



## **Avaliação de imóveis utilizando redes neurais artificiais - revisão sistemática de literatura**

### **ARTIGO ORIGINAL**

CHAGAS, Edgar Thiago De Oliveira [📧](#)

CHAGAS, Edgar Thiago De Oliveira. **Avaliação de imóveis utilizando redes neurais artificiais - revisão sistemática de literatura**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 04, Vol. 05, pp. 55-75 Abril de 2019. ISSN: 2448-0959

### **RESUMO**

O mercado imobiliário é muito importante na economia nacional porque reflete vários aspectos da sociedade. Esta situação significa que, em valor e qualidade, o valor estimado do mercado imobiliário pode ser usado como base para o cálculo das necessidades de habitação. Nesta perspectiva, os resultados da avaliação devem ser tão precisos quanto possível, uma vez que os erros cometidos podem ser prejudiciais para a maioria da população. A aplicabilidade da RNA e a avaliação de propriedades foram estudadas. Isso é essencial para a literatura de pesquisa e para a revisão sistemática da literatura como método de pesquisa. A partir da revisão sistemática, é possível analisar pesquisas recentes sobre RNA, a fim de destacar modelos preditivos, algoritmos de otimização, principalmente relacionados à avaliação de propriedades. Pode-se concluir que as aplicações de RNA na avaliação de imóveis precisam preencher as lacunas da literatura.

Palavras-chave: Rede Neural Artificial, Revisão Sistemática, Avaliação de Imóveis.

### **1. INTRODUÇÃO**

Dependendo da quantidade de recursos utilizados na operação, o mercado imobiliário é uma parte muito importante da economia nacional. Para pesquisas nesse mercado, o cálculo dos ativos financeiros se aplica à demanda habitacional da fundação por meio de uma avaliação em grande escala do valor estimado de mercado (PELLI NETO, 2006).

Segundo González (2008), a avaliação da produção habitacional é uma tarefa que leva em consideração

as características e propriedades particulares das condições normais de mercado. É possível atingir o valor estimado da propriedade no mercado. Considera-se normal encontrar um equilíbrio entre as partes envolvidas nas negociações.

Hipólito (2007), existem vários métodos e padrões utilizados em diferentes países para a avaliação de imóveis, com base na rede de neurônios artificiais (RNA).

O objetivo deste trabalho é estudar a RNA na literatura e compreender os campos de aplicação do método para o qual a literatura deve ser sistematicamente avaliada. Procura sistematicamente entender o assunto e entender a qualidade e confiabilidade da busca de dados.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Devido ao comportamento dinâmico do mercado imobiliário, percebe-se a importância da valorização da propriedade. O novo método de avaliação teve que levar em conta as necessidades e características dessa atividade, pois a tecnologia atual possui certas limitações e, portanto, requer o estudo de outros métodos.

Segundo Pelli Neto (2006), o uso de redes neurais artificiais na valorização de imóveis oferece boas perspectivas, os resultados obtidos até o momento mostram que tecnologia e dados só podem ser representados por um modelo linear que melhore as ferramentas de TI.

## **2. O MERCADO IMOBILIÁRIO**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

O mercado imobiliário tem estado no centro das pesquisas de várias entidades públicas e privadas por sua importância na economia nacional. No estudo de mercado, a avaliação em larga escala do valor estimado de mercado é calculada com base nas necessidades de habitação, com foco no uso de recursos financeiros. Outra maneira de estimar o valor da pesquisa é entender a importância econômica e social desse mercado. A avaliação de erros de medição ou imprecisões na atividade não é ideal (FERNANDES, 2003).

Além de estudar a demanda habitacional, também é possível utilizar o modelo não apenas para avaliar a qualidade, mas também para definir planejamento geral, estudos de viabilidade econômica e cálculos de impostos para novos projetos habitacionais pertencentes a a empresa, especialmente IPTU e ITBI (GONZÁLEZ, 2002).

Este capítulo enfocará a análise da literatura imobiliária, um breve histórico do início e, em seguida, uma descrição conceitual do mercado imobiliário, incluindo a operação de métodos de avaliação sob medida e especificações baseadas em processos. Este capítulo definirá o método de comparação de dados de mercado, que consiste na avaliação de imóveis do método mais comumente utilizado.

### **2.2 MERCADO IMOBILIÁRIO**

Para começar, é importante definir o conceito de mercado imobiliário, ao contrário de outros mercados.

#### **2.2.1 O QUE É MERCADO IMOBILIÁRIO?**

O mercado imobiliário pode ser dividido em diferentes partes, como apartamentos, casas, lojas, escritórios, mercados e cidades (urbanas ou rurais), armazéns, parques de estacionamento e outros mercados que compram e / ou vendem (GONZÁLEZ, 2002).

Os principais fatores que afetam o desempenho e outros ativos do mercado imobiliário e outros mercados, como o mercado automotivo, eletrodomésticos e outros, são a vida longa, exclusividade, localização e espaço, bem como que a intervenção da legislação municipal em vigor. e federal (GONZÁLEZ, 2008).

