



O uso de Redes Neurais Artificiais para estimar a qualidade da água e Ambiente aquático do Rio Meia Ponte

Tadeu José de Carvalho Júnior ¹
Clarimar José Coelho ²

ABSTRACT (OU RESUMO, OU RESUMEN):

As informações ambientais são o resultado de uma complexa interação entre as condições dos ambientes aquáticos.

Sobre os processos envolvidos, na maioria das vezes há pouca ou nenhuma informação e, frequentemente há carência de dados.

Face a esta problemática o emprego de uma técnica que minimize a necessidade de tais dados, que não tenha restrições operacionais para a execução dos cálculos ou ainda que possa ser aplicada quando não há muito conhecimento sobre o equacionamento do problema, presponta como uma alternativa estratégica para a interpretação das informações ambientais.

As técnicas de Inteligência Artificial lidam com estas restrições e, face aos recursos de Software e Hardware hoje disponíveis, tiveram suas aplicações viabilizadas em diversas áreas.

Neste trabalho conceituamos além das Redes Neurais, os sistemas Fuzzi [Nebulosos] e sua lógica específica, os Algoritmos Genéticos e finalizando, os sistemas Neuro-Fuzzi.

As principais técnicas Estatísticas utilizadas em recentes trabalhos para a interpretação de dados são listadas e, sempre que necessário, serão conceituadas.

Apresentamos as Redes Neurais não só como uma alternativa às técnicas estatísticas e outras abordagens, mas sim na complementação destas no trabalho de análise de dados. O emprego de ambas as técnicas no equacionamento dos problemas na área do ambiente aquático.

¹ Mestrado Acadêmico em Ciências Ambientais. (Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente - PPSTMA. Centro Universitário de Anápolis – Unievagética. Brasil). Email: tadeu_jose@terra.com.br

² Doutorado em Engenharia Eletrônica e Computação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica/ITA. Email: clarimarc@gmail.com.



O uso de Redes Neurais Artificiais para estimar a qualidade da água e Ambiente aquático do Rio Meia Ponte

Nas áreas do Ambiente Aquático apresentamos aplicações de Redes Neurais contemplando: o processo da análise dos dados coletados no Rio Meia Ponte, demonstrando as variáveis a serem processadas pela Rede Neural.

Os resultados das aplicações evidenciam o grande potencial que as técnicas de Redes Neurais oferecem para esta ciência.

Face às características e dos dados coletados encontramos uma topologia de Rede Neural que se ajusta ao objetivo da avaliação da qualidade do ambiente aquático e como consequência a presença ou não de vida aquática.

Uma proposta de Sistema Inteligente baseado na teoria dos sistemas Fuzzi-Neurais, também é apresentada para o mesmo problema.

Keywords (ou Palavras-Chave, ou Palabras Clave): Inteligência Artificial; Rede neural; Ambiente Aquático.

Todos problemas advindos de urbanizações desordenadas trazem graves conseqüências ambientais, dentre elas a contaminação dos cursos d'água que atravessam os grandes centros urbanos. Diante desta problemática torna-se necessário o monitoramento da qualidade da água em diversos trechos destes cursos para que se possa determinar quais as possíveis fontes de contaminação atuantes, assim como sua correta localização e adoção de medidas necessárias (Sperling, 1996; ANA, 2002).

Os cursos d'água possuem atuação na depuração da matéria orgânica, mas quando a carga de esgoto lançada se torna exacerbada, como a que ocorre em um crescimento urbano desordenado, o curso d'água não consegue decompor toda a matéria orgânica presente, tornando impossível a vida aquática, além do aparecimento de certas doenças. E é neste contexto que as estações de tratamento de esgotos aliadas a educação ambiental têm como função evitar a descarga direta dos esgotos nos cursos d'água, prevenindo a contaminação e favorecendo tanto a vida aquática como a prática do lazer (Baird, 2002; Braga *et al.*, 2002; ANA, 2002).

Segundo a Agenda 21 (1992), os problemas mais graves que afetam a qualidade da água de rios, córregos e lagos decorrem segundo diferentes situações, de esgotos domésticos não tratados ou tratados de forma inadequada, da falta ou precariedade do controle de efluentes industriais, de perda e destruição das bacias de captação, da localização errônea de unidades industriais, do desmatamento, da agricultura migratória sem controle, e de práticas agrícolas deficientes.

