

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

RECONHECIMENTO DA DIGITAL USANDO PEDÉS NEURAI

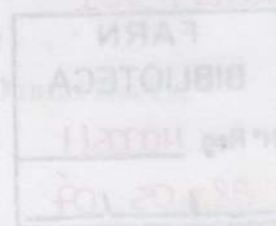
RECONHECIMENTO DA DIGITAL USANDO REDES NEURAI

PAULO ROBERTO XAVIER MACHADO

Orientador

Biblioteca Paraguaná

M. Sc.



NATAL/RN

NATAL/RN

2006

FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

CONHECIMENTO DA DIGITAL USANDO REDES NEURAIS

PAULO ROBERTO XAVIER MACHADO

RB29.301

FARN	004.8
BIBLIOTECA	M 133h
Nº Reg. <u>MA00611</u>	2006
<u>28 / 05 / 07</u>	Ex: 01

NATAL/RN

2006

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

RECONHECIMENTO DA DIGITAL USANDO REDES NEURAIS

Paulo Roberto Xavier Machado

RECONHECIMENTO DA DIGITAL USANDO REDES NEURAIS

*Monografia apresentada e aprovada em 30 de julho de 2006, pela banca examinadora
composta pelos seguintes membros*

**Monografia apresentada ao Curso de
Bacharelado em Sistemas de Informação
da Faculdade Natalense para o
Desenvolvimento do Rio Grande do Norte
como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de
Informação.**

Bartira Paraguaçu Falcão Dantas Rocha, M. Sc.

Orientador

Orientador:

Aluizio Ferraz Falcão Neto

**Bartira Paraguaçu Falcão Dantas Rocha,
M. Sc.**

Membro Examinador

José Carlos Pinheiro

José Carlos Pinheiro, M. Sc.

Membro Examinador

NATAL/RN

2006

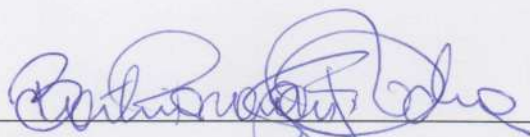
NATAL/RN, 04 de dezembro de 2006

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE**

RECONHECIMENTO DA DIGITAL USANDO REDES NEURAIAS

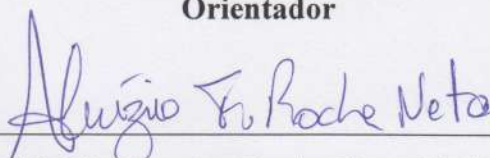
Paulo Roberto Xavier Machado

Monografia apresentada e aprovada em 30 de julho de 2006, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros



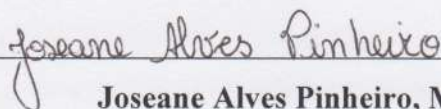
Bartira Paraguaçu Falcão Dantas Rocha, M. Sc.

Orientador



Aluizio Ferreira Rocha Neto, M. Sc.

Membro Examinador



Joseane Alves Pinheiro, M. Sc.

Membro Examinador

NATAL/RN, 04 de dezembro de 2006.

Aos meus pais dedico este trabalho,
como prova de todo o esforço feito por
eles para que hoje eu conseguisse dar
este salto enorme em minha vida, aos
meus irmãos e meus amigos que sempre
me apoiaram durante esse longo
caminho.

Agradecimentos

Agradeço ao MDS, grupo de amigos fundamental ao longo de todo o curso. Fonte da inspiração e motivação para superar qualquer obstáculo apresentado a nossa frente.

Agradeço a professora Barbra Rocha, minha orientadora, pela ajuda prestada no desenvolvimento desse projeto e pela paciência durante todo o processo de elaboração do mesmo.

A minha família pelo incentivo para fazer esse curso e nunca me ter deixado desistir em momento algum.

A minha namorada Amanda, por todo o carinho em companhia durante longos 2 anos de estudo e trabalho incessante.

Aos meus pais dedico esse trabalho, como prova de todo o esforço feito por eles para que hoje eu conseguisse dar esse salto enorme em minha vida, aos meus irmão e meus amigos que sempre me apoiaram durante esse longo caminho.

Agradecimentos

Agradeço ao MDS, grupo de amigos fundamental ao longo de todo o curso. Fonte de inspiração e motivação para superar qualquer obstáculo apresentado a nossa frente.

Agradeço a professora Bartira Rocha, minha orientadora, pela ajuda prestada no desenvolvimento desse projeto e pela paciência durante todo o processo de elaboração do mesmo.

A minha família pelo incentivo para fazer esse curso e nunca me ter deixado desistir em momento algum.

A minha namorada Amanda, por todo o carinho e compreensão durante longos 2 anos de estudo e trabalho incessante.

1.2. JUSTIFICATIVA	2
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. BIOMETRIA	8
2.2. FAPILOSCOPIA	8
2.3. DATILOSCOPIA	9
2.4. NEURÔNIO BIOLÓGICO	10
2.5. NEURÔNIO ARTIFICIAL	11
2.6. PERCEPTRON	12
2.7. TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM	13
2.8. TREINAMENTO NÃO-SUPERVISIONADO	13
2.9. TREINAMENTO SUPERVISIONADO	13
2.9.1. APRENDIZADO BACKPROPAGATION	14
2.10.1. Reconhecimento Concreto	15
2.10.2. Reconhecimento Abstrato	16
3. METODOLOGIA	18
4. ANÁLISE DE RESULTADO	19
4.1. CAYRES (2004)	19
4.2. ZAPARALA (2002)	19
5. CONCLUSÃO	22
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	23

Orientador: Bartira Paraguassu Falcão Damasceno Rocha
Mestrado (Graduação em Sistemas de Informação)
Faculdade de Engenharia e Desenvolvimento do Rio Grande do Norte

Agradecimentos

Agradeço ao MDS, grupo de amigos fundamental ao longo de todo o curso. Fonte de inspiração de motivação para superar qualquer obstáculo apresentado a nossa frente. Agradeço a professora Bartira Rocha, minha orientadora, pela ajuda prestada no desenvolvimento desse projeto e pela paciência durante todo o processo de elaboração do mesmo.

A minha família pelo incentivo para fazer esse curso e nunca me ter deixado desistir em momento algum.

A minha namorada Amanda, por todo o carinho em compreensão durante longos períodos de estudo e trabalho incessante.

Machado, Paulo Roberto Xavier

Reconhecimento da Digital usando Redes Neurais/Paulo Roberto Xavier Machado. ____ Natal: FARN, 2006.

30p.

