



Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior de Gestão e Tecnologia

**ESTRUTURAÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO GLOBAL DIFUSO NA ANÁLISE DO
RISCO DE INVESTIMENTO EM BENS IMÓVEIS RESIDENCIAIS
(*RESIDENTIAL REAL ESTATE*)**

[Dissertação de Mestrado em Contabilidade e Finanças]

Mónica Isabel Fernandes Ribeiro

2014



Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior de Gestão e Tecnologia

**ESTRUTURAÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO GLOBAL DIFUSO NA ANÁLISE DO
RISCO DE INVESTIMENTO EM BENS IMÓVEIS RESIDENCIAIS
(*RESIDENTIAL REAL ESTATE*)**

[Dissertação de Mestrado em Contabilidade e Finanças]

Mónica Isabel Fernandes Ribeiro

Orientadores:

Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira
Professora Doutora Marjan Sara Jalali

2014

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à ajuda de várias pessoas que, direta ou indiretamente, me permitiram chegar até aqui. Nesse sentido, gostaria de agradecer a todos aqueles que, ao longo deste percurso, contribuíram para a minha formação.

Quero agradecer à minha família, por todo o apoio que me deram e, em especial, aos meus pais, por me terem proporcionado a oportunidade de estudar. A todas as pessoas que considero especiais na minha vida e que me deram muita força e apoio. A todos os meus amigos, pela compreensão; e aos meus colegas de curso que, durante estes últimos dois anos, me acompanharam e ajudaram a alcançar esta fase tão importante da minha vida.

Uma palavra especial de agradecimento é devida aos meus orientadores, Professor Doutor Fernando Alberto Freitas Ferreira (ISCTE-IUL) e Professora Doutora Marjan Sara Jalali (ISCTE-IUL), pela ajuda, orientação e disponibilidade que prestaram na concretização deste trabalho; assim como a todos os docentes da 2ª Edição do Mestrado de Contabilidade e Finanças, ministrado na Escola Superior de Gestão e Tecnologia do Instituto Politécnico de Santarém (ESGTS-IPS).

O meu agradecimento é também dirigido aos membros do painel de decisores: Amândio Rodrigues, António Augusto, Domingos Ribeiro, Helder Batista, Júlio Rainha, Paulo Vala e Rui da Nova, pelo seu inestimável contributo, sem o qual nada disto teria sido possível. Agradeço a todos a recetividade, dedicação, disponibilidade, flexibilidade, partilha de saberes e convicção demonstrados. Este agradecimento é também extensível, a nível institucional, às empresas *APA-Construção*, *Serva* e *Hall City – Mediação Imobiliária*. Não esqueço igualmente a Professora Marta Lopes, pela sua disponibilidade na correção gramatical da presente dissertação.

A todos, o meu enorme agradecimento.

Bem hajam!

**ESTRUTURAÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO GLOBAL DIFUSO NA ANÁLISE DO
RISCO DE INVESTIMENTO EM BENS IMÓVEIS RESIDENCIAIS
(RESIDENTIAL REAL ESTATE)**

RESUMO ANALÍTICO

Investir no setor imobiliário residencial requer uma análise cuidada de certas variáveis (ou determinantes). Tratando-se de um setor fundamental para o desenvolvimento económico e social, e face à atual conjuntura económica, a análise do risco de investimento é tida como fundamental no processo de apoio à tomada de decisão no que respeita à compra e venda de bens imóveis. Neste sentido, e tendo por base a literatura da especialidade e as aplicações empíricas reportadas, o estudo desenvolvido visa conceber um modelo conceptual de referência que, com recurso a técnicas difusas de mapeamento cognitivo (*i.e. fuzzy cognitive mapping*), sirva de suporte à identificação e compreensão das relações de causalidade entre determinantes de análise de risco de investimento em bens imóveis residenciais. O recurso a este tipo de abordagem é explicado pelo facto de os mapas cognitivos permitirem reduzir o número de critérios omitidos, favorecerem a aprendizagem da forma como esses mesmos critérios se relacionam entre si e serem, ainda, reconhecidos pela sua versatilidade no apoio à estruturação de problemas complexos. Face ao exposto, e por se tratar de uma abordagem próxima do domínio das redes neuronais e da inteligência artificial, parece evidente que uma proposta metodológica que acrescente valor, via simplicidade e transparência, ao processo de análise do risco deste tipo de investimento, seja de grande importância e constitua a base do estudo a desenvolver.

Palavras-Chave: Apoio à Decisão; Análise do Risco de Investimento; Bens Imóveis Residenciais; Mapas Cognitivos Difusos.

A FUZZY FRAMEWORK FOR RISK ASSESSMENT OF RESIDENTIAL REAL ESTATE INVESTMENTS

ABSTRACT

Risk analysis of residential real estate investment requires careful analysis of certain variables (or determinants). Because real estate is a key sector for economic and social development, risk analysis is seen as critical in supporting the decision process of buying/selling residential property, namely due to the pressures caused by the current economic environment. Starting from an updated literature review (and existing empirical applications), this study aims to design a conceptual reference model for risk assessment of residential real estate using fuzzy cognitive mapping. This fuzzy model should allow causal relationships between determinants to be identified and better understood, which will in turn allow investment decisions to be more informed. The use of this approach is explained due to the fact that cognitive maps can reduce the number of omitted criteria, favor learning in how those criteria relate to each other and are recognized for their versatility in structuring complex decision problems. Following this, and because fuzzy cognitive mapping is a closing approach to the field of neural networks and artificial intelligence, it seems evident that a methodology that adds value, through simplicity and transparency, to the risk analysis of real estate investments, can be of great importance for real estate agents, and thus forms the basis of the present study.

Keywords: Decision Making; Risk Assessment of Real Estate Investments; Residential Real Estate; Fuzzy Cognitive Maps.

ÍNDICE GERAL

Principais Abreviaturas Utilizadas	1
Capítulo 1 – Introdução Geral	2
1.1. Enquadramento Inicial	2
1.2. Principais Objetivos	3
1.3. Metodologia de Investigação	4
1.4. Estrutura	4
1.5. Principais Resultados Esperados	5
Capítulo 2 – Enquadramento Contextual e Revisão da Literatura	7
2.1. Enquadramento do Mercado de Bens Imóveis	7
2.2. Fundamentos para a Avaliação do Risco no Mercado de Bens Imóveis	12
2.3. Métodos de Avaliação do Risco no Mercado de Bens Imóveis	13
2.4. Limitações Metodológicas Gerais	17
<i>Sinopse do Capítulo 2</i>	18
Capítulo 3 – Enquadramento Metodológico	19
3.1. Cognição Humana e Mapas Cognitivos	19
3.2. Mapas Cognitivos e Modelos de Avaliação Difusos	22
3.3. Vantagens e Limitações da Cartografia Cognitiva Difusa	25
<i>Sinopse do Capítulo 3</i>	27
Capítulo 4 – Aplicação e Análise de Resultados	28
4.1. Definição da Problemática de Decisão	28
4.2. Elaboração do Mapa Cognitivo de Base	29
4.3. Definição de Relações Causais Difusas	33
4.4. Análise da Centralidade dos Determinantes de Risco de Investimento	35
4.5. Validação do Modelo, Limitações e Recomendações	37
<i>Sinopse do Capítulo 4</i>	38

Capítulo 5 – Conclusões, Recomendações, Limitações e Investigação Futura	39
5.1. Principais Resultados e Limitações da Aplicação	39
5.2. Síntese dos Principais Contributos da Investigação	40
5.3. Perspetivas de Futura Investigação	41
Referências Bibliográficas	43

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

FIGURAS

Figura 1: Evolução dos Principais Indicadores Económicos	8
Figura 2: Obstáculos à Atividade Imobiliária	10
Figura 3: Portfólio de Empréstimos Bancários	11
Figura 4: Exemplo de um Mapa Cognitivo [Parcial]	21
Figura 5: Exemplo de um FCM	23
Figura 6: Instantâneos da Primeira Sessão de Grupo	30
Figura 7: Mapa Cognitivo de Grupo	32
Figura 8: Instantâneos da Segunda Sessão de Grupo	33
Figura 9: Estrutura de Base do <i>Fuzzy Cognitive Map</i>	34
Figura 10: Análise dos Graus de Intensidade	35

TABELAS

Tabela 1: Contributos para a Avaliação do Risco de Investimento em Bens Imóveis ...	15
Tabela 2: Grau de Centralidade dos Critérios mais Importantes	36

PRINCIPAIS ABREVIATURAS UTILIZADAS

AHP	– <i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	– <i>Analytic Network Process</i>
APB	– Associação Portuguesa de Bancos
APEMIP	– Associação de Profissionais de Empresas de Mediação Imobiliária de Portugal
CGD	– Caixa Geral de Depósitos
CTR	– Critério
FCM	– <i>Fuzzy Cognitive Map</i>
IA	– Inteligência Artificial
IMI	– Imposto Municipal sobre Imóveis
INE	– Instituto Nacional de Estatística
IVA	– Imposto sobre o Valor Acrescentado
PEH	– Plano Estratégico de Habitação
PIB	– Produto Interno Bruto

CAPÍTULO I

Introdução Geral

1.1. Enquadramento Inicial

A análise do risco de investimento no setor imobiliário (também denominado *real estate*, na literatura anglo-saxónia) é, simultaneamente, uma das mais importantes e mais subvalorizadas áreas das finanças. Importa esclarecer, no entanto, que a incerteza dos tempos atuais, motivada num primeiro momento pela crise do *subprime* e, mais recentemente, pela crise das dívidas soberanas, tem vindo a afirmar-se como fator determinante na forma como o setor financeiro tem vindo a percecionar o mercado imobiliário. Com efeito, mudanças neste mercado produzem impactos significativos noutros segmentos da atividade económica e, por conseguinte, no bem-estar das populações em geral. Ebru e Eban (2009), Canavarro *et al.* (2010), Rybak e Shapoval (2011) e Warren (2011), entre muitos outros, defendem que o mercado imobiliário, nomeadamente o de habitação, é um componente essencial de desenvolvimento de qualquer economia. Syz *et al.* (2008) e Rybak e Shapoval (2011) acrescentam ainda que este mercado representa a parte mais importante da riqueza nacional, correspondendo a uma considerável fatia da riqueza tangível em todo o mundo. Não obstante a importância crescente que tem vindo a ser atribuída à análise do risco de investimento em bens imóveis, certo é que se trata de um campo de investigação ainda com muito por explorar, sendo esta constatação reforçada pelos efeitos da atual crise económica mundial. Na verdade, como salienta Kauko (2010: 191), “*academic work on defining the relevant indicators is yet speculative, due to a shortage of standard definitions and relevant data*”. Neste sentido, parece evidente a necessidade de uma nova orientação para o setor, onde os processos de apoio à tomada de decisão permitam tornar mais robustas as decisões de investir (ou não) no mercado de bens imóveis. É neste contexto que o estudo a desenvolver pretende contribuir para os processos de decisão inerentes à análise de risco de investimentos no mercado de bens imóveis residenciais; pois, partindo-se de uma base conceptual em que o recurso a técnicas de cartografia cognitiva difusa favorece a compreensão da forma como os determinantes de investimento se relacionam entre si, haverá o cuidado de demonstrar

como esta abordagem metodológica pode contribuir para apoiar os processos de decisão de investimento neste tipo de mercado. Face ao exposto, o estudo a desenvolver dota-se de importância na medida em que vem ao encontro da necessidade de uma proposta metodológica que acrescente valor à análise do risco neste tipo de investimento, apresentando-se de forma simples, transparente e como uma abordagem próxima do domínio das redes neuronais e da inteligência artificial (IA).

1.2. Principais Objetivos

Devido à atual conjuntura económica, o mercado imobiliário atravessa um período de grande instabilidade e recessão, registando uma tendência evolutiva negativa. De acordo com Catalão (2010), estas dificuldades estão associadas em parte à escassez de liquidez, ao desemprego galopante, à redução salarial, ao sobre-endividamento das famílias, ao aumento das taxas dos impostos e às restrições no acesso à concessão de crédito, entre muitos outros fatores que não são facilmente solucionáveis, pelo menos a curto prazo. No entanto, face à actual situação, e considerando que as decisões são cada vez mais complexas e exigentes, parecem necessários novos contributos, que tragam transparência, coerência, simplicidade e clareza aos processos de decisão.

Face ao exposto, investir no setor imobiliário requer uma análise cuidada de certas variáveis, fatores ou determinantes. Tratando-se de um setor fundamental para o desenvolvimento económico e social, a análise do risco de investimento a ele adjacente é tida como crítica no processo de apoio à tomada de decisão relativamente à compra e venda de bens imóveis. Por conseguinte, a problemática de investigação consiste em *conceber um modelo de referência que sirva de identificação e compreensão das relações de causalidade entre determinantes de análise de risco, bem como apoiar os processos de decisão de investimento no mercado imobiliário de habitação*. Neste sentido, procurar-se-á introduzir uma nova abordagem no contexto da avaliação do risco de bens imóveis residenciais, com a qual é possível contribuir para melhorar a qualidade do processo de tomada de decisão. De facto, assumindo uma conduta construtivista, orientada para o processo, procurar-se-á fazer uso de técnicas difusas de mapeamento cognitivo (*i.e. fuzzy cognitive mapping*) para identificar os determinantes do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Para alcançar este objetivo, será promovida a discussão entre membros de um painel de especialistas que, por norma, investem neste

setor de atividade. Tal discussão terá lugar em sessões presenciais de grupo, visando a estruturação do problema através da elaboração de mapas cognitivos difusos, os quais sustentam a possibilidade de reflexão, ajustes, recomendações e sugestões de melhorias relativamente às práticas comuns de análise do risco neste tipo de investimento.

