

ARTHUR FLECHA CORRÊA

**ANÁLISE DE RESULTADO DE VALOR DA VARIÁVEL  
“AUTOMAÇÃO” EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE GOIÂNIA**

Trabalho de Avaliação

Goiânia/GO  
2021

## **Análise de resultado de valor da variável “automação” em residências na cidade de Goiânia**

### **Resumo**

*Em uma tendência crescente de desenvolvimento e uso de técnicas e materiais com viés sustentável e econômico, aponta-se foco neste trabalho para sistemas de automação residenciais, um dos elementos existente entre diversos ramos praticados. Considerando o expressivo aumento do uso destes sistemas em residências unifamiliares, considerando ainda a aceitação destes sistemas junto à tendência real de incorporação quase obrigatória destes meios à determinados projetos residenciais visando garantir liquidez e valor agregado aos imóveis, questiona-se quanto valor este tipo de sistema agrega aos seus respectivos imóveis. Para atingir a resposta desta indagação, propôs-se aqui a realização de um estudo estatístico sobre o resultado de inferência estatística através de regressão linear assistida por Software, à luz da NBR 14653 (ABNT), e para viabilizar este estudo, o campo amostral foi direcionado para imóveis residenciais de alto padrão estabelecidos em condomínios horizontais situados na região sudeste do município de Goiânia – GO, através de pesquisas enduzidas em sites especializados de vendas de imóveis. Com a análise proposta para o modelo adotado, constatou-se que estes imóveis com automação simples são 0,85% mais valorizados que aqueles sem automação, e que imóveis com automação tida como completa são 7,91% mais valorizados que imóveis sem qualquer automação.*

**Palavras-chave:** *Avaliação de imóveis; Valor de mercado agregado; Valor da automação.*

### **1. Introdução**

Diante do atual cenário de grande progresso da indústria eletrônica, bem como da melhoria de equipamentos com a facilidade de acesso a estes, a tecnologia vem se tornando cada vez mais presente no cotidiano das pessoas. Este contexto culminou no surgimento de uma nova área da engenharia (a qual tende a acompanhar os desdobramentos do progresso tecnológico), a automação. Esta vertente objetiva o controle de equipamentos de forma inteligente, produtiva, facilitada e econômica além de diminuir a necessidade de esforço físico (VALE, 1995; TEZA, 2002).

Dentro do campo das residências unifamiliares, as soluções de automação residencial oferecem segurança, conforto, economia, praticidade, e conseqüentemente, qualidade de vida aos seus usuários (TEZA, 2002; ALBINO, 2007; SILVA & GAMBARATO, 2016; RIBEIRO, 2018).

Estes sistemas podem oferecer dentre outras possibilidades, integração de câmeras e alarmes à dispositivos celulares, sensores de gases e líquidos, monitoramento e otimização do consumo energético através de regulagens inteligentes de luz e climatização em função de horários de uso e condições gerais. Tais soluções podem oferecer economias entre 10% até 35% em consumo energético (VELLUDO, 2018). De maneira geral, oferecem monitoramento contínuo e até soluções rápidas sem necessidade de acompanhamento humano (ALBINO, 2007).

Ainda proporciona conforto ao usuário, que pode programar suas tarefas diárias, como abrir persianas, ligar o ar condicionado, luzes na intensidade correta e outros equipamentos, nos horários determinados (ALBINO, 2007; RIBEIRO, 2018).

Dentre outros benefícios, é de se esperar que tais instalações resultem em uma valorização real do imóvel (CARVALHO, 2011; MURATORI & DAL BÓ, 2014).

Apesar de serem inicialmente lançados à custos altos e com funções agora tidas como limitadas, estes dispositivos têm tido significativas reduções de custo, variando em condições de 5 anos atrás, em que o valor para automatizar uma casa era aproximadamente 10% do custo do imóvel, para dias de hoje em que este valor caiu para 5% e estimando que em 5 anos estes custos possam chegar a 2% ou 3% (VELLUDO, 2018).

Diante da tendência de uso, ao encontro da redução dos custos de instalação, dentro de um contexto de valorização certa de imóveis equipados, construtores e incorporadores tendem à visualizar este recurso como um meio de otimização de lucro, facilitando as vendas e trazendo atrativos aos imóveis (ALBINO, 2007; SILVA & GAMBARATO, 2016). Uma pesquisa realizada pela John Burns Real Estate Consulting, com 22 mil norte-americanos, constatou que 65% dos entrevistados estariam dispostos a pagar mais no imóvel com tecnologia de automação (HARNEY, 2016).

Assim, entende-se imprescindível para o ramo da construção civil e para o setor imobiliário uma melhor compreensão sobre o resultado final da implantação destes sistemas, fornecendo condições prévias à construção de estabelecer a viabilidade econômica destas instalações no resultado final do produto concretizado em sua venda, a qual pode facilmente ser confrontada com um orçamento adequado da incorporação ainda na fase de projeto.

## **2. Exposição**

A fim de fundamentar tomadas de decisão de incorporadores e construtores, de maneira precisa e adequada, este trabalho visou apresentar, dentro das limitações, um cálculo fundamentado que oferecesse a relação entre valores de imóveis em processo de comercialização com diferentes “níveis de automação”, em detrimento à imóveis sem automação.

Para tanto, utilizou-se dos conhecimentos relacionados à avaliação de imóveis praticados e estudados na engenharia de avaliações. Assim, com estes fundamentos, foi feita a pesquisa de mercado e determinado o modelo estatístico representativo para a condição aqui proposta.

Conforme escreve Abunahman (2008:10) nas primeiras páginas de seu livro: Engenharia Legal e de Avaliações, “uma avaliação é o processo e resultado de uma tentativa de responder a uma ou mais perguntas específicas sobre os valores definidos das partes de um imóvel, sua utilidade ou conformação e possibilidades de venda.” No caso de estudo, a pergunta em luz é: qual o valor agregado de sistemas de automação?

Ainda continua o autor:

*Esse conceito permite a aplicação do termo a qualquer estimativa, seja ela uma conclusão fundamentada com bases na evidência, ou simplesmente uma opinião pessoal [...] A AVALIAÇÃO É, POIS, UMA AFERIÇÃO DE UM OU MAIS FATORES ECONÔMICOS ESPECIFICAMENTE DEFINIDOS EM RELAÇÃO A PROPRIEDADES DESCRITAS COM DATA DETERMINADA, TENDO COMO SUPORTE A ANÁLISE DE DADOS RELEVANTES. Abunahman (2008:10)*

A metodologia geral empregada na avaliação de imóvel baseia-se nas normas IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia e da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, atendendo às determinações da NBR 14.653.