O mercado imobiliário terá uma vida útil mais longa, difícil de medir porque é afetado pelas propriedades físicas dos padrões e termina com o status de proteção. Dado que a propriedade ao longo do tempo tem que realizar a manutenção e atender a todos os padrões, a idade real da mesma família pode se beneficiar da proteção do estado diferente (HAYKIN, 2001).

Diferente não é diferente das outras características internas e externas da propriedade, o imobiliário é único. No entanto, algumas partes que têm uma produção pode ser uma coincidência, pelo menos na sua localização ou a sua posição será diferente, o mercado imobiliário é comparável a nenhum outro espaço na produção do mesmo bem. Nesse sentido, em muitos casos, determinar o valor de uma propriedade não é uma tarefa trivial que requer o uso do conhecimento científico (HIPOLITO, 2007).

O mercado imobiliário é um mecanismo dinâmico de evolução ao longo do tempo, influenciado por diversos fatores, tanto de valorização como de depreciação. O desempenho simultâneo e desordenado de diferentes desenvolvedores, empreiteiros, construtores e o próprio poder público levaram a esse mercado em constante mudança, que reflete diretamente o valor da propriedade ou transação que está sendo fornecida (PELLI NETO, 2006). Permanece a dizer, tem sido observado que os mercados imobiliários são uma parte importante, em constante interação e é responsável pelo preço dos imóveis.

### **2.2.2 COMPONENTES BÁSICOS**

Os componentes básicos do mercado imobiliário são a comercialização de produtos, vendas e partes interessadas relacionadas à compra. Quando há um equilíbrio entre esses três componentes, a pesquisa estatística no mercado imobiliário produzirá bons resultados. Obviamente, o ideal é que haja muita informação. Existem muitos vendedores, muitos compradores e muitos produtos de diferentes fontes (DANTAS, 1998).

A missão do engenheiro de avaliação é descrever o mercado imobiliário, enfatizando o grau de equilíbrio entre seus componentes. Quanto mais equilibrado o equilíbrio, mais intensa a concorrência no mercado e mais justo o preço. No entanto, não existe um mercado competitivo perfeito e equilibrado. Entretanto, estudos estatísticos devem ser evitados quando se lida com situações extremas, como monopólio ou oligopólio (PELLI NETO, 2006).

### **2.3 PREÇO, CUSTO E VALOR DE MERCADO**

No ponto 3.44 da NBR 14.653, Parte 1 - Procedimento Geral, faz-se referência ao preço de mercado e à seguinte definição: “Nas condições atuais de mercado, conscientemente e conscientemente negocie o montante mais provável da 'ativo na data de registro.' (NBR 14,653).

O número mais provável de pessoas que negociam de forma consciente e voluntária não corresponde necessariamente ao preço pelo qual as mercadorias são negociadas ou oferecidas. O valor de mercado é o resultado de um processo de modelagem matemática e / ou estatística. Esses dados são dados coletados sobre a capacidade de características semelhantes a preços negociados ou propostos (REZENDE, 2003).

Portanto, o preço e o valor de referência são diferentes. Embora "valor de mercado" se refira ao valor mais provável dos bens, o "preço" reflete o número de transações em moeda estrangeira ou fornece produtos específicos. Uma avaliação diferente do lance ou o preço da transação é extremamente comum. Essa diferença não é considerada muito importante porque, nesse caso, pode ser necessário resolver o problema para provar que a quantidade utilizada é razoável (SAMPAIO, 2007).

O custo do produto não reflete o valor de mercado porque a definição anterior de valor de mercado nem sempre é a mais provável de combinar o valor da transação com seu custo de produção. O valor de mercado pode ser menor, igual ou maior que o custo de produção (SAMPAIO, 2007).

## 2.4 MÉTODOS BÁSICOS

Em geral, o valor dos bens pode ser determinado de acordo com três métodos básicos diferentes (GONZÁLEZ, 2002):

- Renda, que determina o valor das mercadorias derivadas de sua vida econômica.
- Comparação baseada no preço de produtos similares no mercado;
- custo, baseado nos custos diretos e indiretos de produção de bens;

Em todos os três métodos, a comparação direta para determinar o valor é a mais apropriada e confiável no mercado.

## 2.5 MÉTODOS APLICÁVEIS

Existem métodos que podem ser utilizados para avaliar o objetivo, a disponibilidade, a qualidade e a quantidade das informações obtidas durante a avaliação do mercado devido à natureza das mercadorias a serem avaliadas (FERNANDES, 2003).

Dependendo do uso padrão específico da ABNT, existem vários métodos para identificar o valor das mercadorias. Neste trabalho, o método utilizado é uma comparação direta de dados de mercado (GONZÁLEZ, 2002).

## 2.6 COMPARAÇÃO DE DADOS DE MERCADO

Parte 2 da NBR-14653 afirma que o método de comparação dos dados de mercado deve ser usado preferencialmente. Em geral, o método de comparação é usado para determinar o consumo de um item específico. Quanto maior o valor dos bens de consumo, maior a precisão da avaliação. Sobre o relatório de avaliação é econômico, é necessário (NBR 14653).

É importante para medir o valor do objeto, que é utilizado para comparar visualmente objetos semelhantes com um valor conhecido mercado (chamado processo comparativo) (GONZÁLEZ, 2008).