1.3. Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação passa, numa primeira fase, por proceder a uma revisão coerente da bibliografia da especialidade, que possibilite compreender o funcionamento do setor imobiliário de habitação em Portugal, bem como identificar os principais determinantes de análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Numa segunda fase, recorrer-se-á à aplicação de técnicas de mapeamento cognitivo difuso. O recurso a *fuzzy cognitive maps* (FCMs) justifica-se pela necessidade de identificar os determinantes de risco de investimento em bens imóveis, pois, de acordo com literatura da especialidade, os mapas cognitivos permitem reduzir o número de critérios omitidos no processo de decisão e favorecem a aprendizagem da forma como esses mesmos critérios se relacionam entre si, sendo realçada a sua versatilidade no apoio à estruturação de problemas complexos.

Como referem Carlucci *et al.* (2013: 208), “*FCM is a well-established artificial intelligence technique, incorporating ideas from artificial neural networks and fuzzy logic, which can be effectively applied in the domain of management science*”. Assim, numa lógica sequencial, poder-se-á referir que o presente estudo resulta das seguintes fases: (1) revisão da literatura; (2) realização de sessões presenciais em grupo com especialistas do mercado imobiliário residencial, no sentido de estruturar o problema de decisão com recurso aos FCMs; (3) validação e possível implementação prática da base conceptual desenvolvida; e (4) publicação dos resultados em revistas da especialidade.

1.4. Estrutura

Esta dissertação está formalmente dividida em cinco capítulos. No presente capítulo é feita a introdução desta dissertação. No capítulo II é feito o enquadramento geral do setor imobiliário, realçando-se a sua pertinência para o desenvolvimento económico e

social de um país e procedendo-se a uma breve revisão da atual situação em Portugal. São também apresentadas as origens e alguns conceitos associados aos métodos de avaliação do risco no mercado de bens imóveis, bem como identificadas algumas das principais limitações metodológicas gerais. No capítulo III é feita a apresentação dos mapas cognitivos, como instrumento orientado para a estruturação de problemas complexos, sendo abordados assuntos referentes à cognição humana, mapas cognitivos e modelos de avaliação difusos, identificação de origens, características, princípios de aplicação, vantagens e desvantagens deste tipo de abordagem. Por seu turno, o capítulo IV diz respeito à componente empírica desenvolvida, a qual materializa a aplicação das técnicas de mapeamento cognitivo. É apresentada a forma como foram conduzidas as sessões de grupo, as quais contaram com a colaboração de sete especialistas (*i.e.* três que investem regularmente em bens imobiliários e quatro profissionais do setor imobiliário). Este capítulo descreve também os processos metodológicos seguidos e reporta os testes conduzidos na análise dos determinantes de risco de investimento em bens imóveis residenciais. Os resultados são analisados com recurso à combinação dos *software Decision Explorer, FCMapper e Pajek*. O capítulo V sintetiza as principais conclusões obtidas, apresentando também as algumas limitações e perspectivas para futura investigação.

1.5. Principais Resultados Esperados

A presente dissertação assume uma postura construtivista, visando conceber um modelo de avaliação global difuso de apoio à tomada de decisão orientado para a análise do risco de investimento em bens imobiliários residenciais. Para análise das relações de causalidade entre os determinantes de risco aplicar-se-ão os princípios da modelação FCM. Com a participação direta de decisores que têm em comum o facto de investirem regularmente na aquisição de imóveis residenciais, um dos resultados esperados da presente dissertação passa, assim, por tornar mais robusta esta linha de investigação, chamando a atenção para o potencial dos FCMs no processo de avaliação do risco de investimento no mercado imobiliário residencial.

Na prática, é esperado que o recurso à abordagem cognitiva difusa, quando devidamente explorada, acrescente simplicidade e transparência ao processo de tomada de decisão, permitindo fundamentar melhor as decisões e, conseqüentemente, trazer

mais-valias para os próprios investidores e para o mercado imobiliário em geral. É também esperada a publicação dos resultados alcançados em revistas internacionais da especialidade, contribuindo para a divulgação da abordagem FCM na área das finanças.

CAPÍTULO II

Enquadramento Contextual e Revisão da Literatura

A mediação imobiliária é uma atividade legalmente regulada, sendo definida pela Associação de Profissionais de Empresas de Mediação Imobiliária de Portugal (APEMIP) como a atividade que consiste “*na procura, por parte das empresas, em nome dos seus clientes, de destinatários para a realização de negócios que visem a constituição ou aquisição de direitos reais sobre bens imóveis, bem como a permuta, o trespasse ou o arrendamento dos mesmos ou a cessão de posições em contratos que tenham por objeto bens imóveis*” (APEMIP, 2012). Neste estudo, a análise recai sobre o mercado de bens imóveis destinados à habitação, sendo necessário apresentar algumas das suas características, bem como a importância que tem para a economia de um país, para que se possa entender esta opção de investigação. Nesse sentido, será apresentado um enquadramento do mercado de bens imóveis em Portugal, serão analisados os fundamentos para a avaliação do risco neste tipo de mercado, bem como identificados e analisados alguns dos principais métodos utilizados para avaliação do risco. Por último, apresentar-se-ão as limitações metodológicas gerais, criando assim bases para o modelo que irá ser desenvolvido na presente dissertação.

2.1. Breve Enquadramento do Mercado de Bens Imóveis

Em termos práticos, ter uma habitação faz parte dos projetos de muitas famílias, sendo a opção mais comum em Portugal a compra desse mesmo bem imóvel residencial. Isto representa, na maior parte das vezes, um grande investimento por parte de quem a adquire, frequentemente sem a totalidade do capital necessário para esse fim. Nessas circunstâncias, de acordo com Ferreira *et al.* (2013), o recurso ao crédito, através de empréstimos bancários, traduz-se na opção mais comum. Não obstante, o cenário económico que se apresenta desde 2008 não tem facilitado o desenvolvimento desses projetos, apresentando registos desfavoráveis para a situação financeira das famílias. Do ponto de vista do desenvolvimento económico, apesar do relaxamento das condições exigidas às famílias poder incentivar a procura deste tipo de financiamento, certo é que

as instituições financeiras têm reduzido o crédito concedido, impondo *spreads* cada vez mais altos, no sentido de compensar o risco associado aos problemas de liquidez e à carteira de crédito malparado que não pára de aumentar (cf. INE, 2013).

Atualmente, Portugal apresenta uma conjuntura económica de recessão e, devido às medidas de austeridade implementadas pelo Governo, o desenvolvimento económico tem sido fortemente penalizado, registando aumento do desemprego (*i.e.* taxa de 16.4% no 2º trimestre de 2013) (cf. INE, 2013), redução salarial, instabilidade no mercado de trabalho e aumento de impostos (*e.g.* Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA) e Imposto Municipal sobre móveis (IMI)). Deste modo, a atividade económica apresenta alguma instabilidade, que atinge o mercado de bens imóveis, através da diminuição do poder de compra das famílias e da conseqüente queda do consumo privado. A evolução dos principais indicadores económicos do nosso País está apresentada na *Figura 1*.

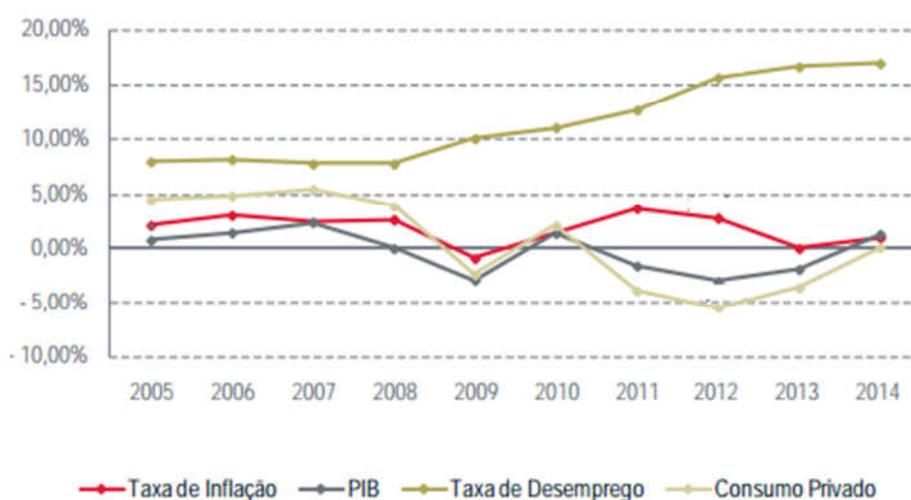


Figura 1: Evolução dos Principais Indicadores Económicos

Fonte: Jones Lang LaSalle (2012: 10).

Com base na evolução destes indicadores económicos, parece fazer sentido saber se uma conjuntura económica caracterizada por uma taxa de inflação de 0.8%, um Produto Interno Bruto (PIB) de baixa expressão e uma taxa de desemprego de 16.4%, oferecerá condições para o desenvolvimento do mercado imobiliário. Atualmente, segundo o Plano Estratégico de Habitação 2008/2013 (cf. PEH, 2008/2013) (documento da responsabilidade do Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, CET/ISCTE e da LET/Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto), o mercado habitacional no nosso País é caracterizado pelo acentuado acesso à propriedade ainda com encargos de crédito por parte das famílias, pouca expressão do mercado de arrendamento, forte peso

da construção nova em detrimento da reabilitação e forte importância do setor da construção e obras pública na criação da riqueza. Na verdade, o mercado imobiliário no nosso País apresenta um excesso de oferta, mas que, fruto da atual conjuntura económica, está particularmente direcionado para quem tiver capital disponível para investir. Com efeito, para quem não o tiver, terá que recorrer ao crédito, que não está facilitado e afeta profundamente o nível de vendas. É neste sentido que a tendência é para poupar, daí a solução encontrada pelas famílias passar pela procura de arrendamento e não pela construção ou aquisição de habitação, motivando uma política de habitação direcionada para o arrendamento, com o objetivo de equilibrar a oferta e a procura com a reinserção no mercado habitacional de casas vagas ou devolutas, a preços moderados (*cf.* Catalão, 2010). Por conseguinte, o mercado de arrendamento está a ganhar importância no setor imobiliário.

Importa salientar, também, que a atividade das mediadoras tem vindo a revelar importância crescente no mercado habitacional, nomeadamente na procura de (raras) oportunidades de fazer negócio. Em particular, há que salientar o seu papel na prospeção do mercado, no apoio e aconselhamento ao cliente e no poder negocial junto da banca. Esta ideia parece ser defendida por Lencastre (*in* Jones Lang LaSalle, 2012), segundo o qual, apesar do mercado imobiliário apresentar recordes mínimos de investimento, o imobiliário no nosso País continua a ser muito bom, em termos de excelentes edifícios e produtos imobiliários bem preparados para serem adquiridos ou arrendados. Além disso, apresenta excelentes oportunidades de negócio para quem puder investir, pois os imóveis apresentam preços de oportunidade. Todavia, existem algumas medidas/ocorrências que podem ser consideradas obstáculos à atividade imobiliária, como podemos verificar na *Figura 2*.

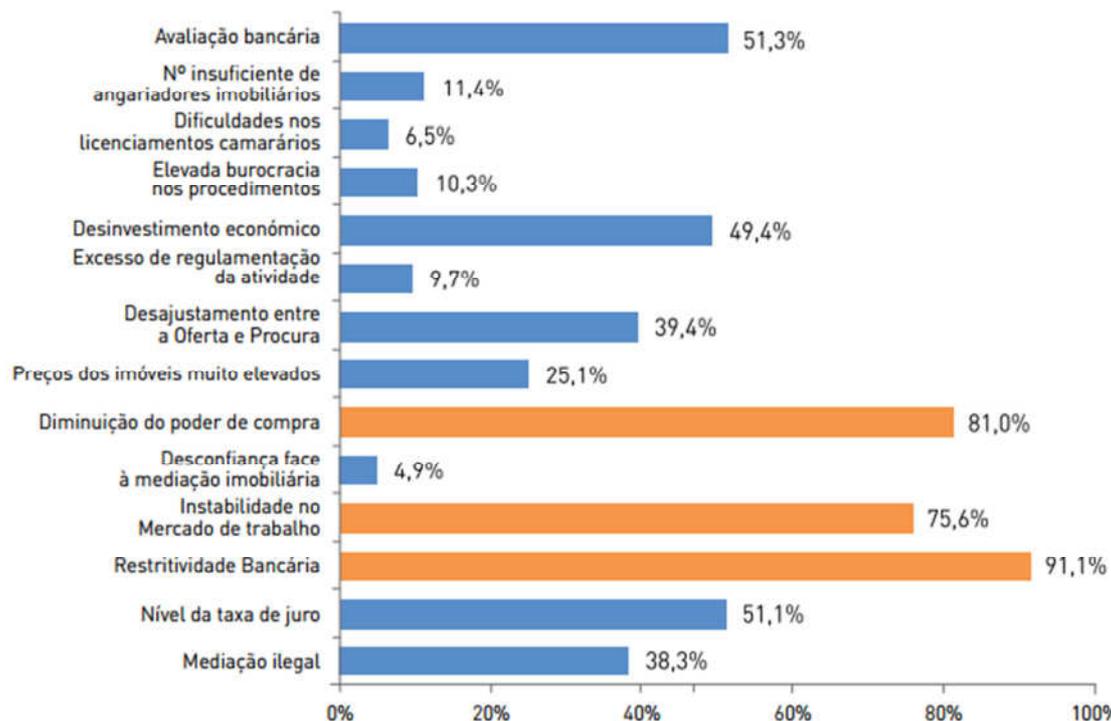


Figura 2: Obstáculos à Atividade Imobiliária

Fonte: APEMIP (2012: 39).

