

APLICAÇÃO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA NOS NEGÓCIOS DE REAL ESTATE

Marcos Roberto Machado (USP)

marcosmachado@usp.br

Celma de Oliveira Ribeiro (USP)

celma@usp.br



O presente trabalho consiste na aplicação da técnica de regressão logística na modelagem de credit scoring para o setor de real estate. Dentre os objetivos do trabalho, destaca-se a a necessidade de decisão com maior precisão e menor risco, por parte de determinado agente financeiro, da concessão ou não de empréstimos nessa modalidade de crédito. Para tanto, foram realizados as devidas análises estatísticas com o intuito de verificar quais variáveis exploradas são de fato importante. Os resultados apontam para a provável otimização de tempo de análise que o agente financeiro pode alcançar com a aplicação desta metodologia no setor.

Palavras-chave: Credit scoring - regressão logística - real estate

1. Introdução

O crescimento do crédito imobiliário, como opção de financiamento em longo prazo, tem ganhado cada vez mais notoriedade em todo o mundo. Dentre as várias possíveis razões do fortalecimento desta carteira de crédito podemos citar o grande déficit de moradia, para o caso de países em desenvolvimento ou a necessidade de diversificação do portfolio de investimentos em países de primeiro mundo.

No Brasil, o crédito imobiliário tem ganhado destaque devido incentivos do governo, através de seus agentes financeiros, com redução de taxas, que buscam minimizar o problema do déficit de moradia aqui existente, movimentar a economia através do setor da construção civil, além de se tornar forte opção de investimento, uma vez que existem evidências que compradores tomam imóveis para mais tarde vender e obter retorno sobre seu investimento. De acordo com BEZERRA (2013) mesmos a partir de 2008, quando ocorreu a crise americana nesse setor, o crédito habitacional no Brasil continua a crescer, o que justifica o aumento dos preços dos imóveis.

A importância dada ao crédito imobiliário aqui no Brasil é tanta que, em valores, a movimentação com ativos de crédito imobiliário ultrapassou outras linhas de crédito até então mais utilizadas como o crédito pessoal, nesse contexto essa carteira saiu de uma disponibilização de R\$ 2.038 bilhões em 2008 para R\$ 9.608 bilhões em 2013 segundo dados da ABECIP (Associação brasileira das entidades de crédito imobiliário e poupança). Dentro do crédito imobiliário, vamos tratar especificamente neste artigo do produto Plano Empresário, que é o crédito para construção de empreendimentos residenciais e comerciais, empréstimo disponibilizado para empresários.

O objetivo deste trabalho é modelar, através de um estudo de caso e dado um conjunto de empresas, a decisão de ser favorável ou não a concessão de crédito imobiliário para construção de empreendimentos imobiliários, a futuros e possíveis clientes de determinado agente financeiro.

Portanto, o que queremos ter ao final do trabalho é determinar um modelo com maior objetividade e com eficácia igual ou superior aos modelos de *credit scoring* utilizados neste ramo de atividade.

Na seção 2, apresenta-se o problema com maiores detalhes e descrevem-se alguns modelos encontrados na literatura para problemas de modelagem em crédito imobiliário. Na seção 3, são apresentadas, com detalhes as variáveis do estudo de caso, em seguida é criado o modelo para solucionar o problema e por fim são realizadas algumas considerações finais.

2. Revisão da Literatura

A tomada de decisão para concessão de crédito, no Brasil e no mundo é realizada de maneira distinta a cada agente financeiros. A instituição que melhor modela essa decisão é a que vai ter os lucros maximizados. Essa preocupação, em determinar-se quais clientes são bons ou maus pagadores surge historicamente com os estudos de *credit scoring* desenvolvidos por Fisher (1936) e Durand (1941).

As decisões de liberação de empréstimos ou definição de limites de crédito, em geral, na literatura são realizadas com base em modelos de *credit scoring*. De acordo com Thomas (2000) vários métodos podem ser aplicados a fim de realizar estudos nesse campo e dentre

esses métodos o autor cita, por exemplo, a regressão linear, redes neurais, e a regressão logística que é objeto de estudo deste artigo.

É importante levar em consideração que as pesquisas sobre os negócios de *real estate*, de maneira geral, não apontam para a utilização de um método específico de *credit scoring*, uma vez que nesse setor (crédito para construção de empreendimentos) as características de investimento e desembolso são relativamente diferentes de investimentos mais tradicionais.