Alguns provedores requerem um controle de preços, em seguida, definir o preço médio da prática e a decisão final de compra com base nos termos de pagamento de juros e da disponibilidade de gestão financeira (GONZÁLEZ, 2008).

Quando se utiliza o processo de comparação, são feitas tentativas para se obter os valores que representam os objetos a ser avaliados na base de outros objetos de semelhanças entre elas. As diferenças existentes são fracas ou insignificantes. Como a compreensão de todos os objetos disponíveis num determinado mercado (população) é geralmente totalmente inacessível, o valor médio dá uma estimativa média de todos os objetos da população (Haykin, 2001).

Obviamente, quanto mais uniforme a população analisada, mais homogêneas as amostras. Portanto, em busca de uma marca ou um modelo específico de zero, carro quilômetro, a pessoa deve comparar preços, de acordo com as amostras coletadas podem conter preços mais altos e outros baixos e tão perto média aritmética. Esse fato ocorre porque o custo de obtenção do produto do fabricante é semelhante. Outro grande problema é a facilidade de obtenção de uma amostra representativa do mercado, o que é muito útil para conclusões confiáveis ??sobre o valor médio nestes casos (Hipólito, 2007).

Por outro lado, ao estimar o valor de mercado da produção habitacional através do processo de comparação, os avaliadores enfrentam grandes dificuldades, principalmente se a população é considerada muito diferente, gerando amostra heterogênea. Os produtos oferecidos não possuem uma marca ou modelo suficientemente padronizado para torná-los uniformes. Além disso, eles não dependem diretamente dos custos de produção e, muitas vezes, da colheita. A localização está ligada à economia social (PELLI NETO, 2006).

Em ambos os casos, mudanças na amostra apareceram em torno de sua média aritmética. A diferença é que, em uma amostra homogênea de produtos industriais, essa mudança é reduzida e as amostras heterogêneas usadas como base para medir o mercado imobiliário geralmente mostram uma mudança de altura em torno de sua média aritmética. Este fato cria uma grande incerteza nas conclusões sobre a média geral do produto. De fato, qualquer amostra selecionada aleatoriamente pode conter uma média aritmética de dados muito diferentes. Essas diferenças entre os dados coletados e a média da amostra são uma função das diferenças físicas entre os dados, fatores socioeconômicos e a natureza aleatória do mercado (REZENDE, 2003).

A aleatoriedade sempre presente em qualquer mercado pode ser definida como a subjetividade inerente de uma pessoa que concede um preço a um produto que deseja ser vendido. Cabe ao comprador aceitar ou não o preço no momento da compra. Portanto, não pode ser medido e consiste em erros inexplicáveis ??ou amostras aleatórias (DANTAS, 1998).

Na amostra de produtos industriais, a razão de diferenças físicas entre os dados é zero ou quase, mas é extremamente importante na amostra do mercado imobiliário, resultando em uma amostra heterogênea. Essas diferenças físicas são uma função das características intrínsecas e extrínsecas do setor imobiliário. Para medir essas diferenças, os dados coletados mostram características semelhantes do mercado imobiliário. Portanto, para usar esse método, você deve ter um conjunto de dados que possa ser

comparado. A comparação será baseada em características intrínsecas e extrínsecas, conforme descrito pela entrada, interpretação ou variáveis ??independentes (NBR 14653).

## **2.7 ESTRUTURA DE CONSTRUÇÃO VARIÁVEL**

Variáveis ??são características intrínsecas e extrínsecas da propriedade. O valor representa o número. É importante observar as relações entre as variáveis ??selecionadas para verificar suas dependências (REZENDE, 2003).

No projeto de avaliação, o preço de mercado (fornecimento ou transação) e as características físicas correspondentes (área, fachada, localização padrão, vagas de estacionamento, etc.) devem ser consideradas como variáveis ??de entrada independentes, como localização (índice financeiro, etc.). urbano e polo), distância e tempo (a data em que o evento ocorreu) (SAMPAIO, 2007).

A variável dependente pode ser especificada com base no preço total ou preço unitário, geralmente em unidades monetárias por metro quadrado. A seleção da análise dos dados coletados durante a definição e a função do modelo é selecionada para representar o mercado imobiliário. Selecionamos a variável independente diretamente relacionada às características dos dados da pesquisa (interna e externa), bem como o tom da diversidade do comportamento do mercado imobiliário em cada região. Portanto, quando a priori, determinar variáveis ??independentes, deve-se notar que isso efetivamente afeta e explica as mudanças no preço coletado (NBR 14653).

## **3. REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

As RNAs são modelos matemáticos inspirados nos princípios de neurônios biológicos e estrutura cerebral (RUSSELL 2004, RONALDO 2005). Um neurônio é uma célula cerebral cuja principal função é coletar, processar e difundir sinais elétricos. Cada neurônio consiste de um corpo celular ou soma, que contém um núcleo celular, uma série de braços chamados dendritos e um único braço longo chamado axônio (RUSSELL, 2004).