Todas estas situações perturbam os ecossistemas aquáticos e ameaçam as fontes de água doce, assim como o meio que os circundam. Moraes e Jordão (2002, *in* Maia, 2004), através de estudos dos fatores de degradação dos recursos hídricos e os efeitos sobre a saúde humana, realizaram uma exposição sobre as várias atividades antrópicas que contribuem para a degradação ambiental, e concluíram que a escassez dos recursos hídricos é uma resposta ao descontrole social que produz efeitos negativos sobre a saúde humana através da degradação dos corpos d'água.

Neste contexto, Goiânia, atualmente com uma população superior a 1.200.000.000 habitantes, enfrenta sérias conseqüências oriundas da forma de ocupação e uso do solo aliados à grande concentração populacional. Desta forma, os cursos d'água que passam pela capital, tornam-se alvo direto e indireto dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela população, e esta, por outro lado, fica cada vez mais exposta às doenças de veiculação hídrica. Diante desta realidade de atuação do homem perante o meio ambiente, os recursos hídricos estão cada vez mais impróprios e escassos para o consumo e uso recreativo, e estão se tornando grandes veiculadores de determinadas doenças. Assim, as grandes concentrações populacionais, como potenciais geradoras de distúrbios ambientais, merecem uma atenção fundamental para, se possível, evitar ou detectar previamente as prováveis fontes poluidoras (ANA, 2002; Moraes e Jordão, 2002 *in* Maia, 2004).

Ao se considerar o problema da poluição e da necessidade de preservar ou corrigir a qualidade das águas, é indispensável que se tenha presente, em cada caso, os usos a que se pretende destiná-las. De um modo geral, quaisquer que sejam os usos previstos, deve-se procurar proteger a flora e a fauna naturais dos rios, córregos e lagos, principalmente visando o desenvolvimento de peixes. E para a sobrevivência de organismos aquáticos é necessário em geral que a água não contenha substâncias tóxicas e que possua concentração adequada de oxigênio dissolvido (Baird, 2002).

Essas concentrações de oxigênio nos rios estão sujeitas a alterações, devidas principalmente, às variações de temperatura e, mais ainda, ao lançamento de matérias orgânicas biodegradáveis às águas. A elevação da temperatura reduz a solubilidade do oxigênio na água causando a redução da sua concentração, podendo ocorrer em um rio, por exemplo, quando este recebe águas industriais que, embora limpas, provêm de sistemas de resfriamento de máquinas, caldeiras, turbinas a vapor, colunas barométricas, etc., e cuja temperatura é mais alta que as temperaturas normais do rio receptor. Outro agravante é a existência de indústrias especializadas na retirada de oxigênio para posterior utilização em hospitais, devolvendo ao rio água sem oxigênio (Baird, 2002).

Já o lançamento na água de matéria orgânica sujeita à decomposição, provoca a proliferação excessiva de microrganismos decompositores aeróbios, os quais consomem grandes quantidades de oxigênio dissolvido em sua própria respiração. Desta forma, os peixes e outros animais aquáticos ficam privados desse elemento, constituindo a principal causa de grandes mortandades de peixes em rios que recebem quantidades relativamente grandes de esgotos domiciliares ou resíduos orgânicos industriais (Baird, 2002).

Quando este esgoto sanitário, coletado nas redes, é lançado *in natura* nos corpos d'água, isto é, sem receber um prévio tratamento, dependendo da relação entre as vazões do esgoto lançado e do corpo receptor, pode-se esperar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessa água. Além do aspecto visual desagradável, pode haver um declínio dos níveis de oxigênio dissolvido, afetando a sobrevivência dos seres de vida aquática, exalação de gases mal cheirosos e possibilidade de contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com essa água. Além disso, o despejo de esgotos contaminará a água com bactérias patogênicas. Assim, apesar de 99,9% dos esgotos urbanos serem água, eles devem ser tratados para evitar conseqüências indesejáveis. Sob este ponto de vista sugere-se que a capacidade de assimilação de despejos pelo curso d'água, é um recurso natural que pode ser explorado até um ponto aceitável e não prejudicial (Linsley & Franzini, 1978; Sperling, 1996; Nuvolari, 2003).

Diante desta realidade, o rio Meia Ponte, será abordado nesta dissertação, com enfoque na qualidade de suas águas, Riqueza (invertívoro, onívoro, necrófago, piscívoro), Os itens Abundância (invertívoro, onívoro, necrófago, piscívoro), Profundidade em centímetros, largura em metros, temperatura média e

velocidade em metros por segundo. Com o objetivo de averiguar como se encontra a qualidade da água do rio Meia Ponte. Com base nestes dados, poderemos verificar também se há ou não a ausência da vida aquática, indicando a qualidade do ambiente. Sabe-se que um ambiente normal tem todos os organismos presentes (espécies, famílias, etc.), à medida que ele se modifica, alguns diminuem ou desaparecem e outros aumentam. Nessas condições os indicadores estão avaliando a qualidade do ambiente.

