

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários	Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.
---	---

SISTEMA ESPECIALISTA PARA APOIO A DECISÃO DE INVESTIDORES NA AQUISIÇÃO DE FUNDOS IMOBILIÁRIOS

LEONARDO AKIRA UTANI¹
GABRIEL RODRIGUES DA SILVA²
EDQUEL BUENO PRADO FARIA³

RESUMO

O devido artigo tem como propósito desenvolver um sistema especialista e ao final avaliar a eficiência dele na formulação de inferências sobre um fundo imobiliário. A automatização desse processo facilita análises de variáveis repetitivas e pouco enviesadas, oferecendo uma segunda entidade de apoio ao investidor. A aquisição de variáveis para análise foi feita através da plataforma Funds Explorer e Status Invest. A base de conhecimento do sistema foi montada abstraindo o conhecimento de um especialista da área de investimento de fundos imobiliários para o sistema especialista.

Palavras-chave: Sistema Especialista; Investimentos; Tecnologia; Fundos imobiliários.

ABSTRACT

The purpose of this article is to develop an expert system and, at the end, to evaluate its efficiency in formulating inferences about a real estate fund. The automation of this process facilitates the analysis of repetitive and unbiased variables, offering a second support entity to the investor. The acquisition of variables for analysis was done through the Funds Explorer and Status Invest platform. The system's knowledge base was built by abstracting the knowledge of an expert in the real estate investment area to the expert system.

Key words: Expert system; Investments; Technology; Real estate funds.

INTRODUÇÃO

No mercado financeiro, investimento é o comprometimento de dinheiro ou de outros recursos no presente com a expectativa de colher benefícios futuros. Por exemplo, uma pessoa pode adquirir uma cota de ações prevendo que os futuros

¹Graduando, Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes - Fatec MC. E-mail: leonardo.utani@fatec.sp.gov.br

²Graduando, Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes - Fatec MC.

³Docente, Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes - Fatec MC.

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários	Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.
---	---

resultados monetários dessas ações justificarão tanto o tempo durante o qual seu dinheiro ficou retido quanto o risco do investimento. Você está renunciando ao lazer ou de rendimentos que poderia obter no trabalho com a expectativa de que sua carreira futura seja suficientemente aperfeiçoada para justificar esse comprometimento de tempo e esforço. Embora esses dois investimentos sejam diferentes em muitos aspectos, ambos têm uma característica central compartilhada por todos os investimentos: você sacrifica algo de valor agora com a expectativa de colher benefícios mais adiante (Bodie, Z.; Kane, A.; Marcus, A. J., 2014).

Uma das aplicações do mercado financeiro é no ativo de fundos imobiliários (FIIs). Os fundos imobiliários são fundos de investimento constituídos por cotas de condomínios fechados e que são gerenciados por um administrador ou gestor humano que tem como objetivo final investir em empreendimentos imobiliários dos mais diversos, como: shoppings centers, galpões logísticos, hospitais etc. Com o ambiente econômico e social favorável, o setor imobiliário se aqueceu e, conseqüentemente, o mercado de capitais aproveitou-se desse momento, incentivando o mercado a lançar produtos financeiros mais simplistas e com menor burocracia, o que contribui para aumentar a popularidade frente aos investidores desse tipo de investimento (FRANKE, 2012). Em outras palavras, de maneira mais sucinta, você investidor, juntamente com outros investidores, aportam recursos no fundo e com tais recursos o profissional do fundo (administrador e/ou gestor), investe em ativos imobiliários, com a finalidade de obter mais recursos através desses ativos, seja através de aluguel, venda, ou até mesmo pagamento de juros. (FIIS - Manual do Investidor, 2021, p. 7).

Sobre os principais fatores que propiciam a expansão dos FIIs, destacam-se aspectos ligados a estabilidade econômica observada desde a década e 90, com as medidas implementadas para o controle da inflação (Plano Real), avanços nas leis que regulam o setor imobiliário e os aumentos dos investimentos externos, reflexo das crises econômicas em países desenvolvidos (FERREIRA, 2011).