Acredita-se que a capacidade do cérebro de processar informações venha principalmente das redes desses neurônios. A comunicação de um neurônio para outro, para formar um sistema nervoso completo, é feita através de uma sinapse. A sinapse é a região onde dois neurônios entram em contato, permitindo a transmissão de impulsos nervosos (RUSSELL, 2004).

As redes neurais têm a capacidade de executar computação distribuída, tolerar entradas ruidosas e aprender. Como o cérebro humano, uma rede neural é baseada no aprendizado, ou seja, armazena o conhecimento adquirido com base no aprendizado e o torna disponível para a tomada de decisões sobre o problema (RUSSELL, 2004).

A resolução de problemas de RNA é muito interessante porque sua representação intrínseca e seu paralelismo, inerentes à arquitetura, dão melhores resultados que os modelos clássicos. A capacidade de aprender através de exemplos e gerar as informações obtidas é, sem dúvida, o principal atrativo da resolução de problemas por meio da RNA (BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2000).

### **3.1 O CONCEITO BÁSICO**

A RNA é um sistema de poder computacional através da aprendizagem e generalização (BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2000). Por sua vez, a generalização está associada à capacidade dessas redes de fornecer uma resposta consistente aos dados que não são apresentados durante a fase de processamento e treinamento.

A RNA será muito simples pela estrutura com os elementos de tratamento, inspirados na ação dos neurônios biológicos, a conexão entre estes elementos de tratamento, caracterizada por cada conexão na rede, está associada a um peso, representando o peso interação ou força de acoplamento entre os elementos de tratamento e o fato de serem excitatórios ou inibitórios por natureza (HAYKIN, 2001).

O uso de estruturas neurais artificiais, onde a informação é processada e armazenada em paralelo e através de uma distribuição de complexidade de componentes de processamento de RNA relativamente simples. Estes elementos podem ser responsáveis ??pela entrada de informação por camada (camada de entrada) - corresponde ao argumento utilizado no mercado imobiliário, o processamento desta informação (camada intermédia) e os resultados gerados (camada de saída) - correspondentes à variável dependente e unidades totais), para posterior promoção (GONZÁLEZ, 2008).

O modelo neuronal biológico consiste em uma rede celular relativamente autônoma, cada uma com capacidade de processamento limitada. As unidades são conectadas por conexões, cada uma tendo um peso associado correspondente ao efeito da unidade no processamento do sinal de saída. O peso positivo corresponde ao fator de aumento do sinal de entrada e o peso negativo corresponde ao fator de inibição (BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2000).

Este modelo normalmente tem um conjunto de unidades de entrada através do qual a informação é transmitida para a rede e um conjunto de unidades de saída que exibem os sinais de saída da rede, bem como um conjunto de unidades intermediárias. Uma coleção de neurônios é muito poderosa em termos de processamento de informações. Conceitualmente, a RNA pode ser considerado como um modelo matemático semelhante à estrutura do cérebro humano e capaz de aprender com generalizações subsequentes (GONZÁLEZ, 2008).

### **3.2 NEURÔNIOS NATURAIS**

O sistema nervoso humano é responsável por tomar decisões e adaptar o corpo ao meio ambiente. Esta função é fornecida pelo aprendizado contínuo. O sistema consiste em células responsáveis ??pela sua função. Existem cerca de 10 bilhões de neurônios no cérebro humano e cerca de 60 trilhões de conexões neuronais entre si (HAYKIN, 2001).

Essas células recebem, produzem e fornecem estímulos ao cérebro. Os neurônios são definidas pelas membranas celulares, que possuem certas propriedades críticas para a função celular do corpo, tais como filamentos estendidos, dendrites e axônios (BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2000). Os neurônios são definidos no sinal recebido, capaz de transmitir informações através de dendritos e células polarizadas. Quando excitados, os neurônios transmitem informações para outros neurônios através de pulsos chamados potenciais de ação. Esses sinais se propagam através dos axônios da célula na forma de ondas e são convertidos em sinais químicos na sinapse.