Na literatura existem estudos realizados que visam buscar melhores resultados com a concessão de crédito e citam cuidados que se deve ter com relação a risco de crédito, risco de liquidez, risco de mercado e risco sistêmico. GOLDBERG E CAPONE (2002) apontam que esses estudos devem considerar o risco de crédito sob a perspectiva do "gatilho-duplo", levando em consideração hipotecas que cobrem o risco de unidades finais e por consequência do projeto como um todo. Esta visão relaciona-se bem com o produto explorado neste trabalho uma vez que a finalidade da concessão destes empréstimos é a construção de unidades residenciais ou comerciais (que serão em geral, disponibilizadas a venda) que podem possibilitar ao agente financeiro ter algumas garantias como hipoteca das unidades e do terreno, patrimônio de afetação, fiança das pessoas físicas e jurídicas, envolvidas, dentre outras.

Já para CHAU, WONG E YIU (2012), o risco de liquidez é a melhor medida e deve ser sempre considerado em análises de concessão de crédito, em especial, imobiliário, para tanto sugere que sejam realizados estudos e análises referentes à liquidez das unidades finais, projeção do mercado, estudo sobre as garantias legais das operações (hipotecas) a fim de evitar o que alguns chamam de bolha do mercado.

A tomada de decisão na concessão de crédito deve ser precedida por uma análise de previsão de default dos envolvidos baseado na metodologia KMV, onde se estima também as probabilidades da distancia para o default PATEL E VLAMIS (2006).

De acordo com DENISARD (2011), muitas incorporadoras imobiliárias fizeram IPO (*initial public offerings*) na *BM&F Bovespa*, isso foi tão significativa que, em 2009, foi criado um índice para avaliar o desempenho das empresas do setor imobiliário na bolsa, o Índice BM&F Bovespa Imobiliário (IMOB). Essa indicação pode apontar para a necessidade da visão de risco de mercado que se deva ter para esse setor da Economia.

BARTHOLOMEW E WHALEN (1995) definem o risco sistêmico como: “[...] um evento com efeitos em todo o sistema econômico e financeiro, e não apenas em poucas instituições”. Esse risco, ao qual qualquer agente financeiro esta exposto deve ser explorado em qualquer análise de crédito.

Algumas considerações da literatura devem ser feitas, levando em conta que a maioria dos pesquisadores atuais sugerem que as tomadas de decisão de concessão de crédito lastreiem-se em mais de uma análise sempre que possível, é importante então, que, por exemplo, a disponibilização de um empréstimo não se baseie somente em um modelo de *credit scoring* – regressão logística (construído através de dados passados) e que vai levar em consideração o risco de crédito que o tomador vai apresentar, mas que, além disso, seja possível ter-se outra visão de todo o processo para que se possa tomar a melhor decisão, reduzindo risco e maximizando lucros.

KETTANI, ORAL E SISKOS (1998), afirma que os estudos que envolvem o crédito imobiliário devem levar em consideração não somente a estimativa do risco de crédito ou liquidez, mas sim uma análise multicritério que possibilita, em específico, analisar algumas variáveis como tempo e idade, áreas, localização e questões ambientais, dentre outras que possam surgir em cada caso.

É interessante deixar claro que independente da visão que vamos adotar, seja de risco de crédito, sistêmico, mercado ou de liquidez, para que possamos construir o modelo para recomendação de crédito imobiliário para construção, vamos utilizar a técnica conhecida como regressão logística, que para CORRAR, PAULO E DIAS FILHO (2007), é a técnica estatística que explica ou valoriza uma variável, em função de outras variáveis conhecidas ou observadas de natureza qualitativa e/ou quantitativa diferenciando-se, portanto da regressão multivariada.

Nesse trabalho o modelo de regressão logística que construiremos deverá ser capaz de discriminar quais operações de crédito imobiliário para construção de empreendimentos serão ou não recomendadas.

Ainda de acordo com CORRAR, PAULO E DIAS FILHO (2007), o campo de atuação desta ferramenta é amplo, e tem como objetivo principal explicar determinado evento de acordo com o conjunto de variáveis existentes no estudo, estas podem ser totalmente significativas influenciando diretamente o evento, ou não ter influência nenhuma.

Segundo BERRY, DEMERITT E ESAREY (2010) é necessário que exista uma interação consistente entre as variáveis categóricas para que a confiança na probabilidade de ocorrência do evento seja maior, diminuindo a incidência de resíduos que por ventura possam prejudicar o resultado. E estes resíduos podem interferir no resultado justamente por não possuírem uma significância estatística ou simplesmente por não afetarem diretamente o evento.