Para a determinação do valor de imóveis típicos, optou-se pela utilização do método comparativo direto de dados de mercado (MCDDM), pois trata-se de um método recomendado pela NBR 14653 e consagrado por diversos autores para este tipo de avaliação (NASSER, 2013:75). “Identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra” [...] “Este tratamento pode ser efetuado de duas maneiras: por fatores e através de inferência estatística”.

*Método comparativo direto é aquele em que o valor do imóvel ou de suas partes construtivas é obtida mediante comparação de dados de mercado relativos a outros bens de características similares, por tratamento técnico de seus atributos. (FIKER, 2019 folha. 91).*

A aplicação do método comparativo de mercado para determinação do valor foi selecionado em função de sua capacidade de transmitir uma estimativa de valor do imóvel juntamente com suas características diante da conjuntura de mercado local para imóveis semelhantes.

O método comparativo foi utilizado devido ao seu fundamento. De forma direta esse método é uma maneira de comparar unidades de imóveis semelhantes, o profissional devidamente habilitado irá produzir uma pesquisa de mercado, nas diversas plataformas de informação, até mesmo dos imóveis já vendidos na mesma região, para que seja possível fazer um paralelo com o imóvel será avaliado, dando credibilidade ao trabalho técnico do avaliador.

As características e os atributos dos dados pesquisados que exercem influência na formação dos preços e, conseqüentemente, no valor, são ponderados por metodologia científica (modelos de regressão linear, redes neurais artificiais, regressão espacial, etc) ou através de homogeneização por fatores e critérios, tendo sido utilizada regressão linear.

Assim, para aplicação de comparação de mercado, fez-se necessário realizar uma pesquisa mercadológica de imóveis equiparáveis, ou seja, que apresentem similaridade entre si, quanto às suas características econômicas, físicas e de localização, e que, posteriormente, através de um tratamento estatístico adequado, permitiram aferir o seu valor justo e atual de mercado. Foram coletadas informações

de imóveis semelhantes à venda ou vendidos na região. As amostras foram tratadas pela técnica de tratamento por regressão linear.

Embasou-se em pesquisa de mercado, envolvendo além dos preços comercializados ou ofertados, as demais características e atributos que exerceram significativa influência no valor do avaliando para as condições de mercado.

A amostra mercadológica utilizada é composta por elementos paradigmas ao avaliando, conforme oferta de venda de imóveis e benfeitorias semelhantes ao do avaliando nas cercanias ou situados em zonas com características semelhantes.

A pesquisa abrangeu os elementos comparativos, coletados de 10/01/2020 a 14/01/2020 constantes da tabela do ANEXO III, dos quais foram analisados para sua efetiva utilização. Foram feitas inúmeras simulações com variáveis consideradas e de acordo com atual conjuntura e informações possíveis de serem extraídas.

A NBR 14653-2:2011 estabelece que a metodologia avaliatória a ser utilizada deve alicerçar-se em pesquisa de mercado, envolvendo, além dos preços comercializados e/ou ofertados, as demais características e atributos que exerçam influência no valor.

Assim, para aplicação de comparação de mercado, fez-se necessário realizar uma pesquisa mercadológica de imóveis equiparáveis, ou seja, que apresentem similaridade aos do avaliando, quanto às suas características econômicas, físicas e de localização, e que, posteriormente, através de um tratamento estatístico adequado (científico ou por fatores), permitiram aferir o seu valor justo e atual de mercado.

De acordo com um levantamento realizado em 2017 pela Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (Aureside), apenas 2% das residências brasileiras possuem alguma tecnologia de automação, enquanto uma pesquisa realizada em 2019 pela Statista, portal on-line alemão de estatísticas, mostra que este número é de 27,5% nas residências norte americanas, com estimativa de alcançar 47,4% dos lares em 2023. Em uma outra pesquisa feita pelo instituto GFK, aponta-se que 57% da população brasileira acredita que as casas inteligentes vão ganhar espaço no mercado e terão mais impacto em suas vidas nos próximos anos (STATISTA, 2019). Assim, no intuito de viabilizar o estudo optou-se em focar o trabalho para imóveis de alto padrão, os quais possuem boa parte concentrados na região sudeste de Goiânia-GO. Desta maneira a amostra se restringiu à esta região específica.

A microrregião se caracteriza por estarem posicionados em um conjunto de condomínios fechados, possuem infraestrutura urbana completa, a destacar: energia elétrica, iluminação pública, coleta de lixo, água encanada, pavimentação, segurança própria, áreas de lazer e eventos, comércio e área verde, próximo ao Flamboyant Shopping Center.

Figura 1 – Mapa em satélite de Goiânia. Fonte Google.



Figura 2 – Mapa em satélite da região objeto de estudo. Fonte Google.



Figura 3 – Mapa em satélite da amostra. Fonte Google.

A NBR 14653-2:2011 estabelece que a metodologia avaliatória a ser utilizada deve alicerçar-se em pesquisa de mercado, envolvendo, além dos preços comercializados e/ou ofertados, as demais características e atributos que exerçam influência no valor.

Os dados foram coletados a partir de sites especializados na internet, e as informações foram filtradas e alocadas conforme imagem abaixo, dentro de critérios estabelecidos e apresentados neste trabalho.

Tabela 2 – Modelo de fichas de coleta de dados para amostra.