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários	Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.
---	---

De acordo com Kucko (2007) as vantagens que os fundos de investimentos imobiliários oferecem em termos de diversificação, liquidação, custos e retornos reais contribuem para explicar o seu sucesso como instrumento de poupança. Em contrapartida, a maioria dos FII respeitam a tendência internacional, objetivando investimentos imobiliários para renda passiva de longo prazo gerada por imóveis comerciais. Assim, os FIIs são majoritariamente focados em: oferecer ao investidor um ambiente de investimento ancorado em ativos com expectativa de estabilidade de valor no longo termo em forma de renda passiva e aplicar recursos em produtos capazes de produzir renda mensal regular no longo prazo (LIMA, 2011). Portanto, o sistema especialista desenvolvido neste artigo busca simular o processo de análise em fundos imobiliários através de métodos de inteligência artificial, com o objetivo de oferecer inferências não enviesadas e automatizar análises repetitivas oferecendo apoio a decisões em investimentos imobiliários.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho foi definida como bibliográfica e experimental. A pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet (GIL, 2002).

Para Gil (2002), a pesquisa experimental determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Para coleta de métricas e validação de dados utilizamos a plataforma FUNDS EXPLORER e STATUS INVEST. Para a implementação do sistema especialista o aplicativo Shell Expert Sinta, desenvolvida pelo Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Federal do Ceará foi utilizado. O objetivo do Expert Sinta é oferecer uma máquina de inferência básica para simplificar ao máximo as etapas de criação de um SE completo (LIA 1999).

METODOLOGIA BIBLIOGRÁFICA

As fontes bibliográficas consultadas neste artigo consistem de livros sobre o mercado financeiro, e-books, blogs e artigos científicos sobre o tema, plataformas de streaming de vídeo e videoconferência para coleta do conhecimento de especialistas no assunto.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia experimental foi dividida em duas partes: aquisição de conhecimento e implementação do sistema especialista. Neste trabalho, a aquisição de dados e métricas foram feitas a partir da análise de fundos existentes no mercado, utilizando a plataforma de investimento Funds Explorer aliado com o conhecimento de um especialista para definir quais métricas analisar e como analisá-las em conjunto. O Funds Explorer apresenta dados sobre os fundos de forma gráfica, tendo a funcionalidade também de comparar fundos imobiliários e de avaliar aquele fundo ao longo do tempo, trazendo médias de três a doze meses de cada métrica, fazendo assim uma análise do item de estudo em curto, médio e longo período.

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários

Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.

Figura 1. Interface do funds explorer.



The screenshot shows the 'Ranking de FIIs' page on the Funds Explorer website. The page features a dark blue header with the logo and navigation links. Below the header, there are filters for 'Todos setores (9)' and 'Todas colunas (24)'. The main content is a table with 8 columns: 'CÓDIGO DO FUNDO', 'SETOR', 'PREÇO ATUAL', 'LIQUIDEZ DIÁRIA', 'DIVIDENDO', 'DIVIDEND YIELD', 'DY (3M) ACUMULADO', and 'DY (6M) ACUMULADO'. The table lists six funds with their respective values.

CÓDIGO DO FUNDO	SETOR	PREÇO ATUAL	LIQUIDEZ DIÁRIA	DIVIDENDO	DIVIDEND YIELD	DY (3M) ACUMULADO	DY (6M) ACUMULADO
ABCP11	Shoppings	R\$ 74,67	1840.0	R\$ 0,45	0,58%	2,45%	4,66%
AFHI11	Títulos e Val. Mob.	R\$ 99,90	7148.0	R\$ 1,30	1,27%	3,83%	7,43%
AFOFI1	Títulos e Val. Mob.	R\$ 94,00	1005.0	R\$ 1,00	1,07%	3,11%	6,25%
AIECT1	Lajes Corporativas	R\$ 83,49	1752.0	R\$ 0,68	0,88%	2,49%	4,95%
ALMI11	Lajes Corporativas	R\$ 890,00	15.0	R\$ 0,00	0,00%	0,00%	0,00%
ALZRI1	Logística	R\$ 110,97	14297.0	R\$ 0,76	0,69%	1,97%	3,73%