A *Figura 2* ilustra os principais obstáculos económicos e bancários ao desenvolvimento da atividade imobiliária, apresentados pela APEMIP (2012), entre os quais se destacam a restritividade bancária, com cerca de 91.1%. Isto significa que as entidades bancárias estão mais exigentes na aprovação dos créditos, aumentando os *spreads* a empréstimos de maior risco. Outro obstáculo é a diminuição do poder de compra, que limita a capacidade de investimento das famílias. Ainda assim, é importante realçar a importância dos créditos destinados à habitação no portfólio de empréstimos bancários em Portugal (*Figura 3*).

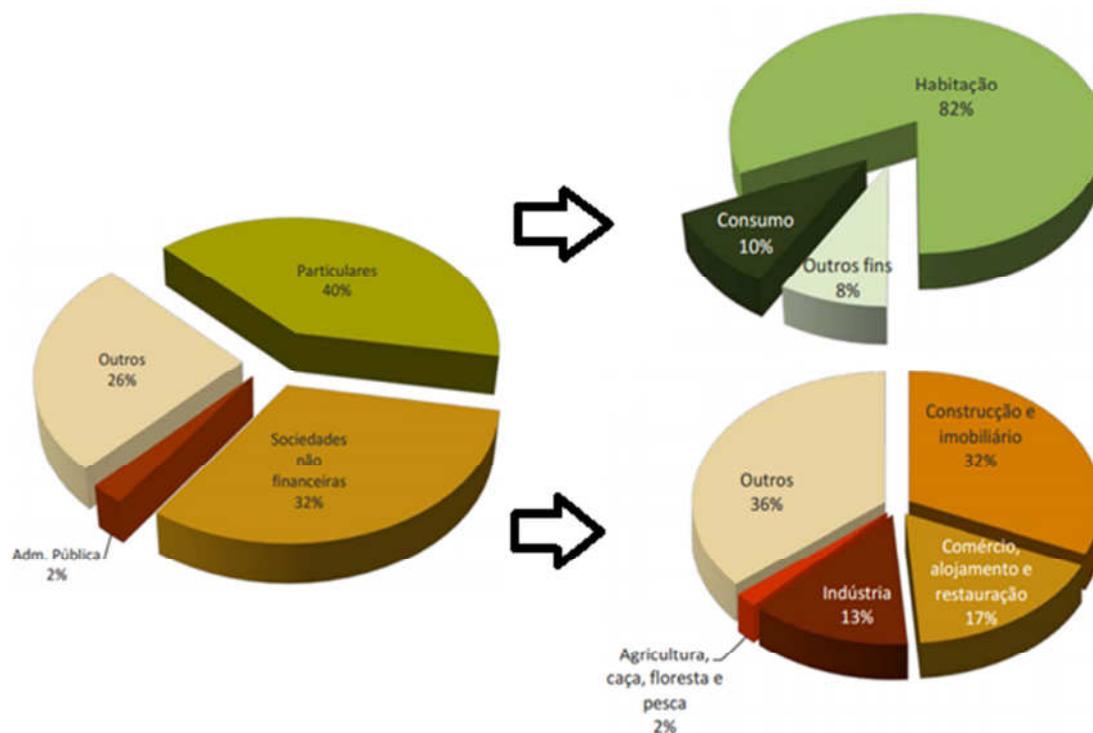


Figura 3: Portfólio de Empréstimos Bancários

Fonte: APB (2013:15).

Como ilustra a *Figura 3*, 40% dos empréstimos bancários são destinados a particulares e, desses 40%, a fatia mais expressiva (*i.e.* 82%) é destinada à habitação. Além disso, também os 32% de crédito para as sociedades não-financeiras são substancialmente destinados ao setor da construção e do imobiliário (*i.e.* 32%). Deste modo, parece evidente que as instituições financeiras ajudam no apoio ao investimento neste setor, pois sem o apoio dos bancos não seria possível às famílias investirem em bens imóveis. É neste sentido que os empréstimos bancários estimulam a economia do País, pois incentivam o consumo de bens imóveis por parte dos particulares, conduzindo ao desenvolvimento do setor da construção e, conseqüentemente, das atividades associadas ao setor imobiliário, o que naturalmente contribui para o aumento da empregabilidade, da circulação monetária e do crescimento do PIB. Importa ter presente, no entanto, que esta lógica é bidirecional, pois numa economia que esteja em declínio não se verificam efeitos positivos no setor imobiliário. Esta constatação pode ser demonstrada pela magnitude da crise financeira e da recessão internacional que sucedeu ao colapso das hipotecas *subprime* nos Estados Unidos da América (EUA), onde a estabilidade financeira das famílias, da banca e do setor da construção e atividades anexas foram abaladas (*cf.* CGD, 2011; Hill, 2011). Face ao exposto, uma

investigação que se debruce sobre uma análise cuidada do risco de investimento em bens imóveis residenciais parece dotar-se de grande relevância, justificando a opção temática da presente dissertação.

2.2. Fundamentos para a Avaliação do Risco no Mercado de Bens Imóveis

Os investimentos no mercado imobiliário são considerados de alto risco porque, para além de envolverem, em regra, montantes significativos, o investidor negocia em prol de um bem patrimonial, com o objetivo de ser rentável a longo prazo. Contudo, o valor do imóvel é uma incerteza, assim como, em muitos casos, o preço comercial do bem que o investidor está disposto a pagar (*i.e.* o valor comercial difere do valor estimado na sua avaliação). Em conformidade com Tavares *et al.* (2009), avaliar um imóvel consiste em associar um valor monetário a um bem, em função das suas qualidades e de determinadas condições de mercado. A avaliação imobiliária é uma atividade que depende de muitos fatores de avaliação; e quem avalia tem de ter uma grande proximidade com este mercado, possuindo um vasto leque de conhecimento dos preços, custos de construção, urbanismo, comportamento da oferta e da procura, e das tendências e flutuações do mercado.

Este tipo de negócio é também um risco para as entidades financeiras, pois estas financiam o investimento e necessitam de uma avaliação minuciosa do empréstimo a conceder, exigindo uma análise cuidada desses mesmos pedidos, tendo em atenção o valor e a duração temporal do reembolso. Fruto das crescentes restrições no acesso ao crédito, as instituições financeiras apresentam condições de financiamento com *spreads* mais elevados, devido ao risco que o crédito à habitação tem apresentado na economia nacional (*cf.* APEMIP, 2012) (*i.e.* aumento do risco de incumprimento por parte dos credores, devido ao sobre-endividamento das famílias). É neste sentido que é importante analisar o risco de investimento no mercado imobiliário.

Mao e Wu (2011: 228) referem que: “*the initial investment decision-making of the real estate project is very important. It requires making the right assessment of engineering project risk, then judging the project potential value which is affected by the risk factors*”. Na prática, os riscos mais comuns que influenciam a tomada de decisão prendem-se essencialmente com: (1) *taxas de juro* referentes ao empréstimo bancário, que podem ser flutuantes; (2) *inflação*, que influencia o poder de compra das

famílias e que, atualmente, é reduzido; (3) *custo da habitação*, derivado dos preços inerentes à construção, ao projeto, ao licenciamento, etc.; (4) *desastres naturais*, que se trata de riscos naturais que não podemos prever, mas que podem acontecer (e.g. incêndios, inundações e tempestades); (5) *risco de qualidade do bem imóvel*, pois os preços dependem muito da qualidade de construção, localização, idade, estado de conservação, entre diversos outros fatores; e (6) *risco do próprio crédito*, no que respeita ao aumento do incumprimento por parte dos credores. Por conseguinte, a avaliação dos riscos inerentes ao setor imobiliário torna fundamental, para a tomada de decisão, o recurso a modelos de avaliação do risco no mercado de bens imóveis, de modo a potenciar o acerto das decisões e a diminuir o risco de investimento.

2.3. Métodos de Avaliação do Risco no Mercado de Bens Imóveis

A análise de risco é fundamental porque tem por objetivo encontrar uma solução eficaz que permita reduzir o risco de investimento. Nesse sentido, importa referir que existem vários tipos de risco associados ao investimento imobiliário, sendo necessário fazer uma avaliação o mais objetiva possível. Em conformidade com Onofrei e Anghel (2012: 481), “*emerging markets’ real estate performance is nowadays heavily affected by lack of investor confidence, risk perceptions, increasing cost of finance and finally market fundamentals*”, sendo fundamental conceber modelos globais que apoiem a tomada de decisão do investidor e ajudem a promover o desenvolvimento deste mercado.

Na prática, têm sido vários os autores que têm vindo a debruçar-se sobre esta temática, contribuindo com diferentes modelos de avaliação do risco. De acordo com Yancang e Juanjuan (2009: 138), “*the risk evaluation of the real estate is more and more important. But, how to find an effective method to determine the weight of every risk factor and how to deal with the uncertainty of the evaluation are urgent questions. Lots of efforts have been done. But, we still have a long way to go*”. Esta orientação parece ser reforçada por Wenpo e Minli (2012: 1815), ao referirem que “*real estate investment is a high-risk and high returned of economic activity, the key of real estate analysis is the identification of their types of investment risk and the risk of different types of effective prevention*”. Ou seja, é importante identificar os riscos associados ao investimento, de modo a obter soluções eficazes que permitam melhorar a sua avaliação

no âmbito de investimentos imobiliários. A *Tabela 1* apresenta um breve resumo de alguns dos contributos realizados nesta área de investigação.

Autores	Método	Contribuição / Originalidade	Limitações Reconhecidas pelos Autores
Ooi & Liow (2004)	Regressões em painel	Examina os retornos ajustados ao risco de títulos imobiliários, negociados em economias desenvolvidas.	Os retornos ajustados ao risco são baseados em grande parte em fatores macroeconômicos.
Jiang <i>et al.</i> (2007)	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	Análise objetiva, que identifica informações quantitativas de cada fator de risco, de modo a diminuir ou evitar esse mesmo risco.	Os fatores que influenciam o investimento imobiliário são aleatórios.
Lingling <i>et al.</i> (2008)	Método AHP com avaliação <i>fuzzy</i>	Facilitar o seu uso na vida real, com simulações eficazes, para a tomada de decisão. Permite identificar os principais fatores de risco.	Limitações na análise de risco de diferentes projetos.
Yijan <i>et al.</i> (2008)	Método de avaliação baseado na lógica <i>fuzzy</i>	O método é tido como preciso e objetivo na avaliação do risco de projetos.	É difícil avaliar o peso de cada fator de risco.
Huang <i>et al.</i> (2009)	Rede neural	Determina o impacto dos fatores de risco e o peso de cada fator. É um modelo simples e com precisão.	A avaliação de risco atinge um mapeamento não-linear.
Tang & Liu (2009)	Método de avaliação <i>fuzzy</i>	Quantifica os riscos existentes no processo de investimentos em projetos imobiliários.	Não pode ser aplicado para todos os casos, depende do tamanho da amostra e do impacto do tempo. É necessário ajustar e corrigir de acordo com as condições reais do projeto de investimento e do <i>status</i> de desenvolvimento social.

Yancang & Juanjuan (2009)	AHP com avaliação <i>fuzzy</i>	Determinar o peso de cada indicador e o valor do risco usando um modelo <i>fuzzy</i> , para uma avaliação fácil e racional.	Dificuldade em lidar com a incerteza da avaliação do risco.
Khumpaisal & Chen (2010)	Abordagem multicritério com base no Analytic Network Process (ANP)	Avalia os riscos de um projeto de desenvolvimento imobiliário, apoiando os investidores na tomada de decisão.	É um modelo de avaliação de risco incompleto. É necessário melhorar este modelo de avaliação de risco a fim de dar mais confiança aos investidores.
Yancang <i>et al.</i> (2010)	Modelo de análise hierárquica AHM – modelo de pensamento	Aperfeiçoamento do AHP.	Dificuldade em quantificar os fatores de risco.
Mao & Wu (2011)	Método de opções reais difusas	O modelo é definido como base numa lógica <i>fuzzy</i> , aumentando a precisão dos resultados da avaliação do projeto.	O rendimento do investimento e os custos são muitas vezes obtidos por fluxo de caixa, o que limita a análise e a avaliação da influência dos parâmetros relativos causados por fatores de risco qualitativos, podendo causar desvios na avaliação do valor global do projeto.
Wenpo & Minli (2012)	Avaliação global difusa	Método muito eficaz na avaliação do risco, pois fornece uma referência para a tomada de decisão e avalia a ambiguidade.	É necessário combinar vários métodos para melhorar as conclusões da análise do risco.

Tabela 1: Contributos para a Avaliação do Risco de Investimento em Bens Imóveis

Os estudos apresentados na *Tabela 1* permitem realçar a importância da temática em discussão. Todavia, a sua análise permite também identificar um leque de limitações de natureza metodológica comuns à maioria dos contributos apresentados.