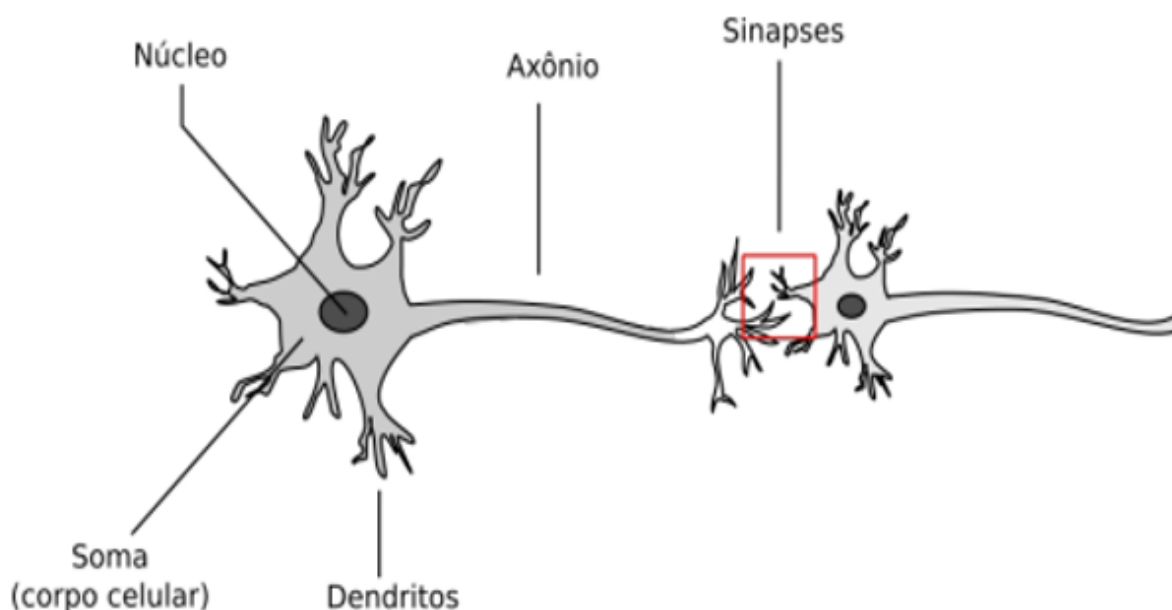
Os neurônios biológicos podem ser considerados dispositivos computacionais básicos do sistema nervoso, compostos de muitas entradas e saídas. A entrada é formada por uma conexão sináptica que conecta os dendritos aos axônios de outras células nervosas. Os sinais que chegam através desses axônios são impulsos elétricos chamados impulsos nervosos ou potenciais pulsos de ação e constituem informações geradas pelo processamento neural na forma de uma saída de impulso neural em seus axônios (GONZÁLEZ, 2008).

Dependendo do sinal enviado pelo axônio, a sinapse pode ser excitatória ou inibitória. A excitabilidade da conexão ajuda a criar impulsos nervosos nos axônios de saída, enquanto as sinapses inibitórias atuam na direção oposta (BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2000).

As características básicas derivam do conhecimento da estrutura e do comportamento dos neurônios naturais, que são usados para criar modelos de neurônios artificiais que simulam neurônios reais. Esses neurônios artificiais são usados para formar RNA, consistindo em seus principais elementos de processamento (GONZÁLEZ, 2008).

A Figura 1 mostra um modelo de neurônio humano.

Figura 1 – Neurônio natural



Fonte: (AZEVEDO. 2016).

### 3.3 NEURÔNIO ARTIFICIAL

Braga, Carvalho e Ludermir (2000) descrevem o primeiro modelo artificial de neurônio biológico Warren McCulloch e Walter Pitts em 1943. Este modelo foi uma simplificação do que era conhecido na época de neurônios biológicos. Sua descrição matemática deu um modelo com  $n$  entradas que receberam os valores

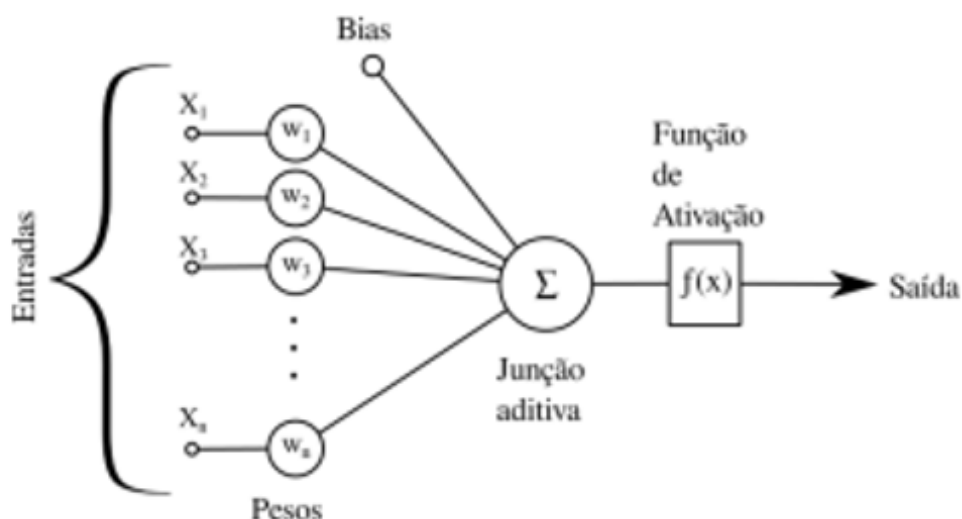


$x_1, x_2, \dots, x_n$  e uma única saída  $y$ . Para representar o comportamento das sinapses, as entradas dos neurônios têm pesos acoplados  $w_1, w_2, \dots, w_n$ , cujos valores podem ser positivos ou negativos. A ativação do neurônio é realizada pela função de ativação, que é responsável por gerar a saída  $y$  do neurônio a partir da soma dos valores de  $x_i w_i$ .

Modelos artificiais novos, mais atraentes do ponto de vista neurológico, incorporam muitas dessas características dinâmicas dos neurônios biológicos. No entanto, apesar de numerosas simplificações na descrição do modelo de McCulloch e Walter Pitts, estes modelos, quando interligados como uma rede neural artificial, têm um poder de computação de alta, a solução dos grandes problemas complexos (BRAGA, CARVALHO, LUDERMIR, 2000).