Orientadora: Bartira Paraguaçu Falcão Dantas Rocha

Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

RN/FARN/BC

CDU

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	6
1.1. OBJETIVOS	7
1.1.1. Objetivo Geral	7
1.1.2. Objetivos Específicos.....	7
1.2. JUSTIFICATIVA	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. BIOMETRIA	8
2.2. PAPILOSCOPIA	8
2.3. DATILOSCOPIA	9
2.4. NEURÔNIO BIOLÓGICO	10
2.5. NEURÔNIO ARTIFICIAL	11
2.6. PERCEPTRON.....	12
2.7. TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM.....	13
2.8. TREINAMENTO NÃO-SUPERVISIONADO	13
2.9. TREINAMENTO SUPERVISIONADO	13
2.9.1. APRENDIZADO BACKPROPAGATION	14
2.10.1. Reconhecimento Concreto	15
2.10.2. Reconhecimento Abstrato	15
3. METODOLOGIA.....	16
4. ANÁLISE DE RESULTADO	17
4.1. CAYRES (2004)	17
4.2. ZAPAROLI (2002)	18
5. CONCLUSÃO.....	21
6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	23

LISTA DE FIGURAS

1.	Constituintes da célula neural	7
2.	Neurônio artificial de McCulloch-Pitts	9
3.	Rede de Perceptron proposto por Rosembat	10
4.	Rede Neural Artificial usada por Cayres	17
5.	Rede Neural Artificial usada por Zaparoli	19

LISTA DE TABELAS

1. Teste Realizado por Cayres	15
2. Comparação entre as Redes Neurais	21

para o reconhecimento de padrões, como a impressão digital, e conceitos importantes sobre Inteligência Artificial são apresentados nesse trabalho.

A apresentação desses conceitos serão esclarecidos através de exemplos de uso de Redes Neurais e a partir destes é realizada uma análise a cerca da eficiência dessa abordagem no caso específico de reconhecimento de padrões de impressão digital.

RESUMO

Esta monografia apresenta conceitos de Biometria, datiloscopia e uso desses modelos em Redes Neurais, uma tecnologia nova e de grande potencial. A utilização de Redes Neurais para o reconhecimento de padrões, como a impressão digital, e conceitos importantes sobre Inteligência Artificial são apresentados nesse trabalho.

A apresentação desses conceitos serão esclarecidos através de exemplos de uso de Redes Neurais e a partir destes é realizada uma análise a cerca da eficiência dessa abordagem no caso específico de reconhecimento de padrões de impressão digital.

1. INTRODUÇÃO

ABSTRACT

This monograph presents concepts of Biometry, dactyloscopy and use of these models in Neural Nets, a new technology and of great potential. The use of Neural Nets for the recognition of standards, as the fingerprint, and important concepts on Artificial Intelligence are presented in this work.

The presentation of these concepts is clarified through examples of use of Neural Nets and from these an analysis about the efficiency of this boarding in the specific case of recognition of standards of fingerprint is carried through.

Inteligência Artificial é a ciência de fazer máquinas, ou mais especificamente sistemas considerados inteligentes. Desde os primórdios da IA até os dias atuais os estudos na área sofreram grandes mudanças, desde o abandono de novos modelos de tratamento de problemas que não podem ser resolvidos por algoritmos convencionais, às descobertas de falhas nos modelos mostrados até o surgimento de novos rumos de IA que findaram nos avanços apresentados nos últimos anos.

A IA apresenta alguns comportamentos que vão definir a forma com o sistema irá tratar os problemas que lhe são apresentados, nesse ponto identificamos a participação das Redes Neurais que tem grande destaque uma vez que são base de sustentação para o processamento de parte dos sistemas tidos como inteligentes. Um dos papéis das redes neurais é ser capaz de adaptar-se a novas situações, raciocinar, entender relações entre fatos, descobrir significados, reconhecer a verdade e aprender com base em sua experiência. Entendendo como funciona basicamente uma rede neural vamos compreender os conceitos de reconhecimento de padrões e a sua utilidade nos dias atuais.

Cada pessoa possui algumas características que podem ser unicamente identificadas, como por exemplo, a digital, a retina, a formação da face, a geometria da mão, o DNA, entre outras. O diferencial em relação a outras formas de identificação como a senha ou o cartão inteligente é que não podemos perder ou esquecer nossas características biométricas, sendo esse um ponto favorável quanto à questão de uma vez que as características Biométricas são intransferíveis, pode-se dizer que a segurança aumenta consideravelmente.

Anualmente, com toda a preocupação gerada recorre-se muito a novas tecnologias para garantir a segurança da população, mas será que os modelos utilizados atualmente são suficientes para isso?

1. INTRODUÇÃO

Um dos ramos que mais avançam hoje em dia é o da segurança, não é por menos que fatos como ameaças terroristas e situação como os ataques de 11 de setembro nos Estados Unidos fazem com que cada vez mais a segurança da população seja frisada. Fatos como esses são cada vez mais estudados e novas técnicas são testadas e aplicadas para que continuamente a segurança seja garantida, para isso técnicas da computação que utilizam aspectos cognitivos no reconhecimento de padrões são usados, estamos falando da Inteligência Artificial (IA), mais especificamente a sua subárea de Redes Neurais Artificiais (RNA). Foi-se o tempo em que detectores de metais e cachorros treinados eram o auge em segurança. Para compreender melhor todo esse processo é necessário entender o que é IA e outros conceitos importantes.

Inteligência Artificial é a ciência de fazer máquinas, ou mais especificamente sistemas considerados inteligentes. Desde os primórdios da IA até os dias atuais os estudos na área sofreram grandes mudanças, desde o anúncio de novos modelos de tratamento de problemas que não podem ser resolvidos por algoritmos convencionais, às descobertas de falhas nos modelos mostrados até o surgimento de novos rumos da IA que findaram nos avanços apresentados nos últimos anos.

A IA apresenta alguns comportamentos que vão definir a forma com o sistema irá tratar os problemas que lhe são apresentados, nesse ponto identificamos a participação das Redes Neurais que tem grande destaque uma vez que são base de sustentação para o processamento de parte dos sistemas tidos como inteligentes. Um dos papéis das redes neurais é ser capaz de adaptar-se a novas situações, raciocinar, entender relações entre fatos, descobrir significados, reconhecer a verdade e aprender com base em sua experiência. Entendendo como funciona basicamente uma rede neural vamos compreender os conceitos de reconhecimento de padrões e a sua utilidade nos dias atuais.