<b>ELEMENTO COMPARATIVO</b>		<b>1</b>	<b>DATA</b>	<b>14/5/2020</b>	
TIPO DE IMÓVEL	Residência				
ENDEREÇO	Rua Piratini				
COMPLEMENTO	Alphaville Araguaia				
CIDADE / BAIRRO	Goiânia				
SITE	<a href="https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-de-condominio-3-quar">https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-de-condominio-3-quar</a>				
AUTOMAÇÃO	2	Á GOURMET	1		
PADRÃO	3	PISCINA	0		
IDADE APARENTE	7	TELEFONE			
QUARTOS	3	CONTATO			
PREÇO OFERTADO	R\$ 2.800.000,00	UNITARIO	7932,011331		
ÁREA CONSTRUÍDA	353	ÁREA LOTE	650		
VAGAS DE GARAGEM	4	MÓVEIS PLANEJADOS	1		
<b>ELEMENTO COMPARATIVO</b>		<b>2</b>	<b>DATA</b>	<b>14/5/2020</b>	
TIPO DE IMÓVEL	Residência				
ENDEREÇO	Avenida Rlo Bonito				
COMPLEMENTO	Alphaville Araguaia				
CIDADE / BAIRRO	Goiânia				
SITE	<a href="https://www.vivareal.com.br/imovel/sobrado-4-quartos-alphaville-flamboya">https://www.vivareal.com.br/imovel/sobrado-4-quartos-alphaville-flamboya</a>				
AUTOMAÇÃO	1	Á GOURMET	1		
PADRÃO	4	PISCINA	1		
IDADE APARENTE	4	TELEFONE			
QUARTOS	4	CONTATO			
PREÇO OFERTADO	R\$ 2.950.000,00	UNITARIO	6860,465116		
ÁREA CONSTRUÍDA	430	ÁREA LOTE	836		
VAGAS DE GARAGEM	3	MÓVEIS PLANEJADOS	0		
<b>ELEMENTO COMPARATIVO</b>		<b>3</b>	<b>DATA</b>	<b>14/5/2020</b>	
TIPO DE IMÓVEL	Residência				
ENDEREÇO	Rua Goiatuba				
COMPLEMENTO	Alphaville Araguaia				
CIDADE / BAIRRO	Goiânia				
SITE	<a href="https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-de-condominio-4-quar">https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-de-condominio-4-quar</a>				
AUTOMAÇÃO	0	Á GOURMET	1		
PADRÃO	3	PISCINA	1		
IDADE APARENTE	5	TELEFONE			
QUARTOS	4	CONTATO			
PREÇO OFERTADO	R\$ 1.890.000,00	UNITARIO	5338,983051		
ÁREA CONSTRUÍDA	354	ÁREA LOTE	515		
VAGAS DE GARAGEM	2	MÓVEIS PLANEJADOS	0		
<b>ELEMENTO COMPARATIVO</b>		<b>4</b>	<b>DATA</b>	<b>14/5/2020</b>	
TIPO DE IMÓVEL	Residência				
ENDEREÇO	Rua Araçu,100				
COMPLEMENTO	Alphaville Araguaia				
CIDADE / BAIRRO	Goiânia				
SITE	<a href="https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-de-condominio-4-quar">https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-de-condominio-4-quar</a>				
AUTOMAÇÃO	1	Á GOURMET	1		
PADRÃO	4	PISCINA	1		
IDADE APARENTE	1	TELEFONE			
QUARTOS	4	CONTATO			
PREÇO OFERTADO	R\$ 3.040.000,00	UNITARIO	7004,608295		
ÁREA CONSTRUÍDA	434	ÁREA LOTE	510		
VAGAS DE GARAGEM	6	MÓVEIS PLANEJADOS	0		
<b>ELEMENTO COMPARATIVO</b>		<b>5</b>	<b>DATA</b>	<b>14/5/2020</b>	
TIPO DE IMÓVEL	Residência				
ENDEREÇO	Rua Ijuí, 2				
COMPLEMENTO	Alphaville Araguaia				
CIDADE / BAIRRO	Goiânia				
SITE	<a href="https://www.vivareal.com.br/imovel/casa-de-condominio-4-quartos-alphav">https://www.vivareal.com.br/imovel/casa-de-condominio-4-quartos-alphav</a>				
AUTOMAÇÃO	1	Á GOURMET	1		
PADRÃO	4	PISCINA	1		
IDADE APARENTE	2	TELEFONE			
QUARTOS	4	CONTATO			
PREÇO OFERTADO	R\$ 3.500.000,00	UNITARIO	6916,996047		
ÁREA CONSTRUÍDA	506	ÁREA LOTE	550		
VAGAS DE GARAGEM	4	MÓVEIS PLANEJADOS	1		

Tabela 3 – Resumo dos dados coletados (amostra).

Nº	AUTOMAÇÃO	PADRÃO	IDADE	QUARTOS	ÁREA C.	VAGAS	Á. GOURMET	ÁREA LOTE	MÓVEIS	UNITARIO
1	2	3	7	3	353	4	1	650	1	7932,0113
2	1	4	4	4	430	3	1	836	0	6860,4651
3	0	3	5	4	354	2	1	515	0	5338,9831
4	1	4	1	4	434	6	1	510	0	7004,6083
5	1	4	2	4	506	4	1	550	1	6916,996
6	1	5	6	4	520	4	1	510	0	5769,2308
7	2	5	0	4	436,87	6	1	670,34	0	8240,4377
8	0	4	5	5	450	3	1	550	0	5333,3333
9	0	5	3	4	315	4	1	550	1	6285,7143
10	0	4	4	4	297	4	1	500	1	6228,9562
11	0	4	5	5	390	5	1	510	1	6384,6154
12	1	4	1	4	420	4	1	509	1	6666,6667
13	1	4	0	5	384	6	1	610	0	7031,25
14	0	3	2	3	267	4	1	563	0	5917,603
15	1	5	1	6	747,93	5	1	728,26	0	6417,7129
16	1	3	1	5	528	4	0	648	0	6250
17	2	4	1	5	385	6	0	450	0	7012,987
18	1	4	3	5	987	6	1	1100	1	5876,3931
19	3	5	1	3	814	10	1	945	1	7985,258
20	1	4	1	5	747	5	1	900	0	6425,7028
21	1	5	4	5	570	5	1	818	1	6491,2281
22	1	4	1	5	390	6	1	550	0	6897,4359
23	1	4	3	4	500	6	0	940	0	5900
24	1	4	1	4	459	4	1	569	0	6535,9477
25	3	5	1	5	600	4	1	960	0	8250
26	3	6	1	4	610	6	1	1008	1	9508,1967
27	2	5	0	4	441	6	1	500	0	8390,0227
28	1	4	1	5	460	4	1	525	0	5652,1739
29	3	3	1	4	430	4	1	430	0	6511,6279
30	1	5	0	4	600	4	0	650	0	7000
31	3	6	2	5	912	5	0	950	1	8771,9298
32	3	6	4	4	550	8	1	1042	0	8181,8182
33	2	4	2	5	591	6	1	650	1	7766,4975
34	1	4	2	5	500	3	1	550	1	5898
35	0	5	2	4	310	4	1	610	1	6451,6129
36	3	3	6	4	642	2	1	650	0	3894,081
37	1	4	2	3	400	4	1	655	1	6950
38	2	5	1	5	505	4	1	600	1	7425,7426
39	1	4	0	4	434	6	1	550	0	7004,6083
40	2	6	4	4	448	6	1	570	1	7812,5
41	1	3	5	5	469	4	1	776	1	4904,0512
42	2	5	2	4	410	4	1	600	1	6097,561
43	2	5	5	4	583	4	1	1273	1	6518,0103
44	1	4	4	4	500	4	1	800	1	5600
45	0	5	0	4	443	4	1	700	0	7223,4763
46	2	4	0	4	502	4	1	630	0	6573,7052
47	2	6	1	4	644	10	1	644	1	8540,3727
48	0	4	2	4	428	6	1	617	1	7359,8131
49	2	5	3	5	718	10	1	617	1	7660,1671
50	0	4	3	4	360	4	1	400	1	6388,8889
51	1	4	5	5	750	4	0	1230	1	6400
52	0	6	4	5	543	4	1	1277	1	8839,779
53	1	3	4	4	400	2	1	550	0	5500
54	2	4	1	4	550	4	1	550	1	7818,1818
55	1	5	2	4	479	2	1	864	1	7306,8894
56	0	6	0	4	390	3	1	390	0	7564,1026