Fonte: <https://www.fundsexplorer.com.br>

Em segundo momento implementamos as métricas como variáveis na construção do sistema especialista baseado em regras e fatos, fazendo a análise juntamente com um especialista do domínio para validação das regras.

Figura 2. Regra do sistema especialista.

```

REGRA 14
SE
E a performance do imovel esta acima do indice IFIX? = Sim
E houveram diversas variacoes nos ultimos doze meses no dividend yield deste imovel? = Não
E a taxa de administracao e gestao esta nas suas expectativas? = Sim
E o dividend yield esta nas suas expectativas? = Sim
E o cap rate esta nas suas expectativas? = Sim
E o imovel possui alta variedade nos seus investimentos? = Sim
E o imovel esta bem localizado ao seu segmento de atuacao? = Sim
E o imovel possui alta variedade nos seus investimentos? = Sim
E o preco da cota hoje esta menor do que o valor patrimonial avaliado? = Sim
ENTÃO resultado = risco de perda nos investimentos CNF 10%

```

Fonte: Os autores.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A inteligência artificial é uma área da ciência da computação que é responsável por simular a inteligência e a capacidade de pensamento de um ser humano. Uma afirmação famosa feita por Alan Turing determina que no momento que uma máquina conseguisse se passar por um ser humano no ponto de vista de um observador capacitado, então você passaria a considerar aquela máquina inteligente, este processo ficou conhecido como o teste de Turing. A inteligência como definida por Howard Gardner não se aplica a uma área de atuação, ela depende não apenas da genética, mas também do contexto e da exposição de um ser humano a conteúdos que estimulem o processo cognitivo dele, assim exercitando a inteligência do indivíduo em múltiplas inteligências.

Uma das aplicações da inteligência artificial está no desenvolvimento de sistemas especialistas, o processo de engenharia e abstração do conhecimento. Em que o conhecimento de um profissional capacitado possa ser transportado para a base de dados de um sistema inteligente que a partir de um motor de inferência executa uma certa quantidade de trabalho, com o objetivo de executar uma tarefa simulando o conhecimento de um especialista do domínio sendo desenvolvido.