De acordo com CHEN e DENG (2012) uma das vantagens a ser explorada pelo uso de regressão logística é a possibilidade de examinar a dinâmica do processo decisório variando o tempo e ao fazer isso é necessário atentar-se as variáveis do processo que também variam no tempo.

Existem evidências de que no Brasil, o *credit scoring* começou a ser utilizado pelas organizações financeiras por volta dos anos 90. Hand e Henley (1997) apontam que os métodos mais utilizados para este tipo de estudo são a análise de discriminante, árvore de decisão, regressão linear e regressão logística.

Segundo Casa Nova (2013) é importante utilizar na análise de crédito, modelos de *credit scoring* bem estruturados e que possibilitem bom ajuste, pois reduzem o risco de se conceder crédito a potenciais maus pagadores.

Diante da importância deste método de estudo e das incertezas que cercam os negócios em *real estate* a proposta deste trabalho é utilizar a regressão logística para modelar o *credit scoring*, auxiliando a tomada de decisão de organizações financeiras na recomendação de financiamento imobiliário para construção de empreendimentos.

3. Análise exploratória

Antes de criar o modelo propriamente dito, vamos apresentar as variáveis com as quais vamos lidar. O conjunto de dados disponibilizados pelo agente financeiro de nosso estudo é composto por 22 variáveis e 200 observações. Dentre essas existem operações recomendadas e operações não recomendadas e de acordo com o agente financeiro as propostas das quais foram retirados os dados entre os anos de 2007 a 2013 foram escolhidas de maneira aleatória, isto é, os arquivos selecionados não foram previamente analisados.

Na tabela 1, apresentamos as variáveis e o contexto atual de sua respectiva análise (manual) pelo agente financeiro.

Tabela 1- Variáveis do Estudo de Caso.

Variável	Contexto da análise
Risco do Grupo Econômico	É avaliado sob três perspectivas: na primeira a empresa e o grupo a qual pertence já tem um limite de crédito imobiliário para construção pré-aprovado com valor a utilizar; na segunda a empresa tem a linha de crédito, contudo no momento não tem limite a utilizar e na terceira não existe linha de crédito.
Coefficiente de Garantia	É obtido pela razão entre o Valor Geral de Vendas que será obtido com as unidades construídas, pelo valor solicitado de Financiamento.
Taxa de Lucratividade	Resulta da razão entre o valor de receita total da operação e o resultado líquido da mesma.
Índice de Liquidez	É obtido através da razão entre a receita total da operação e o valor de financiamento solicitado.
Percentual de Vendas realizadas	Analisada em conjunto com a data de lançamento do empreendimento.
Rating 1	Classificação do Grupo - Utiliza-se a classificação que o agente financeiro comumente explora para análise de crédito de seus clientes.
Rating 2	Classificação do Cliente - Análise análoga a do Rating 1.
Rating 3	Classificação do Fiador - Análise análoga a do Rating 1.
Experiência da Empresa no ramo	Para essa variável é levado em consideração à experiência que o proponente da operação, fiador e grupo tem nesse ramo de atividade.
Valor (em reais) do m ² da unidade	Apresenta de forma descritiva o valor da unidade a ser comercializada (por m ²), esta variável é analisada apenas para fins de garantia, uma vez que é realizada comparação ao preço de imóveis da mesma região.