O descarte além dos dados amostrais coletados se deve à desqualificação (oferta de venda) e/ou dificuldades em contatar vendedores com o número divulgado no local e da área ser abaixo da metade da área do avaliando. Para estes casos, não foi apresentado o valor do imóvel.

*É importante mencionar que a inferência representará tanto melhor a realidade quanto*



*mais precisa forem as informações e variáveis utilizadas no modelo. A inclusão de variáveis inadequadas ou a ausência de variáveis importantes podem conduzir a erros gravíssimos. Portanto, para um trabalho bem feito, é necessária muita experiência em avaliações de imóveis, aliada a uma especialização bastante aprofundada em inferência estatística. (FIKER, 2019 folha 128).*

A técnica mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em relação a outras que são responsáveis pela variabilidade observada nos preços é a análise de regressão. A análise de regressão linear múltipla estuda a relação entre a variável dependente ou variável resposta e várias variáveis independentes ou regressoras. Esta relação representa-se por meio de um modelo matemático, ou seja, por uma equação que associa a variável dependente com as variáveis independentes (ANTUNIS, 2016). Na modelagem do cálculo devem ser expostas as hipóteses relativas aos comportamentos das variáveis dependentes e independentes (ABNT, 2011).

*Costuma-se entender como inferência estatística um processo pelo qual, a partir de uma pequena amostra, chega-se a uma conclusão sobre toda a população à qual a amostra pertence. Portanto, para que a conclusão seja válida, a amostra deve ser representativa da população (FIKER, 2019:123).*

Ressalta-se a necessidade, quando se usam modelos de regressão, de observar os seus pressupostos básicos. Como, evitar a micronumerosidade, o número mínimo de dados efetivamente utilizados no modelo deve obedecer aos critérios estabelecidos pela norma, com respeito ao número de variáveis independentes (ABNT, 2011).

Deve-se atentar para o equilíbrio da amostra, com dados bem distribuídos para cada variável no intervalo amostral. O teste de Durbin Watson exhibe se os erros são não autocorrelacionados, isto é, são independentes sob a condição de normalidade. A autocorrelação decorre da influência sobre os resíduos de variáveis independentes importantes, não consideradas na equação. Um modelo sem perturbações deve apresentar resíduos independentes, distribuídos de forma aproximada à distribuição normal (MENDONÇA, 1998). Identifica-se possíveis pontos influenciadores, ou aglomerados deles, a retirada fica condicionada à apresentação de justificativas, já as variáveis importantes devem estar incorporadas no modelo (ABNT, 2011). A verificação pode ser realizada graficamente, verificando-se o comportamento dos resíduos em relação aos valores estimados. Para a inexistência da autocorrelação os pontos devem estar distribuídos aleatoriamente, sem nenhuma tendência definida (AVILA, 2010).

Os parâmetros populacionais tratados por inferência estatística são estimados pontualmente a partir de uma amostra, porém é necessário obter informações sobre seu comportamento probabilístico. Este estudo é realizado através dos intervalos de confiança e testes de hipóteses. O intervalo de confiança fornece informação sobre

a precisão das estimativas. É o intervalo do qual pode-se afirmar, com certa confiança, que o verdadeiro valor de um parâmetro populacional está contido nele, ou seja, o intervalo de confiança estabelece limites para o valor objeto de estudo. O teste de hipótese é uma regra usada para decidir se uma hipótese estatística deve ser rejeitada ou não. O objetivo do teste de hipótese é decidir se uma hipótese sobre determinada característica da população é ou não apoiada pela evidência obtida de dados amostrais. Os testes de hipóteses são os primeiros estudos realizados para a verificação da validade do modelo (GAZOLA, 2002).

Quanto a verificação da normalidade, deve-se analisar o exame de histograma dos resíduos amostrais padronizados, se sua forma guarda semelhança com a da curva normal de distribuição. Na análise do gráfico de resíduos padronizados versus valores ajustados, que deve apresentar pontos dispostos aleatoriamente, com a grande maioria situados no intervalo [ -2; +2]. Dentre comparação das frequências relativas dos resíduos amostrais padronizados nos intervalos de [ -1; +1 ], [-1,64; +1,64 ] e [ -1,96; +1,96 ], com as probabilidades da distribuição normal padrão nos mesmos intervalos, que é respectivamente, 68 %, 90 % e 95 % (ABNT, 2011; AVILA, 2010; GAZOLA, 2002).