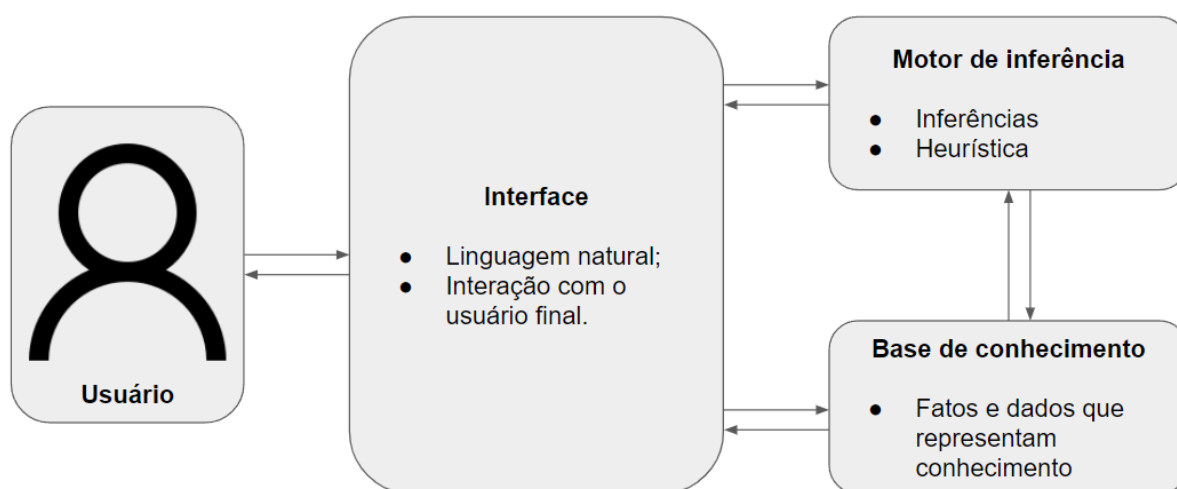
SISTEMA ESPECIALISTA

Xavier Py (2009) esclarece que o conceito no qual se baseiam os SEs está em permitir que a máquina, por meio do armazenamento e sequenciamento de informações e auto-aprendizagem, possibilite o uso de um conhecimento especializado e solucione problemas vinculados a esse conhecimento, por meio de um programa ou software.

Os SEs são programas de computador que manipulam conhecimento e informações de forma inteligente. Eles são desenvolvidos para resolver problemas que requerem uma grande quantidade de conhecimento humano e de especialização. Por isso todo SE possui uma Base de Conhecimento (BC) onde é

armazenado conhecimento humano sobre uma determinada área na qual o sistema será usado. Um exemplo de SE seria o de um sistema de apoio à tomada de decisões empresariais: este sistema deveria armazenar informações relevantes ao bom desempenho