Responsabilidade do Cliente (RESG)	A responsabilidade do Cliente refere-se à soma dos valores de qualquer limite (independente do produto ou serviço) que o cliente tenha na Organização, ou seja, total da dívida neste agente financeiro.
Rentabilidade Média dos Clientes (RENC)	Essa rentabilidade refere-se à média dos últimos seis meses que o cliente proporcionou à Organização através do relacionamento e reciprocidade, dos contratos que se tenham ativos.
Patrimônio Líquido do Cliente	O Patrimônio Líquido refere-se ao valor bruto que o cliente declara ter, valor que represente a soma dos valores de todos seus bens físicos e aplicações financeiras.
Percentual do custo da obra solicitado	O Cliente deve declarar no plano do negócio o quanto estima gastar com a construção e em cima disso solicita um percentual para financiar. Nessa variável, é interessante atentar-se ao fato de que de maneira geral o teto a ser financiado é de 80% do custo da obra, ou seja, não se financia valores acima desse percentual.
Valor (em reais) de Financiamento solicitado	Descreve, em reais, o valor que o cliente está pleiteando para financiamento (Esse valor não deve exceder 80% do custo que o cliente terá com a construção, também declarado de antemão).
Regime de contratação pleiteado	O regime de contratação pode ser feito por Sociedade de Propósito específico, por Patrimônio de Afetação, pela combinação desses dois ou pelo regime Direto Empresa.
Percentual de obras para liberação da primeira parcela	Refere-se ao percentual de obras exigido na organização para liberar a primeira parcela do valor financiado contratado, em geral, o percentual mínimo é de 15%. Como "garantia" existem acordos sobre o % mínimo de obras para liberar primeira parcela que é combinada com a restrição do % mínimo de vendas para a mesma liberação.
Percentual de vendas para liberação da primeira parcela	Esta variável refere-se ao percentual de vendas estipulado para liberar a primeira parcela do valor financiado contratado, em geral, o percentual mínimo é de 30%.
Carteira de Enquadramento	Para efeito de retorno a operação enquadra-se como residencial ou comercial, denominadas respectivamente como CHH ou CHC.
Segmento do Cliente	Os clientes que podem submeter propostas de plano empresário são clientes PJ (Pessoa Jurídica), portanto, esses clientes provêm dos segmentos Varejo, Empresas, Corporate e <i>High Middle</i> . Nessa variável também inexistem qualquer critério específico de análise.

Condição de Posse do terreno	O terreno aonde será construído o empreendimento pode ter sido pago de maneira à vista, ou parcelado por meio de financiamento ou ainda pode ser pago por meio de permuta de unidades, isto é, após ser construído o empreendimento paga-se o terreno com algumas unidades de lojas, casas ou apartamentos.
Existência de seguro de construção	É obrigatória a apresentação da apólice do seguro no momento da contratação, logo, no primeiro contato com a organização o cliente já é questionado quanto à obtenção ou não de seguro para construção, e o ideal é que o mesmo já esteja contratado.

É importante destacar que dentre as 200 observações de nossa amostra, 88% das operações foram recomendadas e 12% foram negadas.

Foram realizados estudos estatísticos-descritivos separadamente para as variáveis qualitativas e quantitativas, com relação as variáveis nominais foram exploradas as distribuições de frequência, contudo não houveram resultados inesperados. Para as variáveis numéricas foram calculados indicadores de medição e dispersão, contudo não houve resultados que não se enquadrassem dentro do que se esperava.

4. Construção do Modelo, Metodologia e Análise dos resultados.

De acordo com Rosa (2000) e Ohtoshi (2003) a regressão logística é a técnica mais utilizada no mercado atual para o desenvolvimento de modelo de *credit scoring*, uma vez que ao contrário de outras análises essa não exige a suposição da normalidade das variáveis independentes e é mais robusta quando a mesma não é atendida. Portanto o modelo proposto será construído através de regressão logística – modelo *logit*, que tem expressão representada por (1).

$$p = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n}} \quad (1)$$

Onde:

$\beta_0; \beta_1; \dots; \beta_n$: Representam os coeficientes das variáveis do modelo;

$X_1; X_2; \dots; X_n$: Representam as variáveis do modelo;

p : Probabilidade de que o evento em estudo ocorra, neste artigo essa probabilidade refere-se a chance de recomendar-se operações de crédito imobiliário para construção de empreendimentos.

Contudo, para que possamos construir o modelo vamos considerar as seguintes suposições como verdadeiras:

I – Inexiste auto correlação entre os erros, isto é, assumimos que a auto correlação entre os erros é igual a zero, o que podemos representar em (2):

$$R(k) = \frac{E[(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)]}{\sigma^2} = 0 \quad (2)$$

Onde:

$R(k)$: auto correlação entre os erros

$E[(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)]$: é a esperança matemática da diferença entre os valores observados e a média amostral;

σ^2 : é a variância da variável X_t ;

II - Inexiste correlação entre os erros e as variáveis independentes, ou seja, assumimos que a correlação entre os erros e as variáveis independentes é nula (3);

$$\rho_{X,Y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)}\sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}} = 0 \quad (3)$$

Onde:

X: Variável independente;

Y: Erros aleatórios;

$\rho_{X,Y}$: Correlação entre os erros e as variáveis independentes.