Deve-se analisar a existência de pontos atípicos, ou Outliers podendo verificar-se pelo gráfico dos resíduos, como também em relação aos valores ajustados, ou usando técnicas estatísticas mais avançadas, como a estatística de Cook para detectar pontos influenciadores (ABNT, 2011). Estes, são pontos atípicos com relação aos outros elementos pesquisados e sua presença causa perturbações no modelo. São considerados, assim, todos os pontos cujos erros do valor estimado em relação ao valor de mercado sejam superiores ou inferiores a duas vezes o desvio padrão dos resíduos dos dados de pesquisa (AVILA, 2010).

Nos modelos de regressão a distribuição t de Student possibilita testar a significância dos regressores, ou seja, verifica se as variáveis independentes são importantes no modelo encontrado. (AVILA, 2010) A distribuição t de Student é utilizada quando se necessita inferir sobre as médias populacionais com desvios-padrão desconhecidos. Esta distribuição é muito mais utilizada na Engenharia de Avaliações do que a distribuição normal, pois o desvio-padrão da população é estimado através dos dados amostrais (DANTAS, 1998 apud AVILA, 2010).

A distribuição de Snedecor é utilizada para testar a significância dos modelos de regressão, através da análise da variância. O objetivo desta análise é constatar a relação entre as variáveis independentes e a variável dependente. Este coeficiente deve ser comparado com valores tabelados da distribuição de Snedecor, verificando-se então a existência ou não de regressão, através de testes de hipóteses (DANTAS, 1998 apud AVILA, 2010).

O coeficiente de correlação (r) representa numericamente o quanto as variáveis estão relacionadas entre si (CARGNELUTTI et al., 2010). Tem como objetivo a avaliação do grau de associação entre duas variáveis, ou seja, mede a “força” de relacionamento linear entre as variáveis. Para quantificar a relação entre duas variáveis quantitativas utiliza-se o coeficiente de correlação linear de Pearson. A partir desse dado pode-se tirar conclusões sobre a direção e intensidade da relação existente entre as variáveis. Não existe uma “classificação” unânime da

correlação. O coeficiente de correlação linear de Pearson entre duas variáveis serve para medir a intensidade da relação linear entre elas (ANTUNIS, 2016).

Foram realizadas simulações utilizando a variável explicada sob a forma de valor unitário (VU). Testou-se o modelo com menor significância para a variável automação, além de atender à todos os demais quesitos básicos normativos, passando em todos os testes estatísticos, motivo pelo qual foi o adotado. Assim, o modelo calculado está representado na seguinte equação:

$$\text{Unitário} = 4884,4382 * e^{(0,008458504 * \text{Automação}^2)} * e^{(0,010479361 * \text{Padrão Construtivo}^2)} * e^{(-0,0071533668 * \text{Idade Aparente}^2)} * e^{(-2,2515866e-07 * \text{Área Construída}^2)} * \text{Vagas de garagem}^{0,1037015} * e^{(1,0581954e-07 * \text{Área do lote}^2)}$$

A análise do modelo inferido (equação de regressão) mostra que o valor estimado y (valor unitário) revela-se coerente em função das variáveis utilizadas conforme analisado a seguir, extraídos do software TS Sisreg.

#### CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

DADOS		VARIÁVEIS	
Total da Amostra	: 56	Total	: 10
Utilizados	: 53	Utilizadas	: 7
Outlier	: 2	Grau Liberdade	: 46

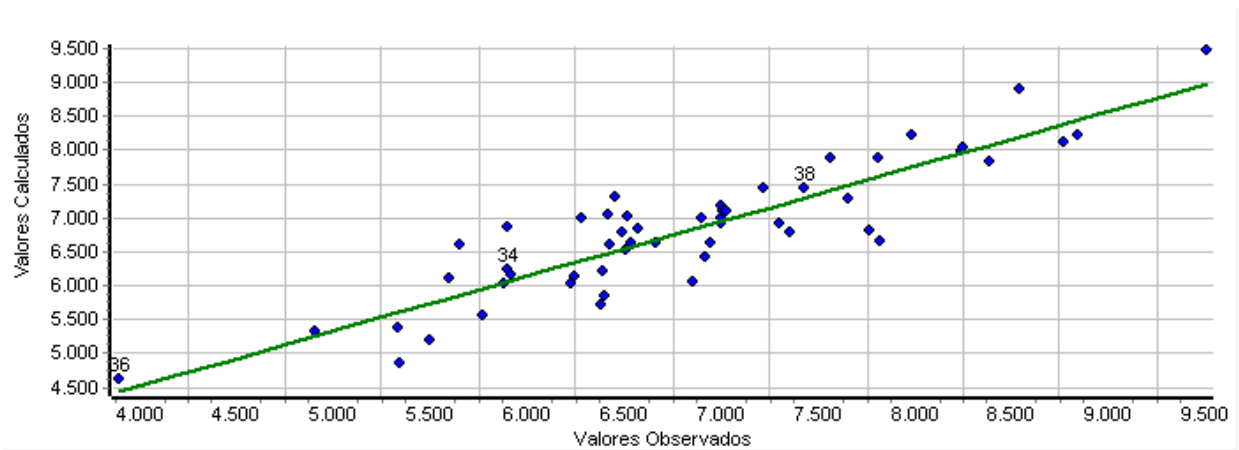
#### MODELO LINEAR DE REGRESSÃO – Escala da Variável Dependente: ln(y)

COEFICIENTES		VARIAÇÃO	
Correlação	: 0,89040	Total	: 1,35814
Determinação	: 0,79281	Residual	: 0,28139
Ajustado	: 0,76579	Desvio Padrão	: 0,07821
<b>F-SNEDECOR</b>		<b>D-WATSON</b>	
F-Calculado	: 29,33649	D-Calculado	: 1,96973
Significância	: < 0,01000	Resultado Teste	: Não auto-regressão 90%