2.4. Limitações Metodológicas Gerais

Com base na informação apresentada na *Tabela 1*, é possível identificar algumas limitações metodológicas gerais, as quais podem ser tidas como oportunidades de aperfeiçoamento e/ou para dar aso a novas linhas de investigação. Com efeito, os atuais métodos de análise de investimento imobiliário resultam, muitas vezes, de previsões que não estão isentas de erro e que, por isso, podem comprometer a análise de viabilidade de um projeto. Estes métodos são frequentemente baseados em simulações e, de acordo com Di Bernardi e Hochheim (2006), a simulação melhora os níveis de informação para apoiar a decisão de investir, mas não baixa o risco do investimento. É neste sentido que grande parte das contribuições apresentadas é tida como limitada, pois, para Doumpou e Zouponidis (2001: 98), “*while several multivariate statistical and econometric analysis techniques (e.g. discriminant analysis, logit and probit analysis, the linear probability model, etc.) have been used to address this type of problems, their methodological shortcomings have already led researchers towards the exploitation of new operational approaches*”.

Na realidade, como referem Šušteršič *et al.* (2009: 4736), as abordagens clássicas de natureza paramétrica (*e.g. linear discriminant analysis, linear regression, logit, probit, tobit e binary tree*) apresentam como principal limitação “*the assumption of linear relationship between variables, which is usually nonlinear and the sensitivity to the deviations from the multivariate normality assumption. Because of the linear relationship between variables [...] [these methods] are reported to have a lack of accuracy*”. Além disso, outras limitações estão associadas à escassez de dados necessários à modelização (Lopez e Saidenberg, 2000); ao cálculo da ponderação entre os vários critérios de avaliação (Ferreira, 2011); bem como à necessidade de tornar explícita a subjetividade no processo de tomada de decisão (Santos *et al.*, 2002) (ver também Rocha *et al.* (2007); Wang *et al.* (2011) e Dias (2012)). Face ao exposto, parece evidente que nem os modelos mais promissores estão isentos de limitações, relevando-se assim o interesse em promover a busca de alternativas metodológicas.

SINOPSE DO CAPÍTULO II

Este segundo capítulo visou apresentar a situação do setor imobiliário em Portugal, nomeadamente no que respeita ao mercado de bens habitacionais, descrevendo algumas características que influenciam a concretização deste tipo de negócios, e tendo por base a atual conjuntura económica no nosso País. Ao longo deste capítulo foi possível verificar que o mercado imobiliário também tem sofrido com a crise instalada, tendo o nível de vendas caído substancialmente. Com efeito, foi possível apurar que a procura imobiliária é influenciada pela oferta das instituições financeiras, tendencialmente mais restritivas ao crédito; e apesar dos empréstimos à habitação constituírem o produto financeiro mais procurado pelas famílias portuguesas, certo é que são também os que apresentam maior probabilidade de incumprimento. Neste sentido, verificou-se que existe uma deterioração do rendimento disponível das famílias, o qual não é imune à subida acentuada dos impostos, que afetam a capacidade de consumo dos portugueses e que lhes limita o investimento, nomeadamente na aquisição de bens imóveis. O capítulo prosseguiu fazendo referência à necessidade de se analisar o risco de investimento associado à aquisição de bens imóveis. Diferentes estudos, métodos ou abordagens têm sido desenvolvidos e propostos neste domínio. Não obstante, a sua análise permite a identificação de um conjunto de limitações metodológicas gerais, as quais podem ser tidas como oportunidades de aperfeiçoamento e/ou para dar aso a novas linhas de investigação. Com efeito, os atuais métodos de análise de investimento imobiliário resultam, muitas vezes, de previsões que não estão isentas de erro e que, por isso, podem comprometer a análise de viabilidade de um projeto. Além disso, muitos dos contributos apresentados até ao momento são ainda pautados por limitações associadas à escassez de dados necessários à modelização, ao cálculo da ponderação entre os vários critérios de avaliação é à necessidade de tornar explícita a subjetividade no processo de tomada de decisão. Como tal, concluiu-se que nem os modelos mais promissores estão isentos de limitações, relevando-se o interesse em promover a busca de alternativas metodológicas que permitam, de alguma forma, ultrapassar algumas destas limitações. No próximo capítulo serão apresentados os aspetos metodológicos que estão na base do modelo de avaliação global difuso a desenvolver, dando ênfase ao recurso a técnicas de mapeamento cognitivo. Como resultado esperado, pretende-se a formalização de uma proposta metodológica que visa contribuir para a avaliação do risco de investimento em bens imóveis residenciais, apoiando a tomada de decisão de potenciais investidores.

CAPÍTULO III

Enquadramento Metodológico

O uso de mapas cognitivos tem vindo a ganhar expressão como elemento de apoio à tomada de decisão. Como referido no capítulo anterior, muitas das limitações das abordagens metodológicas existentes estão associadas à escassez de dados necessários à modelização, ao cálculo da ponderação entre os vários critérios de avaliação, bem como à necessidade de tornar explícita a subjetividade no processo de tomada de decisão. Daí ser fundamental apoiar os agentes de decisão, estruturando o problema para que este seja perceptível a todos. Este capítulo visa então enquadrar a abordagem dos modelos de avaliação difusos, orientada para a estruturação de problemas complexos, e assumindo os mapas como um instrumento fundamental no âmbito da presente dissertação. Com efeito, de modo a contextualizar esta metodologia, serão abordados os seguintes pontos: (1) cognição humana e mapas cognitivos; (2) mapas cognitivos e modelos de avaliação difusa; e (3) vantagens e limitações do uso da cartografia cognitiva difusa na análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais.

3.1. Cognição Humana e Mapas Cognitivos

Para Monteiro e Barrias *in* Ferreira (2011: 123), a cognição humana é “*um processo complexo que resulta da interacção entre o sistema-motor e as estruturas neurológicas responsáveis pelo sistema cognitivo de um indivíduo*”. Isto significa que é a interação entre a quantidade de informação com a qualidade dessa mesma informação que faz com que um indivíduo tente relacionar as imagens reais (*i.e.* observação) com aquelas que são criadas na sua mente, de modo a dar algum significado às coisas. Neste sentido, a cognição humana apresenta-se como a forma como um problema é percebido e que, naturalmente, vai condicionar a resposta do indivíduo ao mesmo, dando origem a uma ampla variedade de opiniões e a alterações na tomada de decisão. Deste modo, Ferreira (2011: 124) defende ser “*possível criar representações mentais de factos externos perceptíveis, nomeadamente: semânticos, sensoriais e afectivos*”. É neste plano que surgem os mapas cognitivos, entendidos como derivados da captação dos modelos

mentais das pessoas sobre um determinado tema (Diniz e Lins, 2012). Segundo Steiger e Steiger (2008: 313), “*mental models are tacit, hypothetical knowledge structures that integrate the ideas, practices, assumptions, beliefs, relationships, insights, facts and misconceptions that together shape the way an individual views and interacts with reality*”. Já por seu lado, Cossette e Audet (1992), em complemento, afirmam que um mapa cognitivo é uma representação gráfica de um conjunto de representações discursivas feitas por um indivíduo ou grupo, referente a um objeto num contexto de uma interação particular. Uma outra definição é dada por Eden e Ackermann (2001), segundo os quais um mapa cognitivo é um modelo, em formato de diagrama, usado por um indivíduo para comunicar a natureza de um dado problema ou assunto, representando preferências, experiências, crenças, valores, objetivos ou a sabedoria de um indivíduo no modo como interpreta uma dada situação.

O apoio à tomada de decisão pode, deste modo, ser visto como uma oportunidade de resolução de problemas pois, em conformidade com Keeney (1996), “*decisionmakers usually think of decision situations as problems to be solved, not as opportunities to be taken advantage of*”. Por seu lado Carvalho (2001), é da opinião que um mapa cognitivo interessa-se fundamentalmente pela estruturação do problema de decisão, e não pelo processo de inferência ou decisão envolvidos nesse problema, podendo assim ser considerado como uma técnica de ajuda à decisão ou como uma ferramenta de comunicação. De facto, os mapas funcionam como um instrumento de negociação, pois auxiliam a interpretação do problema e tornam-se úteis em processos de apoio à tomada de decisão, podendo ajudar a identificar oportunidades de ação, a reduzir margens de erro e a avançar em busca de boas soluções (cf. Ferreira, 2011). Swan (1997), Peña *et al.* (2008) e Village *et al.* (2013) afirmam que o mapa cognitivo facilita, assim, o processo de tomada de decisão, pois promove uma compreensão compartilhada da problemática em análise. Nesta linha de raciocínio, os mapas cognitivos surgem como instrumentos de estruturação de problemas complexos, cujas principais vantagens residem, como já referido, no facto de permitirem reduzir a taxa de critérios omitidos, promoverem a discussão, como consequência da troca de ideias e experiências, e conduzirem a um aumento da aprendizagem entre os atores envolvido (cf. Belton e Hodgkin, 1999; Tegarden e Sheetz, 2003; Eden e Ackermann, 2004). Neste sentido, é reforçado o argumento de que os mapas cognitivos podem ser úteis como ferramenta para resumir, comunicar e, posteriormente, analisar o conhecimento de um indivíduo, ou grupo de indivíduos, relativamente a um dado problema de decisão,

podendo assim ser considerado como uma técnica de ajuda à decisão ou como uma ferramenta de comunicação.

Numa lógica mais específica, Nicolini (1999) e Carlucci *et al.* (2013), entre outros, apresentam duas funções principais dos mapas cognitivos: (1) uma *função descritiva*, pois fornecem representações visuais, com o intuito de ajudar o indivíduo a uma melhor percepção do problema, facilitando assim a sua resolução; e (2) uma *função de apoio à reflexão*, em que o mapa é tido como uma ferramenta de apoio ao pensamento e à elaboração de ideias. Em termos práticos, um mapa cognitivo é constituído por uma rede de ideias, estruturadas hierarquicamente e ligadas por setas, cuja direção indica a relação de causalidade entre os mesmos (*cf.* Eden, 2004; Eden e Ackermann, 2004; Diniz e Lins, 2012). Isto significa que as setas podem ter um sinal positivo (+) ou negativo (-), em função do tipo de relacionamento ou causalidade existente entre conceitos (*cf.* Klein e Cooper, 1982; Montibeller e Belton, 2006; Ferreira, 2011). A *Figura 4* ilustra, a título de exemplo, parte de um mapa cognitivo.

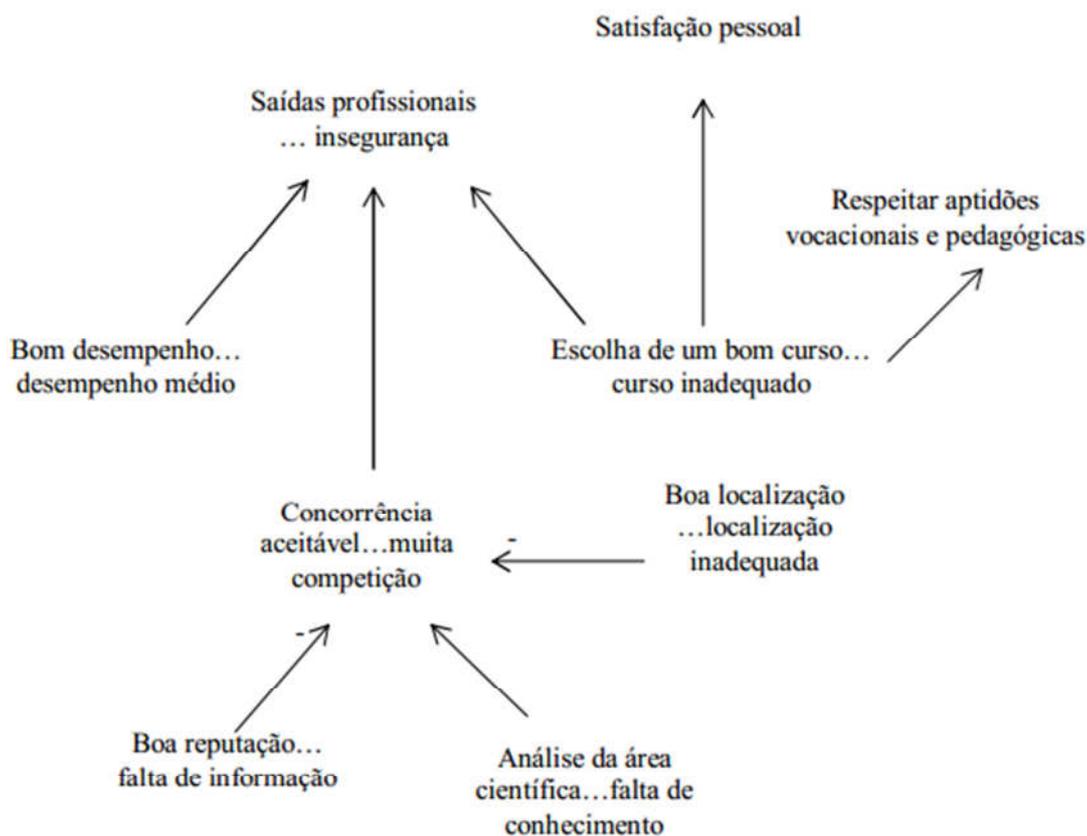


Figura 4: Exemplo de um Mapa Cognitivo [Parcial]

Fonte: Ferreira (2011: 137).

Em conformidade com Shaw (2004) e Martins (2014), a construção de mapas cognitivos é tida como uma experiência bastante enriquecedora para os decisores ou participantes, na medida em que os leva a reconsiderar e/ou reavaliar os seus pontos de vista, permitindo melhorar a sua perceção sobre o problema. Isto verifica-se porque os mapas cognitivos apresentam, como se pode verificar na *Figura 4*, relações de causa-efeito entre os critérios de avaliação contemplados no âmbito de um problema de decisão, permitindo aprender à medida que o mapa é desenvolvido (ver Bastos, 2002).