Cada pessoa possui algumas características que podem ser unicamente identificadas, como por exemplo, a digital, a retina, a formação da face, a geometria da mão, o DNA, entre outras. O diferencial em relação a outras formas de identificação como a senha ou o cartão inteligente é que não podemos perder ou esquecer nossas características biométricas, sendo esse um ponto favorável quanto à questão de uma vez que as características Biométricas são intransferíveis, pode-se dizer que a segurança aumenta consideravelmente.

Atualmente, com toda a preocupação gerada recorre-se muito a novas tecnologias para garantir a segurança da população, mas será que os modelos utilizados atualmente são suficientes para isso?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo Geral

Apresentar os principais conceitos de um sistema de reconhecimento de padrões baseado na biometria utilizando Redes Neurais Artificiais (RNA).

2.1.2. Objetivos Específicos

Apresentar de uma forma geral as abordagens da Inteligência Artificial (IA) para solução de problemas, aprofundando-se na área de Redes Neurais para reconhecimento de padrões.

Apresentar estudos de caso que apresentam a implementação de Redes Neurais supervisionadas.

Analisar e sintetizar os principais conceitos e benefícios do uso de Redes Neurais no reconhecimento de impressões digitais.

2.2. JUSTIFICATIVA

O trabalho corrente espera auxiliar com novas idéias de tecnologia o uso de reconhecimento de impressão digital como técnica de segurança, podendo ser aplicada desde empresas de grande porte até equipamentos domésticos. A grande facilidade de utilização dessa ferramenta é um dos fatores que faz com que exista a expectativa de que seja utilizada em grande escala num futuro não tão distante.

Para exemplificar a importância de sistemas computacionais que podem auxiliar no reconhecimento de padrões, podemos citar o caso de investigações criminais, policiais que coletam várias impressões digitais numa cena de crime. Para a pesquisa e identificação de cada impressão digital um técnico perito terá que fazer comparações com outras impressões que estejam registradas em seus arquivos, podendo estar esse arquivo no formato de fichas de papel. A análise comparativa manual de impressões digitais, levando em consideração o contingente de pessoas que existem numa comunidade, é tediosa, imprecisa e propícia a erros. Em resumo, uma grande perda de tempo ocorre e podemos dizer que o trabalho de comparação feito por um sistema computacional é consideravelmente mais rápido, prático e confiável.

2.2.1. PAPILOSCOPIA

Papiloscopia é a ciência que trata da identificação humana por meio das papilas dérmicas (elevações da pele) (Silva, 2000, Pg: 1).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para Hübner (2004, p. 11) “Uma Rede Neural é um processador massivamente paralelo que tem a tendência de armazenar conhecimento experimental”. Já para Vellascos (2004, p. 4) as “Redes Neurais Artificiais são sistemas inspirados nos neurônios biológicos e na estrutura massivamente paralela do cérebro, com capacidade de adquirir, armazenar e utilizar conhecimento experimental”. Uma das utilizações das Redes Neurais é em resolução de problemas, que possuem complexidade consideravelmente alta ao ponto de não serem viáveis as tentativas de resolução de problemas no modo convencional com a utilização de algoritmos não-especialistas.

Para um melhor entendimento de como as redes neurais se comportam será necessário entender como funciona sua lógica e como se comporta cada parte pertencente a ela como, por exemplo, o neurônio. Sabemos que o cérebro humano é composto por milhões de neurônios, neurônios esses que são responsáveis diretos pelo processamento de informações e da capacidade humana de armazenamento de informações.

2.1. BIOMETRIA

“Biometria . [De Bi(o)- + -metria.] S. f. 1. Ramo da ciência que estuda a mensuração dos seres vivos. 2. Cálculo da duração provável da vida nos seres vivos. 3. Biometria estatística 1. Parte da estatística que investiga atributos biológicos quantitativos pertinentes a uma população de seres vivos. [Tb. Se diz apenas biometria.]”(Junior, Pg. 10).

Para que possamos diferenciar uma pessoa da outra é necessário que haja um método destinado a estabelecer sua identidade, ou seja, determinar um conjunto de caracteres próprios que possam individualizar as pessoas entre si. Afinal, mais do que identificar pessoas, precisa-se individualiza-las (Ladeira, Oliveira e Araújo, Pg: 2).

Se faz necessário definir os critérios de classificação a serem utilizados para reconhecimento de padrões. A biometria define que características únicas de um determinado indivíduo podem ser utilizadas como parâmetros de comparação e classificação viáveis e confiáveis.

2.2. PAPILOSCOPIA

Papiloscopia é a ciência que trata da identificação humana por meio das papilas dérmicas (saliências da derme) (Silva, 20xx, Pg: 1).

Historicamente, dentre os vários métodos já utilizados o papiloscópico é o mais eficaz por conseguir individualizar pessoas tanto civil quanto criminalmente (INI *apud* Ladeira, Oliveira e Araújo, Pg: 2).

Segundo Silva a papiloscopia divide-se em 4 partes:

- Quiroscopia: Processo de identificação humana por meio das impressões palmares (palma das mãos);
- Podoscopia: Processo de identificação humana por meio das impressões plantares (planta dos pés);
- Poroscopia: Estudo dos poros; e
- Datiloscopia: Processo de identificação através das impressões digitais. Esse tema será abordado em seguida.

2.3.DATILOSCOPIA

Datiloscopia é o processo de identificação humana por meio das impressões digitais. Identidade, em um conceito mais amplo, é a identificação única e imutável dos indivíduos (Zaparoli, 2002. p.03). Esta palavra [Datiloscopia] é constituída de dois elementos gregos: *Dactylos* = dedos e *Skopêin* = examinar, a partir disso, originou-se o estudo dos dedos, isto é, das impressões digitais (Costa, Bombonatti *apud* Cayres, Pg: 1).

A datiloscopia divide-se em civil, criminal e clínica. A datiloscopia civil trata da identificação para a cédula de identidade, carteira profissional etc. A datiloscopia criminal tem três finalidades, a identificação de inquérito policial a expedição de documentos de idoneidade e a identificação de fragmentos de impressões digitais, coletadas em locais de crimes. A datiloscopia clínica é a que cuida das perturbações que se verificam nos desenhos digitais, em consequência de algumas doenças ou do exercício de certas profissões (Tavares Jr. *apud* Zaparoli, Pg: 3).

Os estudos científicos de impressões digitais foram iniciados no final do século XVI, mas a fundação do moderno método de identificação de impressão digital foi estabelecida pelos estudos de Sir F. Galton e E. Henry no fim do século XIX (Jain *et al.* *apud* Cayres, Pg: 7).