empresarial de um determinado empreendimento. Assim os empresários poderiam consultá-lo sempre que tivessem a necessidade de tomar uma decisão.

Figura 3. Usuário e Interface.



Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CRIAÇÃO DE VARIÁVEIS

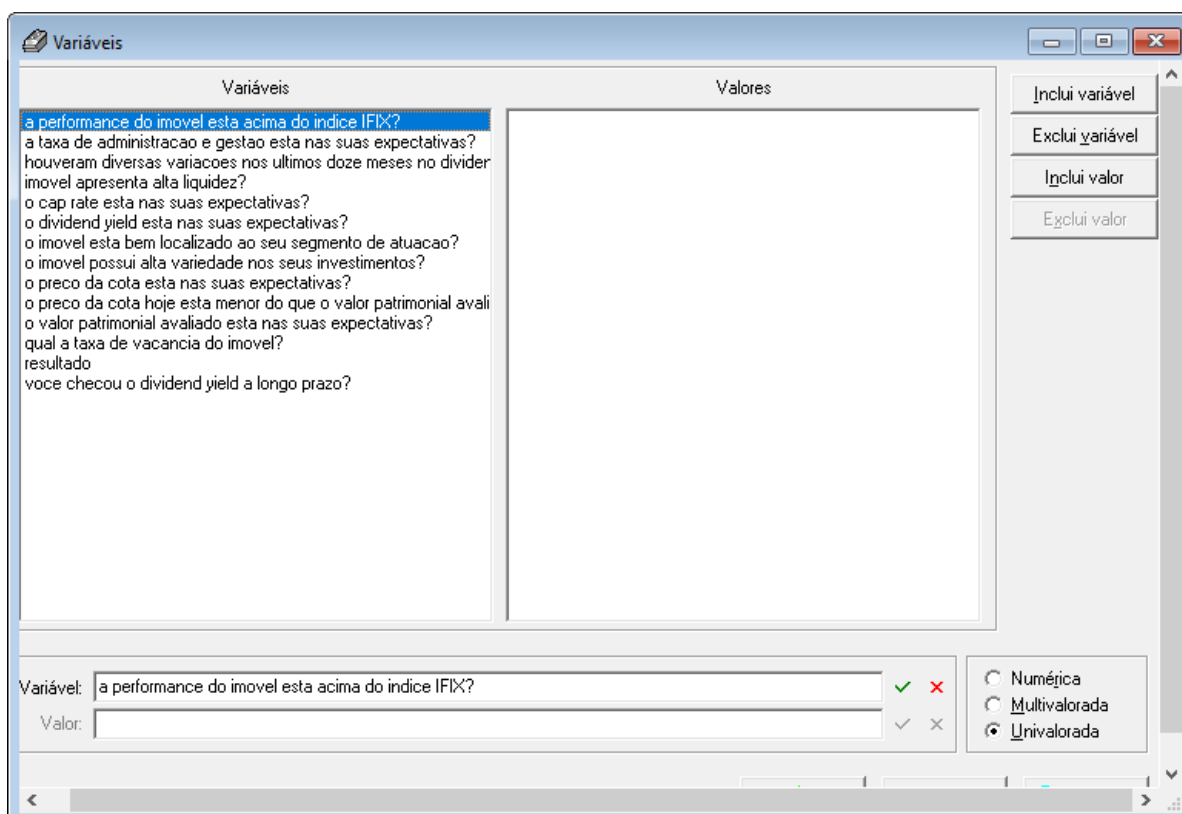
Pela interface do Expert Sinta temos o menu de criação de variáveis. Nesta etapa abstraímos as métricas de análise em possíveis situações, encapsulando estas em perguntas que serão exibidas no momento de interação do usuário final com o sistema. É importante ressaltar que o nosso sistema não leva em consideração o apetite de risco do investidor, ou seja, o quanto ele está disposto a arriscar seus ativos para grandes retornos, ou se ele possui uma postura mais conservadora. Nosso sistema foi construído com o objetivo de inferir possibilidades de risco que estão agregados a características econômicas e físicas do imóvel,