Em suma, os mapas cognitivos apresentam-se como representações do ambiente, devendo ser atualizados em função das experiências do indivíduo (ou grupo de indivíduos). Essas representações são flexíveis e permitem uma imagem aproximada da realidade, aumentando a compreensão das relações de causalidade entre conceitos ou variáveis. É precisamente por isto que o seu potencial no apoio à tomada de decisão é enorme, nomeadamente em contextos que se caracterizam pela falta de informação ou ambiguidade de valores resultante da incerteza da decisão, como é o caso da análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Não obstante, importa ter presente que existe um leque alargado de diferentes tipos de mapas cognitivos (ver Gabilova *et al.* (2013) para uma classificação detalhada). A presente dissertação fará uso de mapas cognitivos difusos (ou *fuzzy cognitive maps*, na literatura anglo-saxónica).

3.2. Mapas Cognitivos e Modelos de Avaliação Difusos

Os *fuzzy cognitive maps* (FCMs) foram introduzidos por Kosko (1986), que procedeu à combinação de mapas cognitivos com a lógica difusa. Como referem Carlucci *et al.* (2013: 212), “*Kosko enhanced the power of cognitive maps considering fuzzy values for the concepts of the cognitive map and fuzzy degrees of interrelationships between concepts*”. A lógica da avaliação difusa é uma ferramenta apropriada para lidar com situações que contenham uma grande variedade de informações vagas, incompletas e/ou que incluam incertezas nas definições. Foi desenvolvida na década de 1960 e tem sido muito utilizada para modelar problemas sociais, económicos e políticos (*cf.* Carvalho, 2013), assim como para facilitar o diálogo sobre o problema de decisão a ser tratado, permitindo modelar problemas complexos de um modo simples. Neste sentido, é uma abordagem que oferece grande potencial no âmbito do tratamento de decisões de investimento em bens imóveis residenciais, pois ajuda a compreender e analisar melhor

o risco associado. Para Lee *et al.* (2013), por se basearem na lógica difusa, os FCMs permitem que a representação cognitiva dos problemas seja mais realista.

Do ponto de vista conceitual, os FCMs têm duas características particulares: (1) as relações causais entre conceitos/critérios seguem uma lógica difusa (*i.e.* a relação entre critérios diferentes é representada, simultaneamente, por um sinal de causalidade positiva/negativa e por um número, que representa o grau de intensidade/influência da relação e que varia entre - 1 e 1); e (2) o sistema é dinâmico, ou seja, envolve ligações de *feedback* entre os critérios, permitindo considerar aspetos temporais no quadro de decisão (*cf.* Carlucci *et al.*, 2013). Deste modo, os FCMs incorporam fundamentos das redes neurais artificiais e da lógica difusa, incluindo na sua estrutura típica nós/conceitos e arcos entre eles. A *Figura 5* exemplifica um FCM, onde C_i é o conceito/critério i e W_{ij} representa o grau de influência da relação entre os critérios i e j .

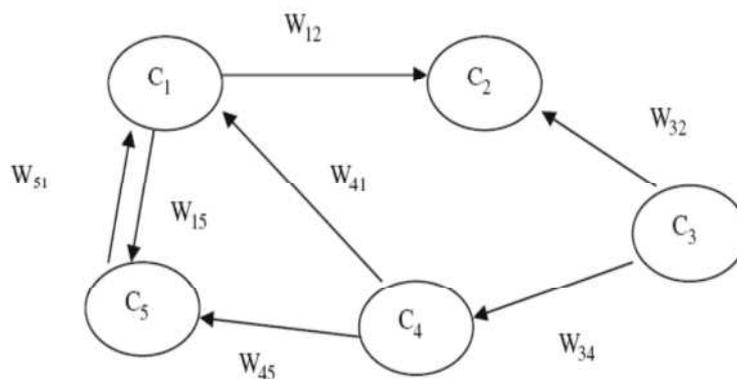


Figura 5: Exemplo de um FCM

Fonte: Yaman e Polat (2009: 386).

Como facilmente se poderá constatar, todos os valores do mapa podem ser difusos e, por conseguinte, cada conceito encontrar-se-á num estado A_i , situado no intervalo entre $[0, 1]$, ou numa lógica bivalente em $\{0, 1\}$. Além disso, os pesos dos arcos também podem assumir um valor difuso dentro do intervalo $[-1, 1]$, ou uma lógica trivalente de $\{-1, 0, 1\}$. Neste sentido, é importante notar que existem três tipos possíveis de relações causais entre critérios/conceitos: (1) *causalidade positiva* ($W_{ij} > 0$), que significa que um aumento (diminuição) do valor de C_i leva a um aumento (diminuição) no valor de C_j ; (2) *causalidade negativa* ($W_{ij} < 0$), que significa que um aumento (diminuição) do valor de C_i leva a uma diminuição (aumento) do valor de C_j ; e

(3) causalidade nula ($W_{ij} = 0$), ou seja, nenhuma relação entre C_i e C_j (cf. Kim e Lee, 1998; Mazlack, 2009; Kok, 2009; Salmeron, 2009; Yaman e Polat, 2009).

Importa ter presente, no entanto, que, para além da representação gráfica, os FCMs têm uma base matemática. Em conformidade com Stylios e Groumpos (1999), Mazlack (2009) e Carlucci *et al.* (2013), existe um *vetor de estado* $n \times 1$, que inclui os valores de n conceitos; e uma matriz-peso W de $n \times n$ (também conhecido como *matriz adjacente* ou *matriz de ligação*), que reúne os pesos W_{ij} das interligações entre os n critérios do FCM. Embora os valores da diagonal principal possam ser considerados diferentes de zero (cf. Kok, 2009; Carvalho, 2013), esta matriz geralmente apresenta todas as entradas da diagonal principal igual a zero (*i.e.* só raramente um critério é a causa de si próprio), e o valor de cada critério é influenciado pelos valores dos critérios interligados (com os pesos apropriados) e pelo seu valor anterior. Isto significa que um FCM é livre de interagir e que, a cada passo da interação, cada critério tem um novo valor, que é obtido de acordo com a formulação (1):

$$A_i^{(t+1)} = f \left(A_i^{(t)} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n A_j^{(t)} \cdot W_{ji} \right) \quad (1)$$

De acordo com Mazlack (2009), $A_i^{(t+1)}$ é o estado de ativação do critério C_i no momento $t+1$; $A_i^{(t)}$ é o estado de ativação do critério C_i no momento t ; $A_j^{(t)}$ corresponde ao estado de ativação do critério C_j no momento t ; W_{ji} é o peso da interconexão entre ambos os critérios; e f representa a função de ativação limiar (ver Stach *et al.*, 2005; Papageorgiou *et al.*, 2012; Salmeron, 2012). Partindo desta base, “*the new state vector A_{new} is computed by multiplying the previous state vector A_{old} by the weight matrix W* ” (Mazlack, 2009: 6).

O impacto global da alteração de um critério pode ser dado por A_{new} e, citando Carlucci *et al.* (2013: 213), “*the resulting transformed vector is then repeatedly multiplied by the adjacency matrix and transformed until the system converges to a fixed point. Typically it converges in less than 30 simulation time steps*”. No final da simulação, é obtido um ranking (*i.e.* “força de impacto”) das variáveis, permitindo ver como é que o sistema é percebido numa lógica FCM. Além disso, é possível formular perguntas do tipo “E se?” (*e.g.* o que acontece com o sistema se alguns dos conceitos

mudarem ou se outros forem introduzidos ou removidos?), bem como fazer simulações adicionais para determinar o estado de convergência do sistema (ver Carvalho, 2013). Analisando pros e contras, poder-se-á afirmar que “*they [FCMs] have powerful and far-reaching consequences as a mathematical tool for modeling complex systems*” (Mazlack, 2009: 5). Face ao exposto, parece fazer sentido explorar a aplicabilidade dos FCMs no apoio à análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais.

Em suma, os FCMs são estruturas difusas que se assemelham a redes neurais, sendo considerados como uma ferramenta matemática para a modelagem de sistemas complexos. Esta ideia é reforçada por Mazlack (2009), que salienta que estes instrumentos de análise são desenvolvidos de forma simples, podendo ser utilizados em situações de decisão significativamente complexas. Também para Carvalho (2013: 8), “*fuzzy cognitive maps [...] are meant to be a combination of neural networks and fuzzy logic that allow us to predict the change of the concepts represented in causal maps*”. Esta constatação parece ser de extrema importância, pois, ao fazerem uso de técnicas de mapeamento cognitivo difuso, os decisores podem melhorar a sua capacidade de planejar, potenciando a melhoria dos resultados do seu negócio.

3.3. Vantagens e Limitações da Cartografia Cognitiva Difusa

No seguimento da exposição do método em estudo, a presente secção centra-se na apresentação das principais vantagens e desvantagens da cartografia cognitiva difusa, sendo várias e diferentes as vantagens reconhecidas resultantes desta abordagem. Logo de início, o método é caracterizado como simples, flexível e dinâmico, permitindo modelar problemas complexos num modo simples, reduzindo incertezas e tendo a vantagem de gerar sistemas dinâmicos que evoluem ao longo do tempo.

Segundo Özesmi e Özesmi (2004), este método tem a capacidade de: (1) permitir processos de *feedback*; (2) lidar com muitas variáveis que podem não ser bem definidas; (3) modelar relações entre variáveis que não são conhecidas com segurança; (4) modelar sistemas onde a informação científica é limitada, mas em que existem especialistas com conhecimento da problemática de decisão; (5) chegar a resultados similares a outros estudos, mas com tamanhos de amostra inferiores; (6) combinar diferentes fontes de conhecimento; e (7) aumentar a velocidade de modelagem do sistema e do efeito de diferentes opções.

Como todas as metodologias, os FCMs também têm as suas limitações. Em conformidade com Schneider *et al.* (1998) e Özesmi e Özesmi (2004), o conhecimento dos decisores, a ignorância, equívocos e preconceitos são todos codificados nos mapas, a menos que sejam objeto de estudo. Além disso, existem outros pontos a ter em conta, nomeadamente: (1) o problema pode ser modelado no FCM mas não pode ser resolvido; (2) podem não conseguir modelar a ocorrência de múltiplas causas, por ser bastante complexo; (3) adicionam muitos mapas cognitivos em conjunto; (4) os FCMs não fornecem o valor real, mas sim estimativas de parâmetros ou testes estatísticos inferenciais; e (5) são omissos no conceito de tempo. Outros autores, como Lee *et al.* (2013), apresentam ainda as seguintes limitação aos FCMs: (i) quando aplicados ao mundo real, os FCMs são geralmente muito grandes e complexos, com um grande número de conceitos; (ii) existem técnicas para a construção dos FCMs que são, por vezes, inadequadas ou inviáveis na prática; (iii) os esforços existentes para lidar com atrasos requerem “nós” fictícios, aumentando a complexidade na inferência do mapa; e (iv) como os FCMs são sistemas não-lineares, as diferentes combinações podem resultar em novos padrões com comportamentos inesperados.

Como referem Weber e Borcharding (1993), não existem metodologias isentas de limitações. Assim, e apesar das críticas identificadas, importa realçar a importância da cartografia cognitiva difusa na resolução de problemas de apoio à decisão. Neste sentido, contemplando prós e contras, parece interessante explorar a sua aplicabilidade no âmbito da análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais, na medida em que este domínio de decisão se tem caracterizado pela escassez de dados necessários à modelização, dificuldades no cálculo da ponderação entre os vários critérios de avaliação, bem como pela necessidade de tornar explícita a subjetividade no processo de tomada de decisão. Em qualquer um destes pontos, a elaboração de um FCM poderá contribuir significativamente. Será isso que se tentará demonstrar no próximo capítulo da presente dissertação.

SINOPSE DO CAPÍTULO III

Este terceiro capítulo visou enquadrar a abordagem dos modelos de avaliação difusos, orientada para a estruturação de problemas complexos, e assumindo os mapas como um instrumento fundamental no âmbito da presente dissertação. Com efeito, começou-se por apresentar a cognição humana como a forma como um problema é percebido e que, naturalmente, condiciona a resposta do indivíduo, dando origem a uma ampla variedade de opiniões e a alterações na tomada de decisão. É neste plano que surgem os mapas cognitivos, entendidos como derivados da captação dos modelos mentais das pessoas sobre um determinado tema. Neste sentido, ficou entendido que um mapa cognitivo interessa-se, fundamentalmente, pela estruturação do problema de decisão, e não pelo processo de inferência ou decisão envolvidos nesse problema, podendo assim ser considerado como uma técnica de ajuda à decisão ou como uma ferramenta de comunicação. Como se pôde constatar, é uma ferramenta extremamente útil para quem pretenda estruturar um problema, discuti-lo com outros e para ajudar a decidir sobre esse mesmo problema. Como representações do ambiente, os mapas são flexíveis e permitem uma imagem aproximada da realidade, aumentando a compreensão das relações de causalidade entre conceitos. É precisamente por isto que o seu potencial no apoio à tomada de decisão é enorme, nomeadamente em contextos que se caracterizam pela falta de informação ou ambiguidade de valores resultante da incerteza da decisão, como parece ser o caso da análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Não obstante, importa ter presente que existe um leque alargado de diferentes tipos de mapas cognitivos e, nessa lógica, a avaliação difusa é vista como uma ferramenta apropriada para lidar com situações que contenham uma grande variedade de informações vagas, incompletas e/ou que incluem incertezas nas definições. Na prática, constatou-se que os FCMs são estruturas difusas que se assemelham a redes neurais, sendo considerados como uma ferramenta matemática para a modelagem de sistemas complexos. Apesar das críticas identificadas, importa realçar a importância da cartografia cognitiva difusa no tratamento de problemas de apoio à decisão e, nesse sentido, relevou-se o interesse em explorar a sua aplicabilidade no âmbito da análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Com base no enquadramento teórico e metodológico efetuado até ao momento, o próximo capítulo materializa a componente empírica, onde se procede à estruturação de um modelo de avaliação global na análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais.