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

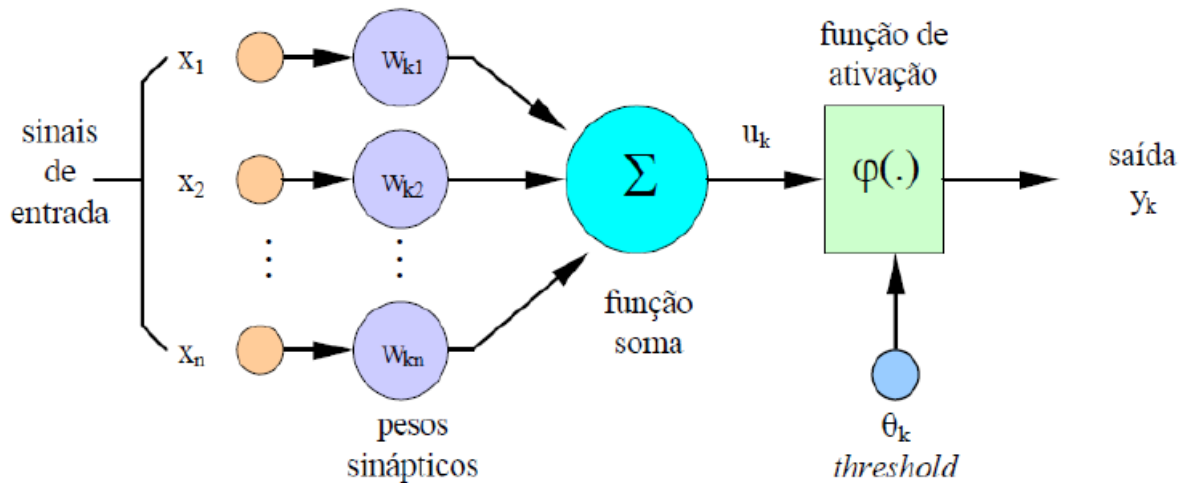
As redes neurais artificiais (RNA) são sistemas de processamento paralelo que tem o seu funcionamento inspirado na estrutura física do cérebro humano.

Muitos são os benefícios do uso de Redes Neurais na computação, dentre eles pode-se citar três:

- Capacidade de aprendizagem (através de exemplos): RNA's aprendem com a experiência, objetivando aperfeiçoar seu desempenho e se adaptar aos cenários novos e dinâmicos (generalização);
- Robustez: habilidade em tratar com ruídos. São tolerantes às falhas e podem apresentar degradação gradual, ou seja, apesar de existir alguma falha no sistema, elas continuam oferecendo respostas adequadas por um período significativo de tempo;
- Velocidade de processamento: por consistirem em um grande número de unidades de processamento operando de forma paralela, elas podem operar em velocidades consideráveis em relação aos métodos computacionais comuns.

Esta é uma ferramenta computacional muito utilizada para a solução de problemas complexos em aplicações do mundo real. Em muitos casos o desempenho das RNA's tem sido considerado superior aos métodos estatísticos.

Um neurônio artificial pode ser entendido como uma unidade de processamento matematicamente simples, a qual recebe uma ou mais entradas, transformando-as em saídas. Cada entrada tem um peso associado, que determina sua intensidade (Tubb, 1993). O modelo do neurônio artificial pode ser visualizado na Figura 1.

Figure (ou Figura) 01. Modelo não linear de um neurônio.

Fonte: Adaptado de (Haykin e Network, 2004).

CONCLUSÕES

É aproveitável, como água de rios e lagos, uma pequena parcela da quantidade de água livre sobre a Terra. Mas, ainda no século XXI a qualidade da água é uma problemática de alta gravidade.

Com respeito às principais características da água vimos que podem ser: físicas; químicas e biológicas; e que pode conter na água, sólidos e organismos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com as suas características físicas (sólidos em suspensão, coloidais e dissolvidos) ou as suas características químicas (sólidos orgânicos e inorgânicos). Os microorganismos que podem estar presentes na água são: as bactérias, as algas, fungos protozoários, vírus e helmintos; de sorte que têm importante papel na avaliação da qualidade da água. Nos parâmetros físicos da Qualidade da Água estão à cor, turbidez, sabor e odor, e temperatura. Já os parâmetros químicos consideram: o pH; alcalinidade; acidez; dureza; ferro e manganês; cloretos; nitrogênio; fósforo; oxigênio dissolvido; matéria orgânica; micropoluentes inorgânicos; e micropoluentes orgânicos. Com respeito à Legislação, é importante verificar que parte dela provém de encontros de discussões sobre o sistema nacional de gerenciamento de recursos híbridos que se iniciaram em 1987, depois 1989, depois 1991, resultando na Carta de Salvador: Carta de Foz do Iguaçu: atual, cujos princípios básicos são: adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento; usos múltiplos da água; reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável; e gestão descentralizada e participativa. Mas, há dificuldades de implantação do gerenciamento de Recursos Híbridos que precisa ser resolvida sob a égide da ética. Um importante instrumento para se pensar na avaliação da qualidade da água é a classificação das águas da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005. O Rio Meia