A Figura 2 representa um modelo de neurônio artificial.

Figura 2 – Neurônio Artificial



Fonte: (AZEVEDO, 2016).

### 3.4 FUNÇÕES DE ATIVAÇÃO

A função de ativação é responsável por gerar a saída  $y$  do neurônio a partir dos valores dos vetores de peso  $w$  e entrada  $x$ . A função de ativação é projetada para atender duas aspirações. Primeiro, queremos que o leitor esteja ativo (próximo a +1) quando as entradas corretas forem recebidas e inativas (próximas a 0) quando as entradas erradas forem recebidas. Segundo, a ativação deve ser não linear para problemas não lineares, caso contrário, toda a rede entrará em colapso (RUSSELL, 2004).

### 3.5 TOPOLOGIAS DE RNA

As diferentes topologias das redes neurais são essencialmente divididas em duas classes: não recorrentes ou diretas e recorrentes. RNAs não recorrentes são aqueles que não retornam informações de suas saídas para suas entradas e, portanto, também estão com falta de memória. RNAs recorrentes usam suas saídas

para restabelecer suas próprias entradas, formando assim um sistema dinâmico que pode atingir o estado estacionário, exibir oscilações ou até mesmo comportamentos caóticos. Redes recorrentes podem suportar memória de curto prazo (RUSSELL, 2004).

As RNAs não recorrentes são estratificados e podem ser formados por uma ou mais camadas. As redes neurais multicamadas contêm um conjunto de neurônios de entrada, uma camada de saída e uma ou mais camadas ocultas. A camada de entrada da rede distribui apenas os modelos de entrada, a camada oculta gera uma codificação interna para os modelos de entrada, que é então utilizada pela camada de saída da rede, que apresenta o resultado final do processamento do modelo de entrada. rede (RONALDO, 2005).

### **3.6 APRENDIZADO**

Uma das características mais importantes das redes neurais artificiais é sua capacidade de aprender através de exemplos (Braga, Carvalho e LUDERMIR, 2000). A etapa de aprendizagem ou treinamento consiste em atualizar os pesos sinápticos para adquirir conhecimento a partir dos dados (RONALDO, 2005). Os procedimentos de treinamento que permitem às RNAs aprender podem ser agrupados em dois paradigmas principais: aprendizado supervisionado e aprendizado não supervisionado (BRAGA, CARVALHO, LUDERMIR, 2000).

a) **Aprendizado supervisionado:** O aprendizado supervisionado envolve o aprendizado de uma função a partir de exemplos de entradas e produtos. Isso implica necessariamente a existência de um supervisor externo ou professor encarregado de estimular entradas de rede usando modelos de entrada e observando a saída calculada da mesma maneira, comparando-a com a saída desejado (BRAGA, CARVALHO, LUDERMIR, 2000).

b) **Aprendizado não supervisionado:** Aprendizado não supervisionado não requer um vetor de destino para as saídas e não faz uma comparação para determinar a resposta ótima. Não há professor ou supervisor externo para acompanhar o processo de aprendizagem. Apenas modelos de entrada estão disponíveis para a rede e a existência de regularidades nesses dados permite o aprendizado (BRAGA, CARVALHO, LUDERMIR, 2000).

### **3.7 ALGORITMO BACKPROPAGATION**

A propagação reversa é o algoritmo de treinamento supervisionado mais popular. usa pares de entrada ( $x$ ,  $y_d$ ) para ajustar os pesos da rede usando um mecanismo de correção de erros. Treinamento tem lugar em duas fases, a fase a jusante desliga a saída de um determinado padrão de entrada e o estrado traseiro actualiza as cristas das suas ligações dependendo do resultado desejado e a saída fornecida. (Braga, Carvalho, LUDERMIR, 2000).

A próxima etapa inclui as seguintes etapas:

1. A entrada é apresentada à rede e a saída dos neurônios da primeira camada  $C_1$  é calculada.
2. As saídas  $C_1$  são inseridas na próxima camada e a saída é calculada. Este processo é repetido até a camada de saída  $C_k$ .

3. As saídas produzidas pelos neurônios são comparadas com as saídas desejadas e o erro correspondente é calculado.

A fase traseira compreende as seguintes etapas:

1. O erro da camada de saída  $C_k$  é usado para ajustar diretamente seus pesos.
2. Os erros dos neurônios da camada de saída  $C_k$  são propagados para a camada anterior  $C_{k-1}$ .
3. Os erros calculados para os neurônios  $C_{k-1}$  são usados para ajustar seus pesos.
4. O processo é repetido até que os pesos da camada  $C_1$  sejam ajustados.

#### **4. REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS**

Recentemente, a maioria dos profissionais envolvidos na engenharia de avaliação ainda não está ciente dessa abordagem. No entanto, alguns pesquisadores afirmaram a importância deste novo conceito, a realização de pesquisas nesta área e promover realmente aceitar a rede neural artificial. 8.2.1.4.3 - tratamento científico chamado a seguir: "Seja qual for o modelo utilizado para prever o comportamento do mercado e valor do treinamento, eles devem explicar e testar os pressupostos apropriados, tomar medidas corretivas, como redes neurais artificiais, de regressão e análise envelope de dados espaciais podem ser aplicados à engenharia de avaliação, desde que sejam perspectiva razoável. e contidas no (GONZÁLEZ, 2008) .