Segundo Bombonatti *apud* Cayres a datiloscopia possui os seguintes princípios:

- **Perenidade**

Os desenhos digitais aparecem a partir do sexto mês de vida fetal, permanecendo intactos, inclusive, no pós-morte.

- **Imutabilidade**

As propriedades dos desenhos digitais mantêm-se sua forma original por toda vida.

- **Classificação**

As propriedades das figuras digitais contribuem para a classificação, arquivamento e pesquisa.

- **Variabilidade**

Os desenhos se diferem de dedo para dedo e de pessoa para pessoa.

2.4.NEURÔNIO BIOLÓGICO

A comunicação entre os neurônios é feita por estímulos ou sinapses, ou seja, um neurônio recebe um estímulo, processa a informação, o que podemos chamar de Limite de Ação e em seguida dispara outro estímulo para um outro neurônio. Essas sinapses são de fundamental importância no papel de memorização das informações no cérebro.

Para Roisemberg (1999) “o neurônio possui um corpo celular, axônio e diversas ramificações (dendritos)”. Roisemberg afirma ainda que os dendritos são “dispositivos de entrada” que conduzem sinais das extremidades para o corpo celular. E que o axônio, que geralmente é só 1, é o “dispositivo de saída” que transmite um sinal do corpo celular para as suas extremidades, e as extremidades do axônio são conectadas com dendritos de outros neurônios através das sinapses. A figura 1 ilustra o neurônio citado.

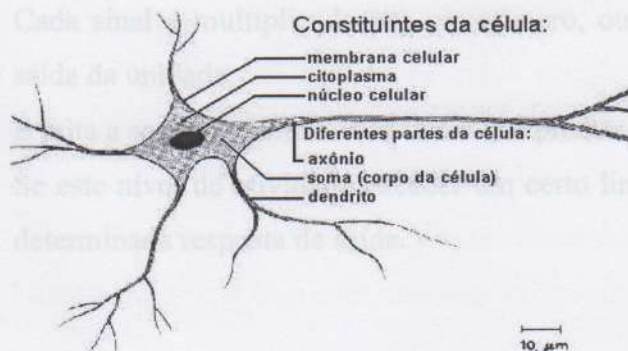


Figura 1: Constituintes da célula neural (NEY, 2005).

Bittencourt (1996, p.196) explica o funcionamento do neurônio dizendo que ele “é formado por um Corpo Celular ou Soma que contém o núcleo da célula, diversos Dendrites [dendritos], através dos quais impulsos elétricos são recebidos, e um Axônio, através do qual impulsos elétricos são enviados”. Bittencourt ainda diz que a propagação desses impulsos elétricos ao longo dos dendritos ou dos axônios é dada através da alteração da concentração de K^+ e Na^+ em ambos os lados da membrana.

Figura 2: Neurônio artificial de McCulloch-Pitts (1943, 1945)

(...) Seguindo um princípio frequentemente válido em biologia, o de que o uso de um órgão favorece seu desenvolvimento, que cada vez que uma sinapse é ativada e encontra ativado ou consegue ativar outro neurônio o número de neurotransmissores liberados aumenta na próxima vez que o neurônio for ativado. Isto representa um aumento da conexão entre os dois neurônios. (BARRETO 2002, p. 12).

2.5.NEURÔNIO ARTIFICIAL

Segundo Dillemburg (2006) “o neurônio artificial é uma estrutura lógico-matemática que procura simular a forma, o comportamento e as funções de um neurônio biológico”.

Uma rede neural artificial é composta por várias unidades de processamento, as quais se baseiam em um funcionamento bastante simples. Essas unidades, geralmente são conectadas por canais de comunicação que estão associados a determinado peso. As unidades fazem operações apenas sobre seus dados locais, que são entradas recebidas pelas suas conexões. O comportamento inteligente de uma Rede Neural Artificial vem das interações entre as unidades de processamento da rede.

A operação de uma unidade de processamento, proposta por McCulloch e Pitts em 1943, pode ser resumida da seguinte maneira e representada através da figura 2:

- 1) Sinais são apresentados à entrada;
- 2) Cada sinal é multiplicado por um número, ou peso, que indica a sua influência na saída da unidade;
- 3) É feita a soma ponderada dos sinais que produz um nível de atividade;
- 4) Se este nível de atividade exceder um certo limite (threshold) a unidade produz uma determinada resposta de saída.

Figura 3 ilustra um perceptron com suas respectivas camadas de entrada e saída.

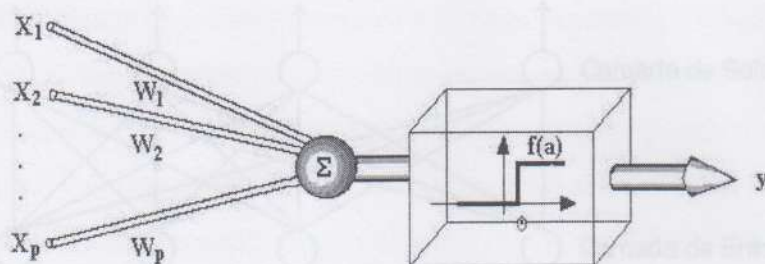


Figura 2: Neurônio artificial de McCulloch-Pitts (NEY, 2005)

Podemos caracterizar o funcionamento do Neurônio Artificial a partir da imagem acima. Haykin (2001, p. 36) explica o funcionamento do neurônio artificial dizendo que o mesmo possui as entradas do neurônio que podem ser as saídas de outro neurônio, entradas externas, uma Bia ou qualquer combinação desses elementos, a combinação de entradas, o somatório de todas estas entradas com seus respectivos pesos determinarão o Net e o valor da ativação é atualizado através da função de ativação e finalmente o valor de saída é produzido através da função de saída.

2.6. PERCEPTRON

Para Bittencourt (1996, p. 199) "o primeiro modelo de rede neural - chamado de *perceptron* - foi proposto em 1957 por Rosembat". Este modelo apresentado por Rosembat consiste numa rede neural de apenas duas camadas, a primeira camada de *entrada* responsável apenas pela redistribuição das informações de entrada, ou seja, recebia as informações e repassava para a próxima camada a de saída. A camada de *saída* era responsável por todo o processamento realizado pela rede neural. Esse modelo é tido como o mais antigo tipo de rede neural devido sua simplicidade.