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários	Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.
---	---

tendo em vista que, essas variáveis são fornecidas pelo próprio usuário no momento da consulta.

Com base nas métricas de longo prazo de um imóvel sobre o Dividend Yield, ou seja, os fundos que foram distribuídos aos seus cotistas, o sistema avalia a estabilidade daquele fundo e as chances de inadimplência da administração. Outros parâmetros avaliados de imóveis estáveis são: Variações no Dividend Yield (DY), Taxa de vacância do imóvel, ou seja, a taxa que está disponível para alocação, Performance em relação ao índice IFIX, nos trazendo um comparativo deste imóvel com a média das melhores ações orçadas na bolsa, a localização do imóvel para o seu segmento de atuação e a liquidez do imóvel. Consideramos essas métricas as mais importantes na hora da avaliação de estabilidade de um imóvel.

Figura 4. Menu de criação de variáveis.

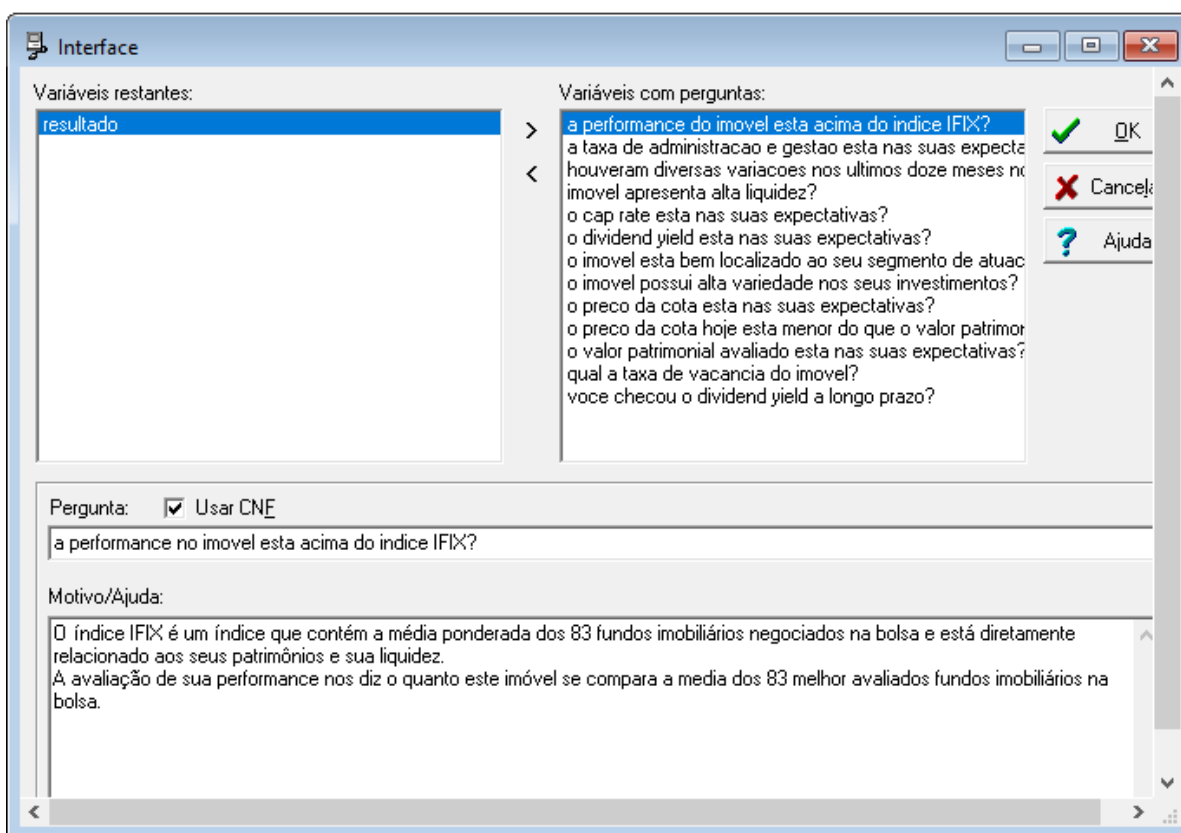


Fonte: Os autores.

DEFINIÇÃO DE INTERFACES

Na definição de interfaces no Expert Sinta, atrelamos as variáveis com perguntas para textos descritivos que devem explicar os motivos por trás daquelas perguntas.

Figura 5. Menu de definição das interfaces.



Fonte: Os autores.

DEFINIÇÃO DE REGRAS

Utilizamos como uma das fontes para criação e desenvolvimento, o auxílio de um especialista no mercado de fundos imobiliários. E com seus conhecimentos sobre o assunto, utilizamos para criar métricas e regras para o sistema especialista

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários	Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.
---	---

no qual terá como objetivo, não a decisão final para como o investidor deve gerenciar suas ações, mas sim fará o papel de um apoiador neste processo.

Figura 6. Regra: O imóvel apresenta características de estabilidade.

```
SE
  o cap rate esta nas suas expectativas? = Sim
E o imóvel esta bem localizado ao seu segmento de atuacao? = Sim
E houveram diversas variacoes nos ultimos doze meses no dividend yield deste imóvel? = Não
E imóvel apresenta alta liquidez? = Sim
E qual a taxa de vacancia do imóvel? <= 10
E a performance do imóvel esta acima do indice IFIX? = Sim
ENTÃO
  resultado = o imóvel apresenta características de estabilidade CNF 80%
```

Fonte: Os autores.

O fator de confiança (CNF) tem o papel de apresentar uma estimativa em percentual de todos os resultados encontrados em forma de uma porcentagem de confiabilidade daquele diagnóstico. O Expert Sinta, a partir do seu motor de inferência, e com a base de conhecimento apoiado nas métricas e regras criadas pelos desenvolvedores, elabora uma ponderação das respostas dadas pelo usuário no momento da interação com o sistema e entrega uma inferência contendo uma estimativa em porcentagem probabilística.