As redes neurais artificiais representam uma tecnologia cujas origens existem em muitas disciplinas como neurociência, matemática, estatística, física, ciência da computação e engenharia. A aplicação de RNA pode ser usada em diferentes campos, como modelagem, análise de séries temporais, reconhecimento de padrões, processamento de sinais e controle. Uma importante função desta tecnologia é controlar a captura de dados (HAYKIN, 2001).

Nas diferentes definições de redes neurais artificiais, todas têm elementos considerados fundamentais: neurônios, arquitetura e aprendizado. Neurônios são a unidade básica de computador da rede. Arquitetura é a estrutura de conexão entre os neurônios. Aprendizagem é um processo de ajuste de uma rede para calcular uma determinada função ou realizar uma determinada tarefa (FERNANDES, 2003).

A pesquisa sobre redes neurais artificiais é relativamente nova. Atualmente, não existe um livro técnico que ensine a resolver completamente a RNA e sua aplicação no projeto de avaliação. No entanto, vários artigos foram publicados em congressos dedicados a essa tecnologia e focados na avaliação técnica. A aplicação dos resultados e conclusões desses estudos suporta o método, como NBR 14653, valorização imobiliária, Parte 2 - Real Estate, em reconhecimento do método científico (PELLI NETO, 2006).

Em geral, Haykin (2001) define uma rede neural como uma máquina para simular a forma como o cérebro desempenha uma tarefa ou função específica de interesse, através da sua rede de componentes eletrônicos executam ou que simulam um programa de computador. Braga, e Ludermir Carvalho (2000), uma rede neural artificial é um sistema distribuído paralelamente composto de neurônios (unidades de processamento), o qual realiza um cálculo da função matemática não linear ou linear. O arranjo de

neurônios é dada em uma ou mais camadas de interligação por um grande número de ligações unidirecionais (regulares) com pesos associados, e o conhecimento representado no modelo são armazenados na unidade de processamento através da ponderação das entradas. Este mecanismo de rede é semelhante à estrutura neuronal biológica do cérebro humano.

O processo de aprendizagem é fornecido por um algoritmo de aprendizagem que podem alterar o peso da rede de ordenadamente para alcançar os objetivos do projeto (Haykin, 2001).

Para Rezende (2003), a rede neural artificial é um processo de aprendizagem associado com a capacidade da rede para ajustar seus parâmetros com base na interação com o ambiente externo. O processo é interativo para melhorar o desempenho da rede até o ponto de interação com a mídia. O desempenho é o critério que determina a qualidade do modelo e o ponto de parada do treinamento é pré-definido pelos parâmetros de aprendizagem. Segundo Rezende (2003), a generalização está relacionada à sua capacidade de fornecer respostas consistentes aos dados não fornecidos durante a fase de treinamento. Bem, podemos dizer que o processo de aprendizagem e a generalização são coerentes.

Braga, Carvalho e Ludermir (2000) também enfatizam a importância desta capacidade de aprender e generalizar redes neurais, refletindo positivamente resolver o problema, melhorando o desempenho.

Como para a estrutura da rede neural, que são treinados estruturas neurais artificiais em que o processamento e armazenamento de dados é em paralelo e distribuído por elementos simples do processo. O fornecimento desses elementos é responsável por captar informações básicas, como mercado imobiliário (camada de entrada) e processamento de informações. Estas são variáveis dependentes - o preço (camada de saída) é então generalizado (PELLI NETO, 2006).

De acordo Pelli Neto (2006), o número de entradas e saídas depende da quantidade de dados de entrada e de saída e o número de neurônios da camada intermediária depende da complexidade. Quando o número de neurônios na camada intermediária é muito alta, resultados inesperados, chamados de custos incrementais ocorrem quando a rede neural artificial define mais neurônios que o treinamento exige (PELLI NETO, 2006).

Apresentado na camada de entrada única do modo de aprendizagem da rede neural artificial, é diretamente mapeado para um conjunto de modos de saída da rede, isto é, que limita a capacidade da rede (FERNANDES, 2003).

## **5. MÉTODOS DE PESQUISA**

O método de pesquisa utilizado consistiu em uma revisão sistemática da literatura. O objetivo foi analisar criticamente o tema da rede neural artificial e sua relação com a avaliação de imóveis, a fim de utilizar métodos científicos. A revisão sistemática inclui um método de pesquisa utilizando a literatura como fonte de dados, aplicando métodos de pesquisa explícitos e sistemáticos e combinando informações críticas sobre avaliação e seleção (SAMPAIO e MANCINI, 2007).

As revisões sistemáticas usam métodos e sistemas claros para responder a perguntas claramente identificadas, a fim de identificar, selecionar criticamente e avaliar pesquisas relevantes, e coletar e analisar os dados da pesquisa contidos na avaliação (SAMPAIO E MANCINI, 2007).