Segundo Rosembatt apud Roisemberg (1999) "a conectividade desenvolvida nas redes biológicas contém um grande número aleatório de elementos". Enquanto que Haykin (2001, p.143) diz: "o perceptron é a forma mais simples de uma rede neural usada para a classificação de padrões ditos linearmente separáveis (padrões que se encontram em lados opostos do hiperplano)". Para Russel (2004, p.716) uma Rede Neural de uma única camada, ou rede de perceptron, é uma rede com todas as entradas conectadas diretamente às saídas. A figura 3 ilustra um perceptron com suas respectivas camadas de entrada e saída.

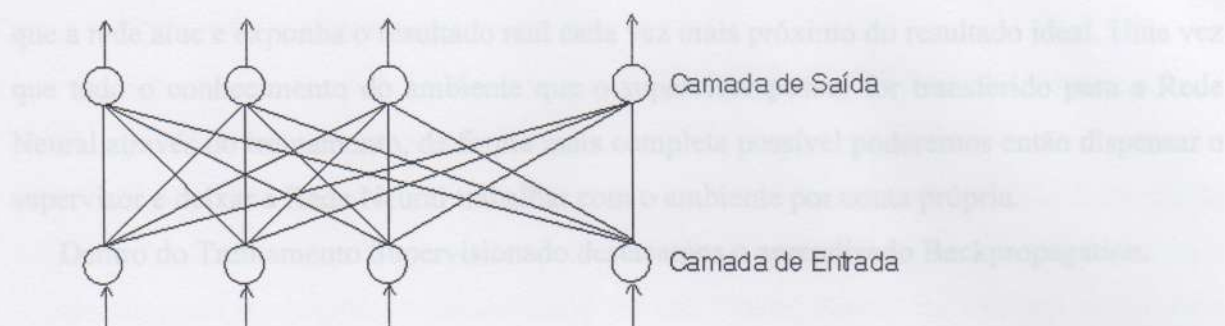


Figura 3: Rede de Perceptron proposto por Rosembat (TATIBANA; KAETSU, 2005).

2.7.TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM

Bittencourt (1996) diz que treinar uma rede neural significa ajustar sua matriz de pesos de forma que o vetor de saída coincida com um certo valor desejado, a resposta ideal, para cada vetor de entrada. Podemos dividir as forma de treinamento em dois modelos globais: o treinamento supervisionado e o treinamento não-supervisionado. Para Roisemberg um neurônio é considerado um elemento adaptativo. “Seus pesos sinápticos são modificáveis dependendo do algoritmo de aprendizado”.

2.8.TREINAMENTO NÃO-SUPERVISIONADO

Roisemberg cita dois ponto referentes ao aprendizado Não-Supervisionado, são eles:

- É aquele que para fazer modificações nos valores das conexões sinápticas não usa as informações sobre a resposta da rede, isto é, se a resposta está correta ou não.
- Usa-se por outro lado um esquema, tal que, para exemplos de coisas semelhantes, a rede responda de modo semelhante.

2.9.TREINAMENTO SUPERVISIONADO

Para Haykin (2001, p.88) a rede se ajusta a partir da resposta dada pelo supervisor, ou professor, a própria Rede Neural em relação ao vetor de entrada exposto tanto ao supervisor quanto a RNA. A partir do resultado informado pelo supervisor a RNA, o que é considerado como resultado ótimo ou ideal, ela ajusta seus pesos para tornar cada vez menor o sinal de erro. “O sinal de erro é definido como a diferença entre a resposta desejada e a resposta da rede” segundo Haykin. O mesmos ainda afirma que este ajuste é realizado passo a passo, iterativamente, com o objetivo de fazer a Rede Neural emular o professor, a fim de fazer com

que a rede atue e exponha o resultado real cada vez mais próximo do resultado ideal. Uma vez que todo o conhecimento do ambiente que o supervisor possui for transferido para a Rede Neural através do treinamento, da forma mais completa possível poderemos então dispensar o supervisor e deixar a Rede Neural trabalhar com o ambiente por conta própria.

Dentro do Treinamento Supervisionado destacamos o aprendizado Backpropagation.

2.9.1. APRENDIZADO BACKPROPAGATION

Roiser (1999) diz que o algoritmo de Backpropagation é hoje em dia a técnica de aprendizado mais utilizada para as Redes Neurais unidirecionais multicamadas com neurônios estáticos.

“O conhecimento das Redes Neurais Artificiais se dá através de ponderação que os pesos de conexão entre os neurônios de diferentes camadas trocam entre si” (Vieira, 2004, p. 7). Vieira ainda diz que encontrar a solução para um determinado problema usando uma Rede Neural seria encontrar a melhor topologia de rede como também fazer os ajustes corretos nos pesos das conexões entre os neurônios.

Para Bittencourt (1996) o algoritmo de Backpropagation, ou Retropropagação, é o algoritmo mais conhecido para treinamento de Redes Neurais e que pode ser considerado como uma generalização da regra Delta para redes de alimentação para frente com mais de duas camadas.

O funcionamento de algoritmo de Backpropagation pode ser descrito nos seguintes passos:

- i. Apresenta-se um exemplo à rede e obtém-se a saída correspondente;
- ii. Calcula-se o vetor de erro que consiste na diferença entre a saída obtida e a saída esperada;
- iii. Calcula-se o gradiente do vetor de erro e atualiza-se, utilizando a regra delta, os pesos da camada de saída; e
- iv. Propaga-se para trás os valores desejados de modo a atualizar os pesos das demais camadas (Bittencourt, 1996, p.202).

O procedimento que define a Regra Delta é: “Quando um padrão é inicialmente apresentado à rede, ela produz uma saída. Após medir a distancia entre a resposta atual e a desejada, são realizados os ajustes apropriados nos pesos das conexões de modo a reduzir essa distancia” (Carvalho, 20xx).

2.10. RECONHECIMENTO DE PADRÕES

“Reconhecimento de padrões é a área de pesquisa que tem por objetivo a classificação de objetos (padrões) em um número de categorias ou classe” (Campos, 2000). Segundo Cera os seres humanos são capazes de reconhecer padrões com extrema facilidade, isso faz parte da própria natureza humana ao observar um objeto e fazer comparação com as propriedades e comportamentos conhecidos e armazenados em sua mente. Para o ser humano essa é uma tarefa simples mas, no contexto da Inteligência Artificial, essa não é uma tarefa trivial. Cera: afirma que não existe nenhuma máquina ou software de Inteligência Artificial que seja capaz de igualar-se a capacidade de reconhecimento do cérebro humano. Ela divide o reconhecimento de padrões em duas categorias. Reconhecimento Concreto e Reconhecimento Abstrato.

2.10.1. Reconhecimento Concreto

Ao Reconhecimento Concreto são envolvidos os reconhecimentos de impressões digitais, objetos físicos, formas de ondas, faces entre outros objetos que existam fisicamente.