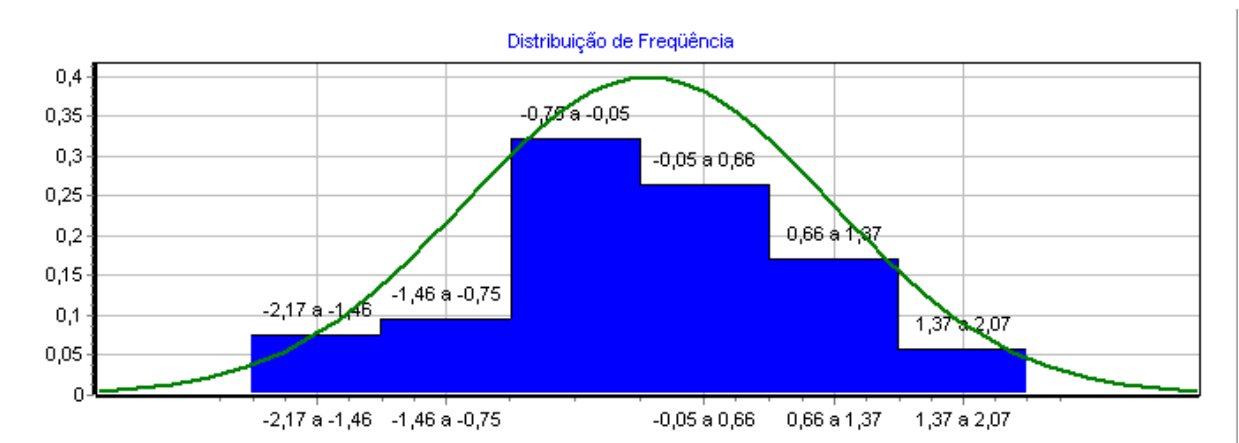
#### NORMALIDADE

Intervalo	Classe	% Padrão	% Modelo
-1 a 1		68	69
-1,64 a +1,64		90	90
-1,96 a +1,96		95	94

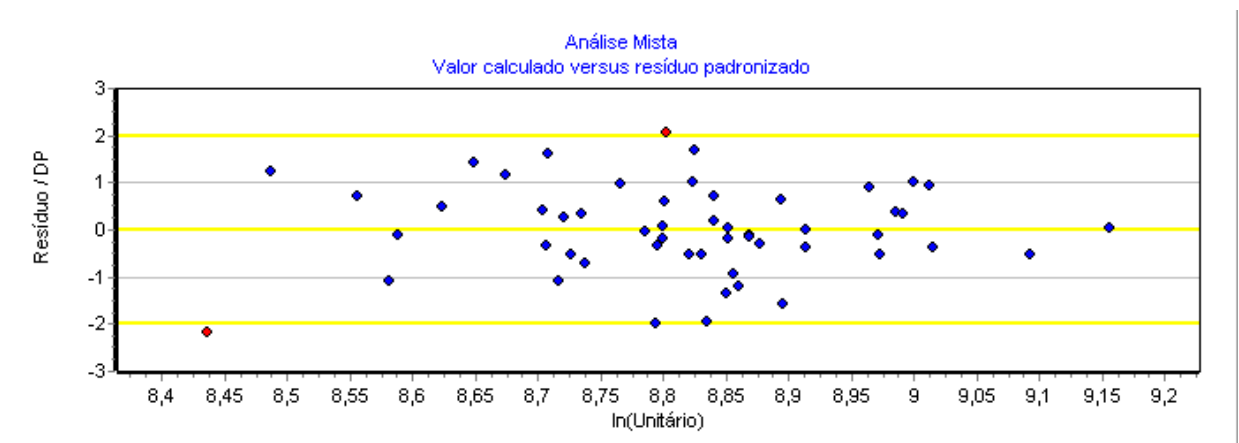
## GRÁFICO DE ADERÊNCIA (Valor Observado X Valor Calculado)



## Histograma de Resíduos Padronizados X Curva Normal Padrão



## Distribuição de Valores Ajustados X Resíduos Padronizados



## DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

### X<sub>1</sub> Automação

Variável relacionada ao nível de automação observado nos imóveis.

escala adotada de 0 à 3, em que :

0 - sem automação

1 - algum tipo de automação

2 - automação vinculada à hometheater e venezianas

3 - automação completa em hometheater, venezianas, iluminação e controle de temperatura ambiente.

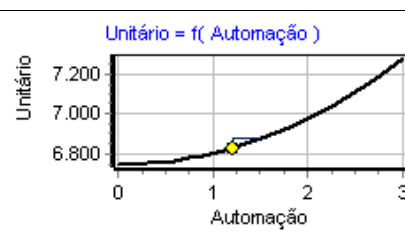
Tipo: Código Alocado

Amplitude: 0 a 3,00

Impacto esperado na dependente: Positivo

10% da amplitude na média: 0,69 % na estimativa

Micronumerosidade: atendida.



## X<sub>2</sub> Padrão Construtivo

Padrão Construção definido a partir do somatório aritmético da pontuação atribuída abaixo:

PISO

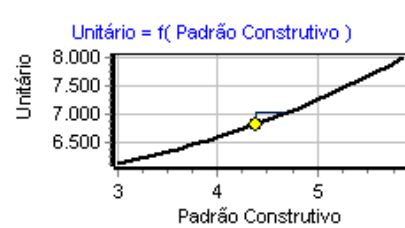
Cimento = 0      Cerâm/taco = 1      Porcelanato = 2      Pedra/Madeira = 3

TETO

Sem Forro = 0                      PVC = 1                      Gesso ou Laje = 2

REVESTIMENTO NA PAREDE

Não possui = 0                      Possui = 1



Tipo: Código Alocado

Amplitude: 3,00 a 6,00

Impacto esperado na dependente: Positivo

10% da amplitude na média: 2,89 % na estimativa

Micronumerosidade: atendida.

## X<sub>3</sub> Idade Aparente

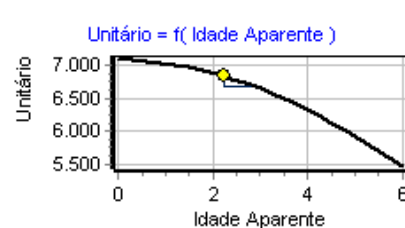
Idade aparente do imóvel atribuída em anos estabelecidos visualmente pelo avaliador.

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 0 a 6,00

Impacto esperado na dependente: Negativo

10% da amplitude na média: -2,16 % na estimativa



## X<sub>4</sub> Área Construída

Área construída medida em metros quadrados.

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 267,00 a 987,00

Impacto esperado na dependente: Negativo

10% da amplitude na média: -1,75 % na estimativa

## X<sub>5</sub> Vagas de garagem

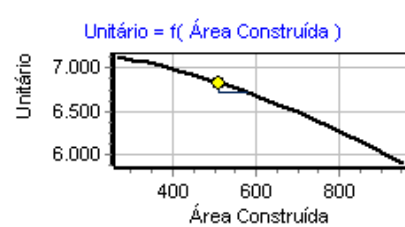
Quantidade de vagas de garagem cobertas do imóvel.

