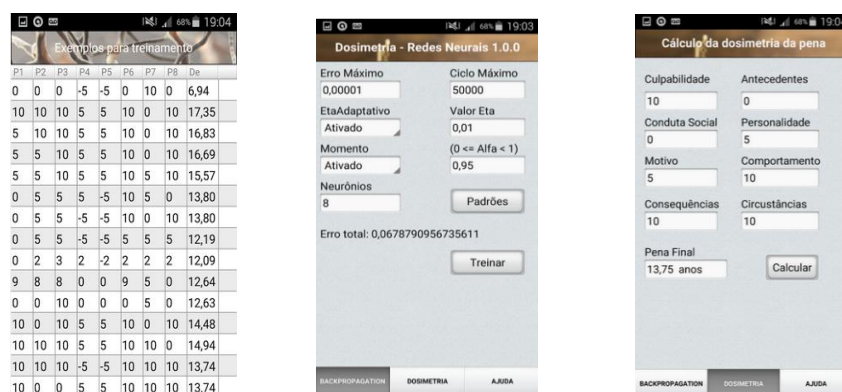
Teste Numero:	Valores de Input:	PENA-BASE (Output) DEFUZZYFICAÇÃO				
		LargestOfMaximum	MeanOfMaximum	SmallestOfMaximum	CENTROIDE	BISECTOR
1	[0 0 0 -5 -5 0 10 0]	6,04	6,04	6,04	6,95	6,91
2	[10 10 10 5 5 10 0 10]	19,97	19,97	19,97	17,36	17,06
3	[5 10 10 5 5 10 0 10]	19,97	19,58	19,20	16,84	16,64
4	[5 5 10 5 5 10 0 10]	19,97	19,58	19,20	16,69	16,15
5	[5 5 10 5 5 10 5 10]	18,50	18,25	18,01	15,57	14,47
6	[0 5 5 5 -5 10 5 0]	7,37	7,19	7,02	13,81	14,47
7	[0 5 5 -5 -5 10 0 10]	18,01	18,01	18,01	13,81	14,47
8	[0 5 5 -5 -5 5 5 5]	14,51	14,51	14,51	12,19	12,51
9	[0 2 3 2 -2 2 2 2]	7,44	7,44	7,44	12,09	11,25
10	[9 8 8 0 0 9 5 0]	18,64	18,32	18,01	12,64	12,44
11	[0 0 10 0 0 0 5 0]	7,37	7,37	7,37	12,63	12,37
12	[10 0 10 5 5 10 0 10]	19,97	19,58	19,20	14,49	18,04
13	[10 10 10 5 5 10 10 0]	19,97	19,58	19,20	14,94	16,22
14	[10 10 10 -5 -5 10 10 10]	18,92	18,46	18,01	13,74	17,41
15	[10 0 0 5 5 10 10 10]	19,97	18,46	18,01	13,74	17,41

Fonte: Autor – 2015.

A Figura 2a apresenta o formulário do aplicativo escrito em C++ e os padrões de treinamento e desejado. Cada linha representa as 8 circunstancias judiciais e “De” é o desejado da respectiva entrada. A Figura 2b, apresenta os parâmetros utilizado no aplicativo. Observe que o usuário tem autonomia para manipular os parâmetros como: o eta adaptativo, o alfa e o número de neurônios da camada escondida (*default* são 8 neurônios).

A Figura 2c apresenta a tela onde o usuário entra com os parâmetros para o cálculo da pena base. O uso do aplicativo pode ser resumido da seguinte maneira: i) O usuário entra com os padrões usando o botão padrões. Por *default*, o aplicativo possui 15 padrões com o seu respectivo valor desejado. No entanto, o usuário pode alterar esses valores (Figura 2a); ii) Entre com os parâmetros da RNA (Figura 2b); iii) Clique no botão treinar (Figura 2b); iv) Faça o cálculo da pena base (Figura 2c). O aplicativo para Android já está disponível para download na *Play Store* da Google no link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.embarcadero.Dosimetria>.

Figura 2: Aplicativo Dosimetria usando Rede Neural.



a) Padrões de treinamento. b) Parâmetros da rede neural. c) Entrada de dados para o cálculo da pena.

Fonte: Autor – 2015.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram obtidos através do sistema desktop entrando com valores aleatórios de input, com o réu condenado por algum crime de homicídio simples, aplicando a pena de 6 a 20 anos.

Aplicando o cálculo sob os casos mais favoráveis e os mais desfavoráveis das circunstâncias judiciais, os métodos LOM MOM e SOM apresentam resultados idênticos apresentando as penas-base mais altas e mais baixas. Os métodos *centroide* e *bisector* apresentaram resultados não idênticos o que os difere dos demais métodos.

Na rede neural Backpropagation utilizou-se valores aleatórios de input diferentes da Tabela 1 como padrão de treinamento (também com o réu condenado), aplicando a pena de 6 a 20 anos utilizou-se o método de defuzzificação *centroide* como desejado na RNA. Os resultados foram obtidos e são sumarizados na Tabela 2. Nesses resultados, os parâmetros da RNA são mostrados na Figura 2b. Na Tabela 2, as entradas variam de 0 a 10 menos os dois parâmetros: motivos e personalidade. Esses variam de -5 a 5.