CAPÍTULO IV

Aplicação e Análise de Resultados

Na sequência do enquadramento teórico e metodológico efetuado nos capítulos anteriores, este quarto capítulo reporta a componente empírica do estudo. Neste sentido, e considerando o principal objetivo da presente dissertação, *i.e.* conceber um modelo de avaliação global difuso na análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais, é apresentada a aplicação das técnicas de cartografia cognitiva, ou seja, como foram aplicadas na identificação dos critérios e na estruturação do problema de decisão em análise. Por fim, é explicada a forma como os diferentes passos do processo conduziram aos resultados alcançados. Após a análise dos resultados, seguem-se as limitações do estudo e as recomendações.

4.1. Definição da Problemática de Decisão

Tal como referido anteriormente, este estudo visou conceber um modelo de avaliação global difuso que permitisse avaliar o risco de investimento em bens imóveis residenciais. O desenvolvimento desse modelo/sistema fez uso das metodologias de estruturação apresentadas anteriormente, de forma a explorar a sua aplicabilidade no contexto em análise. Assim, a aplicação metodológica foi pautada pelos seguintes objetivos: (1) identificar critérios chave; (2) criar um modelo transparente com a participação direta de especialistas da área; (3) validar o modelo proposto; e (4) contribuir para a divulgação da metodologia FCM no domínio das finanças.

A fase da estruturação do problema é, talvez, a fase mais importante do processo de apoio à decisão (*cf.* Montibeller *et al.*, 2008). Neste sentido, no âmbito da presente dissertação, a resolução do problema passa pela criação de um modelo global difuso, por meio da identificação e hierarquização dos critérios que melhor caracterizam bens imobiliários residenciais. O modelo desenvolvido neste estudo teve como base o recurso a técnicas de cartografia cognitiva, nomeadamente FCMs. Tendo em conta que a aplicação destas técnicas pressupõe a reunião, em sessões presenciais, de um grupo de decisores com conhecimento técnico da área em estudo, colaboraram na nossa

investigação alguns especialistas/profissionais do setor imobiliário: agentes, mediadores, construtores imobiliários e investidores. Estes especialistas, também denominados decisores na literatura, disponibilizaram-se para participar nas duas sessões de trabalho em grupo que estão na base da estruturação do modelo proposto. As sessões foram conduzidas por dois facilitadores/investigadores e tiveram uma duração média aproximada de 4.5 horas.

Importa ter presente que a constituição do painel de decisores não foi fácil, pois a grande maioria das pessoas contactadas revelou-se indisponível para participar no estudo; e outros nem sequer responderam. Em todo caso, após um período aproximado de dois meses a estabelecer contactos, conseguiu-se reunir um grupo de 7 decisores (*i.e.* 3 investidores, 3 agentes mediadores e 1 construtor imobiliário). De acordo com a literatura da especialidade, que sugere um número de decisores entre 6 e 10 (*cf.* Eden e Ackermann, 2004: 618), este objetivo foi alcançado, conseguindo-se reunir um número suficiente de decisores. No próximo ponto será abordada a forma como se procedeu à elaboração do FCM.

4.2. Elaboração do Mapa Cognitivo de Base

A primeira sessão de trabalho em grupo teve início com uma pequena apresentação do objetivo principal do estudo e dos conceitos e procedimentos base da metodologia, dando a conhecer a forma como o processo iria decorrer. Este primeiro procedimento foi importante para focar a atenção dos decisores na problemática do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Posto isto, foi colocada a seguinte questão de partida: “*Com base nos seus valores e experiência profissional, quais são os fatores e/ou características de um imóvel residencial que influenciam o seu valor de mercado e o seu risco de investimento?*”. De seguida, incentivou-se a discussão entre os decisores, no sentido destes partilharem valores e experiências pessoais.

Do ponto de vista metodológico, esta primeira sessão teve por base a aplicação da “*técnica dos post-its*” (*cf.* Ackermann *et al.*, 1992; Ackermann e Eden, 2010), que consiste em escrever, em autocolantes (*i.e. post-its*), os critérios que, na perspectiva de cada decisor, são relevantes no âmbito do problema em estudo. Objetivamente, decorrente da discussão entre os membros do grupo, a regra consiste em escrever um (e

só um) critério por cada *post-it*, devendo o mesmo ser assinalado com um sinal menos (-), no caso da relação de causalidade ser negativa (*cf.* Ferreira, 2011). Em termos operacionais, os *post-its* foram dispostos verticalmente, num quadro de sala de reuniões, à medida que os decisores iam trocando ideias e enriquecendo o processo de decisão com aumento da informação disponível. Com a aplicação dos processos metodológicos desta técnica, foi possível identificar determinantes/critérios de avaliação subjacentes à avaliação do risco em bens imóveis residenciais e, conseqüentemente, a elaboração de um mapa cognitivo de grupo. Naturalmente, algumas dificuldades foram sentidas neste processo como, por exemplo, alguma desconfiança inicial e preocupação dos decisores quanto à possibilidade de se repetirem critérios. Porém, segundo Ferreira *et al.* (2012), estas dificuldades são ultrapassadas à medida que se avança na estruturação do modelo.

A fase seguinte consistiu em agrupar os *post-its* por áreas de preocupação (*i.e.* *clusters*), tendo resultado seis *clusters*: *características da habitação*; *características dos “espaços comuns”*; *factores de localização*; *factores conforto/família*; *factores económico-sociais*; e *estigmas sociais* (*i.e.* crenças). A *Figura 6* ilustra alguns dos momentos desta primeira sessão de trabalho em grupo.



Figura 6: Instantâneos da Primeira Sessão de Grupo

A denominação de cada *cluster*, bem como a afetação dos critérios aos mesmos, foi possível através de um processo de negociação entre os decisores. Seguindo as orientações de Ferreira (2011), foi dada a possibilidade aos decisores de, em caso de discordância com o conteúdo e/ou forma do mapa, inserir e/ou alterar novos *post-its* (*i.e.* critérios), bem como reestruturar os *clusters* e/ou recomeçar tudo de novo, caso a versão final não correspondesse à percepção projetada. Por fim, foi efetuada uma análise interna de cada *cluster* e concebida a versão final do mapa com recurso ao *software Decision Explorer* (www.banxia.com). A *Figura 7* ilustra essa versão final, também denominada “mapa estratégico”, o qual foi validado pelo painel de decisores e revela a forma como o problema foi estruturado. O passo seguinte consistiu na análise da intensidade das relações de causalidade entre critérios.

4.3. Definição de Relações Causais Difusas

De acordo com Carvalho (2001), o termo *relação* provém da descrição da forma como as variáveis definidas num mapa cognitivo interagem (ou se relacionam), e as *relações causais* traduzem, simplesmente, a forma mais comum de relação entre essas variáveis. Nesse sentido, o termo *relação causal difusa* surge de forma natural, pois admite a associação de valores lógicos intermédios de causalidade.

Fruto da indisponibilidade revelada por dois dos 7 decisores iniciais, a segunda sessão de trabalho em grupo contou com a presença de 5 decisores. Importa ter presente que situações desta natureza são contempladas na literatura da especialidade, não comprometendo, por isso, os resultados alcançados (*cf.* Ackermann e Eden, 2010). Nesta segunda sessão, foi solicitado aos decisores que concentrassem a sua atenção nas relações de influência ou causalidade entre os critérios anteriormente identificados, tendo-lhes sido pedido para definir o grau de intensidade/influência das relações entre os critérios. Este procedimento foi concretizado segundo as orientações referidas no capítulo III da presente dissertação. A *Figura 8* ilustra dois momentos da sessão.



Figura 8: Instantâneos da Segunda Sessão de Grupo

Toda a análise foi suportada por um saturado processo de discussão e negociação entre os membros do painel de especialistas, onde foram debatidas diversas lógicas inerentes à análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais. O passo seguinte consistiu na introdução desses graus de intensidade na estrutura cognitiva de base, a qual foi reconstruída com recurso aos *software FCMapper* (<http://www.fcmmappers.net>) e *Panjek* (<http://pajek.imfm.si/doku.php>), no sentido de se obter um FCM. A *Figura 9* ilustra essa estrutura de base, a qual se assemelha a uma rede neuronal, e onde os números representam os critérios identificados na *Figura 7*.

O painel de especialistas teve acesso à visualização desta estrutura cognitiva, tendo a fase seguinte da sessão consistido na análise dinâmica do impacto que eventuais oscilações nos graus de intensidade entre as variáveis teriam para a estrutura global. A análise foi feita para todos os *clusters*, como exemplifica a *Figura 10*, onde os valores decimais representam os graus de intensidade validados pelos decisores.

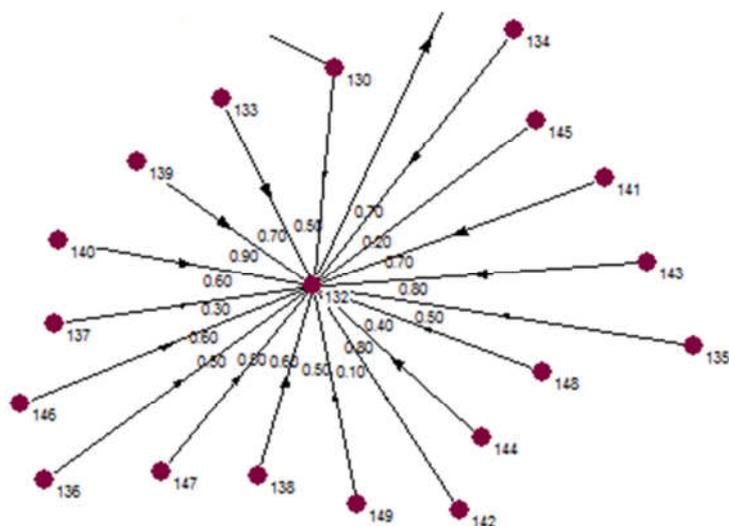


Figura 10: Análise dos Graus de Intensidade

A análise dinâmica revelou-se extremamente importante pois, do ponto de vista da aprendizagem, permitiu clarificar a forma como algumas variáveis influenciam o risco de investimento em bens imóveis residenciais. Esta constatação foi, de resto, manifestada pelos próprios elementos do grupo. A conclusão desta fase da sessão só terminou quando, de forma consensual, o grupo validou os graus definidos. O passo seguinte consistiu na análise da centralidade dos determinantes de risco de investimento.

4.4. Análise da Centralidade dos Determinantes de Risco de Investimento

Estabilizados os graus de intensidade, tornou-se necessário apurar os níveis de centralidade dos determinantes de risco de investimento em bens imóveis residenciais, bem como elaborar algumas análises complementares, no sentido de apurar a consistência dos resultados. Na prática, segundo Carlucci *et al.* (2013: 216), “*through a*

proper neural network computational model, [...] what we can get is an idea of the ranking of the variables in relationship to each other according to how the system is perceived in the FCM". De facto, todos os critérios identificados na *Figura 7* apresentam graus de centralidade. Porém, face ao elevado número de critérios validados pelos decisores, a *Tabela 2* apresenta apenas os 7 critérios com índice de centralidade mais alto. Ou seja, na prática, quando um investidor pretende adquirir um imóvel residencial, ele está prioritariamente concentrado nas *características da habitação* (40.70), seguidas pelos *fatores de localização* (31.50), pelas *características dos 'espaços comuns'* (16.90); pelos *fatores económico-sociais* (10.90), pelos *fatores de conforto/segurança* (4.40), por *estigmas* (3.40) e pela *construção/estrutura do edifício* (1.80).

Conceito/Critério	Referência	Outdegree	Indegree	Centralidade
Características da Habitação	1	0.80	39.90	40.70
Fatores de Localização	4	0.70	30.80	31.50
Características dos "Espaços Comuns"	52	0.80	16.10	16.90
Fatores Económico-Sociais	132	1	9.90	10.90
Fatores de Conforto/Segurança	131	0.90	3.50	4.40
Estigmas	154	0.80	2.60	3.40
Construção /Estrutura do Edifício	55	1.80	0.00	1.80

Tabela 2: Grau de Centralidade dos Critérios mais Importantes

Na prática, para além do *ranking* de variáveis apresentado, importa ter presente que o maior contributo da *Tabela 7*, bem como do modelo desenvolvido, resulta da possibilidade de se perceber quais as variáveis que estão por detrás dos índices e que, numa lógica de aprendizagem das relações de causalidade, permitem que a informação que suporta a análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais esteja mais estruturada e, por isso, potencie decisões mais informadas. Naturalmente, sabendo que este modelo de avaliação global difuso é dinâmico, é também possível compreender o impacto que eventuais alterações em certas variáveis podem trazer para a avaliação do risco de investimento. Isto constitui a base das nossas recomendações.