2.10.2. Reconhecimento Abstrato

No caso do Reconhecimento Abstrato compreende-se tudo o que é de natureza não-concreta, ou seja, os elementos sem forma física como, por exemplo, a solução de um determinado problema lógico ou matemático, por exemplo.

3. METODOLOGIA

Esse trabalho trata de uma pesquisa bibliográfica que faz uso de um estudo de caso, através da utilização de uma Rede Neural treinada para realizar o reconhecimento de um determinado padrão de digital. Este trabalho pretende apresentar as principais características de uma Rede Neural simples que seja capaz de realizar as funções essenciais para realizar o reconhecimento de padrões de uma forma simples e segura. Inicialmente serão analisados temas como neurônio artificial, rede neural e conceitos de inteligência artificial. Em seguida são apresentadas duas abordagens de uso de redes neurais do tipo *backpropagation*, diferentes na quantidade de neurônios em suas camadas e nas ferramentas de implementação utilizadas.

São apresentados os principais pontos dessas duas abordagens com o intuito de elucidar as técnicas e conceitos que envolvem o tipo de Rede Neural supervisionada apresentada nesses trabalhos.

A seguir serão expostas algumas características da Rede Neural utilizada:

- Camada de Entrada: Essa camada da RN foi aplicada usando 1024 neurônios;
- Camada Oculta: 60 neurônios são utilizados nessa camada;
- Camada de Saída: 10 Neurônios são responsáveis por dar a saída, a resposta da RN.

No Pré-Processamento a imagem original é reduzida para uma nova imagem de 32 x 32 pixels e logo em seguida essa nova imagem é convertida numa matriz 1024 x 1 para que a RNA faça a leitura dessa imagem. A imagem em questão é binarizada, ou seja, composta apenas por zeros e uns.

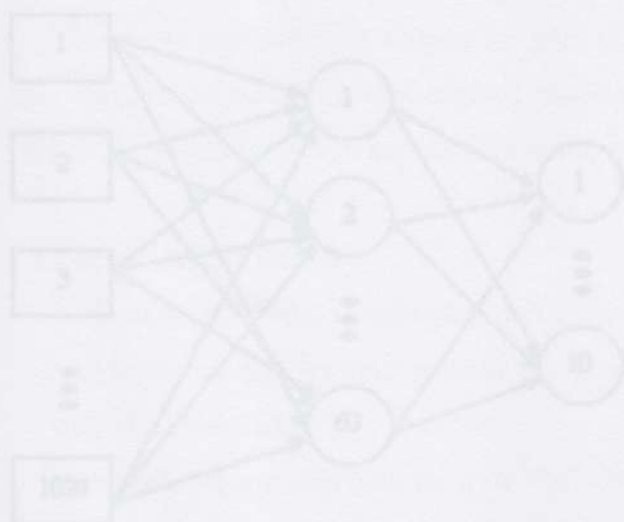


Figura 4: Rede Neural Artificial usada por Cayres (CAYRES, 2004)

4. ANÁLISE DE RESULTADO

A seguir serão apresentados dois modelos de Redes Neurais que realizam reconhecimento biométrico. Os projetos comparados foram elaborados por Elton Rafael Cayres (2004) e Alessandra Zaparoli (2002). Um resumo detalhado desses trabalhos é apresentado a seguir com o intuito de elucidar conceitos anteriormente vistos apenas na teoria.

4.1. CAYRES (2004)

Cayres utilizou a Ferramenta Matlab 5.3 com o toolbox de Rede Neural a fim de fazer a autenticação através da impressão digital. O projeto foi desenvolvido para realizar a autenticação de até dez impressões digitais diferentes devidamente digitalizadas, ou seja, cada impressão digital foi devidamente escaneada tomando os cuidados para evitar ao máximo os ruídos nas imagens.

A seguir serão expostas algumas características da Rede Neural utilizada:

- Camada de Entrada: Essa camada da RN foi aplicada usando 1024 neurônios;
- Camada Oculta: 60 neurônios são utilizados nessa camada;
- Camada de Saída: 10 Neurônios são responsáveis por dar a saída, a resposta da RN.

No Pré-Processamento a imagem original é reduzida para uma nova imagem de 32 x 32 pixels e logo em seguida essa nova imagem é convertida numa matriz 1024 x 1 para que a RNA faça a leitura dessa imagem. A imagem em questão é binarizada, ou seja, composta apenas por zeros e uns.

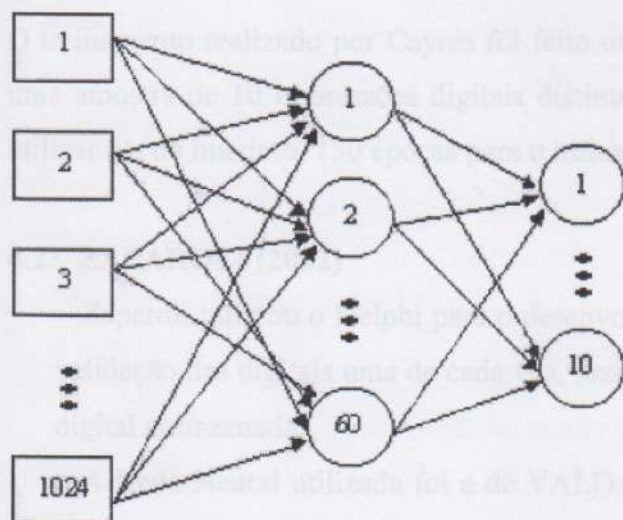


Figura 4: Rede Neural Artificial usada por Cayres (CAYRES, 2004)

“Testes empíricos com a MLP [Multi-Layer Perceptron] de Silva *et al.* (2001) não demonstraram vantagens significativas na utilização de mais que uma camada oculta na resolução de problemas pequenos.” (CAYRES, p. 28. 2001).

A tabela 1 mostra que a utilização, nesse caso, de 60 neurônios na camada oculta é a melhor saída para o problema colocado em questão.

Número de Neurônios da Camada Oculta					Quantidade de Erros de 100 Simulações
% de Ruído	40	60	80	100	
5	0	0	0	0	
6	0	0	0	2	
7	0	0	1	0	
8	0	0	1	2	
9	0	0	0	4	
10	1	0	1	3	
11	0	0	1	6	
12	1	1	7	13	
13	2	0	31	22	
14	2	1	55	68	
15	5	1	97	99	

Tabela 1: Teste Realizado por Cayres (CAYRES, 2004)

O treinamento realizado por Cayres foi feito utilizando o algoritmo Backpropagation usando uma amostra de 10 impressões digitais distintas sendo determinando que a RNA deverá se utilizar de, no máximo, 150 épocas para o treinamento.