Os resultados são satisfatórios pois ambos os modelos atingiram saídas esperadas de máximos e mínimos conforme o grau das circunstâncias judiciais.

Verificou-se também que a logica fuzzy se tornou uma espécie de sintonia da rede neural, com o objetivo de aprender as regras da lógica fuzzy aplicadas.

Outro resultado relevante para esse estudo é que a RNA preserva esses valores e aprende o perfil do juiz de acordo com seus julgamentos.

De acordo com o maior resultado da saída do RNA verifica-se que o método sempre dará ao réu uma pena mais longa e de acordo com o menor resultado uma pena mais branda.

Tabela 02 – Comparação entre o Fuzzy e Rede Neural.

Teste Numero:	Valores de Input:	PENA-BASE (Output) Backpropagation	PENA-BASE (Output) DEFUZZIFICAÇÃO
		CENTROIDE	CENTROIDE
1	[0 0 0 -1 -1 0 5 0]	9,95	10,66
2	[8 9 9 5 5 8 0 8]	17,00	16,58
3	[4 8 8 3 3 10 0 10]	16,83	15,15
4	[4 5 10 4 4 10 0 8]	16,77	15,34
5	[6 6 8 5 5 7 5 7]	16,77	14,57
6	[2 6 6 1 -3 8 4 0]	12,37	12,79
7	[0 3 3 -2 -2 7 0 7]	13,67	13,30
8	[0 5 5 -5 -5 5 5 5]	12,13	12,16
9	[0 3 4 3 -3 3 4 5]	13,16	13,06
10	[9 8 8 0 0 9 5 0]	12,32	12,61
11	[0 0 0 -4 -4 1 8 0]	7,25	7,66
12	[9 0 8 3 3 8 0 7]	14,11	13,63
13	[8 9 10 3 3 8 7 0]	14,79	13,96
14	[9 9 9 -3 -3 8 8 8]	13,11	14,05
15	[8 0 0 4 4 7 8 9]	14,10	13,13

Fonte: Autor – 2015.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho utilizou-se a lógica fuzzy e rede neural com o algoritmo backpropagation aplicado a dosimetria no direito penal.

O algoritmo *backpropagation* tem a habilidade de aprender e faz com que essa técnica seja altamente adaptativa a diferentes tipos de situações. O método foi capaz de aprender apenas dando os parâmetros encontrados pela lógica fuzzy atingindo resultados muito semelhante. Com esse resultado a rede neural é capaz de aprender o comportamento de diferentes usuários.

Outro ponto a se destacar é a importância do direito penal para o controle social, dando soluções plausíveis para o que acontece no nosso cotidiano.

Este trabalho se torna relevante pois ampliar os estudos sobre o sistema trifásico da dosimetria com a utilização de técnicas de inteligência artificial bastante difundido na literatura.

REFERÊNCIAS

BORGES, Paulo Sérgio da Silva; GUIMARÃES, Márcio Ghisi. Um sistema de apoio à Dosimetria da Pena utilizando Fuzzy Logic. In: XX CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 20., 2000, Curitiba. Um sistema de apoio à Dosimetria da Pena utilizando Fuzzy Logic. Curitiba: Sbc 2000, 2000. Disponível em:
<<http://www.ufrgs.br/niee/eventos/SBC/2000/pdf/semish/semi009.pdf>>.
Acesso em: 1 maio 2015.

CAPEZ, Fernando. CURSO DE DIREITO PENAL: PARTE GERAL 1. 16. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

DEMUTH, H.; BEALE, M. Neural Network Toolbox User's Guide. **The MathWorks**, Inc: Massachusetts, USA, 1992.

GAMA, Bruno Cezzar de Freitas; DAMASCENO, Nielsen Castelo. Aplicação em lógica fuzzy para apoio à dosimetria das penas do direito penal. 2010. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Faculdade Mater Chirsti, Mossoró, 2010.

GRECO, R. Código penal comentado, ampliada e atualizada até 1º de janeiro de 2016, 10. ed. Impetus Niterói, 2016.

HAYKIN, S. Redes Neurais: Princípios e prática. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MIRANDA, Pedro; VILELA JUNIOR, Mauro Barbosa; KRONBAUER, Diego. Sistema de Controle Difuso de Mamdani Aplicações: Pêndulo Invertido e outras. 2003. 61 f. Monografia (graduação) - Curso de Análise de Sistemas, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2003.

PANSALKAR, V.V.; SASTRY, P.S. Analysis of the Back-Propagation Algorithm with Momentum. **IEEE Transactions on Neural Networks**, Vol. 5, Nº. 3, USA, pag. 505-506, 1994.

REZENDE, S. O. Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações. Manole, Barueri, São Paulo, 2005.

ZADEH, Lofti A. Fuzzy sets: information and control. **Fuzzy logic. IEEE computer**. Vol. 8. P. 338-353, 1965.