Ponte (RMP) têm significativa importância socioeconômica no Estado de Goiás, mas a poluição de suas águas foi acentuada, mormente, com o crescimento das cidades acentuado a partir de meados do século XX. O clima da área que esses corpos d'água ocupam é tropical com duas estações anuais bem definidas, uma chuvosa e outra seca.

Este trabalho não pretende esgotar o tema devido à importância da água para a vida terrestre e em razão da pequena quantidade de pesquisas a esse respeito. Levando-se em conta as características e vocação da região, a sustentabilidade deve ser acentuada, por exemplo, na agropecuária, implantando modelos piloto de sistemas agroflorestais ou de agricultura orgânica e esclarecendo os produtores locais com respeito às medidas conservacionistas; porém toda a população precisa ser conscientizada da importância desses corpos d'água, o que só é possível por meio de uma educação inter-transdisciplinar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Dr. Clarimar José Coelho, por suas orientações e apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Ariston Alves. Avaliação do potencial de risco de contaminação por agrotóxicos das águas superficiais da microbacia do Ribeirão João Leite. 2004. 131 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2004.

BENN, F. R.; McAULIFFE, C. A. Química e poluição. Tradução de Luiz Roberto Moraes Pitombo e Sérgio Massaro. São Paulo: Livros Técnicos e científicos, 1981.

CONAMA: Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 357/05. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 05/Jun./2006.

COSTA, Henrique L. A. A problemática dos mananciais de abastecimento do Estado de Goiás. Goiânia: SANEAGO, 2002.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuários Estatísticos do Brasil. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05/Jun./2006.

LANNA, Antonio Eduardo. Gestão dos recursos hídricos. In: TUCCI, Carlos E. M (org). Hidrologia: ciência e aplicação. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade ABRH, 1997.

PATTO, Vinícius Sebba. Sistema especialista nebuloso para avaliação de qualidade de água na bacia do rio Meia Ponte. 2005. 148 f. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia Elétrica e da Computação, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2005.

SETTI, Arnaldo Augusto et al. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas, 2001.

SIQUEIRA, Eduardo Queija de. Aplicação do Modelo de Qualidade de Água (QUAL2E) na modelação de oxigênio dissolvido no Rio Meia Ponte (GO). Dissertação (mestrado) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade São Paulo. São Carlos, 1996.

The use of artificial neural networks to estimate the water quality and aquatic environment of the Meia Ponte River

RESUMO (OU ABSTRACT)

The environmental information is the result of a complex interaction between the conditions of the aquatic environments.

About the processes involved, most of the time there is little or no information and often there is a lack of data.

Faced with this problem, the use of a technique that minimizes the need for such data, which has no operational constraints for the execution of the calculations or can be applied when there is not much knowledge about the problem, is a strategic alternative for the interpretation of environmental information.

Artificial Intelligence techniques deal with these restrictions and, given the software and hardware resources available today, have had their applications made possible in several areas.

In this work, we conceptualize in addition to the Neural Networks, the Fuzzi [Nebulosos] systems and their specific logic, the Genetic Algorithms and, finally, the Neuro-Fuzzi systems.

The main statistical techniques used in recent work for the interpretation of data are listed and, whenever necessary, will be conceptualized.

We present the Neural Networks not only as an alternative to the statistical techniques and other approaches, but to complement them in the work of data analysis. The use of both techniques in the equation of problems in the area of the aquatic environment.

In the areas of the Aquatic Environment we present applications of Neural Networks contemplating: the process of the analysis of the data collected in Rio Meia Ponte, demonstrating the variables to be processed by the Neural Network.

The results of the applications show the great potential that the techniques of Neural Networks offer for this science.

In view of the characteristics and data collected, we find a Neural Network topology that fits the objective of assessing the quality of the aquatic environment and as a consequence the presence or not of aquatic life.

An Intelligent System proposal based on the Fuzzi-Neural systems theory is also presented for the same problem.

Palavras Chave (ou Keywords): Artificial intelligence; Neural network; Water Environment.