Figura 7. Regra: O risco de perda nos investimentos.

```
SE
  a performance do imóvel esta acima do indice IFIX? = Sim
E houveram diversas variacoes nos ultimos doze meses no dividend yield deste imóvel? = Não
E a taxa de administracao e gestao esta nas suas expectativas? = Sim
E o dividend yield esta nas suas expectativas? = Sim
E o cap rate esta nas suas expectativas? = Sim
E o imóvel possui alta variedade nos seus investimentos? = Sim
E o imóvel esta bem localizado ao seu segmento de atuacao? = Sim
E o imóvel possui alta variedade nos seus investimentos? = Sim
E o preco da cota hoje esta menor do que o valor patrimonial avaliado? = Sim
ENTÃO
  resultado = risco de perda nos investimentos CNF 10%
```

Fonte: Os autores.

Neste diagnóstico, consultamos a plataforma de análise online Funds Explorer, juntamente com o especialista do domínio e extraímos alertas vermelhos que poderiam acarretar um risco de perda no investimento. A análise foi totalmente baseada em ativos que existem hoje para aquisição no mercado e na bolsa e algumas das métricas utilizadas são: Performance do imóvel em relação ao IFIX, o

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários	Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.
---	---

Dividend Yield atual e a longo prazo, as taxas de administração e gestão, a diferença entre o preço que o fundo imobiliário foi orçado e o preço dele na bolsa de valores e, por último, o quanto o administrador do fundo imobiliário diversifica seus investimentos. As métricas citadas nos dão uma noção da performance do administrador do imóvel, portanto, convertendo em menos risco na hora de aplicar os recursos do investidor.

INTERAÇÃO COM O USUÁRIO FINAL

Nessa etapa, tendo as variáveis, interfaces e regras implementadas, o usuário final interage com a interface do sistema especialista. O sistema apresenta diversos prompts com as variáveis definidas anteriormente, as respostas variam entre sim e não ou valores numéricos. Podendo sempre oferecer o grau de confiança da resposta.

Figura 8. Prompt do sistema.

Fonte: Os autores.

Para cada resposta informada nos prompts, o motor de inferências vai alimentando o sistema e com base nas regras pondera os possíveis resultados levando em consideração o CNF definido na regra e da resposta do usuário. Ao final da interação do usuário os resultados são apresentados também com um CNF

em valores percentuais e apontando quais regras foram utilizadas para aquela análise.

Figura 9. Resultados: motor de inferências do sistema.

Valor	CNF (%)
risco de perda nos investimentos	100
o preço de compra por cota deste imóvel está supervalorizado	100
imóvel apresenta baixo prazo para resgate do dinheiro	80
risco de inadimplência	50

Fonte: Os autores.

Figura 10. Resultados: regras percorridas na análise

REGRA 1
SE o preço da cota hoje está menor do que o valor patrimonial avaliado? = Sim
ENTÃO resultado = o preço de compra por cota deste imóvel está subvalorizado CNF 100%

REGRA 2
SE o preço da cota hoje está menor do que o valor patrimonial avaliado? = Não
ENTÃO resultado = o preço de compra por cota deste imóvel está supervalorizado CNF 100%

REGRA 3
SE o cap rate está nas suas expectativas? = Sim
E o imóvel está bem localizado ao seu segmento de atuação? = Sim
E houveram diversas variações nos últimos doze meses no dividend yield deste imóvel apresenta alta liquidez? = Sim
E qual a taxa de vacância do imóvel? <= 10
E a performance do imóvel está acima do índice IFIX? = Sim
ENTÃO resultado = o imóvel apresenta características de estabilidade CNF 80%

REGRA 4
SE o cap rate está nas suas expectativas? = Sim

Fonte: Os autores.