Levando em consideração as premissas citadas como verdadeiras, o primeiro passo dado na construção desse modelo se resume na realização de dois testes de hipóteses que apontam para possibilidade de existência do modelo, são os testes de *Hosmer and Lemeshow* e *Omnibus*. De acordo com Ferreira et al (2009) o primeiro trata-se de um teste Qui-quadrado, cujo objetivo é testar a hipótese de que não há diferenças significativas entre os resultados preditos pelo modelo e os observados e a partir do segundo teste pode se aferir algo relativo a existência de pelo menos um coeficiente da regressão logística diferente de zero.

Para o primeiro teste vamos considerar as seguintes hipóteses: H_0 onde não existe diferença entre os valores observados e previstos e H_1 onde existe tal diferença. Nesse caso, queremos que exista modelo, logo é necessário existir diferença entre os valores esperados e previstos, e portanto, para este modelo, vamos apontar que o teste foi validado quando houver significância maior que 10 por cento para esta diferença. Podemos observar na Tabela 2, que o teste obteve para nossa amostra resultado satisfatório.

Tabela 2 – Teste de *Hosmer and Lemeshow*

<i>Chi-Square</i>	Graus de liberdade	Significância
0,000	8,000	1,000

Fonte: Resultado da pesquisa

No segundo teste vamos considerar as hipóteses H_0 onde todos os coeficientes da equação são nulos e H_1 onde menos um coeficiente da equação não é nulo. Para que seja possível construir o modelo é necessário que pelo menos um coeficiente não seja nulo, vamos realizar o teste e consideraremos H_0 rejeitada para significâncias menor que 10 por cento. Na tabela 3, podemos notar que esse teste também obteve resultado satisfatório.

Tabela 3 - Teste *Omnibus*

	<i>Chi-square</i>	Graus de Liberdade	Significância
<i>Step</i>	146,770	33,000	0,000
<i>Block</i>	146,770	33,000	0,000
<i>Model</i>	146,770	33,000	0,000

Fonte: Resultado da pesquisa.

Partindo do princípio que temos em nossa base de dados 22 variáveis, dentre elas variáveis qualitativas e quantitativas, e que, portanto é possível adotar vários algoritmos para construção do modelo logit, vamos, nesta construção buscar as variáveis com as maiores diferenças de medida e dispersão quando comparadas a variável problema. Com essas variáveis (*RESG*, *RENC* e Experiência da Empresa) iniciamos a modelagem propriamente dita, realizamos combinações dessas variáveis com todas as outras a fim de construir o modelo com maior quantidade de variáveis possível e que com maior coeficiente de explicação, contudo chegamos a conclusão de que a única variável importante nesse processo é a Experiência da empresa no ramo da Construção Civil (construção de empreendimentos imobiliários), o modelo final também teve resultados satisfatórios para os testes de *Hosmer and Lemeshow* e *Omnibus* e apresentou coeficiente de explicação de 99,5 por cento. Abaixo na tabela 4, podemos observar as variáveis que compõem a equação do modelo e na tabela 5 podemos observar qual o coeficiente de explicação do modelo, e em (4) é possível verificar a equação do modelo aqui proposto.

Tabela 4 - Variáveis da Equação

	B	S.E.	Wald	Significância
Experiência da empresa (em anos)	-1,094	0,282	15035,000	0,000
Constante	6,950	2,237	9,564	0,002

Fonte: Resultado da pesquisa

Tabela 5 - Classificação dos dados da amostra

	Recomendação	%
--	--------------	---

	Sim	Não	Sim
Recomendação	Sim 176	0	100
	Não 1	23	95,8
Classificação Total			99,5

Fonte: Resultado da pesquisa

$$p = \frac{e^{6,95-1,094*X}}{1 + e^{6,95-1,094*X}} \quad (4)$$

Onde:

X : Experiência que a empresa avaliada tem no ramo da construção civil, medida em anos.

p : Probabilidade de avaliação, que aponta, com um grau de confiança pré-definido, se uma proposta de financiamento deve ser recomendada.

5. Considerações Finais

O trabalho aqui apresentado infere que, de toda a análise que é feita hoje pelo agente financeiro de nosso estudo de caso a variável que deve ser olhada com maiores detalhes quando se pensar em concessão de crédito imobiliário, plano empresário é a experiência que a empresa tenha no ramo da construção civil; se levarmos em conta o cenário econômico em que vivemos no momento, onde se especula existência de bolha imobiliária no país, essa informação é bastante relevante e deve ser considerada para futuras análises.