O processo de revisão sistemática começa com as definições do estudo de objeto por meio de pesquisa de palavra-chave, como redes neurais artificiais e avaliação de imóveis para entender melhor o propósito da aplicação. Posteriormente, identificou-se o banco de dados de acordo com o assunto do estudo, utilizou-se o Google Acadêmico. Na busca inicial usou-se como palavras-chave "rede neural artificial" e "avaliação de imóveis", apresentando 286 resultados.

A amostra foi sintetizada por meio do uso de um alinhamento de palavras-chave no filtro, comparação de títulos, alinhamento do resumo e a análise de amostras mais distante do texto completo. Considerou-se os artigos sobre avaliação de imóveis e otimização de uso, por meio da literatura de revisão de artigos, considerando os artigos mais citados e mais recentes. Graças a esta coleção, a pesquisa de RNA progrediu. O crescimento recente nesta área pode ser visto por meio da comparação entre 2010 e nos últimos três anos, de 2016 a 2018, na qual houve um aumento de 54% nos primeiros três anos.

Do banco de dados, as palavras-chave usadas no artigo e suas referências foram analisadas. As ferramentas utilizadas foram o VOSviewer, usando técnicas de mapeamento e visualização.

Através da análise da visualização da rede, foi possível visualizar as consultas envolvendo a RNA. Alguns estudos recentes indicam que os modelos preditivos de otimização, envolveram principalmente a avaliação de imóveis.

## **6. CONCLUSÕES**

Compreender a sua análise qualitativa e quantitativa do mercado imobiliário desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de avaliações imobiliárias. Foi possível alcançar uma análise geral do mercado com o avaliador, uma abordagem científica para orientar o seu trabalho, correlacionando os atributos mais relevantes com a pesquisa e minimizando os erros de estimativa.

A literatura brasileira, especializada na avaliação de imóveis, com foco pouco sobre o mercado imobiliário, não produz nenhum livro ou materiais de instrução para a pesquisa, detalhando a construção de métodos de investigação e amostragem, e a definição variáveis ??como o algoritmo de pacote de dados.

Portanto, de acordo com uma revisão sistemática da literatura, era de dados de segmentos para gerar múltiplos sub-modelos e alcançar resultados satisfatórios. No entanto, o trabalho geralmente é feito com base no conhecimento e na estrutura do mercado imobiliário.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14653-1 - Procedimento geral. Rio de Janeiro: 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14653-2 - Imóveis urbanos. Rio de Janeiro: 2004.

AZEVEDO, Lucas Pereira de. (2016). APLICAÇÃO DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS NO PROCESSO DE ORQUÍDEAS DO GÊNERO CATTLEYA. Disponível em: <<https://www.ifmg.edu.br/s>

abara/biblioteca/trabalhos-de-conclusao-de-curso/tcc-documentos/TCCLucasAzevedo.pdf>. Acesso em: 5 de abril de 2019.

BRAGA, A. P. CARVALHO, A. P. L. F., LUDERMIR, T. B. Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações. Rio de Janeiro: RJ - Livros Técnicos e Científicos, 2000.

DANTAS, R. A. Engenharia de Avaliação: Introdução à Metodologia Científica. São Paulo: Pini, 1998.

FERNANDES, A. M. R. Inteligência Artificial: Conceitos Gerais. Florianópolis: Visual Books, 2003.

GONZÁLEZ, M. A. S. Descubra o conhecimento de avaliação de imóveis de aplicativos de banco de dados e inteligência artificial. Tese (Doutor em Engenharia Civil) - Programa de pós-graduação em engenharia civil, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

GONZÁLEZ, M. A. S. Real Estate e avaliação de método profissional. San Leopoldo, 2008: <<http://www.exatec.unisinus.br/~GONZÁLEZ/aimp/AIMP-Avaliaco.es.ppt>>. Visitou em 5 de fevereiro de 2019.

HAYKIN, S. Rede Neural: Princípios e Prática. 2. ED. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HIPÓLITO, E.C. Métodos e padrões utilizados em avaliações imobiliárias por diferentes países. Monografia - Faculdade de Engenharia de Arquitetura, UFMG, Belo Horizonte, 2007.

PELLI NETO, A. Redes neurais artificiais aplicadas à opinião pública - estudo de caso em Belo Horizonte. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Graduada em Engenharia Elétrica pela UFMG, Belo Horizonte, 2006.

REZENDE, S. O. Sistemas inteligentes: conceitos básicos e aplicações. Barueri: Manole, 2003.

RONALDO, E. Data mining: um guia prático. 1. ed. Rio de Janeiro: Campus, Elsevier, 2005. ISBN 85-352-1877-7.

RUSSELL, P. N. S. Inteligência Artificial: tradução da segunda edição. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004. ISBN 85-352-1177-2.

SAMPAIO, R. F. MANCINI M. C. Estudo de Avaliação Sistemática: Orienta a inteligência abrangente das evidências científicas. Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 11, n. 1, p. 8 a 8 de agosto de 2007.

[\[1\]](#) Bachelor of Business Administration.

Enviado: Abril, 2019

Aprovado: Abril, 2019

**PUBLIQUE SEU ARTIGO CIENTÍFICO EM:**

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/enviar-artigo-cientifico-para-submissao>