CONCLUSÃO

O sistema especialista oferece apoio na decisão de investimento em um fundo imobiliário, fazendo isso através de inferências sobre o estado físico e

Sistema especialista para apoio a decisão de investidores na aquisição de fundos imobiliários	Leonardo A. Utani; Gabriel R. da Silva; Edquel B. P. Faria.
---	---

financeiro do imóvel, apresentando um valor em porcentagem que representa a ponderação de convicção daquele diagnóstico. Identifica riscos sobre o investimento, levando em consideração as variáveis econômicas sobre o imóvel e sua gestão administrativa. Justifica o diagnóstico final listando quais regras foram percorridas em sua análise. Utilizando o sistema especialista analisamos dez fundos imobiliários na bolsa de valores e elaboramos uma matriz de confusão, composta por: verdadeiros positivos, verdadeiros negativos, falsos positivos e falsos negativos. Com o objetivo de determinar a eficiência do sistema, calculamos a acurácia e a precisão do sistema.

Tabela 1. Matriz de confusão para risco de perda nos investimentos

Valor Verdadeiro	Valor previsto	
	Positivo	Negativo
	Verdadeiro	2
Falso	3	1
Acurácia: 30%		Precisão: 50%
Fundos analisados: EURO11, BBPO11, AFOF11, LVBI11, RZTR11, VINO11, MFII11, QAGR11, BREV11, GSF11		

Por mais que a acurácia e precisão estejam baixas, identificamos a possibilidade de recalibragem do motor de inferência fazendo um benchmark e alimentando o sistema de mais regras. Deste modo, poderemos ter uma análise mais robusta e com inferências mais pontuais. Portanto, concluímos que o sistema consegue identificar com precisão os riscos que um fundo imobiliário apresenta. Ele infere a partir da base de conhecimento e das técnicas avaliativas comumente utilizadas, as quais observamos e coletamos através de entrevistas com os especialistas do domínio de investimentos em fundos imobiliários. Todas as regras e métricas foram extraídas de profissionais conceituados que convergiam para variáveis e regras específicas na avaliação de fundos imobiliários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan. **Fundamentos de investimentos**. AMGH Editora, 2014.

COSTA, Welbson Siqueira; SILVA, Shirilly Christiany Macedo. **Aquisição de conhecimento: O grande desafio na concepção de sistemas especialistas**. Holos, v. 2, p. 37-46, 2005. Acesso em: 30 nov. 2021.

DA ROCHA LIMA JR, João. **Fundos imobiliários têm futuro no Brasil?**. 2011. Acesso em: 10 mar. 2022.

FERREIRA, Fernanda Maria. **Fundos de investimento imobiliário-governança corporativa**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FRANKE, Gabriel de Azevedo. **Fundos de investimento imobiliário como alternativa de investimento no mercado financeiro: um estudo comparativo**. 2012.

FUNDS EXPLORER – **Ranking de fundos imobiliários**. Disponível em: <https://www.fundsexplorer.com.br>.

GOMES, D. dos S. **Inteligência Artificial: conceitos e aplicações**. Olhar Científico. v1, n. 2, p. 234-246, 2010. Acesso em: 13 mar. 2022.

KUCKO, Irena et al. **Investment fund portfolio selection strategy**. Verslas: teorija ir praktika, n. 4, p. 214-220, 2007.

PERRUCHO, Breno. **COMO ESCOLHER O MELHOR FUNDO IMOBILIÁRIO (FII) DA BOLSA DE VALORES**. Disponível em: <https://youtu.be/VUwU9wt2s7w>. Acesso em: 24 out. 2021.

PY, Mônica Xavier. **Sistemas especialistas: uma introdução**. Porto Alegre: Instituto de informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SCOLESE, Daniel et al. **Análise de estilo de fundos imobiliários no Brasil**. Revista de Contabilidade e Organizações, v. 9, n. 23, p. 24-35, 2015. Acesso em : 9 mar. 2022.

STATUS INVEST – **Tudo sobre os fundos imobiliários listados hoje**. Disponível em: <https://statusinvest.com.br>.