Tipo: Quantitativa

Amplitude: 2,00 a 10,00

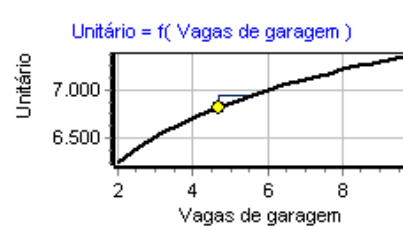
Impacto esperado na dependente: Positivo

10% da amplitude na média: 1,64 % na estimativa



## X<sub>6</sub> Área do lote

Área do terreno medida em metros quadrados.  
Tipo: Quantitativa  
Amplitude: 390,00 a 1277,00  
Impacto esperado na dependente: Positivo  
10% da amplitude na média: 1,38 % na estimativa



## Y Unitário

Valor em R\$ / m<sup>2</sup>  
Tipo: Dependente  
Amplitude: 3894,08 a 9508,20

Micronumerosidade para o modelo: atendida.

## PARÂMETROS DE ANÁLISE DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

VARIÁVEL	Escala Linear	T-Student Calculado	Significância (Soma das Caudas)	Determ. Ajustado (Padrão = 0,76579)
X <sub>1</sub> Automação	x <sup>2</sup>	1,94	5,88	0,75205
X <sub>2</sub> Padrão Construtivo	x <sup>2</sup>	6,64	0,01	0,55124
X <sub>3</sub> Idade Aparente	x <sup>2</sup>	-5,77	0,01	0,60458
X <sub>4</sub> Área Construída	x <sup>2</sup>	-2,73	0,90	0,73364
X <sub>5</sub> Vagas de garagem	ln(x)	2,85	0,65	0,73021
X <sub>6</sub> Área do lote	x <sup>2</sup>	2,65	1,11	0,73584

## MODELO UTILIZADO NA ESTIMATIVA DE VALOR (Moda)

$$Y = 4884,438208 * 2,718^{(0,008459 * X_1^2)} * 2,718^{(0,010479 * X_2^2)} * 2,718^{(-0,007153 * X_3^2)} * 2,718^{(-0,000000 * X_4^2)} * X_5^{0,103701} * 2,718^{(0,000000 * X_6^2)}$$

## MODELO DE ESTIMATIVA – PRINCIPAIS INDICADORES

AMOSTRA		MODELO	
Média	: 6816,15	Coefic. Aderência	: 0,80099
Varição Total	: 59530789,22	Varição Residual	: 11847432,40
Variância	: 1123222,44	Variância	: 257552,88
Desvio Padrão	: 1059,82	Desvio Padrão	: 507,50

## MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS (Valores em percentual)

- **MATRIZ SUPERIOR – PARCIAIS**
- **MATRIZ INFERIOR – ISOLADAS**

Variável	Forma Linear	Automação	Padrão Construtivo	Idade Aparente	Área Construída	Vagas de garagem	Área do lote	Unitário
X <sub>1</sub>	x <sup>2</sup>		9	13	40	8	16	27
X <sub>2</sub>	x <sup>2</sup>	25		38	23	12	7	70
X <sub>3</sub>	x <sup>2</sup>	-12	-17		24	1	42	65
X <sub>4</sub>	x <sup>2</sup>	41	26	0		38	60	37
X <sub>4</sub>	ln(x)	24	34	-39	33		22	39
X <sub>5</sub>	x <sup>2</sup>	19	30	22	57	8		36
Y	ln(y)	32	70	-59	15	54	19	

### Considerações sobre Grau de Fundamentação:

Tabela 4 - Grau de fundamentação – Regressão para MCDM

Item	Descrição	III	II	I	Nota atribuída
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma	
2	Quantidade mínima de dados de mercado efetivamente utilizados	6 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	4 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	3 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	3
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto e características observadas no local pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo	2

<u>4</u>	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferior à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado no limite da fronteira amostral, para a referida variável	Admitida, desde que: a) as medidas características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferior à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado no limite da fronteira amostral, para a referida variável simultaneamente	<u>3</u>
<u>5</u>	Nível de significância alfa (somatório das duas caldas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%	<u>3</u>
<u>6</u>	Nível de significância máximo admitido nos demais testes estatísticos realizados	1%	5%	10%	<u>3</u>

*Tabela 1 - Enquadramento do Grau de fundamentação – Regressão para MCDM*

Graus	III	II	I
Pontos mínimos	16	10	6



Itens Obrigatórios	2,4,5 e 6	2,4,5 e 6	Todos no mínimo 1
--------------------	-----------	-----------	-------------------

Somatório: 17

**Portanto, Grau III de fundamentação aplicável – Tabela 1 do item 9.2.1 (Grau de Fundamentação).**

Uma vez determinado o modelo tido como o mais adequado para expressar a relação de valor unitário com todas as variáveis estabelecidas, em especial à variável “automação”, deu-se início ao estudo do modelo.

Como a equação calculada apresentou valores unitários variáveis em detrimento dos próprios fatores, e visando expressar de uma maneira genérica que se aplicasse à diversos tipos de edificações componente da amostra (com áreas, padrões, e idades distintas), seguiu-se para o estudo amplo destes dados.

Assim, foi criado, a partir da amostra estudada, uma quantidade significativa de dados baseados nos parâmetros estatísticos de média e de desvio padrão para cada um dos fatores considerados no modelo. Desta maneira, foi criada uma nova amostra, fundamentada e representativa da amostra paradigma, a qual foi estudada para determinação isolada da varável “automação”.

Tabela 6 – Parâmetros geradores dos 1000 dados aleatórios.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio
Padrão	3	6	4,38	0,873577
Idade	0	6	2,25	1,800871
Área Construída	267	987	508,94	152,5874
Vagas de Garagem	2	10	4,7	1,771894
Área do lote	390	1277	683,26	220,514
Unitário	3894	9508,2	6816,15	1072,835

Para realizar o cálculo da valorização, foi necessária a criação de uma planilha baseada na equação escolhida para o modelo, com dados randômicos para cada fator que seguissem mesmas referências de média e de desvio padrão, simulando 1000 imóveis hipotéticos a partir do método da distribuição normal com exceção do fator “automação”, o qual foi testado nas 4 hipóteses para cada dado gerado, conforme imagem abaixo.