4.5. Validação do Modelo, Limitações e Recomendações

O modelo desenvolvido no presente estudo permite uma maior estrutura e transparência na análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais, reforçando a pertinência da aplicação do uso de FCMs. Além disso, como reportado nos pontos anteriores, a colaboração direta de um painel de especialistas revelou-se preponderante, garantindo realismo, consistência e funcionalidade ao modelo desenvolvido. Neste sentido, importa referir que, no final da segunda sessão, foi evidente a satisfação dos especialistas face à estrutura cognitiva alcançada, a qual pode “*servir de base à análise detalhada dos investimentos imobiliários*” (segundo as palavras de um dos membros do grupo). Esta mesma estrutura cognitiva foi validada pelo grupo após um período final de considerações.

Apesar da satisfação generalizada demonstrada pelos especialistas, importa ter presente que a proposta apresentada neste estudo não está isenta limitações. Em particular, importa referir que o modelo concebido é contexto-dependente, significando isto que a forma e conteúdo do FCM seriam provavelmente outros caso os decisores, os facilitadores e/ou as sessões de trabalho sofressem alterações. A este propósito, convém relembrar a natureza processual e construtivista da proposta, a qual é potenciada pela flexibilidade das metodologias adotadas. Citando Zavadskas e Turskis (2011: 398), “*most importantly perhaps was the finding that decision analysis can be useful to help multiple stakeholders understand what they agree and disagree about, focus on the things that they disagree about and explore options that are better for everyone involved*”. Por conseguinte, talvez o maior contributo da presente dissertação esteja no processo de aprendizagem inerente à aplicação dos FCMs que, “*segundo uma lógica construtivista, permitem igualmente refletir sobre as avaliações feitas e fazer sugestões de melhoria bem localizadas*” (Filipe, 2013: 97). Neste sentido, convém ter presente que a proposta feita é um trabalho em progresso, havendo lugar a ajustes e adaptações.

SINOPSE DO CAPÍTULO IV

Este quarto capítulo materializou a componente empírica do estudo, a qual teve como principal objetivo conceber, com recurso a técnicas de cartografia cognitiva, um modelo de avaliação global difuso na análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Dado que a aplicação destas técnicas pressupõe a reunião, em sessões presenciais, de um grupo de decisores com conhecimento técnico da área em estudo, colaboraram nas nossas sessões 7 especialistas do setor imobiliário (*i.e.* agentes, mediadores, construtores imobiliários e investidores). Como referido, as sessões foram conduzidas por dois facilitadores e tiveram uma duração média aproximada de 4.5 horas. O capítulo prosseguiu expondo a forma como decorreram as sessões. A primeira sessão teve início com uma pequena apresentação do objetivo principal do estudo e dos conceitos e/ou procedimentos base da metodologia aplicada, dando a conhecer a forma como o processo iria decorrer. Este procedimento foi importante para focar a atenção dos decisores na problemática do risco de investimento em bens imóveis residenciais; tendo-se, de seguida, colocado a seguinte questão de partida: *“Com base nos seus valores e experiência profissional, quais são os fatores e/ou características de um imóvel residencial que influenciam o seu valor de mercado e o seu risco de investimento?”*. Esta questão incentivou a discussão entre os decisores, a qual foi suportada pela aplicação da “técnica dos post-its”. A versão final do mapa cognitivo de grupo foi validada pelo painel de decisores e foi importante para, na segunda sessão, se analisarem as relações de influência ou casualidade entre os critérios identificados. Para além de permitir a estabilização dos graus de intensidade das relações de causalidade na estrutura cognitiva de base, a análise dinâmica do FCM revelou-se extremamente importante pois, do ponto de vista da aprendizagem, permitiu clarificar a forma como diferentes variáveis influenciam o risco de investimento em bens imóveis residenciais. A este propósito, importa ter presente que o maior contributo do modelo desenvolvido resulta da possibilidade de se perceber quais as variáveis que estão por detrás dos índices apresentados e que, numa lógica de aprendizagem, permitem que a informação que suporta a análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais esteja mais estruturada e, por isso, potencie decisões mais informadas. Apesar das limitações apresentadas (*e.g.* contexto-dependência), e de se tratar de um trabalho em progresso, a estrutura cognitiva foi validada pelo grupo após um período final de considerações.

Conclusões, Recomendações, Limitações e Investigação Futura

5.1. Principais Resultados e Limitações da Aplicação

O presente estudo permitiu estruturar um modelo de avaliação global difuso para análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais com recurso a técnicas de cartografia cognitiva, nomeadamente FCM. A lógica *fuzzy* demonstrou ser útil na elaboração de um modelo de avaliação global difuso na análise do risco de investimento, pelo facto dos resultados serem compatíveis com a realidade e mostrarem coerência. Ao contrário das práticas atuais para análise do risco deste tipo de investimento, cujas limitações gerais passam pela escassez de dados necessários à modelização (Lopez e Saldenberg, 2000), pelo cálculo da ponderação entre os critérios de avaliação (Ferreira, 2011) e pela dificuldade em tornar explícita a subjetividade inerente no processo de decisão (Santos *et al.*, 2002), *o sistema de avaliação desenvolvido nesta dissertação permite que a informação que suporta a análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais esteja mais estruturada e, por isso, potencie decisões mais informadas*. Naturalmente, sabendo que se trata de um sistema de avaliação dinâmico, é igualmente possível compreender o impacto que eventuais alterações em certas variáveis podem trazer para a avaliação do risco de investimento, algo que é tido como de extrema importância pelos profissionais da área de *real estate*. Este é, de resto, o corolário final da presente dissertação, a qual foi formalmente dividida em cinco capítulos: (1) *Introdução Geral*, onde se explicaram as razões que fundamentam o desenvolvimento do estudo, os seus principais objetivos e os resultados esperados da investigação; (2) *Enquadramento Contextual e Revisão da Literatura*, no qual se procedeu ao enquadramento do mercado de bens imóveis em Portugal, foram analisados os principais fundamentos para a avaliação do risco de investimento em bens imóveis residenciais, assim como identificados e analisados alguns dos principais métodos utilizados para avaliação deste tipo de risco; apresentaram-se ainda as limitações metodológicas gerais, criando assim bases justificativas para a proposta metodológica que foi feita; (3) *Enquadramento Metodológico*, onde se apresentou a abordagem dos modelos de avaliação difusos, a qual assume os FCMs como instrumento fundamental no âmbito da estruturação de

problemas complexos; foram ainda abordados algumas associações importantes, nomeadamente *cognição humana e mapas cognitivos; mapas cognitivos e modelos de avaliação difusa e vantagens e limitações do uso de FCMs na análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais*; (4) *Aplicação e Análise de Resultados*, onde se reportou o trabalho empírico desenvolvido, bem como os processos seguidos no desenvolvimento de um modelo de avaliação global difuso na análise do risco de investimento em bens imóveis residenciais; este modelo deve ser visto como uma área de investigação sobre o tratamento da incerteza, em que a sua aplicação permitiu apontar as *características da habitação, os fatores de localização, as características dos ‘espaços comuns’, os fatores económico-sociais, os fatores de conforto/segurança, os estigmas e a construção/estrutura do edifício* como as variáveis sobre as quais, na prática, os investidores concentram a sua atenção quando pretendem adquirir um imóvel residencial; e, por fim, (5) *Conclusões, Recomendações, Limitações e Investigação Futura* materializadas no presente capítulo e no qual se apresentam também algumas limitações/dificuldades inerentes ao estudo desenvolvido. Em particular, importa salientar que a constituição do painel de decisores não foi tarefa fácil, pois a grande maioria das pessoas contactadas revelou-se indisponível para participar no estudo, havendo, inclusive, quem nem sequer se dignasse a responder. Naturalmente, este foi um ponto que se revelou frustrante, pelo tempo perdido em contactos que se revelaram infrutíferos. Além disso, apesar da concretização dos objetivos definidos, importa lembrar que o sistema de avaliação desenvolvido no âmbito do presente estudo é contexto-dependente, pelo que a extrapolação dos resultados apresentados estará sempre condicionada se não se fizerem as devidas adaptações. Por conseguinte, poder-se-á afirmar que o maior contributo deste estudo está no processo associado à aplicação das técnicas, que “*segundo uma lógica construtivista, permitem [...] refletir sobre as avaliações feitas*” (Filipe, 2013: 97).

5.2. Síntese dos Principais Contributos da Investigação

Com a revisão da literatura, a presente dissertação permitiu confirmar a importância do setor imobiliário residencial no desenvolvimento socioeconómico de um país, revelando que estamos perante um campo de investigação com elevado potencial. Foi possível verificar que existem vários métodos de avaliação do risco de investimento em bens

imóveis residenciais, assim como o fato de que não existirem métodos perfeitos. Nesse sentido, foi sugerida a aplicação de novas abordagens, que permitem atenuar algumas das limitações dos métodos atuais. Naturalmente, a proposta desenvolvida no âmbito da presente dissertação também não está isenta de limitações, assumindo-se, dessa forma, uma lógica de complementaridade e não de substituição. Por conseguinte, a componente empírica assentou no desenvolvimento de um FCM, entendido como uma estrutura difusa que se assemelha a uma rede neural, e cuja base de modelação tem sido considerada como uma ferramenta muito útil na análise de sistemas complexos. Para o efeito, a realização de sessões presenciais com especialistas do setor imobiliário permitiu incentivar a discussão necessária à elaboração do FCM, promovendo uma melhor compreensão do problema de decisão. Após a aplicação prática dos princípios deste método, e dada a forma como os decisores expuseram as suas opiniões, ficou desde logo manifestado o seu potencial de aplicabilidade, na medida em que permite acrescentar valor, via simplicidade e transparência, ao processo de tomada de decisão, traduzindo-se numa mais-valia para os que investem em bens imóveis de habitação. Posteriormente, com base no processo de negociação adjacente à conceção do FCM, foi possível alcançar resultados interessantes no âmbito da análise de risco deste tipo de investimento, os quais resultaram da incorporação das experiências e dos valores dos decisores. Ao fim ao cabo, a proposta materializada neste estudo mais não é que uma base consolidada de conhecimento sobre a análise do risco em bens imóveis residenciais e, como referem Kim e Lee (1998: 303), *“knowledge engineering is one of the most important tasks in developing expert systems. One of the primary objectives [...] is to develop a complete, consistent and unambiguous description of the knowledge base”*.

5.3. Perspetivas de Futura Investigação

Face os resultados obtidos, parece evidente que a cartografia cognitiva, nomeadamente os FCMs, apresentam um grande potencial no desenvolvimento de estruturas de conhecimento tendencialmente mais transparentes e realistas no âmbito da avaliação do risco de investimento em bens imóveis residenciais. Tal contributo traz vantagens para os investidores, pois potencia decisões mais informadas. No entanto, e conforme exposto ao longo do estudo, não existem abordagens perfeitas nem métodos isentos de limitações (*cf.* Ananda e Herath, 2009). Assim, como sugestão para futura investigação,

recomenda-se a realização de estudos similares com recurso a outras abordagens metodológicas como, por exemplo, a análise multicritério de apoio à decisão, cujo vasto portfólio de técnicas permite calcular os pesos relativos dos critérios identificados (ver Belton e Stewart (2002) e Zavadskas e Turskis (2011) para uma revisão técnica deste tipo de abordagem). Outra possibilidade poderá ser a comparação entre diferentes métodos ou mesmo a realização de réplicas processuais com um conjunto diferente de decisores, a fim de receber outro tipo de *feedback* e determinar a robustez dos resultados.

Importa também referir a necessidade de estender a abordagem metodológica adotada na presente dissertação a outros contextos, bem como à informatização do modelo desenvolvido e/ou a sua adaptação a plataformas *online*, de modo a permitir que os decisores avaliem, de forma rápida, transparente e intuitiva, o risco de investimento na aquisição de bens imóveis de habitação. Por conseguinte, qualquer progresso que se venha a registar será encarado como um avanço no apoio à avaliação do risco de investimento de bens imóveis residenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, F. & Eden, C. (2010), Strategic options development and analysis, in Reynolds, M. & Holwell, S. (Eds.), *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide*, Springer, London, 135–136.
- Ackermann, F.; Eden, C. & Cropper, S. (1992), Getting started with cognitive mapping, disponível online em: <http://www.banxia.com/pdf/de/GettingStartedWithCogMapping.pdf> [Janeiro 2014].
- Ananda, J. & Herath, G. (2009), A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning, *Ecological Economics*, Vol. 68(10), 2535–2548.
- APB – Associação Portuguesa de Bancos (2013), *Overview do Sistema Bancário Português*, disponível online em http://bo.apb.pt/content/files/Overview_do_Sistema_Bancario_Portugues_Set2013.pdf [Outubro de 2013].
- APEMIP – Associação de Profissionais de Empresas de Mediação Imobiliária de Portugal (2012), Revista trimestral, disponível online em <http://www.apemip.pt/LinkClick.aspx?fileticket=TrSco9fNSuc%3d&tabid=257&language=pt-PT> [Outubro de 2013].
- Bastos, A. (2002), Mapas cognitivos e a pesquisa organizacional: Explorando aspectos metodológicos, *Estudos de Psicologia*, Vol. 7, 65–77.
- Belton, V. & Hodgkin, J. (1999), Facilitators, decision makers, D.I.Y. users: Is intelligent multicriteria decision support for all feasible or desirable? *European Journal of Operational Research*, Vol. 113(2), 247–260.
- Belton, V. & Stewart, T. (2002), *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Canavarro, M.; Ceular, N. & Caridad, J. (2010), Factores formadores do preço da habitação em Portugal: Uma abordagem hedónica, *VIII Colóquio Ibérico de Estudos Rurales*, Cáceres, disponível online em: <http://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/413/1/VIII%20CIER.pdf> [Março 2014].