4.2. ZAPAROLI (2002)

Zaparoli utilizou o Delphi para o desenvolvimento da aplicação da RNA. A RNA faz a validação das digitais uma de cada vez, fazendo a análise da digital apresentada com cada digital armazenada.

A Rede Neural utilizada foi a de VALDAMERI (1997) sendo necessário apenas fazer alguns ajustes e treinar as impressões digitais.

Zaparoli destacou os resultados após o treinamento usando 20 exemplos de digital, eis o resultado:

- Tempo: A RNA levou 50 segundos para treinar 20 exemplos mistos (iguais e diferentes) de impressões digitais, utilizando a quantidade de 100 iterações (Épocas);
- Treino: A RNA acertou 100% dos 20 exemplos submetidos em treinamento;
- Teste: Foram submetidos 10 novos exemplos para comparação, a RNA acertou 100%.

Esses valores demonstram que para uma pequena amostragem a eficiência da RNA é garantida. Após mais alguns testes, Zaparoli verificou que a identificação das impressões digitais foi apenas 70%.

A escolha da Rede Neural deveu-se principalmente pela grande capacidade de generalização e na rápida operacionalização.

O Pré-Processamento da imagem foi feito a partir de uma imagem de 40 x 40 pixels binarizada.

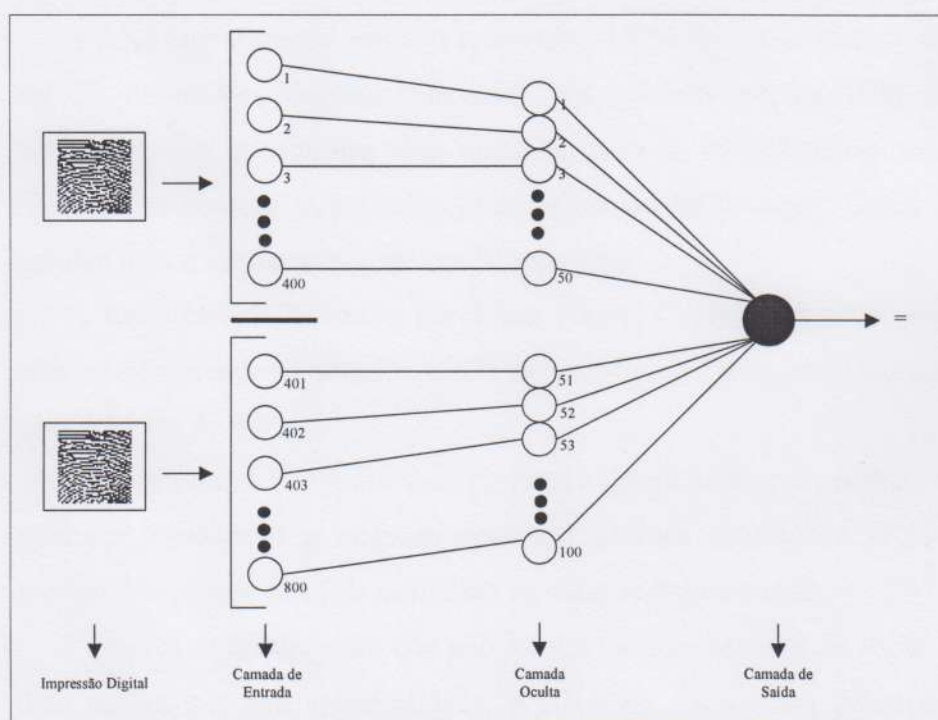


Figura 5: Rede Neural Artificial usada por Zaparoli (ZAPAROLI, 2002)

A imagem é dividida em 4 blocos de 10 x 10 pixels cada, a fim de agilizar o reconhecimento.

5. A seguir serão expostas algumas características da Rede Neural utilizada:

- Camada de Entrada: Contém 800 neurônios, 400 são de 1 impressão do leitor e levantados 400 são de outra impressão do banco de dados, podendo ser a mesma impressão ou não;
- Camada Oculta: Recebe o número de neurônios da camada de entrada e divide por 8 (no caso da RN em questão são 100 neurônios), o resultado será o número da camada oculta;
- Camada de saída: O neurônio da camada de saída será a resposta da RN, a resposta pode ser de igualdade ou desigualdade dependendo da comparação realizada com as impressões digitais.

Tabela 2: Comparação entre as Redes Neurais.

Foi observado que o projeto de Alexandra Zeparoli utilizou uma Rede Neural já desenvolvida por VALDAMERI (1997) e a adaptou para as suas necessidades, por esse fato o detalhamento da RN não pode ser estudado e apenas dados cruciais foram analisados, suficientes para o estudo proposto.

A RNA que Zeparoli utilizou apresentou 100% de acerto quando colocada para comparar até 20 impressões digitais diferentes, um modelo recomendado para autenticações em ambientes com poucos usuários, como no caso de bancos que possuem um número muito limitado de pessoas autorizadas para ter acesso às finanças. Outro fato interessante foi a rapidez para o treinamento, apenas 50 segundos.

A Rede Neural utilizada por Elton Rafael Cayres apresenta uma eficiência maior na comparação, a rede se mostrou 100% garantida para todas as comparações de impressões digitais com até 11% de ruído.

Pode-se observar que nos dois projetos existem pontos em comum, ambos trabalham com matrizes binarizadas e utilizam apenas 1 camada oculta, CAYRES informa que não há necessidade, nesse caso, de utilização de mais de uma camada.

Podemos concluir então que não há um modelo perfeito de Rede Neural. Os projetos se diferenciam por sua aplicabilidade, a RNA de Alexandra Zeparoli é recomendada para reconhecimento quando se utiliza até 20 impressões digitais. No caso da RN de Elton Rafael Cayres a capacidade de reconhecimento é maior, porém ambos utilizam apenas 1 camada oculta, o que diminui a capacidade de reconhecimento. Como a utilização dessas Redes Neurais envolve poucas impressões digitais não foi necessário mais de 1 camada oculta.

5. CONCLUSÃO

As verificações feitas nos projetos analisados foram satisfatórias, todos os critérios levantados auxiliaram na análise de eficiência das Redes Neurais dos dois trabalhos estudados.

	ZAPAROLI	CAYRES
Camada de Entrada	800 Neurônios	1024 Neurônios
Camada Oculta	100 Neurônios	60 Neurônios
Camada de Saída	1 Neurônio	10 neurônios
Épocas (Iterações)	100	150
Matriz	40x40	32x32

Tabela 2: Comparação entre as Redes Neurais.