Como essa técnica varia, principalmente, com o tempo, escolha de variáveis e amostra selecionada sugere-se para estudos futuros acompanhamento através de testes de aderência deste modelo além da criação de novos modelos com amostras diferentes a serem consideradas, onde, por exemplo, se tenha 50% das observações recomendadas e 50% não recomendadas além do acompanhamento por um período determinado dos comitês (ainda realizados de maneira subjetiva) a fim de verificar a quantidade de acertos do modelo e realizar ajustes necessários.

Portanto, este trabalho cumpre o objetivo proposto referente a possibilidade de disponibilizar ao agente financeiro mais uma ferramenta de análise, a fim de garantir maiores rentabilidades e estreitar o relacionamento com os clientes atuais e futuros (em especial, as construtoras), alguns dos benefícios que esta análise trouxe são a redução de tempo (custos) e a redução de riscos (maior objetividade na tomada de decisão, além de tornar o processo mais uniforme).

Referências

ALVES, DENISARD C. DE O., ET ALL. Modeling House Pricing in the Real Estate Market of São Paulo City. Rev. Bras. Finanças, Rio de Janeiro, Vol. 9, No. 2, June 2011.

BARTHOLOMEW, P.; WHALEN G. Fundamentals of systemic risk. Research in Financial Services: Banking, Financial Markets, and Systemic Risk. Greenwich: JAI Press, v. 7, p. 3-18, 1995.

BERRY, WILLYAM D.; DEMERITT, JACQUELINE H.R.; ESAREY, JUSTIN. Testing for interaction in binary logit and probit models: is a product term essential? American Journal of Political Science. v. 54, n°1, p. 248-266, 2010.

BEZERRA, M. M. O. et all. Formação, sustentação ou implosão de uma bolha imobiliária? A dinâmica de preços no mercado de imóveis de Natal no período 2005-2010. Economia e Sociedade, Campinas, v. 22, n. 1 (47), p. 167-196, abr. 2013.

CASA NOVA, S. P. C. Quanto pior, melhor: Estudo da utilização da análise por envoltória de dados em modelos de análise de inadimplência/insolvência de empresas. Revista Contemporânea de Contabilidade, v. 10, n. 19, p. 71-96. 2013.

CORRAR, LUIZ J.; PAULO, EDILSON; DIAS FILHO, JOSÉ MARIA. Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. São Paulo: Atlas, 2007

CHEN, J. DENG, Y. *Commercial Mortgage Workout Strategy and Conditional Default Probability: Evidence from Special Serviced CMBS Loans.* Journal Real Estate Finan. Econ.; 46:609-632; 2012.

DURAND, D.. Risk elements in consumer installment financing. National Bureau of Economic Research. New York, 1941.

FERREIRA, Marco A. M., SANTOS, L. M., FARIA, E. R., Utilização de modelos de regressão logística para a previsão de risco de liquidez em micro e pequenas empresas. ABCustos Assoc. brasil. de custos – Vol. IV n°3 – Set-Dez, 2009.

FISHER, R. A.. The use of multiple measurements in taxonomic problems. Annals of Eugenics, 7, 1936, p. 179-188

GOLDBERG, L. AND CAPONE, C., *A dynamic double-trigger model of multifamily mortgage default.* Real Estate Econ., 2002,30(1), 85-113.

HAND, D. J.; HENLEY, W. E. *Statistical classification methods in consumer credit scoring: a review.* Journal of Royal Statistical Society, London, v. 160, p. 523-541. 1997.

KETTANI O., ORAL M.; SISKOS Y.; *A Multiple Criteria Analysis Model For Real Estate Evaluation.* Journal of Global Optimization 12: 197-214, 1998

OHTOSHI, C. Uma comparação de regressão logística, árvores de classificação e redes neurais: analisando dados de crédito. 2003. 147 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Curso de Pós-graduação em Estatística, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

THOMAS, Lyn C. *A survey of credit and behavioural scoring: forecasting financial risk of lending to consumers. International Journal of Forecasting*, 16, 2000, p. 149-172.

ROSA, P. T. M. Modelos de *Credit Scoring*: Regressão Logística, CHAID e REAL. 2000. 125 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Curso de Pós-graduação em Estatística, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

VLAMIS, PRODRAMOS.; PATEL, KANAK. *An Empirical Estimation of Default Risk of the UK Real Estate Companies.* The Journal of Real Estate Finance and Economics, 32:1, 21–40, 2006

WONG, SIU KEI.; YIU C. Y.; CHAU K. W.; *Liquidity and Information Asymmetry in the Real Estate Market.* J Real Estate Finan Econ (2012) 45:49–62