- Carlucci, D.; Schiuma, G.; Gavrilova, T. & Linzalone, R. (2013), A fuzzy cognitive map based approach to disclose value creation dynamics of ABIs, *Proceedings of the 8th International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD-2013)*, Zagreb, Croácia, 207–219.
- Carvalho, J. (2001), *Mapas Cognitivos Baseados em Regras Difusas: Modelação e Simulação da Dinâmica de Sistemas Qualitativos*, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- Carvalho, J. (2013), On the semantics and the use of fuzzy cognitive maps and dynamic cognitive maps in social sciences, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 214, 6–19.
- Catalão, A. (2010), *Estudo do Mercado Imobiliário de Aveiro*, disponível online em <http://hdl.handle.net/10773/3465> [Outubro 2013].
- CGD – Caixa Geral de Depósitos (2011), *Nota Temática CGD: A Actualidade do Setor Imobiliário Residencial: Ajustamentos e Desafios*, https://www.cgd.pt/Institucional/Research/Notas-Tematicas/Documents/Nota-Tematica-Setor-Imobiliario_4NOV2011.pdf [Março 2014].
- Cossette, P. & Audet, M. (1992), Mapping of an idiosyncratic schema, *Journal of Management Studies*, Vol. 29(3), 321–347.
- Di Bernardi, P. & Hochheim, N. (2006), Análise de risco em incorporações imobiliárias: Construção de cenários e simulação de Monte Carlo, *XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*, Florianópolis, Vol. 1(1), 1–9.
- Dias, V. (2012), *Definição de (Novos) Ponderadores em Sistemas de Ranking Internos de Avaliação de Créditos Imobiliários com Recurso à Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão*, Dissertação de Mestrado em Contabilidade e Finanças, Instituto Politécnico de Santarém.
- Diniz, M. & Lins, M. (2012), Percepção e estruturação de problemas sociais utilizando mapas cognitivos, *Produção*, Vol. 22(1), 142–154.
- Doumpos, M. & Zopounidis, C. (2001), Assessing financial risks using a multicriteria sorting procedure: The case of country risk assessment, *Omega – The International Journal of Management Sciences*, Vol. 29(1), 97–109.
- Ebru, C. & Eban, A. (2009), Determinants of house prices in Istanbul: A quantile regression approach, *Quality & Quantity*, Vol. 45(2), 305–317.

- Eden, C. & Ackermann, F. (2001), The Principles, in Rosenhead, J. & J. Mingers (Eds.) *Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict*, Second Edition, Chichester, John Wiley & Sons, 21–41.
- Eden, C. & Ackermann, F. (2004), Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector, *European Journal of Operational Research*, Vol. 152(3), 615–630.
- Eden, C. (2004), Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems, *European Journal of Operational Research*, Vol. 159(3), 673–686.
- Ferreira, F. (2011), *Avaliação Multicritério de Agências Bancárias: Modelos e Aplicações de Análise de Decisão*, 1ª Edição, Faculdade de Economia, Universidade do Algarve, Faro.
- Ferreira, F.; Spahr, R.; Gavancha, I. & Çipi, A. (2013), Readjusting trade-offs among criteria in internal ratings of credit-scoring: An empirical essay of risk analysis in mortgage loans, *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 14(4), 715–740.
- Ferreira, F., Spahr, R., Santos, S. & Rodrigues, P. (2012) A multiple criteria framework to evaluate bank branch potential attractiveness, *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 16(3), 254-276.
- Filipe, V. (2013), *Proposta de um Sistema de Informação Multicritério de Apoio à Análise de Referenciais de Formação Pedagógica Contínua*, Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação de Gestão, Instituto Politécnico de Santarém.
- Gabrilova, T.; Carlucci, D. & Schiuma, G. (2013), Art of visual thinking for smart business education, *Proceedings of the 8th International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD-2013)*, Zagreb, Croácia, 1754–1761.
- Hill, R. (2011), Hedonic prices indexes for housing, *OECD Statistics Working Papers*, 2011/01, disponível online em <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5kghzxt6g6f.pdf?expires=1394747246&id=id&accname=guest&checksum=A4A2AC107CBEAC6AF04B9483637DC121> [Março 2014].

- Huang, Y.; Tian, C. & Fang, W. (2009), Fuzzy comprehensive evaluation mode on the investment risk of real estate based on BP neural network and expert system, *Department of Economy and Management, North China Electric Power University, Baoding, China.*
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2013), disponível em http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main [Outubro 2013].
- Jiang, G.; Hu, Z. & Jin, J. (2007), Quantitative evaluation of real estate's risk based on AHP and simulation, *Systems Engineering – Theory & Practice*, Vol. 27(9), 77–81.
- Jones Lang LaSalle (2012), Mercado imobiliário 2012 – Perspetivas 2013, disponível online em http://www.joneslanglasalle.pt/ResearchLevel1/JLL_RelatorioAnual_pt_WEB.pdf. [Outubro 2013].
- Kauko, T. (2010), Value stability in local real estate markets, *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 14(3), 191–199.
- Keeney, R. (1996), Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives, *European Journal of Operational Research*, Vol. 92(3), 537–549.
- Khumpaisal, S. & Chen, Z. (2010), Risks assessment in real estate development: An application of analytic network process, School of Built Environment, Liverpool John Moores University Liverpool, United Kingdom, 103–116.
- Kim, H. & Lee, K. (1998), Fuzzy implications of fuzzy cognitive map with emphasis on fuzzy causal relationship and fuzzy partially causal relationship, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 97(3), 303–313.
- Klein, J. & Cooper, D. (1982), Cognitive maps of decision-makers in a complex game, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 33(1), 63–71.
- Kok, K. (2009), The potential of fuzzy cognitive maps for semi-quantitative scenario development, with an example from Brazil, *Global Environmental Change*, Vol. 19(1), 122–133.
- Kosko, B. (1986) Fuzzy cognitive maps, *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 24(1), 65–75.
- Lee, K.; Lee, H.; Lee, N. & Lim, J. (2013), An agent-based fuzzy cognitive map approach to the strategic marketing planning for industrial firms, *Industrial Marketing Management*, Vol. 42(4), 552–563.

- Lingling, M.; Liwen, C. & Ping, L. (2008), Real estate investment risk analysis based on fuzzy AHP, *Hebei University of Technology*, Tianjin, China, 1–4.
- Lopez, J. & Saidenberg, M. (2000), Evaluating credit risk models, *Journal of Banking & Finance*, Vol. 24(1), 151–165.
- Mao, Y. & Wu, W. (2011), Fuzzy real option evaluation of real estate project, *Systems Engineering Procedia*, Vol. 1(1), 228–235.
- Martins, V. (2014), *Construção de Índices de Celeridade de Venda no Mercado Imobiliário Português: Uma Proposta Metodológica com Recurso à Priorização de Determinantes*, Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação de Gestão, Instituto Politécnico de Santarém.
- Mazlack, L. (2009), Representing causality using fuzzy cognitive maps, in *Proceedings of the Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS-2009)*, Cincinnati, Ohio, USA, 14-17 June 2009, 1–6.
- Montibeller, G. & Belton, V. (2006), Causal maps and the evaluation of decision options: A review, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 57(7), 779–791.
- Montibeller, G.; Belton, V.; Ackermann, F. & Ensslin, L. (2008), Reasoning maps for decision aid: An integrated approach for problem-structuring and multi-criteria evaluation, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 59(5), pp. 575–589.
- Nicolini, D. (1999), Comparing methods for mapping organizational cognition, *Organizations Studies*, Vol. 20(5), 833–860.
- Onofrei, M. & Anghel, I. (2012), Risks and rewards of leverage in Romanian real estate investment, *Procedia – Economics and Finance*, Vol. 3, 481–488.
- Ooi, J. & Liow, K. (2004), Risk-adjusted performance of real estate stocks: Evidence from developing markets, *Journal of Real Estate Research*, Vol. 26(4), 371–395.
- Özesmi, U. & Özesmi, S. (2004), Ecological models based on people’s knowledge: A multi-step fuzzy cognitive mapping approach, *Ecological Modelling*, Vol. 176, 43–64.
- Papageorgiou, E.; Roo, J.; Huszka, C. & Colaert, D. (2012), Formalization of treatment guidelines using fuzzy cognitive maps and semantic web tools, *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 45(1), 45–60.
- PEH – Plano Estratégico de Habitação (2008/2013), *Sumário Executivo*, Disponível online em <http://habitacao.cm-lisboa.pt/index.htm?no=4005001> [Fevereiro 2014].

- Peña, A.; Sossa, H. & Gutiérrez, A. (2008), Causal knowledge and reasoning by cognitive maps: Pursuing a holistic approach, *Expert Systems with Applications*, Vol. 35, 2–18.
- Rocha, K.; Salles, L.; Garcia, F.; Sardinha, J. & Teixeira, J. (2007), Real estate and real options: A case study, *Emerging Markets Review*, Vol. 8(1), 67–79.
- Rybak, J. & Shapoval, V. (2011), Industries and sectors: Issues and policies, tendencies of real estate market development in the current context (in terms of Poland and Ukraine), *Perspectives of Innovations, Economics & Business*, Vol. 8(2), 17–22.
- Salmeron, J. (2009), Augmented fuzzy cognitive maps for modelling LMS critical success factors, *Knowledge-Based Systems*, Vol. 22(4), 275–278.
- Salmeron, J. (2012), Fuzzy cognitive maps for artificial emotions forecasting, *Applied Soft Computing*, Vol. 12(12), 3704–3710.
- Santos, S.; Belton, V. & Howick, S. (2002), Adding value to performance measurement by using system dynamics and multicriteria analysis, *International Journal of Operations & Production Management*; Vol. 22(11), 1246–1272.
- Schneider, M.; Shnaider, E.; Kandel, A. & Chew, G. (1998), Automatic construction of FCMs, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 93(2), 161–172.
- Shaw, D. (2004), Creativity and learning through electronic group causal mapping, *International Journal of Innovation and Learning*, Vol. 1(4), 364–377.
- Stach, W.; Kurgan, L.; Pedrycz, W. & Reformat, M. (2005), Genetic learning of fuzzy cognitive maps, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 153(3), 371–401.
- Steiger, D. & Steiger, N. (2008), Instance-based cognitive mapping: A process for discovering a knowledge worker's tacit mental model, *Knowledge Management Research & Practice* , Vol. 6(4), 312–321.
- Stylios, C. & Groumpos, P. (1999), Fuzzy cognitive maps: A model for intelligent supervisory control systems, *Computers in Industry*, Vol. 39(3), 229–238.
- Šušteršič, M.; Mramor, D. & Zupan, J. (2009), Consumer credit scoring models with limited data, *Expert Systems with Applications*, Vol. 36(3), 4736–4744.
- Swan, J. (1997), Using cognitive mapping in management research: Decisions about technical innovation, *British Journal of Management*, Vol. 8(2), 183–198.
- Syz, J.; Vanini, P. & Salvi, M. (2008), Property derivatives and index-linked mortgages, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 36(1), 23–35.

- Tang, X. & Lui, G. (2009), A tentative study on risk estimation and evaluation of investment in real estate projects, *Proceedings of the Eighth International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Baoding, 12–15.
- Tavares, F.; Pereira, E. & Moreira, A. (2009), Avaliação imobiliária pelo método comparativo na óptica do avaliador, *Economia Global e Gestão*, Vol. 14(3), pp. 111–128.
- Tegarden, D. & Sheetz, S. (2003), Group cognitive mapping: A methodology and system for capturing and evaluating managerial and organizational cognition, *Omega: The International Journal of Management Sciences*, Vol. 31(2), 113–125.
- Village, J.; Salustri, F. & Neumann, W. (2013), Cognitive mapping: Revealing the links between human factors and strategic goals in organizations, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 43, 304–313.
- Wang, G.; Hao, J.; Ma, J. & Jiang, H. (2011), A comparative assessment of ensemble learning for credit scoring, *Expert Systems with Applications*, Vol. 38(1), 223–230.
- Warren, A. (2011), *Global Real Estate Trends: Canada's Real Estate Market Slows While Most International Markets Stumble*, Global Economic Research.
- Weber, M. & Borcherdig, K. (1993), Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making, *European Journal of Operational Research*, Vol. 67(1), 1–12.
- Wenpo, Y. & Minli, Z. (2012), Fuzzy comprehensive evaluation method applied in the real estate investment risks research, *Proceedings of the International Conference on Applied Physics and Industrial Engineering*, Vol. 24, 1815–1821.
- Yaman, D. & Polat, S. (2009), A fuzzy cognitive map approach for effect-based operations: an illustrative case, *Information Sciences*, Vol. 179(4), 382–403.
- Yancang, L. & Juanjuan, S. (2009), Model on risk evaluation of real estate investment, College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan, China, 138–140.
- Yancang, L.; Juanjuan, S. & Shujing, Z. (2010), Improved AHP model for real estate investment risk management, Hebei University of Engineering Handan, China, 4115–4117.
- Yijan, S.; Dailin, C.; Rufu, H. & Hongnan, L. (2008), Fuzzy set-based risk evaluation model for real estate projects, *Tsinghua Science and Technology*, Vol. 13(1), 158–164.

Zavadskas, E. & Turskis, Z. (2011), Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: An overview, *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 17(2), 397–427.