Foi observado que o projeto de Alessandra Zaparoli utilizou uma Rede Neural já desenvolvida por VALDAMERI (1997) e a adaptou para as suas necessidades, por esse fato o detalhamento da RN não pode ser estudado e apenas dados cruciais foram analisados, suficientes para o estudo proposto.

A RNA que Zaparoli utilizou apresentou 100% de acerto quando colocada para comparar até 20 impressões digitais diferentes, um modelo recomendado para autenticações em ambientes com poucos usuários, como no caso de bancos que possuem um número muito limitado de pessoas autorizadas para ter acesso às finanças. Outro fato interessante foi a rapidez para o treinamento, apenas 50 segundos.

A Rede Neural utilizada por Elton Rafael Cayres apresenta uma eficiência maior na comparação, a rede se mostrou 100% garantida para fazer comparações de impressões digitais com até 11% de ruído.

Pode-se observar que nos dois projetos existem pontos em comum, ambos trabalham com matrizes binarizadas e utilizam apenas 1 camada oculta, CAYRES informa que não há necessidade, nesse caso, de utilização de mais de uma camada.

Podemos concluir então que não há um modelo perfeito de Rede Neural. Os projetos se diferenciam por sua aplicabilidade, a RNA de Alessandra Zaparoli é recomendada para reconhecimento quando se utiliza até 20 impressões digitais. No caso da RN de Elton Rafael Cayres a capacidade de reconhecimento é maior, porém ambos utilizam apenas 1 camada oculta, o que diminui a capacidade de reconhecimento. Como a utilização dessas Redes Neurais envolve poucas impressões digitais não foi necessário mais de 1 camada oculta.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Artificial: Ferramentas e Teorias**, Campinas: UNICAMP, 1996.
- CAMPOS, Teófilo Emídio de. **Técnicas de Seleção de Atributos e de Classificação para Reconhecimento de Faces**, <http://www.vision.ime.usp.br/~teo/publications/qualificacao/>, Visitado em 15/06/2006.
- CARVALHO, André Ponce de Leon F. de. **Redes Neurais Artificiais**, <http://www.icmc.usp.br/~andre/research/neural/>, Visitado em 15/06/2006.
- CAYRES, Elton Rafael. **Uma aplicação de redes neurais na autenticação de impressão digital**. Disponível em http://www.saofrancisco.edu.br/cursos/graduacao/producao_download.asp?arquivo=26#search=%22Uma%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20redes%20neurais%20na%20autentica%C3%A7%C3%A3o%20de%20impress%C3%A3o%20digital%22. Acesso em 29/09/2006.
- DILLEMBURG, Aérton et al. **Redes Neurais**. Consultado em: www.inf.unisinos.br/~cazella/dss/200601/rn.pdf, Acessado em 23/05/2006.
- HAYKIN, Simon. **Redes Neurais: Princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- HÜBNER, Jomi Fred. **Redes Neurais** <http://www.inf.furb.br/~jomi/ia/slides/rn.pdf>, Consultado em 20/05/2006.
- JUNIOR, Celso de Almeida Prado. **Biometria com Enfoque em Reconhecimento de Íris**. Disponível em <http://www.dc.uel.br/nou-rau/document/?view=276#search=%22Biometria%20com%20Enfoque%20em%20reconhecimento%20de%20%C3%ADris%22>. Acesso em 05/10/2006.
- LADEIRA, Marcelo; OLIVEIRA, Marcelo Garrido de; ARAÚJO, Marcos Elias C. de. **Lupa Digital: Agilização da Busca Decadactilar na Identificação Criminal Através de Mineração de Dados**. São Leopoldo: Unisinos, 20xx.
- LUZ, Ney Barros. **Redes Neurais Aritificiais MLP com Backpropagation**, <http://www.vision.ime.usp.br/~nina/CSLearn/20050408.pdf>, Consultado em 16/06/2006.
- OSÓRIO, Fernando. **Inteligência Artificial & Sistemas Inteligentes**, <http://www.inf.unisinos.br/~osorio/iasi/aula00.pdf>, Visitado em 24/06/2006.

- POZO, Aurora Trinidad Ramirez. **Redes Neurais Artificiais**, <http://www.inf.ufpr.br/aurora/tutoriais/Redes%20Neurais%20Artificial.ppt>, Acessado em 24/06/2006.
- ROISEMBERG, Mauro. **Introdução ao Estudo das Redes Neurais Artificiais**, <http://www.inf.ufsc.br/~mauro/ine6103/slide/cursoredesneurais/>, Acessado em: 20/06/2006.
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 2.ed. Rio de Janeiro: PubliCare, 2004.
- SILVA, Cláudio Carlos da. **Papiloscopia**. Disponível em <http://agata.ucg.br/formularios/ucg/docentes/bio/claudio/BIO2040%20A02%202%20&%20A02%203/Aula%20Pr%C3%A1tica%2001%20-%20Papiloscopia.pdf>. Acesso em 11/10/2006.
- SIQUEIRA, Débora Bertasi Mozart Lemos de. **Reconhecimento de Caracteres utilizando Redes Neurais Artificiais**, Disponível em: <http://www.inf.ufgrs.br/proctpar/disc/cmp135/trabs/992/Recon/trab2.html>, Acesso em: 23/05/2006.
- TATIBANA, Cássia Yuri; KAETSU, Deisi Yuki. **Uma Introdução às Redes Naeurais**, <http://din.uem.br/ia/neurais>, Consultado em 29/05/2006.
- VALDAMERI, Alexander R. **Redes neurais aplicadas ao sistema de informações do jogo de empresas virtual**. 1997. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- VELLASCOS, Marley Maria B. R. **Redes Neurais**, <http://www.dimap.ufrn.br/~marcilio/IA/IA2004.1/IA-aula-18-redes-neurais.pdf>, Consultado em 23/05/2006.
- VIEIRA, Renato Corrêa; ROISEMBERG, Mauro. **Redes Neurais Artificiais: Um Breve Tutorial**, www.inf.ufsc.br/13c/artigos/TutorialRNA.pdf, Visitado em 15/06/2006.
- ZAPAROLI, Alexsandra. **Protótipo de software para controle de acesso de funcionários utilizando redes neurais para identificação de impressão digital**. Disponível em <http://www.inf.furb.br/~jomi/tccs/2002-1/alexandra/TCC2002-1-07-VF-AlexsandraZaparoli.doc>. Acesso em 26/09/2006.