Tabela 7 – Modelo dos Dados gerados a partir dos parâmetros básicos.

	Padrão Construtivo	Idade Aparente	Área Construída	Vagas de garagem	Área do lote	Automação			
						0	1	2	3
1	5	2	372,05	3	638	6995,448	7054,87	7236,182	7548,782
2	3	3	409,95	2	524	5360,646	5406,182	5545,122	5784,669
3	5	3	285,04	5	405	7026,036	7085,718	7267,822	7581,789
4	5	5	587,41	1	822	5275,186	5319,995	5456,72	5692,448
5	5	1	562,85	4	320	6849,326	6907,507	7085,031	7391,102
6	5	5	656,24	4	519	5723,056	5771,67	5920,003	6175,745
7	3	2	416,89	2	718	5691,966	5740,316	5887,843	6142,195
8	4	5	335,39	3	822	5668,876	5717,03	5863,959	6117,279
9	3	6	631,36	2	907	4446,102	4483,869	4599,106	4797,785
10	5	2	461,18	4	769	7227,363	7288,755	7476,077	7799,041
11	3	2	571,99	1	537	4995,836	5038,273	5167,758	5391,003
12	5	0	685,92	3	755	6796,116	6853,844	7029,99	7333,682
13	4	1	702,40	5	818	6509,039	6564,329	6733,034	7023,898
14	4	2	596,78	3	1005	6460,645	6515,524	6682,975	6971,677
15	6	2	481,91	2	869	7646,121	7711,07	7909,247	8250,923
16	5	0	650,56	4	606	6926,581	6985,418	7164,945	7474,468
17	4	3	475,55	5	969	6717,293	6774,352	6948,455	7248,625

Com a geração dos dados hipotéticos dentro dos parâmetros modelados, foi calculada a média dos 1000 dados gerados randomicamente para cada tipo de automação. Ou seja, foi calculada a média para cada tipo de automação, conforme resultado abaixo.

Tabela 8 – Resultados da análise estatística.

<b>MÉDIAS R\$ / m<sup>2</sup></b>	<b>6624,84</b>	<b>6681,114</b>	<b>6852,82</b>	<b>7148,859</b>
<b>NÍVEIS AUTOMAÇÃO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Valorização cumulativa		<b>0,85%</b>	<b>2,57%</b>	<b>4,32%</b>
Valorização absoluta		<b>0,85%</b>	<b>3,44%</b>	<b>7,91%</b>

A valorização resultante entre o imóvel, sem nenhum tipo de automação ou com um tipo de automação (nível 0 e nível 1), foi de 0,85%, correspondendo a R\$ 25.500,00 em um imóvel de R\$ 3.000.000,00. Entre o nível 0, sem automação, e nível 2, com persianas automáticas e hometheater, obteve-se uma valorização de 3,44%, que significa R\$ 103.200,00 em imóvel de R\$ 3.000.000,00.

A valorização calculada entre o imóvel sem nenhum tipo de automação e com o sistema de automação residencial completo, apontada no Apêndice C, é de 7,91%, ou seja, para um imóvel de R\$ 3.000.000,00 a estimativa de valorização é de R\$ 237.300,00. Entre os níveis 2 e 3, ou seja, para uma casa que já tenha um sistema de venezianas motorizadas instaladas e hometheater, a inclusão do sistema integrado de automação que possibilita o controle de todos os equipamentos da residência pelo Smartphone via Wifi, aumenta em 4,32% o valor do imóvel, podendo custear integralmente o valor desta aquisição.

## **6. Conclusão**

A partir da metodologia proposta para cálculo do modelo e método de análise dos dados para estudo isolado da interferência da automação a partir da média de dados gerados com parâmetros modelados, constatou-se que existe valorização significativa, chegando à 7,91% do valor para imóveis de alto padrão construtivo situados em condomínios fechados da região sudeste de Goiânia-GO dentro da data proposta para coleta de dados no primeiro semestre de 2020.

Este trabalho se complementará a outros similares que possam apontar a relação da variável automação em outras condições distintas de padrão, localização e tipologia de imóveis.

## Referências

ABUNAHMAN, Sérgio Antonio. **Curso básico de engenharia legal e de avaliações**. 4 Ed. São Paulo, Pini 2008.

ALBINO, Décio. **Utilização de Conceitos de Integração de Sistemas Direcionados a Domótica – Estudo de Caso para Automação Residencial**. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265350/1/Canato\\_DecioAlbino\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265350/1/Canato_DecioAlbino_M.pdf)> Acesso em: 20 de maio de 2020.

ANTUNES, Sandra. **Modelo de Regressão Linear e suas Aplicações**. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/1869> > Acesso em: 20 de maio de 2020.

AVILA, Fabio. **Regressão Linear Múltipla: Ferramenta Utilizada na Determinação do Valor de Mercado de Imóveis**. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28569/000769534.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

CARGNELUTTI, Alberto. **Tamanho De Amostra e Relações Lineares de Caracteres Morfológicos e Produtivos de Crambe**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cr/2010nahead/a774cr3308.pdf> > Acesso em: 20 de maio de 2020.

FIKER, José. **Manual de Avaliações e perícias em imóveis**. 5ª Ed. São Paulo, Oficina de textos 2019.

GAZOLA, Sebastião. **Construção de um Modelo de Regressão para Avaliação de Imóveis**. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/82455/193809.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 de maio de 2020.

HARNEY, Kenneth. Buyers say they're willing to pay extra for 'smart' homes. Disponível em: <[https://www.washingtonpost.com/realestate/buyers-say-theyre-willing-to-pay-extra-for-smart-homes/2016/08/22/34abe2a6-6882-11e6-99bf-f0cf3a6449a6\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/realestate/buyers-say-theyre-willing-to-pay-extra-for-smart-homes/2016/08/22/34abe2a6-6882-11e6-99bf-f0cf3a6449a6_story.html) > Acesso em: 20 de maio de 2020.

STATISTA, 2019. **Smart Home**. Disponível em: <<https://www.statista.com/outlook/279/109/smart-home/united-states> > Acesso em: 20 de maio de 2020.